

**DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
ECONÓMICA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA LA
PRODUCCIÓN DE ENLATADOS DE MAÍZ TIERNO EN EL
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ EN EL MUNICIPIO DE SANTA
SOFÍA BOYACÁ, VEREDA SOROCOTÁ FINCA LOS NARANJOS.**

ALEX JAVIER FAJARDO ROZO.

MAOLY VANESSA LEAL ACERO.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, SECCIONAL TUNJA.

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

2020

Las ideas presentes en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores. La Universidad Santo Tomás y la Facultad de Ingeniería Electrónica, son exoneradas de todas las consecuencias que pueda generar este trabajo.

NOTA DE ACEPTACIÓN:

Firma Jurado

Firma Jurado

DEDICATORIA

“Este trabajo se lo dedico a Dios y a mi mamá María Angélica Rozo, quien ha sido un gran apoyo durante todo este proceso ayudándome con su guía, consejos y amor a lograr mis metas y proyectos. Gracias por cada uno de los esfuerzos hechos para que yo pudiese llegar hasta este punto, por cada enseñanza y ejemplo que me diste para lograr ser quien soy hoy.”

Alex Javier Fajardo Rozo

“El presente trabajo de grado se lo dedico especialmente a mis padres, Clara Inés Acero Cely y Nixon Alexi Leal Rodriguez, quienes con su amor y esfuerzo me permitieron llegar a cumplir uno de mis mayores metas. Gracias por darme apoyo en cada etapa de mi vida”

Maoly Vanessa Leal Acero

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a Dios por darnos la fuerza y el valor necesarios para culminar con éxito este proyecto, ya que nuestra fe ha sido un gran refugio en los momentos donde más se han visto retadas nuestras capacidades.

A nuestros padres por todo su sacrificio, entrega y apoyo durante todo este proceso el cual hemos realizado con la mayor entrega y dedicación posible, por cada uno de sus consejos y aportes que nos han dado la fortaleza necesaria para avanzar en nuestra vida.

A todas las personas que estuvieron de algún modo apoyándonos durante el desarrollo del proyecto y dieron su aporte para que este culminara con éxito.

A los ingenieros que estuvieron durante todo nuestro proceso de aprendizaje, dándonos las bases necesarias para lograr todo lo que nos hemos planteado.

A la Facultad de Ingeniería Electrónica de La Universidad Santo Tomás Tunja, por habernos acogido como una familia y formarnos como ingenieros. Gracias por cada aporte, ya sea pequeño o grande, a nuestro proceso y que serán de gran ayuda para nuestro desempeño profesional, por su guía y acompañamiento en toda nuestra formación académica y ética.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. GLOSARIO DE TÉRMINOS	11
3. JUSTIFICACIÓN.....	14
4. PROBLEMA	16
4.1 FORMULACIÓN DE PREGUNTAS	16
4.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	16
4.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
5. OBJETIVOS.....	18
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
6. MARCO REFERENCIAL	19
6.1 MARCO HISTÓRICO	19
6.2 MARCO TEORICO	20
6.3 MARCO CONCEPTUAL	23
6.4 MARCO LEGAL.....	26
7. DISEÑO METODOLÓGICO.....	30
8. RESULTADOS.....	34
8.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO O INDUSTRIAL.....	34
8.2 DIAGRAMA P&ID.....	36
8.3 SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS	45
8.4 PLANOS ELÉCTRICOS DE ILUMINACIÓN	55
8.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	64
9. CONCLUSIONES	71
10. REFERENCIAS	73

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1. Fases del diseño metodológico del proyecto.	30
Figura. 2. Esquema del proceso para maíz enlatado.	34
Figura. 3. P&ID (Parte 1). Etapa de eliminación de hojas y estigmas del maíz.	36
Figura. 4. P&ID (Parte 2). Etapa de desgranado del maíz.	37
Figura. 5. P&ID (Parte 3). Etapa de aclarado del maíz.	38
Figura. 6. P&ID (Parte 4). Etapa de envasado del maíz.	39
Figura. 7. P&ID (Parte 5). Etapa de esterilización del maíz.	41
Figura. 8. P&ID (Parte 6).	41
Figura. 9. P&ID (Parte 7).	43
Figura. 10. P&ID (Parte 8).	44
Figura. 11. Estructura de la planta industrial en 3D.	55
Figura. 12. Distribución en planta.	56
Figura. 13. Plano eléctrico de luminosidad en AutoCAD.	59
Figura. 14. Sectorización en subdivisiones de la planta.	60

LISTA DE TABLAS

Tabla. 1. Tabla de sensores.....	48
Tabla. 2. Tabla de actuadores.	52
Tabla. 3. Tabla de Controladores.	54
Tabla. 4. Valores sugeridos en el RETILAP que se adecuan al proyecto.	57
Tabla. 5. Ficha técnica de luminaria 1 (Panel Led cuadrado - LEDVANCE).	58
Tabla. 6. Ficha técnica de luminaria 2 (Panel led cuadrado - MPE).	58
Tabla. 7. Ficha técnica de luminaria 3 (Linear Led High Bay Light).	58
Tabla. 8. Distribución de luminarias.	59
Tabla. 9. Potencia consumida y cableado de iluminación.	61
Tabla. 10. Materiales utilizados en la acometida eléctrica para la iluminación.	63
Tabla. 11. Valor total de infraestructura y superestructura. Fuente: Autores.....	65
Tabla. 12. Valor total de instrumentos.	65
Tabla. 13. Valor total de elementos de transporte y alimentación.	65
Tabla. 14. Valor total de elementos de potencia.	66
Tabla. 15. Valor total de costos fijos.....	67
Tabla. 16. Valor de costos variables.....	67
Tabla. 17. Valor de gastos fijos.....	68
Tabla. 18. Valor de gastos variables.....	68
Tabla. 19. Producción anual.	69
Tabla. 20. Costo de producción.....	69
Tabla. 21. Total de ingresos.	69
Tabla. 22. Amortización del préstamo.	70
Tabla. 23. Flujo de caja del proyecto.....	70

1. INTRODUCCIÓN

En la industria agropecuaria se ha venido presentando una tendencia de inversión internacional al desarrollo de soluciones que benefician el rendimiento, producción y sistematización de procesos agrícolas, esto debido a la demanda actual de alimentos y la continua espera de calidad de cada uno de ellos en los diversos sectores alimenticios. La automatización de este sector financiero es una realidad que afecta directamente a labores de poda, polinización, cosecha, riego y procesamiento de productos como en nuestro caso es el Maíz.

Como cualquier tipo de modelo industrial, la industria clásica del enlatado de Maíz contiene diferentes procesos, tareas y protocolos de operación en los que basan sus cadenas de producción, en donde se ven involucrados tanto personal humano como áreas de trabajo con máquinas especializadas. Cada una de las diferentes etapas contiene una serie de listas de desarrollo para asegurar la ejecución correcta en la producción del Maíz, sin embargo, están sujetas a los cambios tecnológicos de la época y a los métodos de sistematización que convengan más a la empresa.

La sistematización de procesos en una compañía se encarga de mantener actualizados cada una de las diferentes tareas que hacen parte de una producción, reorganizando, reformulando, eliminando o creando nuevas tareas con las que se puede llevar a cabo un resultado en la fabricación de un producto, en este caso el maíz tierno enlatado, con mayor eficiencia y una calidad alta. El proceso de automatización va ligado a estos procesos, pues parte de las áreas de trabajo donde se utiliza maquinaria industrial, es posible actualizar o renovar las herramientas de trabajo persiguiendo el mismo objetivo de producción.

La automatización en la industria del Maíz busca entregar las herramientas más actualizadas y versátiles para la producción, esto continuamente ligado al avance

tecnológico, los requerimientos del mercado y la empresa. Si bien hace unos cuantos años la producción del maíz enlatado pudo verse involucrado máquinas de desoje mecánico de los elotes, hoy en día es necesario introducir sensorica especializada y ciclos de control a las tareas realizadas, pues no solo es necesario entregar un producto de la forma más eficiente posible si no cumplir la demanda del consumidor.

Según el Banco Mundial, se precisa que un futuro el sistema agrícola en general llegara a producir más del 50% de alimentos a la cifra actual, esto para abastecer a los más de 9000 millones de personas que habitarían el planeta en el 2050, por lo que cada proceso de automatización industrial, como lo es con el Maíz Enlatado, debe ser capaz de suplir la demanda mientras cumple con los valores de calidad, nutrición optima, uso eficiente de recursos y mantengan el cuidado del medio ambiente.

“El entorno está cambiando y las estructuras de costos están cambiando. Los mercados están cambiando, al igual que las demandas por las calidades y los requisitos para la seguridad de los alimentos. Todas estas cosas están creando una necesidad de cambio y la tecnología puede proporcionar soluciones para la mayoría de ellos” (Ed Tracy, vicepresidente de eficiencia en la cadena de suministros de la PMA, Produce Marketing Association).

El proceso correctamente automatizado en la producción del Maíz destinado para el enlatado dura aproximadamente entre cuatro horas entre la recolección y el enlatado, conservando de la mejor forma las propiedades nutritivas del producto que se dispone a la venta. Esta actividad encierra la recolección, descarga de camiones, transporte al interior de la fábrica, primera limpieza de elotes, despojo de la tusa de la mazorca, desgrano, reutilización de desecho orgánico, aclarado de granos, envasado y sellado.

2. GLOSARIO DE TÉRMINOS

AMPER: Unidad de intensidad de corriente eléctrica del sistema internacional, equivalente a la intensidad de una corriente constante que, al circular por dos conductores paralelos y rectilíneos, colocados a la distancia de un metro uno de otro en el vacío, produciría entre dichos conductores una fuerza de dos diezmillonésimas de newton por cada metro de longitud. (“amperio | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE”, s/f)

ÁREA DE CONTROL: Es la entidad que tiene a su cargo el control y la operación de un grupo de centrales generadoras, subestaciones y líneas de transmisión en cualquier área geográfica determinada. (“GLOSARIO DE TERMINOS DE ELECTRICIDAD”, s/f)

BREAKER: Es un interruptor que cierra el flujo de corriente del circuito para proteger las instalaciones y los daños que pueda generar una sobrecarga o cortocircuito. (“Breaker 20A Eléctrico Interruptor termomagnético enchufable | Paneles Solares Colombia Lamparas Solares Ingeniería Eléctrica Energía Solar Baterías Solares Cucuta Materiales”, s/f)

CABLE: Cordón conformado con diversos conductores aislados unos de otros y protegido principalmente por una envoltura flexible y resistente. (“cable | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE”, s/f)

CONTROL: Regulación, manual o automática, sobre un sistema. (“control | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE”, s/f)

DESGRANADO: Sacar el grano de algo.(“desgranar | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE”, s/f)

ELECTROBOMBA: es una bomba hidráulica que se caracteriza por ser accionada a través de un motor eléctrico. Son empleadas para transformar la energía con la que se activan en energía del fluido que mueve. (“Ventajas de las electrobombas”, s/f)

LUMEN: Unidad de flujo luminoso del sistema internacional, que equivale al flujo luminoso emitido por una fuente puntual uniforme situada en el vértice de cualquier ángulo sólido de 1 estereorradián y cuya magnitud es 1 candela. (“lumen | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE”, s/f)

LUX: Unidad de iluminancia del sistema internacional, que equivale a la iluminancia de una superficie que recibe un flujo luminoso de 1 lumen por metro cuadrado. (“lux | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE”, s/f)

MOTOR: Máquina destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energía. (“motor, motora | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE”, s/f)

PANELES: son cajas que alojan a los interruptores, que son dispositivos de seguridad capaces de detener la corriente eléctrica en caso de que ésta exceda el nivel seguro en una porción del sistema eléctrico. (“Paneles de Servicio Eléctrico - InterNACHI®”, s/f)

PLANO: Representación esquemática, en dos dimensiones y a determinada escala, de un terreno, una población, una máquina, una construcción. (“plano, plana | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE”, s/f)

PLANTA: Figura que forman sobre el terreno los cimientos de un edificio o la sección horizontal de las paredes en cada uno de los diferentes pisos. (“planta | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE”, s/f)

PRODUCCIÓN: cualquier actividad que aprovecha los recursos y las materias primas para poder elaborar o fabricar bienes y servicios, que serán utilizados para satisfacer una necesidad. (“Producción - Qué es, definición y concepto | Economipedia”, s/f)

3. JUSTIFICACIÓN

Para el proceso de producción de maíz enlatado se deben realizar distintos pasos, que van desde limpiar el maíz hasta esterilizar el producto previamente enlatado. Entre los diferentes pasos a realizar se encuentra el de desgranar el maíz, una operación tediosa que requiere de mucho tiempo y talento humano (Akubuo, 2002). Por lo tanto, automatizar el proceso sería una optimización indiscutible, ya que se reducirá el tiempo de producción y será mayor la cantidad de productos generados, además, el talento humano no tendrá que ser tan intensivo, ahora, solamente tendrán que monitorear el proceso y actuar eventualmente para garantizar que el producto sea salubre y seguirá siéndolo por un determinado tiempo.

Teniendo en cuenta que la economía de esta zona depende en gran parte de la agricultura, tal como la producción de maíz, la implementación de una planta enlatadora resulta de gran utilidad para optimizar todo este proceso y finalmente aumentar la producción y su venta, es por esto que surge este proyecto como respuesta a la necesidad de favorecer la economía de los agricultores y generar empleo ya que se ha visto un aumento en las cifras de desempleo.

Esta empresa ayudará al crecimiento de la zona rural y la zona urbana permitiendo una disminución de la migración por causas laborales y desarrollará un mercado regional para los productores agrícolas.

El proyecto se clasifica en dos etapas, la primera etapa es la parte de diseño para la automatización de la planta, para esto se diseña el diagrama P&ID teniendo en cuenta las

etapas del proceso y las variables involucradas en su producción, además se especifican las zonas explosivas de la planta industrial.

La segunda etapa del proyecto es el análisis de factibilidad económica, para esto se diseñan los planos eléctricos de los paneles de iluminación, se seleccionan los sensores, actuadores y controladores a utilizar en el proceso automatizado, con el fin de identificar parte de los costos del proyecto.

4. PROBLEMA

4.1 FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

- ¿Cuáles serían los principales riesgos que se pueden presentar en la implementación del proyecto?
- ¿Qué tipo de sensores son adecuados para la lectura de las diferentes variables involucradas en el proyecto?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la automatización del proceso?

4.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la elaboración de maíz tierno enlatado se utilizan diferentes procesos simples sin embargo, al realizarse el proceso de forma manual, implica mayor tiempo y mayor talento humano, especialmente en el momento de desgranar el maíz y enlatar el producto.

Actualmente en Boyacá no existen empresas que procesan maíz tierno enlatado, siendo un departamento con suficiente materia prima para comercializar este producto (DANE, 2014) (Cultivos, 2014) (ASOFRUCOL, 2006). Por lo que surge la duda ¿Cómo automatizar el proceso para el maíz tierno?

4.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

- Delimitación del espacio: Se tiene previsto que el proyecto se implemente en el departamento de Boyacá, en el Municipio de Santa Sofía, vereda Sorocota, finca Los Naranjos, puesto que este lugar se encuentra aproximadamente a 15 minutos en automóvil del Municipio de Moniquirá el cual es donde más se cosecha el Maíz a nivel Departamental (Cultivos, 2014) y debido a que la economía de Boyacá depende en gran parte a la agricultura (ASOFRUCOL, 2006).

- Delimitación del tiempo: El tiempo previsto para el desarrollo del proyecto es de 10 semanas, iniciando el 24 de agosto de 2020 y finalizando el 1 de noviembre del mismo año.
- Delimitación de la temática: El proyecto consta del diseño de los planos empleados para una planta industrial de producción de maíz tierno enlatado y la factibilidad económica del proyecto.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- Plantear los diferentes diagramas y planos industriales que permitan establecer la factibilidad económica en la implementación de una planta industrial alimenticia para la producción de enlatados de maíz tierno.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar el proceso para la elaboración de maíz tierno enlatado con el fin de obtener un producto de calidad.
- Diseñar el diagrama de tuberías e instrumentación de la planta con sus respectivas zonas explosivas para seleccionar los instrumentos más óptimos a utilizar en estos lugares.
- Diseñar el plano eléctrico de los paneles de iluminación de la planta industrial del proceso de elaboración del maíz según las normas vigentes del RETILAP y RETIE.
- Analizar los indicadores económicos del proyecto, que permitan deducir si es factible una posterior implementación de la planta.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1 MARCO HISTÓRICO

El maíz es originario de México, se considera que fue uno de los cereales que más cultivan los mayas y los aztecas. Existe una gran variedad de maíz caracterizados por sus diferentes colores, ya que existen en tonos: (Azul, Amarillo, Morado, Blanco y Negro) y por su sabor, entre ellas podemos encontrar el Maíz dulce, el maíz cristalino y el maíz reventón. Es el cereal con el mayor volumen de producción a nivel mundial soporta una temperatura mínima de 8°C a una temperatura de 32°C por lo cual se da en diferentes lugares del mundo. El proceso de siembra y cosecha dura alrededor de 3 a 5 meses, sus siembras se realizan en dos temporadas del año en las que en ese momento la temporada de lluvia está presente. Hablando puntualmente del territorio colombiano este cereal se siembra durante casi todo el año en todo el territorio nacional. (Núñez Hernández, Contreras, González Castañeda, & Ramos, 2005)

Para el almacenamiento de comida enlatada o en este caso maíz enlatado este invento fue creado por Nicolas Appert hace más de 200 años permitiendo que cualquier alimento guardado se pueda proteger sin temor a dañarse durante bastantes años y que se mantenga intacto, esto con el fin de mantener la comida que se les daba a los militares en épocas de guerra en buen estado. El primer envase que se utilizó para el transporte de comida fue una botella de vidrio sellada con un corcho, este recipiente debía de estar hervido con agua haciendo que el calor matará todos los gérmenes que tenía. Para el año 1813 Peter Durand comenzó a utilizar este mismo proceso, pero cambiando el recipiente de vidrio por latas de hierro cubiertas con estaño.

La producción de maíz enlatado o maíz dulce tiene como finalidad obtener un producto que sea salubre, que esté sea graneado y listo para servirlo sin necesidad de que pasar por un proceso de cocción, ya que de manera tradicional conlleva un gran proceso manual volviéndose este proceso algo tedioso y a su vez generando una pérdida de tiempo. (FENALCE, 2018)

Para poder ofrecer el maíz enlatado es necesario hacer uso de todo lo referente con maquinaria que facilite y desarrolle este proceso y es aquí donde surge la importancia de la automatización en la agricultura

La automatización es el uso de dispositivos de control como lo son los PC, los PLC o PAC, etc. Para diferentes procesos con distinta maquinaria, esto conlleva inevitablemente a disminuir la necesidad de mano de obra y reemplaza las peligrosas operaciones de ensamblaje por automatizadas. Este proceso se da en diferentes tipos específicos de negocio como: procesos comerciales, TI, marketing y agricultura, también cubre aplicaciones personales como la domótica. (“Automatización con Inteligencia Artificial - Argentina | IBM”, s/f) (Baca Urbina, s/f)

6.2 MARCO TEORICO

Para el desarrollo de este marco iniciaremos explicando cada uno de los programas a utilizar durante el desarrollo del proyecto

Dialux: es un programa el cual permite calcular y visualizar la luz del día, planificar escenas de iluminación, el color e intensidad de las luces que utilizará, la posición de cada una de ellas con un número real y legal, adicional a esto permite realizar visualizaciones con realismo fotográfico a su vez planificar, calcular y visualizar la luz para áreas interiores

y exteriores como edificios enteros, habitaciones individuales, parqueaderos y/o alumbrado público. (“DIALux lighting design software”, s/f)

AutoCAD: (Diseño automático asistido por computadora): es un software de diseño que permite la elaboración de dibujos en 2D y 3D, tiene como finalidad resolver problemas de diseño, producción y operación en la industria, facilitando así el proceso de desarrollo y/o construcción de edificios, componentes mecánicos, análisis de sistemas eléctricos y de tuberías. Dicho programa será utilizado para la elaboración del plano eléctrico... (“AutoCAD for Mac y AutoCAD para Windows | Software CAD 2D/3D | Autodesk”, s/f)

Microsoft Visio: Es un software basado en Windows que incluye plantillas y símbolos que permiten a los usuarios crear diagramas de flujo, organigramas, planos de planta, diagramas de red, mapas mentales, infografías y más. Es un programa de dibujo vectorial y versátil este programa es utilizado para el análisis de procesos industriales, en nuestro caso será utilizado para diseñar todo lo referente (“Software de diagramación y creación de diagramas de flujo, Microsoft Visio”, s/f-a)

Lumens: Miden la cantidad de luz que emite su luz LED. Cuanta más cantidad de lúmenes tenga el lugar donde se esté midiendo, más brillante será la luz. (Duseja & Tomar, 2019)

Instalaciones Eléctricas: Para las instalaciones eléctricas industriales es necesario utilizar un cableado capaz de manejar energía eléctrica trifásica. Esta permite que la carga de trabajo se distribuya de manera equitativa entre todos los cables produciendo así máximos resultados. (“IEEE Xplore Full-Text PDF”:, s/f)

Transmisores y Actuadores: Son dispositivos electrónicos diseñados con el fin de proporcionar mediciones precisas en la presión y la temperatura, a su vez permite el monitoreo y control de aplicaciones garantizando la seguridad, la confiabilidad y la estabilidad de procesos, todo esto hace parte los transductores que están diseñados con opciones adicionales de reinicio y calibración. Permitiendo ajustar el rango de medición al tiempo que garantiza una señal de salida completa, se clasifican en dos grupos dependiendo la aplicación del proceso. Una de las formas más fáciles de diferenciar estos grupos es por su forma, características y por el tipo de transmisor en la producción de señal e instrumentación de procesos. (“Instrumentación Industrial - ANTONIO CREUS SOLÉ - Google Libros”, s/f) (“Se acordó por unanimidad: Conferir los grados académicos y títulos profesionales según el siguiente detalle: Señores vicerrectores: Señores decanos: - PDF Descargar libre”, s/f)

Los actuadores son dispositivos que generan movimientos o posicionamientos que funcionan mecánicamente o electro mecánicamente, esta fuerza es proveniente de tres fuentes posibles como lo son presión hidráulica, presión neumática y fuerza motriz eléctrica.

El actuador recibe la orden de un controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas, Cada tipo de actuadores tiene versiones para varias configuraciones de energía y viene en muchos estilos y tamaños según la aplicación. (2 *Diseño y automatización industrial* 2.1 *Objetivos* 2.2 *Sistemas de automatización* 2.3 *Fases para la puesta en marcha de un proyecto de automatización* 2.4 *Clasificación de interfaces persona-máquina* 2.5 *Diseño de panel de mando para*

automatismos y máquinas industriales 2.6 Creación de prototipos 2.7 Referencias 2.1
Objetivos, s/f)

6.3 MARCO CONCEPTUAL

Para el desarrollo de este proyecto necesitamos diseñar una serie de diagramas y planos los cuales vamos a definir a continuación:

P & ID: Es un diagrama de tuberías e instrumentación. Son representaciones esquemáticas de tuberías, equipos instrumentación y sistemas de control que se encuentran en entornos de procesos como refinerías de petróleo, plantas químicas, fábricas de distintos tipos como lo son de papel, cemento o de algún tipo de comida en específico. Nos muestra un equipo de proceso que sirve para medir temperatura, peso, nivel, etc. los cuales se pueden medir con diferentes tipos de sensores y controlarlos por medio de los actuadores, también encontramos equipos que nos sirven para enviar una señal, la cual nos dirá el comportamiento del sensor como los transmisores, adicional a esto encontramos equipos de proceso como las válvulas, todo esto por medio de símbolos que permiten identificar todos los componentes que conforman un proceso industrial. (Sierra et al., s/f) (prueba, s/f)

Planos Eléctricos: cumple un papel importante para el diseño arquitectónico de un edificio, una casa, una empresa y hasta en una ciudad. nos muestran cómo debe instalarse los cables, artefactos de iluminación entre otras partes de un sistema eléctrico industrial.

Los planos son dibujos en 2D que se hacen a distintas escalas incluyendo la ubicación general de la planta, los planos detallados, la distribución de los sistemas eléctricos, conexiones físicas y circuitos eléctricos que se van a instalar. Estos planos pueden ser en forma de diagramas o esquemas.

Las normas utilizadas para estos planos son las normas RETIE que son regidas para el caso, por sistemas eléctricos en el caso de Colombia. (*ESQUEMAS ELÉCTRICOS INSTALACIONES ELECTRICAS GRUPO DE TRABAJO Coordinación general CECILIA MOLINA AMAYA del proyecto: Dirección General Contenido Técnico: GERARDO MANTILLA Regional Bogotá, s/f*)

Zonas De Atmósferas Explosivas: para una planta industrial como es el caso de algunas refinerías, plantas de extracción gas, plantas de enlatados de comida, para la realización de procesos químicos, entre otros. Se dividen áreas de riesgo de liberación de gas, vapor o polvo conocidas como divisiones o zonas. Para determinar el tamaño y el tipo de estas áreas se debe mirar la llamada clasificación de áreas explosivas las cuales se comprende por 6 zonas las cuales son: zona 0, zona 1, zona 2, habla sobre los gases y la zona 20, zona 21, zona 22 nos habla sobre el polvo. (Carbonell, s/f)

Esto con el fin de que los procesos químicos o la expulsión de gases al medio ambiente no produzcan explosiones y/o generen el deterioro de equipos, lo que conlleva a que no se dé su correcto funcionamiento mientras se está utilizando o en el momento que sucede un incidente.

Para todo esto se debe tener en cuenta la factibilidad económica del proyecto, esto se refiere al costo y la perspectiva logística de un proyecto o esfuerzo empresarial, para determinar si es rentable o no para la empresa. El propósito de la factibilidad económica es obtener ganancias, por esto muchas empresas contratan especialistas para realizar este trabajo, es decir si es viable o no, ya que puede que estos proyectos generen más gastos de

los que gana la misma empresa. (prueba, s/f) (“Gestión económica y financiera de la empresa 2.^a edición - RODÉS BACH, ADOLF - Google Libros”, s/f) (niebles, s/f)

Instalaciones eléctricas: Es el grupo de las partes eléctricas y no eléctricas primordiales para el desempeño de cualquier sistema eléctrico o de una sección del mismo. Cualquier circuito eléctrico básico está compuesto por un grupo de elementos, que ordenados y conectados correctamente permiten el paso de la corriente. Los 4 primordiales son:

1. Una fuente de energía (red eléctrica, generador, batería, pila), que otorga el suministro de energía por medio de cualquier circuito.
2. Conductores eléctricos, que transportan la electricidad por todo el circuito.
3. La carga, consistente en los grupos e instrumentos conectados que se quiere hacer funcionar.
4. Interruptores y tomacorrientes, que permiten conectar o desconectar las cargas (encenderlas o apagarlas).

El diseño del plan eléctrico debería considerar componentes como el dimensionamiento del plan, sus requerimientos básicos, la demanda energética o la ubicación de los conjuntos. Todo error o desajuste eléctrico detectado por la organización instaladora tendrá que ser reportado al técnico delegado del diseño del plan eléctrico y al responsable de la instalación para situar remedio a los inconvenientes señalados.

Una vez terminada la instalación eléctrica, cualquier inspector competente llevará a cabo cada una de las verificaciones primordiales en funcionalidad del tipo de instalación eléctrica elaborada, y cada una de las que solicite la dirección de obra.

Tras recibir la aprobación, la organización suministradora va a poder desarrollar cada una de las verificaciones extras que estime oportunas, teniendo la potestad de paralizar el suministro en caso de encontrar suficientes deficiencias.

El Ministerio de Minas y Energía de Colombia es el delegado de redactar el RETIE, el reglamento que recoge la normativa a continuar y los estándares que deben administrar toda instalación eléctrica industrial según sea de baja, media o alta tensión. (Baca Urbina, s/f)

Luminarias: Las luminarias son instrumentos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas que cumplen una serie de propiedades ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

La luminaria es responsable del control y el reparto de la luz emitida por la lámpara. Es fundamental, puesto que, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la manera y repartición de la luz, el rendimiento del grupo lámpara-luminaria y el deslumbramiento que logre ocasionar en los usuarios. Otros requisitos es que sean de simple instalación y mantenimiento. Para eso, los materiales empleados en su creación han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba laborar la luminaria y conservar la temperatura de la lámpara en los parámetros de desempeño. (“Luminarias”, s/f)

6.4 MARCO LEGAL

Transporte De Alimentos: Uno de los principales transportes de alimentos en el territorio nacional es el uso de camiones, camionetas o tractocamiones, ellos están regidos por la norma 002505 del 6 de septiembre del 2004 la cual nos dice cómo deben ser las medidas sanitarias dependiendo el tipo de producto a transportar. (“Transporte Automotor - Transporte de Alimentos”, s/f-a)

Comercialización del Maíz: para la comercialización de maíz en Colombia se aplica un programa de precios internacionales del maíz tecnificado, la cual obtiene los precios de bolsa mercantil de Colombia (BMC), quien será la encargada de administrar la toma de coberturas con un subsidio gubernamental del 80% y aplica la resolución No. 200 del 2011 que establece el programa de incentivo de coberturas de precios para los productores de maíz y la Resolución No. 363 de 2012, MADR Por la cual se modifica parcialmente la resolución No. 306 de 2012, por medio de la cual se otorga un apoyo al transporte del maíz amarillo en el segundo semestre de 2012. (“Requisitos para transporte de alimentos en Colombia: Todo lo que no te han contado - AS TRANSPORTES: SERVICIO DE TRANSPORTES”, s/f) (“Transporte Automotor - Transporte de Alimentos”, s/f-b)

Registro sanitario: Resolución 2674 establece los requisitos sanitarios que se deben cumplir para las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos, permiso o registro sanitario dependiendo el riesgo en salud pública, con el fin de proteger la salud y la vida de las personas. (“▷ RESOLUCIÓN 2674 DE 2013: Requisitos Sanitarios Alimentos FOMAN”, s/f).

(RETIE): Es el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas que comenzó a regir en Colombia en el 2004 no dice las medidas que debemos tener para garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas, el documento nos habla sobre la seguridad de las personas, de los animales, la vida vegetal y el cuidado del medio ambiente. (“Energía Eléctrica - Ministerio de Minas y Energía”, s/f) el

Norma NTC 2050: esta norma hace parte de las normas ICONTEC. en la norma NTC 2050 nos indica cómo debe ir considerada la aplicación de la norma técnica Colombiana para el correcta aplicación de la energía eléctrica, esta norma nos recomienda que al dimensionar la protección eléctrica, esta debe de estar al 125% de la corriente continua más 100% de la corriente no continua ya que el disyuntor, el breaker o la protección termo-magnética o eléctrica está diseñada para soportar el 100% de la corriente nominal durante cierto periodo indefinido de tiempo bajo diferentes condiciones estándares, los cuales nos dicen cómo debe de estar estos disyuntores o breaker, como deben estar ubicados, si cuenta con una caja de seguridad para su correcta ubicación y si esta misma caja o tablero de distribución cuenta la con la norma 489, para los breaker , disyuntores o protección eléctrica termo-magnética. están regidas por las normas NEC Sec 384-16, las cuales nos dice cuánto tiempo tarda en disparar el breaker frente a sobrecargas dependiendo de la temperatura. (Jonathan López Caro, 2012)

RETILAP: es el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público, se creó y empezó a regir el 1 de abril del 2010 para las empresas de alumbrado público e iluminación, este nos dice las medidas y requisitos que se deben cumplir en el alumbrado público o iluminación y a su vez nos da a cumplir y garantizar algunos lineamientos los cuales son: los niveles y la calidad de intensidad lumínica requerida en actividades visuales, que el abastecimiento energético sea seguro, la protección para las personas que tienen el servicio y por último el cuidado del medio ambiente. Lo que busca el RETILAP es minimizar, prevenir y eliminar los peligros que generan las instalaciones de los sistemas de iluminación. (“Energía Eléctrica - Ministerio de Minas y Energía”, s/f)

ISA: Es la sociedad Internacional de Automatización es la que establece el estándar para quienes desempeñan la tecnología y la Ingeniería, para mejorar la seguridad, la ciberseguridad y la administración de los sistemas de automatización y control utilizados en la industria e infraestructura. Fue creado en 1945 desarrolla estándares en todo el mundo que son muy utilizados, también certifica a los profesionales en la industria proporciona información y educación como libros y artículos técnicos, también ofrece programas de desarrollo profesional y desarrollo en redes para todos sus miembros y clientes. (Oscar, 2010)

7. DISEÑO METODOLÓGICO

Esta investigación es de tipo aplicada, específicamente una investigación aplicada tecnológica ya que se busca generar conocimientos que se pueden poner en práctica en el sector productivo, en este caso el sector secundario, ya que se busca transformar la materia prima (el maíz) en productos para el consumo.

Esta investigación pondrá en práctica los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del proceso de formación académica, especialmente en las áreas de la Automatización Industrial tales como Sistemas SCADA y Redes Industriales, Instrumentación Industrial, Electrónica de Potencia. Asimismo, en las áreas administrativas como lo es gestión de proyectos, con el fin de cumplir el objetivo planteado.

El desarrollo del proyecto consistirá de 5 fases, las cuales se relacionan con cada uno de los objetivos que se plantearon.

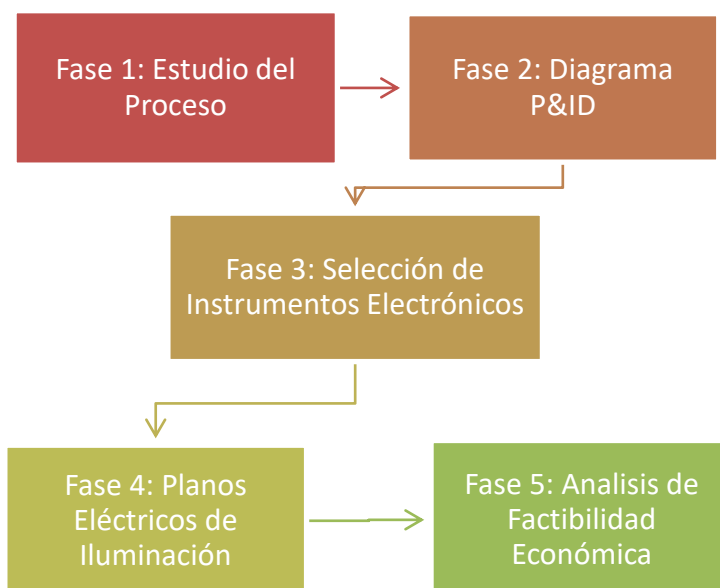


Figura. 1. Fases del diseño metodológico del proyecto. Fuente: Autores.

Fase 1:

La primera fase, relacionada al primer objetivo específico del proyecto, consta de una investigación y estudio del proceso que se debe llevar a cabo para la producción de maíz enlatado, esta investigación se hará a través de libros, artículos de revistas indexadas y tesis de pregrado y/o posgrado. Teniendo en cuenta variables de entrada que son todas aquellas que deben ser controladas en el proceso, tales como la temperatura, presión, nivel y flujo, y variables de salida como lo son la textura, el olor y el sabor del maíz tierno enlatado, entre otras variables. Con el fin de obtener un producto final de buena calidad y apto para el consumo humano.

Fase 2:

Luego de conocer el respectivo proceso y todas las variables que están involucradas, se procede a diseñar el diagrama de tuberías e instrumentación (Diagrama P&ID) en el Software Microsoft Visio con base en la norma ISA 51, en este diagrama estará plasmado todos los instrumentos involucrados en el proceso (sensores, actuadores, controladores), el tipo de señales empleadas (señales eléctricas, señales neumáticas, señales de software o datos, entre otras señales) y las etiquetas de cada uno de los instrumentos, correspondientes a cada una de las etapas del proceso. Además se especificará las zonas con atmósfera explosiva (zonas ATEX) y el tipo de zona, si se trata de una zona con aire, gas y/o vapor explosivo (zona 0, zona 1, zona 2) o si se trata de una zona con polvo explosivo (zona 20, zona 21, zona 22).

Fase 3:

La fase 3, es la fase de selección de instrumentos. Ya sabiendo los instrumentos a utilizar plasmados en el diagrama P&ID, como lo son los sensores (sensores de temperatura, sensores de nivel, sensores de presión, sensores de caudal, entre otros sensores), los actuadores (neumáticos, hidráulicos y eléctricos) y los controladores (PLC tipo nano, PLC tipo compactos, PLC tipo modular, entre otros). Se seleccionan los instrumentos más adecuados a utilizar para la implementación de este proyecto, teniendo en cuenta la ubicación de dichos instrumentos, ya que deben ser aptos para el tipo de zona donde se ubiquen. Puesto que se debe tener en cuenta el grado de protección IP de estos instrumentos.

Fase 4:

La cuarta fase responde al tercer objetivo específico, debido a que en esta fase se diseñan los planos eléctricos en el Software AutoCAD, teniendo en cuenta las normas RETIE. Inicialmente se determina el número de paneles de iluminación o luminarias adecuadas para cumplir con la cantidad de luxes del área, esto se hace en el software DIALux, esta cantidad de luxes debe ser indicada previamente al programa y debe corresponder a lo indicado en las normas RETILAP, la cual indica el nivel de iluminación mínimo, medio y máximo de un recinto o área en específico. Conociendo la cantidad de luminarias a utilizar y la potencia de consumo de estas luminarias con base en la ficha técnica, se calcula la potencia total utilizada para la iluminación de la planta y de esta manera todos los elementos que componen la instalación eléctrica (línea de acometida, interruptores, contadores, caja general de protección, entre otras).

Fase 5:

La quinta fase responde al cuarto objetivo específico del proyecto, esta fase está ligada a todas las demás, ya que a partir de los instrumentos que conforman el sistema automatizado y los planos eléctricos, se puede realizar un cálculo aproximado de los costos de la planta y de esta manera realizar un análisis de factibilidad económica del proyecto teniendo en cuenta los beneficios de la implementación y puesta en marcha del proyecto.

8. RESULTADOS

8.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO O INDUSTRIAL

En el presente apartado se define cada una de las etapas para llevar a cabo el proceso de maíz enlatado y una vez acotado el proceso, se dimensiona la maquinaria necesaria para el funcionamiento de la planta.

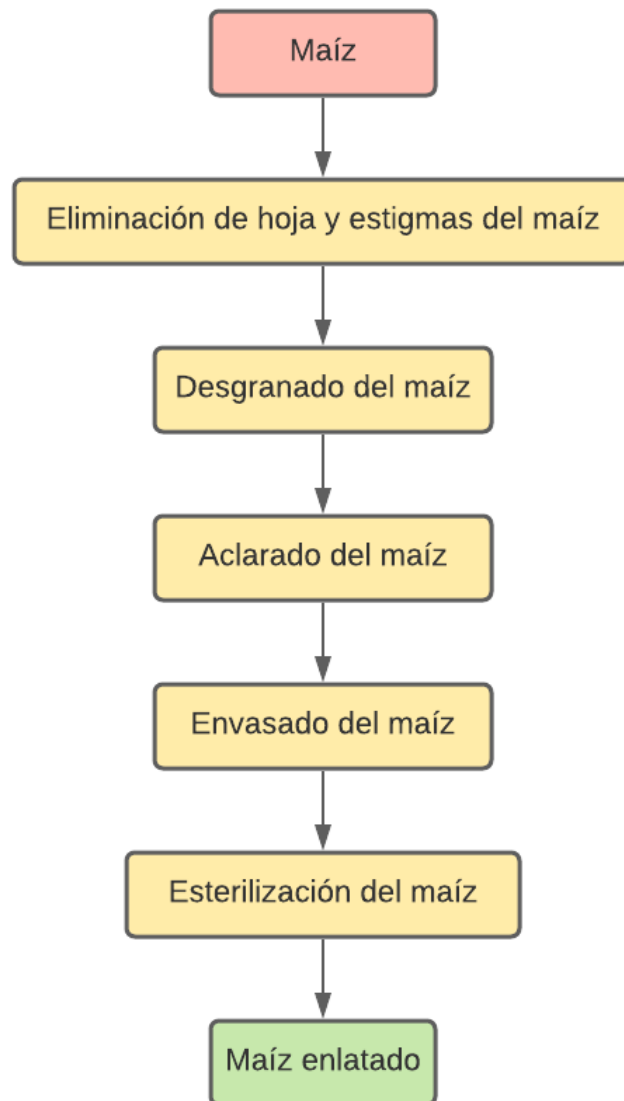


Figura. 2. Esquema del proceso para maíz enlatado. Fuente: Autores

El proceso para la producción de maíz enlatado se divide en 5 etapas

Etapa 1: Eliminación de hoja y estigmas del maíz

En la primera etapa del proceso se remueve la hoja y los estigmas del maíz, puesto que no se requieren directamente en el proceso

Etapa 2: Desgranado del maíz

En la segunda etapa se desgrana el maíz, es decir se separan los granos de la tusa.

Etapa 3: Aclarado del maíz

En la tercera etapa se hace un aclarado del maíz, se trata de un lavado donde se remueve la suciedad y los organismos presentes en el maíz.

Etapa 4: Envasado del maíz

En la cuarta etapa se agrega el maíz a un envase de aluminio y además se agrega una salmuera compuesta de agua, sal, azúcar y cloruro de calcio. Seguidamente se sella herméticamente el envase.

Después se realiza una prueba de laboratorio que asegura la calidad del producto, donde se comprueba el hermetismo de las latas, la cantidad del producto y finalmente la calidad de los granos.

Etapa 5: Esterilización del maíz tierno

En la quinta y última etapa del proceso, se esterilizan las latas para garantizar que el producto será salubre durante 18 meses a partir de su fecha de producción.

8.2 DIAGRAMA P&ID

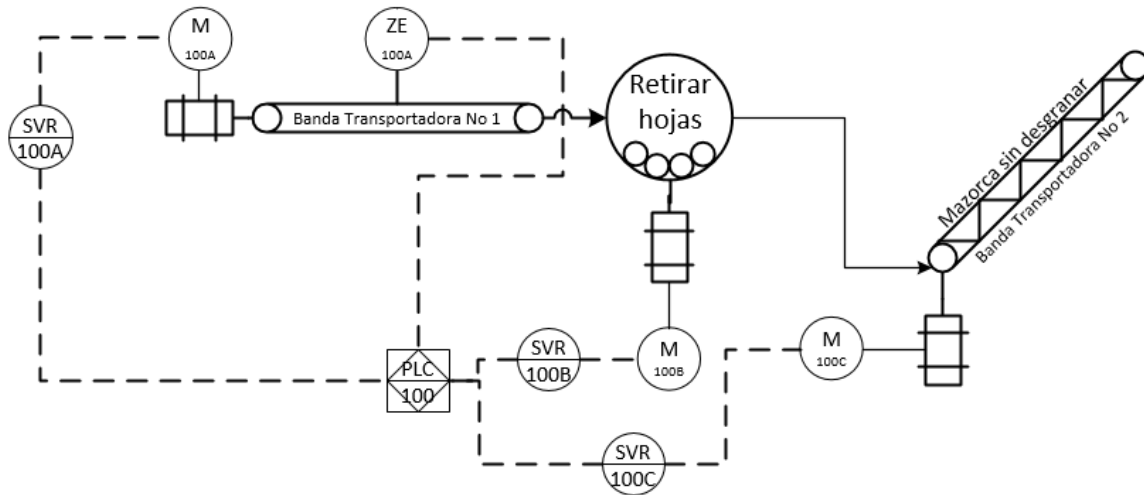


Figura. 3. P&ID (Parte 1). Etapa de eliminación de hojas y estigmas del maíz. Fuente: Autores.

El maíz es transportado hacia el interior de la planta por medio de vehículos que descargan el maíz en una banda transportadora No 1, el motor 100A es un instrumento ubicado en campo y es el encargado de darle movimiento a la banda transportadora No 1, dicho motor está conectado por medio de una señal eléctrica a un variador de frecuencia (SVR 100A) que es un instrumento ubicado en el cuarto de control y cuya función es encender el motor y variar la velocidad en el caso de ser necesario, esta orden es dada por el PLC 100 ubicado en el cuarto de control y que de igual manera está conectado por medio de una señal eléctrica al SVR 100A.

El maíz es transportado hacia unos rodillos que giran en dos sentidos por medio de un motor 100B ubicado en campo conectado por medio de una señal eléctrica al PLC 100, en los rodillos las hojas y estigmas del maíz son retiradas y almacenadas para un posterior uso o en su defecto para ser desechadas, mientras que el maíz “limpio” sigue su camino hacia una banda transportadora No 2, donde el motor 100C ubicado en campo es encargado de darle

movimiento a la banda transportadora, a través de un SVR100C ubicado en el cuarto de control y encargado de encender y variar la velocidad al motor 100C.

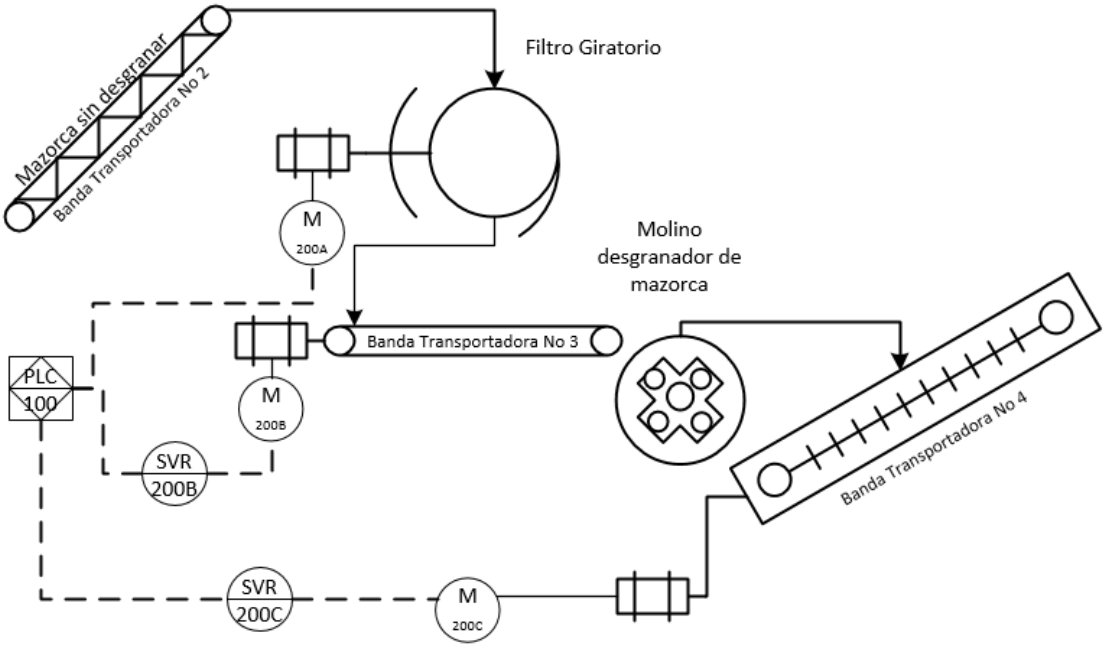


Figura. 4. P&ID (Parte 2). Etapa de desgranado del maíz. Fuente: Autores.

El maíz es llevado a la siguiente etapa, donde inicialmente un filtro giratorio que funciona por medio de un motor 200A conectado al PLC 200 se encarga de organizar el maíz de manera que salga el maíz en forma ordenada, es decir uno tras del otro ya que la máquina que se encarga de desgranar el maíz, desgrana uno por uno y no en aglomeraciones, a la salida del filtro giratorio se encuentra una banda transportadora No 3 conectada a un motor 200B ubicado en campo y que tiene la misma lógica de las bandas anteriores es decir un variador de frecuencia conectado al motor y a su vez a un PLC, en este caso el PLC 200, la banda transportadora No 3 lleva al maíz a la maquina desgranadora, donde la tusa será

almacenada para ser desechada después y los granos de maíz serán transportados por una cuarta banda transportadora conectada a un motor 200C ubicado en campo.

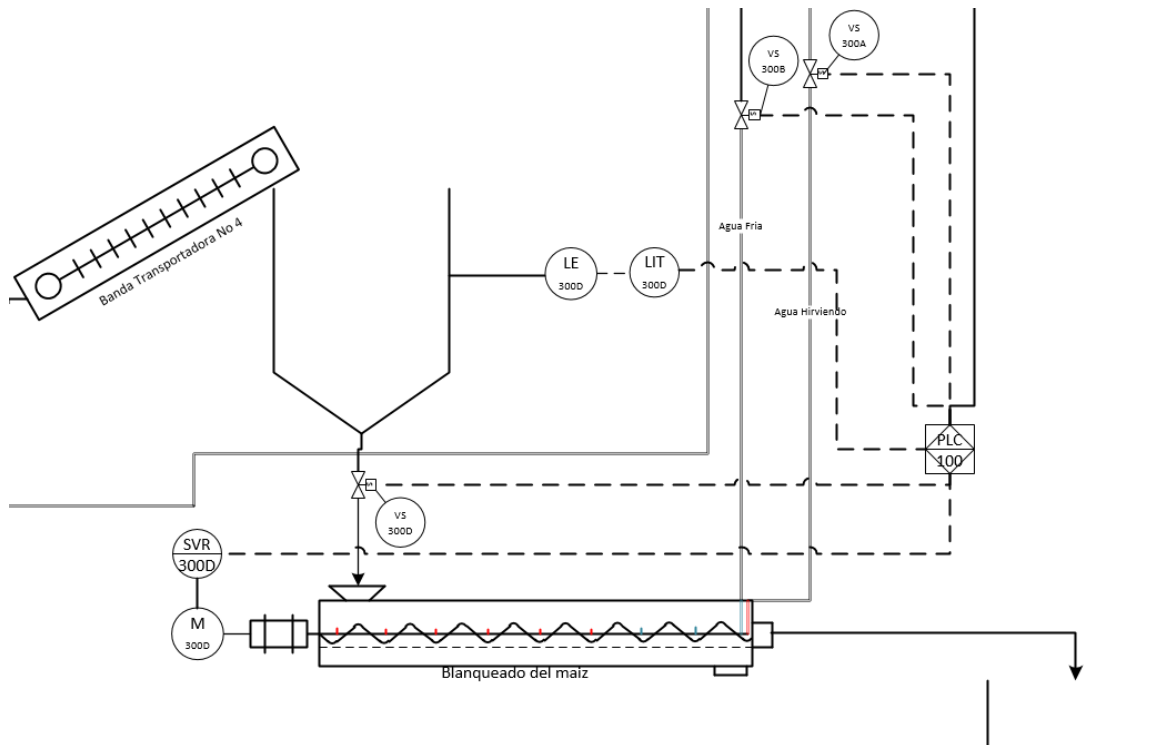


Figura. 5. P&ID (Parte 3). Etapa de aclarado del maíz. Fuente: Autores.

La banda transportadora No 4 llevan los granos de maíz a la siguiente etapa (Aclarado), acá los granos se almacenan en un silo, el cual cuenta con un elemento primario de nivel (sensor de nivel) conectado por medio de una señal eléctrica al transmisor indicador de nivel LIT300A que enviará la señal al PLC 100 y PLC 300. En el caso de emergencia en el cual el silo llega al 90% de su capacidad (lectura del LIT300A), el PLC 100 dará la orden de apagar el motor 100A para así evitar el ingreso de maíz al proceso. Cuando el silo esté al 80% de su capacidad se ejecutarán distintas órdenes simultáneas. La primera orden es encender el motor 300A para que el tornillo sinfín empiece a funcionar, la función de este tornillo es llevar la materia prima (granos de maíz) de un punto inicial a un punto final en

un tiempo de 10 minutos y al mismo tiempo activar los aspersores que rocían con agua caliente y agua fría respectivamente a los granos de maíz. La segunda orden simultánea es activar la válvula solenoide para dar paso a los granos de maíz, cuando el silo tenga el 10% de su capacidad la válvula se cerrará nuevamente. La tercera orden simultánea es abrir la válvula solenoide 300A que da paso al agua caliente que rocía a los granos de maíz, una vez ejecutada esta orden se activará un temporizador de 6 minutos, cuando transcurran los 6 minutos la válvula solenoide 300A se cerrará y se abrirá la válvula solenoide 300B para dar paso al agua fría que rocía a los granos de maíz y finaliza el proceso de blanqueo, cuando se ejecute la orden de abrir la válvula solenoide 300B se activará un temporizador de 4 minutos para que al transcurrido este tiempo la válvula solenoide 300B se cierre. Los granos de maíz caerán a un segundo silo.

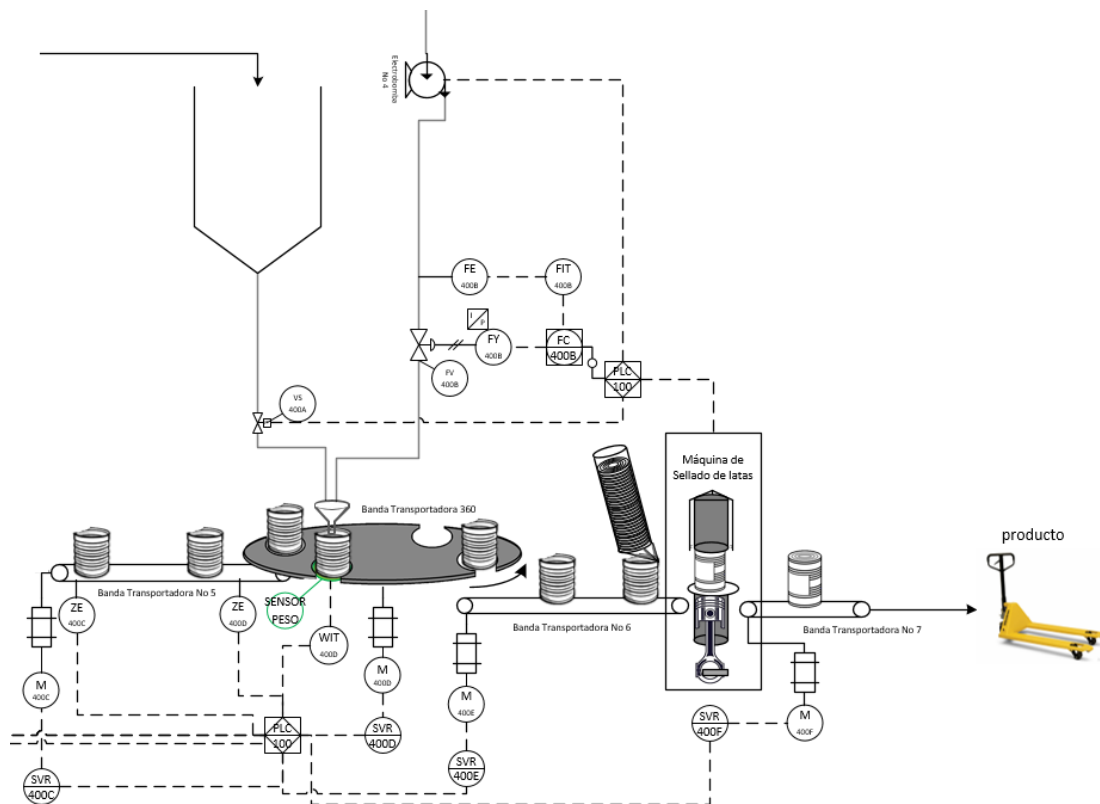


Figura. 6. P&ID (Parte 4). Etapa de envasado del maíz. Fuente: Autores.

La cuarta etapa inicia en la banda transportadora No 5, la cual cuenta con un sensor de presencia 400C conectado por medio de una señal eléctrica al PLC, cuando se detecte una lata sobre la banda transportadora, el PLC enviará la señal al variador de frecuencia 400C para encender el motor 400C, la primera lata inicia un contador, cuando el contador llegue a 4 se desactiva el motor 500A, además cuando el contador llegue a 4 y el sensor de presencia 400D detecte una lata se inicia un segundo contador, la lata es llevada por la banda transportadora de 360° hacia un sensor de peso WIT 400D, la banda transportadora de 360° es accionada cuando ZE 400D detecte una lata, pero se detiene en el momento en la que el sensor de peso detecte un peso mayor a 5g, esta señal es enviada al PLC que ejecuta la orden de activar la válvula solenoide VS 400A y de desactivar el motor 400C, una vez la lata pese 250g se desactiva VS400A y se envía la orden a la electrobomba No 4 y al controlador de flujo FC 400B que activa la válvula FV 400D y es desactivada cuando pasen 35ml de salmuera. Cuando se cumpla esta condición se activa el motor 400D para llevar la lata al proceso de sellado, también se activa el motor 400C para llevar una segunda lata a la banda transportadora de 360°, el proceso se repite de igual manera hasta llegar a la cuarta lata. En el momento en el que el segundo contador llegue a 4, se envía la señal al PLC para activar nuevamente el motor 500A. El proceso se repite nuevamente. Lo mencionado anteriormente es para evitar que se acumulen las latas, ya que el proceso de desinfección es más rápido que el proceso de llenado.

Las latas que son llenadas, pasan a la banda transportadora No 6 que las lleva a una maquina especial para el sellado y seguidamente son transportadas por una banda transportadora No 7, donde el personal recoge las latas para llevarlas a la quinta y última etapa del proceso.

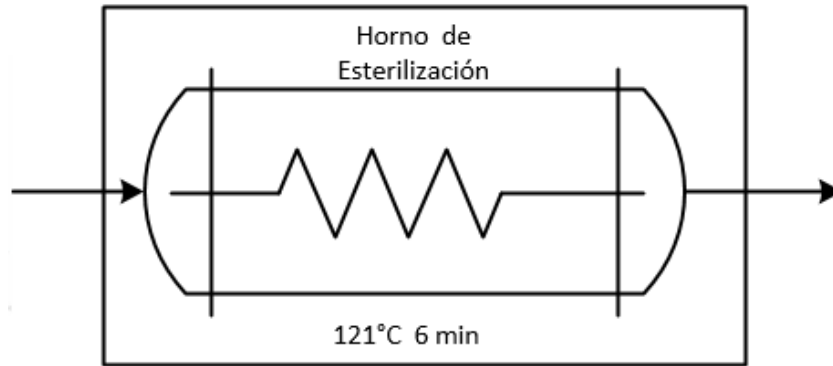


Figura. 7. P&ID (Parte 5). Etapa de esterilización del maíz. Fuente: Autores.

Las latas son llevadas por el personal a un horno donde se realizará la etapa de esterilización durante 6 minutos a una temperatura de 121 grados Celsius.

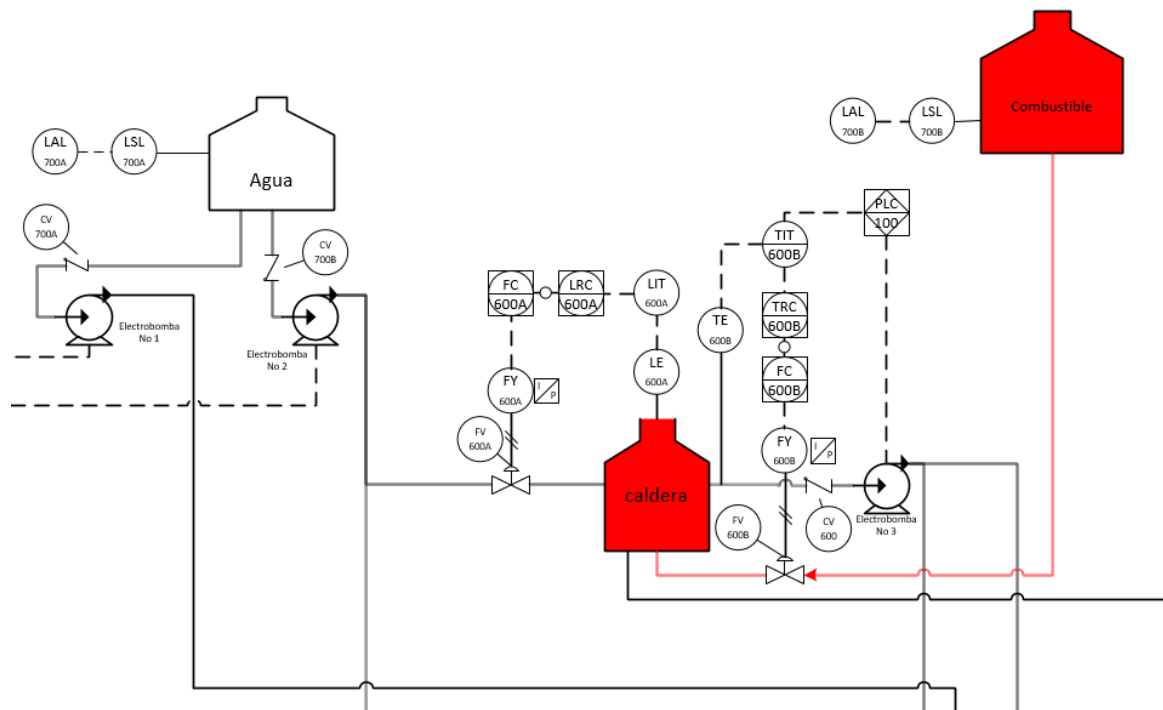


Figura. 8. P&ID (Parte 6). Fuente: Autores.

En este fragmento del diagrama P&ID, se cuenta con un tanque de agua que abastece a la etapa de aclarado por medio de la electrobomba No 1 y además abastece a una caldera por

medio de la electrobomba No 2, el tanque cuenta con una alarma de bajo nivel para el caso de que el agua se agote.

Por otro lado la caldera cuenta con un sistema de control que permite mantener siempre un mismo nivel de agua, el controlador registrador de nivel es el cerebro del proceso, es el encargado de recibir las lecturas de nivel y controlar el flujo de agua, en el caso de que la caldera tenga un nivel más bajo del que normalmente debería tener, se enviará una señal al controlador de flujo FC600A y éste a su vez enviará una señal eléctrica al relé de flujo de la válvula de control FY600A, donde se convertirá la señal eléctrica en señal neumática para accionar la válvula de flujo FV600A y permitir el flujo de agua que abastece a la caldera hasta el nivel adecuado.

La caldera funciona por medio de la quema de combustible, cuenta con un sensor de temperatura que está protegido por un termo pozo TW 600B conectado al Transmisor indicador de temperatura que envía la señal al PLC 100 y al mismo tiempo a un controlador registrador de temperatura TRC 600B cuya función es mantener el agua a 100°C, en el caso de que la temperatura de la caldera descienda el TRC600B se enviará una señal al FC600B y éste a su vez enviará una señal eléctrica a FY600A, donde se convertirá la señal eléctrica en señal neumática para accionar a FV600A y permitir el flujo de combustible que abastece a la caldera. El agua caliente será bombeada por medio de la electrobomba No 3, ésta abastece la etapa de aclarado y la etapa de desinfección de las latas que se explicará más adelante, dicha electrobomba se activará cuando el PLC ejecute la orden.

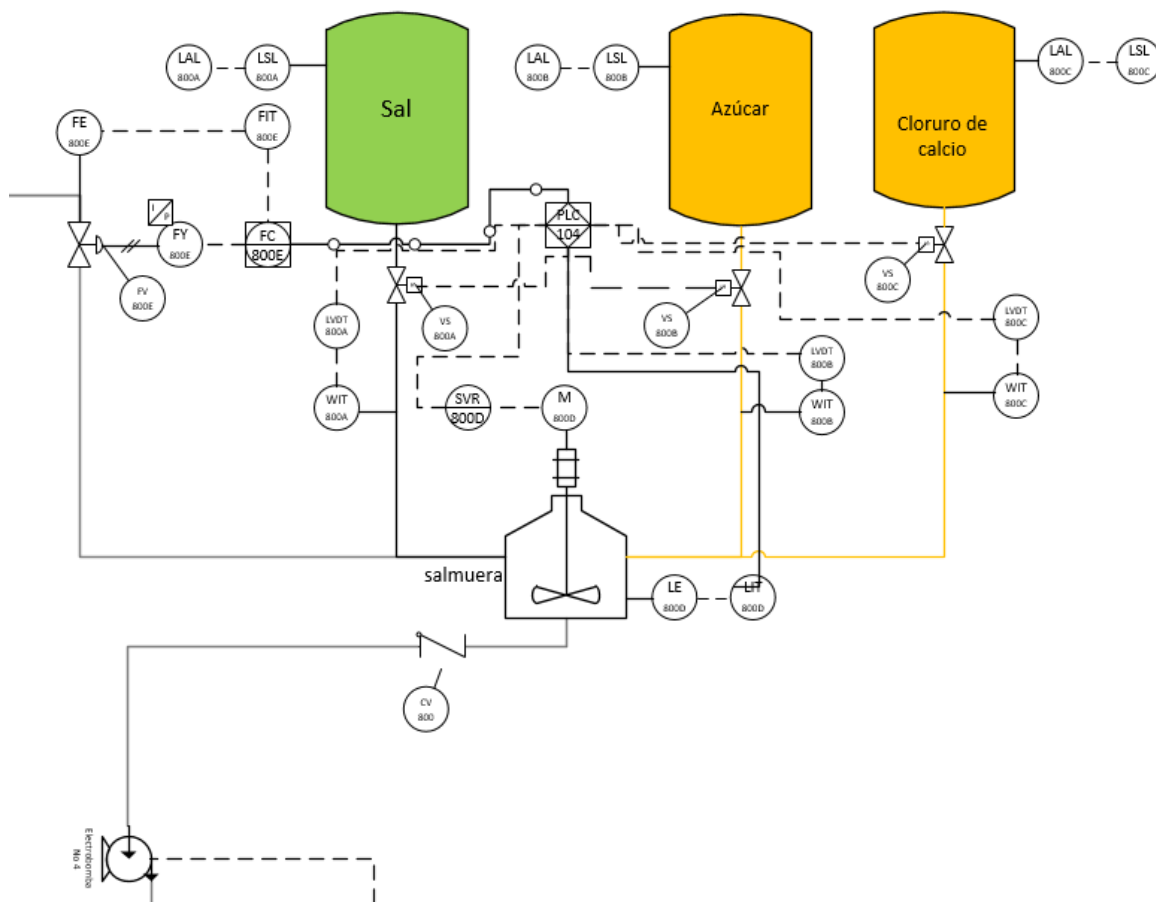


Figura. 9. P&ID (Parte 7). Fuente: Autores.

En este fragmento se prepara la salmuera para el maíz, se cuenta con 3 silos cada uno con una alarma de bajo nivel y una válvula solenoide acoplada a la salida del silo, además cada uno cuenta con un sensor de peso de granos. Debido a que se debe tener control de la cantidad en gramos de la sal, azúcar y cloruro de calcio. La cantidad de sal en gramos corresponde al 5% del agua, el azúcar corresponde al 3% del agua y el cloruro de calcio corresponde al 1%, todo esto pasa a un tanque donde se irá mezclando junto al agua, la cantidad de agua depende de la capacidad del tanque, dicha cantidad será controlada por el FC800E. Cuando el tanque tenga el 10% de su capacidad, se llenará el tanque nuevamente de los 4 ingredientes y se mezclarán.

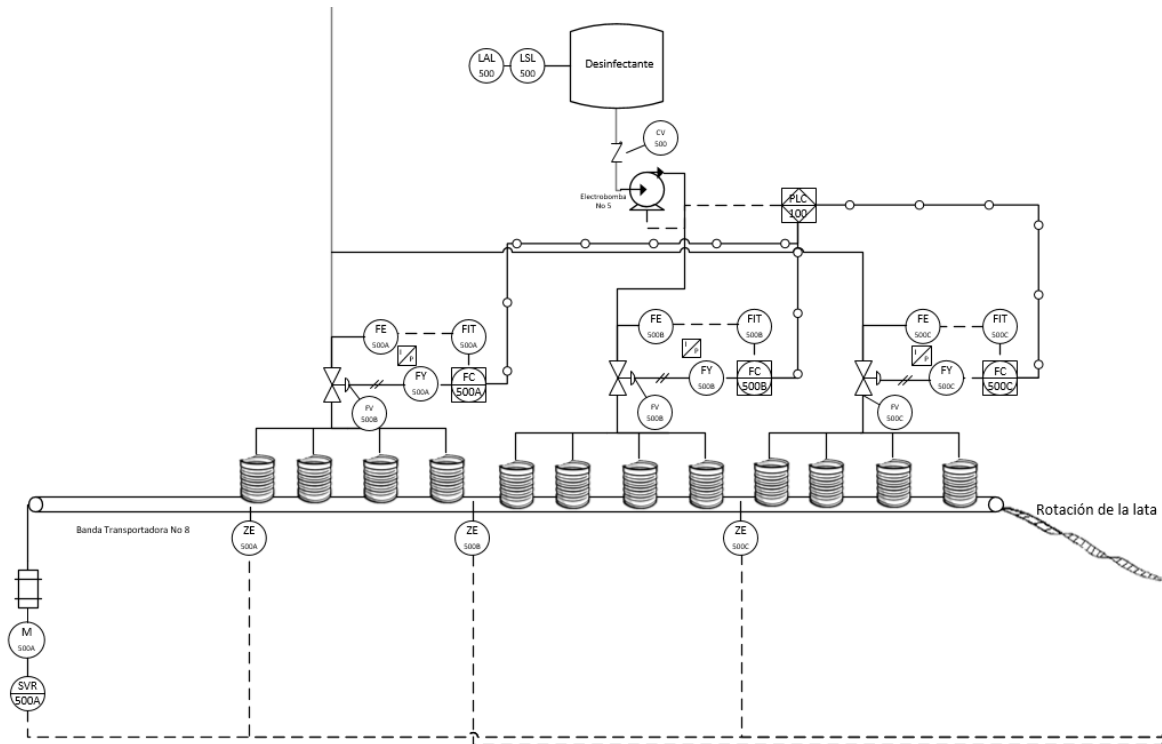


Figura. 10. P&ID (Parte 8). Fuente: Autores.

En este fragmento se desinfectan las latas, el motor 500A se activa cuando el temporizador de 4 minutos presente en la etapa de aclarado finalice, cuando el sensor de presencia 500A detecte una lata iniciará un contador, cuando este contador llegue a 4, se desactiva el motor 500A y se activa el controlador de flujo 500A para dar paso al agua caliente y de esta manera lavar las latas, una vez pase la cantidad de agua correspondiente se desactiva la válvula FV 500B y se activa el motor 500A, seguidamente las latas pasarán por el sensor de presencia 500B donde se realizará el mismo procedimiento anterior, con la diferencia de que se agrega desinfectante y no agua, finalmente se realiza el mismo procedimiento para lavar el desinfectante, las latas se transportan hacia unos rieles para el proceso de secado de las latas por efecto de gravedad.

8.3 SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS

Nombre	Código	Precio	Características
Sensor de presencia	ZE100A	COP \$81.226.00	Sensor Interruptor inductivo, ideal para control de conteo
Sensor de nivel	LE300D	COP \$0.00	Incorporado al transmisor indicador de nivel LIT300D.
Transmisor indicador de nivel	LIT300D	US \$350.00	Transmisor indicador de nivel por radar, con rango de medición de hasta 20m, con precisión de $\pm 0,3\%$, cuenta con protección IP67.
Sensor de flujo	FE400B	COP \$0.00	Incorporado al transmisor indicador de flujo FIT400B.
Transmisor indicador de flujo	FIT400B	US \$325.00	Transmisor indicador de flujo, con precisión de $\pm 0,3\%$, protección IP68 apto para zonas explosivas y corrosivas.
Sensor de presencia	ZE400C	COP \$26.208.00	Sensor Interruptor fotoeléctrico de proximidad con detección tipo difuso NPN, con alcance hasta 30 cm.
Sensor de presencia	ZE400D	COP \$26.208.00	Sensor Interruptor fotoeléctrico de proximidad con detección tipo difuso NPN, con alcance hasta 30 cm.
Transmisor indicador de peso	WIT400D	COP \$190.736.00	Celda de carga tipo S, capacidad máxima 500kg.

Sensor de presencia	ZE500A	COP \$26.208.00	Sensor Interruptor fotoeléctrico de proximidad con detección tipo difuso NPN, con alcance hasta 30 cm.
Transmisor indicador de flujo	FIT500A	US \$325.00	Transmisor indicador de flujo, con precisión de $\pm 0,3\%$, protección IP68 apto para zonas explosivas y corrosivas.
Sensor de presencia	ZE500B	COP \$26.208.00	Sensor Interruptor fotoeléctrico de proximidad con detección tipo difuso NPN, con alcance hasta 30 cm.
Transmisor indicador de flujo	FIT500B	US \$325.00	Transmisor indicador de flujo, con precisión de $\pm 0,3\%$, protección IP68 apto para zonas explosivas y corrosivas.
Sensor de presencia	ZB500C	COP \$26.208.00	Sensor Interruptor fotoeléctrico de proximidad con detección tipo difuso NPN, con alcance hasta 30 cm.
Transmisor indicador de flujo	FIT500C	US \$325.00	Transmisor indicador de flujo, con precisión de $\pm 0,3\%$, protección IP68 apto para zonas explosivas y corrosivas.
Sensor de nivel	LE600A	COP \$0.00	Incorporado al transmisor indicador de nivel LIT600A.
Transmisor indicador de nivel	LIT600A	US \$590.00	Transmisor indicador de nivel por radar, con rango de medición de

			hasta 70m, con precisión de $\pm 0,2\%$, cuenta con protección IP68 apto para zonas ATEX.
Sensor de temperatura	TE600B	COP \$0.00	Incorporado al transmisor indicador de temperatura.
Transmisor indicador de temperatura	TIT600B	US \$49.00	Transmisor indicador de nivel por radar, protección IP65, apto para zonas ATEX.
Switch de bajo nivel	LSL700A	US \$275.00	Incorporado a la alarma de bajo nivel LAL700A.
Switch de bajo nivel	LSL700B	US \$275.00	Incorporado a la alarma de bajo nivel LAL700B.
Switch de bajo nivel	LSL800A	US \$275.00	Incorporado a la alarma de bajo nivel LAL800A.
Transmisor indicador de peso de granos	WIT 800A	US \$500.00	Caudalímetro de sólidos, directamente proporcional al peso instantáneo, tiene una precisión de $\pm 0,2\%$.
Switch de bajo nivel	LSL800B	US \$275.00	Incorporado a la alarma de bajo nivel LAL800B.
Transmisor indicador de peso de granos	WIT 800B	US \$500.00	Caudalímetro de sólidos, directamente proporcional al peso instantáneo, tiene una precisión de $\pm 0,2\%$.
Switch de bajo nivel	LSL800C	US \$275.00	Incorporado a la alarma de bajo nivel

nivel			LAL800C.
Transmisor indicador de peso de granos	WIT 800C	US \$500.00	Caudalímetro de sólidos, directamente proporcional al peso instantáneo, tiene una precisión de $\pm 0,2\%$.
Sensor de flujo	FE800E	COP \$0.00	Incorporado al transmisor indicador de flujo FIT800E.
Transmisor indicador de flujo	FIT800E	US \$325.00	Transmisor indicador de flujo, con precisión de $\pm 0,3\%$, protección IP68 apto para zonas explosivas y corrosivas.

Tabla. 1. Tabla de sensores. Fuente: Autores.

Nombre	Código	Precio	Características
Motor	M100A	COP \$1.110.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 10 hp, 1080 RPM.
Motor	M100B	COP \$1.110.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 10 hp, 1080 RPM.
Motor	M100C	COP \$1.110.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 10 hp, 1080 RPM.
Motor	M200A	COP \$780.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 5.5 hp, 1080 RPM.
Motor	M200B	COP \$1.110.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 10 hp, 1080 RPM.
Motor	M200C	COP \$1.110.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 10 hp, 1080 RPM.

Máquina desgranadora		US \$3236.83	Maquina desgranadora de maíz y filtradora de residuos, 220V.
Válvula solenoide	VS300A	US \$15.00	Válvula solenoide de 1 ½ pulgadas
Válvula solenoide	VS300B	US \$15.00	Válvula solenoide de 1 ½ pulgadas
Válvula solenoide	VS300D	US \$15.00	Válvula solenoide de 1 ½ pulgadas
Motor	M300D	COP \$1.110.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 10 hp, 1080 RPM.
Válvula solenoide	VS400A	US \$12.30	Válvula solenoide de 3/8 pulgadas
Relé de flujo	FY400B	US \$0.00	Relé de flujo incorporado a la válvula de flujo VF400B.
Válvula de flujo	VF400B	US \$720.00	Válvula para el control de flujo, protección IP64.
Motor	M400C	COP \$780.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 5.5 hp, 1080 RPM.
Motor	M400D	COP \$1.110.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 10 hp, 1080 RPM.
Motor	M400E	COP \$1.110.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 10 hp, 1080 RPM.
Motor	M400F	COP \$1.110.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 10 hp, 1080 RPM.
Motor	M500	COP \$1.110.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 10 hp, 1080 RPM.
Motor	M800D	COP \$780.000	Motor Jaula de ardilla trifásico 220V, 5.5 hp, 1080 RPM.
Horno		US \$1356.00	Horno eléctrico de 16kW

Electrobomba No 1		COP \$812.000	Electrobomba centrifuga 3hp.
Electrobomba No 2		COP \$812.000	Electrobomba centrifuga 3hp.
Electrobomba No 3		COP \$812.000	Electrobomba centrifuga 3hp.
Electrobomba No 4		COP \$370.000	Electrobomba centrifuga 1hp.
Electrobomba No 5		COP \$370.000	Electrobomba centrifuga 1hp.
Relé de flujo	FY 500A	US \$0.00	Relé de flujo incorporado a la válvula de flujo FV 500A.
Válvula de flujo	FV 500A	US \$720.00	Válvula para el control de flujo, funciona con un rango de temperatura de -20°C a 450°C, cuenta con protección IP64.
Relé de flujo	FY 500B	US \$0.00	Relé de flujo incorporado a la válvula de flujo FV 500B.
Válvula de flujo	FV 500B	US \$720.00	Válvula para el control de flujo, funciona con un rango de temperatura de -20°C a 450°C, cuenta con protección IP64.
Relé de flujo	FY 500C	US \$0.00	Relé de flujo incorporado a la válvula de flujo FV 500C.
Válvula de flujo	FV 500C	US \$720.00	Válvula para el control de flujo, funciona con un rango de temperatura de -20°C a 450°C, cuenta con protección IP64.
Relé de flujo	FY 600A	US \$0.00	Relé de flujo incorporado a la válvula

			de flujo FV 600A.
Válvula de flujo	FV 600A	US \$720.00	Válvula para el control de flujo, funciona con un rango de temperatura de -20°C a 450°C, cuenta con protección IP64.
Relé de flujo	FY 600B	US \$0.00	Relé de flujo incorporado a la válvula de flujo FV 600B.
Válvula de flujo	FV 600B	US \$720.00	Válvula para el control de flujo, funciona con un rango de temperatura de -20°C a 450°C, cuenta con protección IP64.
Alarma de bajo nivel	LAL700A	US \$0.00	Alarma de bajo nivel por led de parpadeante y timbre, apto para ambientes húmedos y corrosivos.
Alarma de bajo nivel	LAL700B	US \$0.00	Alarma de bajo nivel por led de parpadeante y timbre, apto para ambientes húmedos y corrosivos.
Alarma de bajo nivel	LAL800A	US \$0.00	Alarma de bajo nivel por led de parpadeante y timbre, apto para ambientes húmedos y corrosivos.
Alarma de bajo nivel	LAL800B	US \$0.00	Alarma de bajo nivel por led de parpadeante y timbre, apto para ambientes húmedos y corrosivos.
Alarma de bajo nivel	LAL800C	US \$0.00	Alarma de bajo nivel por led de parpadeante y timbre, apto para

			ambientes húmedos y corrosivos.
Relé de flujo	FY 800E	US \$0.00	Relé de flujo incorporado a la válvula de flujo.
Válvula de flujo	FV 800E	US \$720.00	Válvula para el control de flujo, protección IP64.
Máquina de sellado de latas		US \$7600.00	Selladora de latas ajustable, 220V.

Tabla. 2. Tabla de actuadores. Fuente: Autores.

Nombre	Código	Precio	Características
Variador de frecuencia	SVR100A	COP \$548.576	Variador de frecuencia VFD015M21A 220VAC, 1.5kW, salida trifásica.
Variador de frecuencia	SVR100B	COP \$548.576	Variador de frecuencia VFD015M21A 220VAC, 1.5kW, salida trifásica.
Variador de frecuencia	SVR100C	COP \$548.576	Variador de frecuencia VFD015M21A 220VAC, 1.5kW, salida trifásica.
Variador de frecuencia	SVR200B	COP \$548.576	Variador de frecuencia VFD015M21A 220VAC, 1.5kW, salida trifásica.
Variador de frecuencia	SVR200C	COP \$548.576	Variador de frecuencia VFD015M21A 220VAC, 1.5kW, salida trifásica.
Variador de frecuencia	SVR300D	COP \$548.576	Variador de frecuencia VFD015M21A 220VAC, 1.5kW, salida trifásica.
Controlador de flujo	FC400B	US\$0.00	Incorporado a la

			válvula de flujo FV600A.
Variador de frecuencia	SVR400C	COP \$525.000	Variador de frecuencia VFD007M21A 220VAC, 0.75kW, 1hp, salida trifásica.
Variador de frecuencia	SVR400D	COP \$548.576	Variador de frecuencia VFD015M21A 220VAC, 1.5kW, salida trifásica.
Variador de frecuencia	SVR400E	COP \$548.576	Variador de frecuencia VFD015M21A 220VAC, 1.5kW, salida trifásica.
Variador de frecuencia	SVR400F	COP \$548.576	Variador de frecuencia VFD015M21A 220VAC, 1.5kW, salida trifásica.
Variador de frecuencia	SVR500	COP \$548.576	Variador de frecuencia VFD015M21A 220VAC, 1.5kW, salida trifásica.
Controlador de flujo	FC500A	US\$0.00	Incorporado a la válvula de flujo FV500A.
Controlador de flujo	FC500B	US\$0.00	Incorporado a la válvula de flujo FV500B.
Controlador de flujo	FC500C	US\$0.00	Incorporado a la válvula de flujo FV500C.
Controlador de flujo	FC600A	US\$0.00	Incorporado a la válvula de flujo FV600A.
Controlador registrador de nivel	LRC600A	US\$25.00	Controlador registrador digital para nivel de líquidos de error relativo de 0.5%.
Controlador de flujo	FC600B	US\$0.00	Incorporado a la válvula de flujo FV600B.
Controlador registrador de temperatura	TRC600B	US\$236.00	Controlador registrador de temperatura de error relativo de 0.2%.
Variador de frecuencia	SVR800D	COP \$525.000	Variador de frecuencia VFD007M21A 220VAC, 0.75kW, 1hp, salida trifásica.

Controlador de flujo	FC800E	US\$0.00	Incorporado a la válvula de flujo FV800E.
Controlador lógico programable	PLC100	COP \$6.833.000	SIMATIC S7-300, CPU 314C-2PN/DP CPU compacta con memoria de trabajo de 192 kbytes.

Tabla. 3. Tabla de Controladores. Fuente: Autores.

8.4 PLANOS ELÉCTRICOS DE ILUMINACIÓN

Para simular la iluminación de la planta industrial se hizo uso de un software para diseños de iluminación, este software de acceso gratuito es capaz de importar librerías de otros software para diseños de estructuras e iluminarias.



Figura. 11. Estructura de la planta industrial en 3D. Fuente: Autores.

Primero se diseñó la estructura de la planta teniendo en cuenta el área total, la cual se estimó a partir de aproximaciones y distribuciones de los elementos de transporte y almacenamiento que componen la planta, tales como bandas transportadoras, tanques, silos y tolvas. A partir de esto se diseñó la estructura externa de la planta industrial: paredes, puertas, ventanas y techo. Seguidamente se diseñó la estructura interna de la planta, la cual

se divide en 2 partes, los locales de la planta y el diseño 3D del proceso automatizado, el cual abarca los elementos mencionados anteriormente, en esta parte los modelos 3D de los elementos de libre acceso creados por diferentes autores en el software Sketchup se exportaron al software DIALux, con excepción de los rodillos de giro de doble sentido y el filtro giratorio, elementos que fueron creados por los autores de este proyecto.

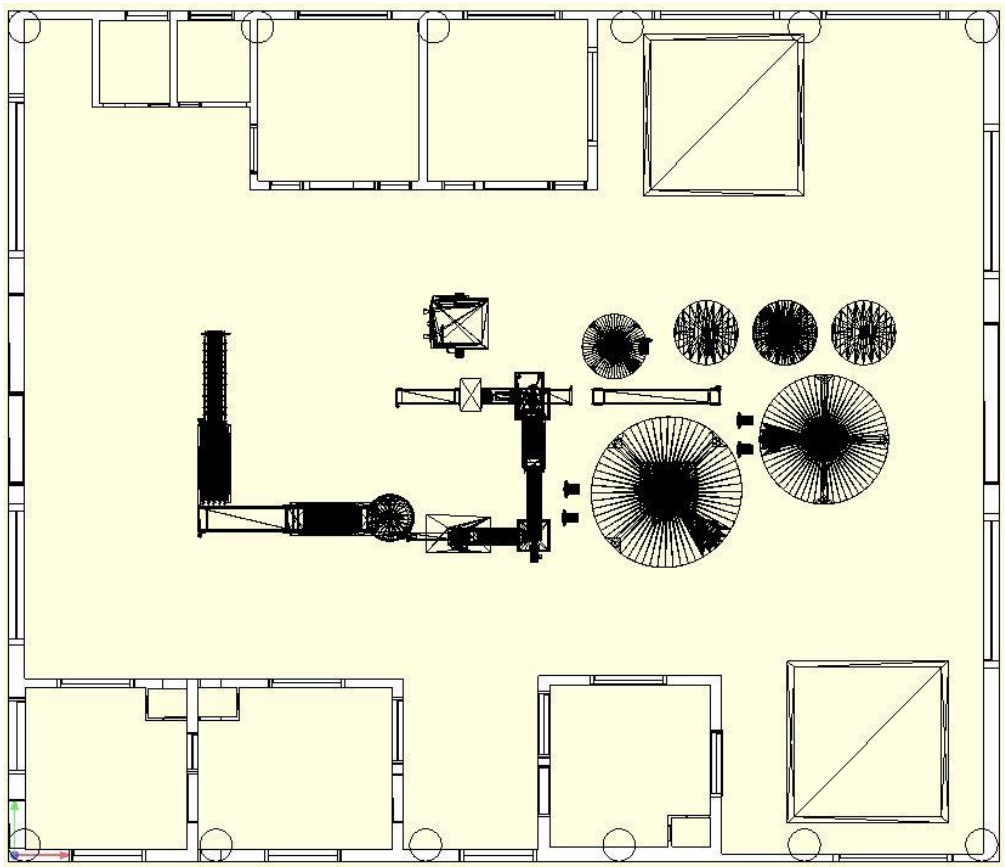


Figura. 12. Distribución en planta. Fuente: Autores.

Como podemos observar en la figura 11, la planta cuenta con 6 locales, el local principal (Área de producción) es aquel donde se realiza el proceso automatizado para la producción de maíz enlatado, el segundo local es la oficina de la planta, el tercer local es el área de inspección de calidad donde se valida la calidad del producto, el cuarto local es el cuarto de control, el quinto local es el almacén de productos terminados y el sexto local es el almacén

de materias primas tales como la sal, el azúcar y cloruro de calcio. El local principal cuenta con un espacio para baños de hombres (Baños H) y baños de mujeres (Baños M), la oficina cuenta con su baño personal (Baño O).

Un primer parámetro que se analiza antes de iniciar con los cálculos y diseño de la iluminación de la planta, es observar que se cumplan en todo momento los niveles de luminancia de la tabla 440.1 del RETILAB, presente en el capítulo 4 de la normativa, titulado “Diseños y Cálculos de Iluminación Interior”, los cuales están adaptados bajo la norma ISO 8995 “Principles of visual ergonomics - The lighting of indoor work systems”, se debe tener en cuenta el valor medio de luminancia, el cual debe ser el objetivo al que debe apuntar el diseño que se quiere implementar, pues no debe excederse en ningún momento de la vida útil del proyecto el valor máximo y mínimo de luminancia establecido. Para saber los parámetros a los que se debe regir el proyecto, se debe observar en la tabla 440.1 las localizaciones y lugares similares a la planta.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones			
Vestidores, baños	100	150	200
Almacenes, bodegas	100	150	200
Industria alimenticia			
Áreas generales de trabajo	200	300	500
Procesos automáticos	150	200	300
Oficinas			
Oficina de tipo general	300	500	750

Tabla. 4. Valores sugeridos en el RETILAP que se adecuan al proyecto. Fuente: Autores.

El software DIALux tiene la capacidad de indicar los luxes necesarios para los diferentes tipos de espacios (locales), los cuales coinciden con los establecidos por el RETILAP. A partir de esto se eligió las luminarias más aptas para el proyecto, teniendo en cuenta

características como lo son los lúmenes, potencia, precio y tipo de luz para así hacer del proyecto lo más viable posible.

Parámetros Generales Luminaria	Descripción
Medidas (cm)	Largo-60, ancho 60
Vida útil (horas)	35000
Potencia nominal (W)	48
Lúmenes (lm)	3640

Tabla. 5. Ficha técnica de luminaria 1 (Panel Led cuadrado - LEDVANCE). Fuente: Autores.

Parámetros Generales Luminaria	Descripción
Medidas (cm)	Largo-60, ancho 60
Vida útil (horas)	40000
Potencia nominal (W)	40
Lúmenes (lm)	5000

Tabla. 6. Ficha técnica de luminaria 2 (Panel led cuadrado - MPE). Fuente: Autores.

Parámetros Generales Luminaria	Descripción
Medidas (cm)	Largo - 60.40, Alto-8.58, Ancho-32
Vida útil (horas)	200000
Potencia nominal (W)	110
Lúmenes (lm)	13200

Tabla. 7. Ficha técnica de luminaria 3 (Linear Led High Bay Light). Fuente: Autores.

El total de luminarias necesarias para abastecer la planta son de 63 para un total de 3634W.

Las luminarias fueron distribuidas de la siguiente manera:

Plano útil	Cantidad de luminarias			Luxes(lx)	Potencia(W)
	LEDVANCE	MPE	Linear Led High Bay Light		
Área de producción	-	-	15	203	1650

Oficina	-	14	-	524	560
Área de inspección de calidad	-	9	-	319	360
Cuarto de control	-	9	-	337	360
Almacén de productos terminados	-	4	-	156	160
Almacén de materias primas	-	4	-	156	160
Baños H	3	-	-	160	144
Baños M	3	-	-	146	144
Baño O	2	-	-	118	96

Tabla. 8. Distribución de luminarias. Fuente: Autores.

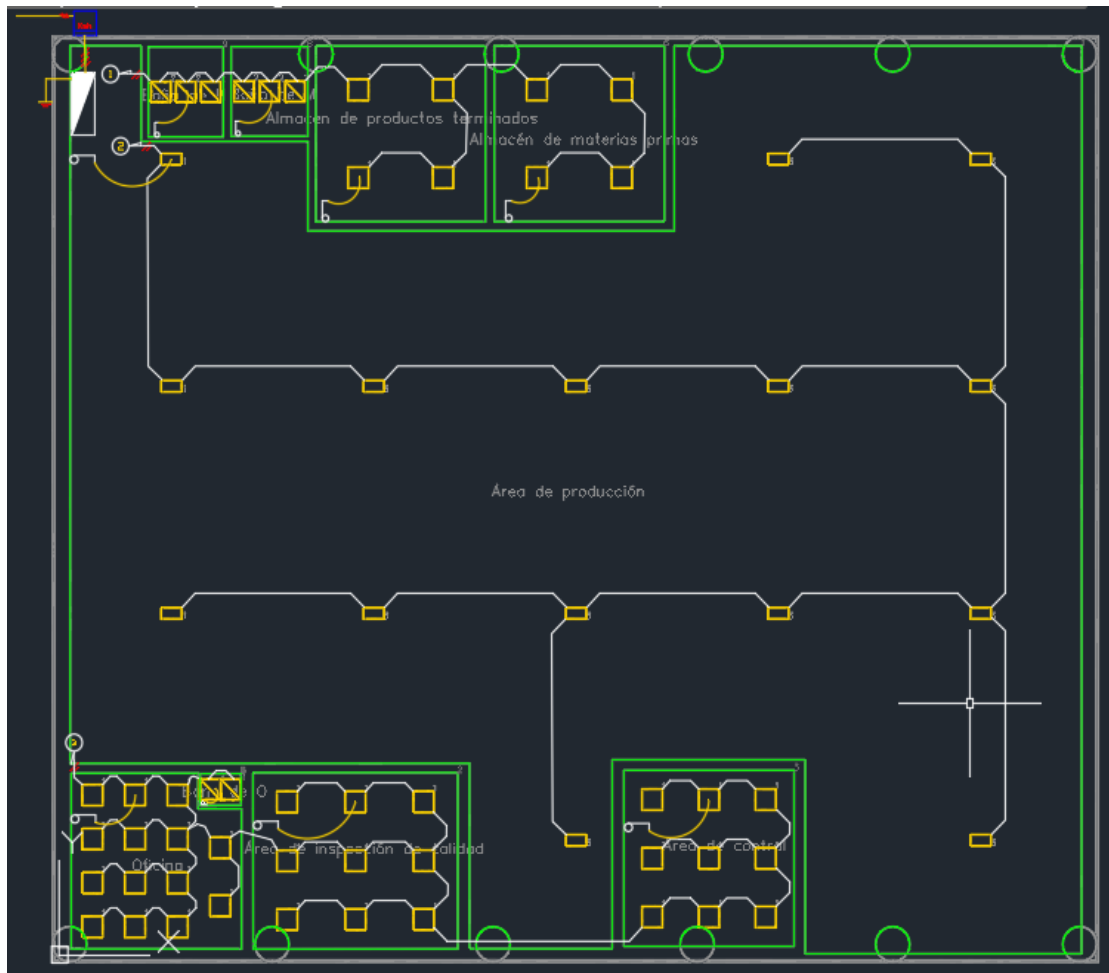


Figura. 13. Plano eléctrico de luminosidad en AutoCAD. Fuente: Autores.

Se diseñó un plano eléctrico de luminosidad en el programa AutoCAD como se puede observar en la figura 13. Dicho plano está sectorizado en 3 subdivisiones como se puede observar en la figura 14, cada una de ellas cuenta con un breaker de protección dimensionado al 125% de la carga continua, el consumo de cada uno de los paneles led equivale a 1 A y 110 V. (Jonathan Lopez Caro, 2012)

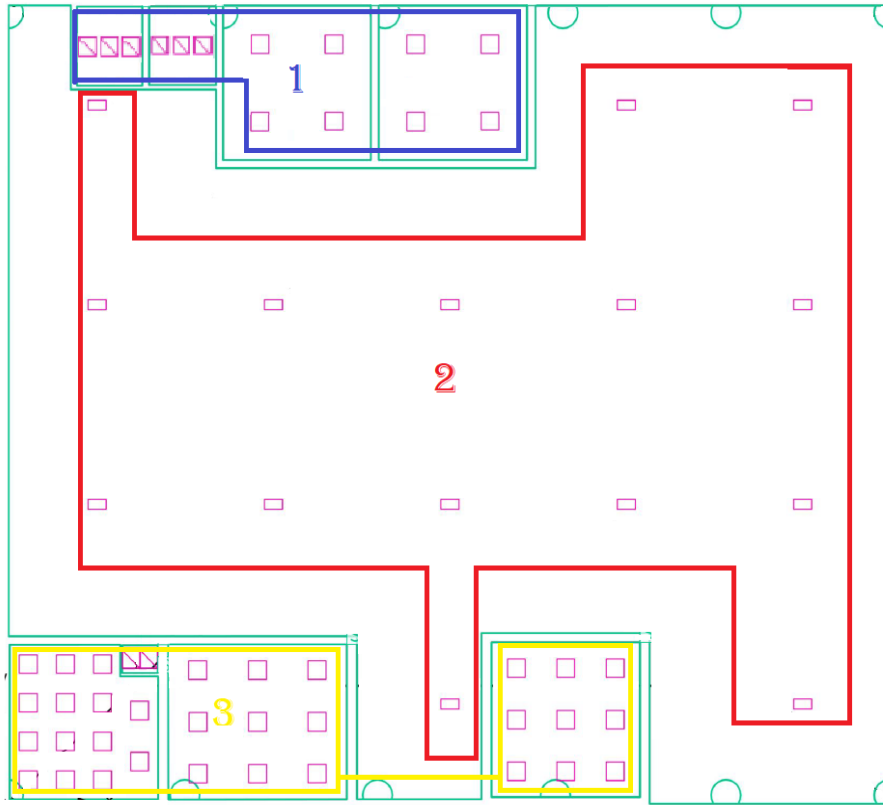


Figura. 14. Sectorización en subdivisiones de la planta. Fuente: Autores.

Sección	Luminarias	Potencia LEDVANCE 48W	Potencia MPE 40W	Potencia Philips 110W	Voltaje	Potencia Total W	Corriente Total	Capacidad mínima breaker	Calibre de Alambre	metros de Alambre
1	14	6	8	0	110	608	5,53	6,9125	14A WG	69,6
2	15	0	0	115	110	1650	15	18,75	14A WG	186,8
3	34	2	32	0	110	1376	12,51	15,6375	14A WG	169,3 2

Tota l	63				110	3634	33,04		14A WG	425,7 2
-------------------	----	--	--	--	-----	------	-------	--	-----------	------------

Tabla. 9. Potencia consumida y cableado de iluminación. Fuente: Autores.

Cómo podemos observar en la figura 13. tenemos un plano eléctrico de luminosidad que contiene 63 paneles led, los cuales fueron ubicados de manera que al ser encendidos cumpla con lo reglamentado y mencionado anteriormente en el DIALux, para poder cumplir con ello se hizo un plano eléctrico de iluminación subdividiendo los 63 paneles led en 3 secciones como podemos observar en la tabla 9.

Para la sección 1 que corresponde al Almacén de Materias primas, Almacén de Productos Terminados, Baños M y Baños H, en la cual tenemos 14 paneles led, los cuales se utilizan 3 paneles **LEDVANCE** y 4 panel MPE estos paneles están alimentados a 110 V y su potencia total será de 608 W, ya que el consumo de corriente corresponde a 5.53 A. Se hará uso de un interruptor unipolar para la correspondiente activación y desactivación de cada uno de los paneles led, para la selección del breaker se tomará una capacidad mínima de 6.90 A y el calibre del alambre de cobre será el número 14 AWG, se utilizan 69.6 m de alambre incluyendo fase y neutro, todo esto basado en las normas NTC 2050 y el RETIE

Para la sección 2 que corresponde al Área de Producción, en la cual tenemos 15 paneles led marca Philips, los cuales están alimentados a 110 V y su potencia total será de 1650 W, ya que el consumo de corriente es de 1 A por cada panel como resultado serian 15 A. Se hará uso de un interruptor unipolar para la correspondiente activación y desactivación de los

paneles led, para la selección del breaker se tomará una capacidad mínima de 18.75 A y el calibre del alambre de cobre será el número 14 AWG, se utilizan 186.8 m de alambre incluyendo fase y neutro, todo esto basado en las normas NTC 2050 y el RETIE.

Para la sección 3 que cuenta con 34 paneles led los cuales se utilizan 2 paneles LEDVANCE y 32 panel MPE los cuales hacen parte de la oficina, Baño O, Área de Inspección de Calidad, Área de Control cada uno de estos lugares serán encendidos por medio de un interruptor unipolar o sencillo, puesto que cada uno de los paneles led funcionan a 110 V, por consiguiente para cada tipo de panel le sacamos la potencia y la dividimos en el voltaje y tendríamos un total 12.51 A y aplicando la norma NTC 2050 la cual menciona que para proteger el breaker se debe multiplicar la corriente por 125%, como podemos observar en la tabla 9, la capacidad mínima del breaker es de 15.63 A teniendo en cuenta esto aplicaremos la tabla de ampacidad para alambre de cobre y aluminio (AWG y MCM) (Dom, s/f) utilizando la referencia relacionada la cual dice que se debe utilizar un calibre de alambre de cobre número 14 AWG, estos 34 paneles led estarán consumiendo una potencia de 1376 W. para esta parte se hace uso de una de las tres fases como lo es S, L o R con su respectivo neutro y color, teniendo en cuenta el Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas RETIE. Para la conexión entre la caja de distribución y cada uno de los paneles led se utiliza tubo Conduit de 1" y de ½" facilitando el transporte de cableado. También se utiliza las cajas octogonales para la debida ubicación de los paneles led, se hará uso de cajas rectangulares para la debida ubicación de los interruptores unipolares, se aplicará la norma NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas RETIE, la cual nos dice cómo debe estar protegido estos alambres y qué tipo de tubería se debe

utilizar para esta parte, en el cableado interno se estarán gastando 169.32 m incluyendo tanto fase como neutro.

Se utilizará los siguientes materiales

Cajas octagonales	63
Cajas rectangulares	9
Interruptores unipolares	9
Alambre número 14 AWG	425.72 m
Tubo Conduit galvanizado ½”	325 m
Tubo Conduit galvanizado 1”	100 m
Codo galvanizado ½”	13
breaker 20A	2
breaker 10 A	1
contador trifásico	1
Tablero Trifásico 12c	1

Tabla. 10. Materiales utilizados en la acometida eléctrica para la iluminación. Fuente: Autores.

8.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

El objetivo primordial del estudio financiero es determinar la factibilidad económica del proyecto. Para el desarrollo de este proyecto se debe tener en cuenta las inversiones y costos que implican la puesta en marcha del proyecto, así como los ingresos para así poder realizar la evaluación de los indicadores económicos como lo son el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio – costo (R b/c).

8.5.1 Desarrollo del flujo de caja

8.5.1.1 Inversión inicial

La inversión inicial de este proyecto es aquella que se utiliza para la construcción de la planta industrial tanto en infraestructura como los instrumentos y elementos utilizados en el proceso automatizado.

- Infraestructura y superestructura: Construcción que se encuentra en bajo nivel (infraestructura) y por encima del nivel del suelo (superestructura), es decir son los costos de los cimientos, las estructuras (vigas y columnas), mampostería (muros exteriores e interiores), ornamentación (ventanas, puertas y rejas), suelo y cubierta de la bodega, además de los costos de permisos (licencia de construcción, licencia ambiental y licencia de transporte), costos de diseño (diseño arquitectónico, diseño estructural, diseño eléctrico y diseño hidrosanitario), costos por adecuación del terreno, y acabados (fachada, baños, puente grúa). El costo total es de COP \$1.507.441.853.

Descripción	Costo
Diseño	\$ 14.022.180

Permisos	\$ 20.557.030
Adecuaciones	\$ 235.738.920
Cimentación	\$ 150.105.600
Estructuras	\$ 149.704.400
Cubierta	\$ 495.745.250
Acabados	\$ 413.500.000
Presupuesto Eléctrico	\$ 21.495.975
Instalaciones	\$ 6.572.498
Total	\$ 1.507.441.853

Tabla. 11. Valor total de infraestructura y superestructura. Fuente: Autores.

- Instrumentos: Son aquellos instrumentos electrónicos que hacen parte del proceso automatizado de la planta, es decir los sensores, actuadores y controladores que se encuentran en la tabla 1, tabla 2 y tabla 3 respectivamente del presente informe. El costo total es de COP \$125.856.221.

Descripción	Costo
Sensores	\$ 24.005.702
Actuadores	\$ 87.359.459
Controladores	\$ 14.491.060
Total	\$ 125.856.221

Tabla. 12. Valor total de instrumentos. Fuente: Autores.

- Elementos de transporte y almacenamiento: Se refiere a las bandas transportadoras, silos, tolvas y tanques que pertenecen al proceso automatizado, además de otros instrumentos involucrados como mezcladores y filtros. El costo total es de COP \$32.800.000

Descripción	Costo
Bandas transportadoras	\$ 9.600.000
Silos	\$ 12.000.000
Tolvas	\$ 5.000.000
Tanques	\$ 4.200.000
Otros	\$ 2.000.000
Total	\$ 32.800.000

Tabla. 13. Valor total de elementos de transporte y alimentación. Fuente: Autores.

- Elementos de potencia y electrónica: Son aquellos elementos o instrumentos eléctricos necesarios para la activación de los motores y electrobombas, tales como contactores, interruptores termomagnéticos, guardamotores, los cuales dependen de la potencia de cada actuador. También se tiene en cuenta otros elementos como el cable de conexión y dispositivos electrónicos. El costo total es de COP \$14.237.300

Descripción	Costo
Interruptor termomagnético	\$ 6.342.300
Contactador trifásico	\$ 1.905.000
Guardamotor	\$ 2.790.000
Otros	\$ 3.200.000
Total	\$ 14.237.300

Tabla. 14. Valor total de elementos de potencia.

8.5.1.2 Costos

Son aquellos que se utilizan en aspectos directamente vinculados con la producción.

8.5.1.2.1 Costos fijos

Se refiere a los costos que no varían y son indispensables para el funcionamiento de la planta industrial.

Servicios públicos: Los servicios públicos utilizados en el proyecto son agua, energía eléctrica e Internet. Teniendo en cuenta los litros de agua gastados en el proceso automatizado y baños, la energía eléctrica total consumida por el proceso automatizado, la luminosidad, entre otros gastos energéticos, y finalmente el servicio de internet por 20 Mbps. Estos costos aumentan 2% cada año.

	Valor Mes	Valor Año
Agua	\$ 250.000	\$ 3.000.000
Energía Eléctrica	\$ 1.296.000	\$ 15.552.000

Internet	\$ 350.000	\$ 4.200.000
Total	\$ 1.896.000	\$ 22.752.000

Tabla. 15. Valor total de costos fijos. Fuente: Autores.

8.5.1.2.2 Costos variables

Se refiere a los costos que varían en función de la actividad de la planta industrial, es decir el aumento o disminución de las ventas. Los costos anuales se calcularon con el primer año de venta, teniendo en cuenta los gramos de maíz, azúcar, sal, cloruro de calcio y los litros de gasolina y desinfectante (hipoclorito de sodio) necesario para 610 000 latas de maíz. Estos costos aumentan el mismo porcentaje que aumentan las ventas anuales.

Los valores unitarios corresponden a 1 bulto de maíz, 1 galón de gasolina, bulto de cloruro de calcio (40kg), bulto de azúcar (50gb), bulto de sal (25kg) e hipoclorito de sodio a 15% de concentración de 20L.

	Valor unitario	Valor Año
Maíz	\$ 20.000	\$ 326.666.667
Gasolina	\$ 6.448	\$ 128.960.000
Cloruro de calcio	\$ 38.000	\$ 99.750
Azúcar	\$ 160.000	\$ 1.008.000
Sal	\$ 30.000	\$ 630.000
Hipoclorito de sodio	\$ 119.900	\$ 8.992.500
Total	\$ 374.348	\$ 466.356.917

Tabla. 16. Valor de costos variables. Fuente: Autores.

8.5.1.3 Gastos

Son aquellos que se utilizan en aspectos operativos pero no tienen vínculo directo con la producción y no generan retorno de dinero. Estos gastos aumentan 3% cada año.

8.5.1.3.1 Gastos fijos:

	Valor mes	Valor año
Gastos de Oficina	\$ 300.000	\$ 3.600.000
Gastos de Aseo	\$ 400.000	\$ 4.800.000
Total	\$ 700.000	\$ 8.400.000

Tabla. 17. Valor de gastos fijos. Fuente: Autores.

8.5.1.3.2 Gastos operacionales:

Se tiene en cuenta los gastos de la nómina de todos los trabajadores mensualmente, además de una prima laboral que corresponde a un salario mensual.

Descripción	Valor mensual	Valor anual
Ingeniero electrónico	\$ 3.000.000	\$ 39.000.000
Ingenieros de alimentos	\$ 3.000.000	\$ 39.000.000
Técnico eléctrico y de sistemas	\$ 1.000.000	\$ 13.000.000
Administrador de Empresas	\$ 2.000.000	\$ 26.000.000
contador	\$ 2.000.000	\$ 26.000.000
secretaria	\$ 900.000	\$ 11.700.000
Inspector de seguridad Laboral	\$ 1.000.000	\$ 13.000.000
seguridad privada	\$ 900.000	\$ 11.700.000
Supervisor	\$ 1.200.000	\$ 15.600.000
Empleados de Planta	\$ 900.000	\$ 11.700.000
Total	\$ 15.900.000	\$ 206.700.000

Tabla. 18. Valor de gastos variables. Fuente: Autores.

8.5.1.4 Ingresos

8.5.1.4.1 Producción

Se espera que al día el 0,13% de la población boyacense (1 285 296 personas). (“Boyacá Población”, s/f) compre el producto, por lo que las ventas anuales durante el primer año serían de 610 000 latas. Además se pronostica que las ventas aumenten mínimo 5% cada año.

Incremento		5%				
año	0	1	2	3	4	5
Venta por año		610.000	640.500	672.525	706.151	741.459

Material vendido		610.000	640.500	672.525	706.151	741.459
------------------	--	---------	---------	---------	---------	---------

Tabla. 19. Producción anual. Fuente: Autores.

8.5.1.4.2 Costo de producción

El costo promedio de una lata de 285g en el mercado es de más o menos COP \$2500, este precio varía dependiendo la marca distribuidora, el precio aumenta más o menos 5% cada año. En la tabla 19 se puede observar el costo de producción de los primeros 5 años.

Incremento	5%					
año	0	1	2	3	4	5
costo promedio		\$ 2.500	\$ 2.625	\$ 2.756	\$ 2.894	\$ 3.039
costo de producto por unidad		\$ 2.500	\$ 2.625	\$ 2.756	\$ 2.894	\$ 3.039

Tabla. 20. Costo de producción. Fuente: Autores.

8.5.1.4.3 Total ingresos

El total de ingresos van a depender de la cantidad de latas vendidas anualmente, teniendo en cuenta el incremento y teniendo en cuenta además las posibles devoluciones del producto por mal estado u otros factores.

Año	0	1	2	3	4	5
Productos vendidos		610.000	640.500	672.525	706.151	741.459
(-) Devoluciones	1%	6.100	6.405	6.725	7.062	7.415
Cantidad vendida		603.900	634.095	665.800	699.090	734.044
Costo producto unidad		\$ 2.500	\$ 2.625	\$ 2.756	\$ 2.894	\$ 3.039
Total ingresos		\$ 1.509.750.000	\$ 1.664.499.375	\$ 1.835.110.561	\$ 2.023.209.393	\$ 2.230.588.356

Tabla. 21. Total de ingresos. Fuente: Autores.

8.5.1.5 Interés y amortización del préstamo

Se refiere a la disminución del préstamo, que es de \$1.700.000.000, cuya cuota de interés es de 19,16% anual. (“Tasa de usura | Banco de la República (banco central de Colombia)”, s/f) que será efectuado a lo largo de 5 años. La cuota se obtiene de la siguiente fórmula

valor préstamo * $\frac{\text{interes} \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ donde n son los periodos o años.

Año	Saldo Inicial	Interés	Capital	Cuota	Saldo Final
-----	---------------	---------	---------	-------	-------------

1	\$ 1.700.000.000	\$ 325.720.000	\$ 232.252.431	\$ 557.972.431	\$ 1.467.747.569
2	\$ 1.467.747.569	\$ 281.220.434	\$ 276.751.997	\$ 557.972.431	\$ 1.190.995.572
3	\$ 1.190.995.572	\$ 228.194.752	\$ 329.777.680	\$ 557.972.431	\$ 861.217.892
4	\$ 861.217.892	\$ 165.009.348	\$ 392.963.083	\$ 557.972.431	\$ 468.254.810
5	\$ 468.254.810	\$ 89.717.622	\$ 468.254.810	\$ 557.972.431	\$ 0

Tabla. 22. Amortización del préstamo. Fuente: Autores.

8.5.2 Flujo de caja

En la tabla 23 se puede observar todas las entradas y salidas de dinero, además de los indicadores económicos.

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 1.509.750.000	\$ 1.664.499.375	\$ 1.835.110.561	\$ 2.023.209.393	\$ 2.230.588.356
Costos fijos		\$ 22.750.000	\$ 23.205.000	\$ 23.669.100	\$ 24.142.482	\$ 24.625.332
Costos variables		\$ 466.356.917	\$ 489.674.763	\$ 514.158.501	\$ 539.866.426	\$ 566.859.747
Gastos fijos		\$ 8.400.000	\$ 8.568.000	\$ 8.739.360	\$ 8.914.147	\$ 9.092.430
Gastos operacionales		\$ 190.800.000	\$ 200.340.000	\$ 210.357.000	\$ 220.874.850	\$ 231.918.593
Utilidad neta		\$ 821.443.083	\$ 942.711.612	\$ 1.078.186.600	\$ 1.229.411.488	\$ 1.398.092.254
Amortización		\$ 1.467.747.569	\$ 1.190.995.572	\$ 861.217.892	\$ 468.254.810	0
Inversión inicial	\$ 1.680.335.374					
Préstamo	\$ 1.700.000.000					
FLUJO DE CAJA	\$ 19.664.626	-\$ 646.304.486	-\$ 248.283.960	\$ 216.968.708	\$ 761.156.678	\$ 1.398.092.254
VAN	\$ 350.804.893					
TIR	36%					
Relación beneficio costo	1,19					

Tabla. 23. Flujo de caja del proyecto. Fuente: Autores.

9. CONCLUSIONES

- La planta industrial cuenta con diferentes zonas de atmosferas explosivas, como lo son el tanque de combustible y la caldera donde hay presencia frecuente de gas inflamable proveniente del combustible, además de zonas cuya probabilidad de formación de atmosferas explosivas por aire de polvo son medianamente y poco probables, tales como los silos de almacenamiento de sal, azúcar y cloruro de calcio.
- El proceso de sellado de latas cuenta con una teoría llamada la “teoría del cierre”, por lo que al ser un proceso automatizado, éste debe ser meticuloso para que la lata quede herméticamente sellada, debido a que un error de medida puede ocasionar que la lata quede incorrectamente sellada y por tanto, el producto dentro de la lata no sea salubre con el tiempo, por esta razón es más viable adquirir una maquina especializada para este proceso.
- La simulación de la iluminación de toda la planta permitió determinar la cantidad de luminarias y el tipo de luminarias más adecuadas a utilizar en los diferentes locales que conforman la planta, debido a que en locales como el almacén de materias primas, el almacén de productos terminados y oficina, utilizando diferentes tipos de luminarias se cumplía con la cantidad de luxes necesarios indicados en las normas del RETILAP, pero el consumo de potencia era diferente, por lo que a partir de estos valores se determinó el tipo de luminaria más adecuada y económica para cada uno de los locales reduciendo los costos y evitando los gastos innecesarios.
- La correcta distribución de la electricidad depende de un adecuado desarrollo en los planos eléctricos los cuales aseguran que se haga de manera óptima asegurando una

reducción de material a utilizar sin dejar de lado los requerimientos necesarios para el enlatado del maíz, resultando beneficioso para la factibilidad del proyecto.

- A partir de los resultados de los indicadores económicos se puede concluir que el proyecto es factible debido a que los indicadores de valor actual neto y la tasa interna de retorno en un periodo de 5 años son mayor a 0, además de que la relación beneficio/costo es mayor a 1, es decir el valor de los ingresos es mayor que el valor de los egresos.
- Debido a que Boyacá y el municipio de Moniquirá cuentan con la suficiente materia prima para este proyecto y además los resultados de los indicadores económicos arrojan que el proyecto es económicamente factible, se puede concluir que el proyecto puede ser implementado puesto que representaría en un incremento de la economía del municipio y el departamento, ya que aumentaría el comercio y la venta de maíz por parte de agricultores.

10. REFERENCIAS

- RESOLUCIÓN 2674 DE 2013: Requisitos Sanitarios Alimentos FOMAN. (s/f). Recuperado el 22 de agosto de 2020, de <https://foman.com.co/legislacion-alimentos-colombia/resolucion-2674-de-2013/>
- *2 Diseño y automatización industrial 2.1 Objetivos 2.2 Sistemas de automatización 2.3 Fases para la puesta en marcha de un proyecto de automatización 2.4 Clasificación de interfaces persona-máquina 2.5 Diseño de panel de mando para automatismos y máquinas industriales 2.6 Creación de prototipos 2.7 Referencias 2.1 Objetivos.* (s/f).
- Akubuo, C. O. (2002). Performance evaluation of a local maize sheller. *Biosystems Engineering*, 83(1), 77–83. <https://doi.org/10.1006/bioe.2002.0095>
- ASOFRUCOL, 2016. (2006). *Desarrollo de la Fruticultura en Boyaca*.
- AutoCAD for Mac y AutoCAD para Windows | Software CAD 2D/3D | Autodesk. (s/f). Recuperado el 22 de agosto de 2020, de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview?plc=ACDIST&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
- Automatización con Inteligencia Artificial - Argentina | IBM. (s/f). Recuperado el 23 de agosto de 2020, de https://www.ibm.com/ar-es/automation?p1=Search&p4=43700052791265487&p5=e&cm_mmc=Search_Google-_-1S_1S-_-LA_ISA-_-automatización_e&cm_mmca7=71700000065477001&cm_mmca8=kwd-2960610998&cm_mmca9=Cj0KCQjwp4j6BRCRARIsAGq4yMGLIP_aXxZICHQWQr2NIBqIEFWzSSwMvRgluXQn_BTlbnI9dXdEUMQaAhijEALw_wcB&cm_m

mca10=451405039328&cm_mmca11=e&gclid=Cj0KCQjwp4j6BRCRARIsAGq4y
MGLIP_aXxZICHQWQr2NlBqIEFWzSSwMvRgluXQn_BTlbnI9dXdEUMQaAhij
EALw_wcB&gclsrc=aw.ds

- Baca Urbina, G. (s/f). *Proyectos ambientales en la industria*.
- Carbonell, C. P. (s/f). *Clasificación de emplazamiento peligrosos para atmósferas explosivas de gases y polvos combustibles*. 1–97.
- Cultivos, P. (2014). *Principales cultivos por área sembrada en el año 2014*.
- DANE. (2014). *Censo Nacional Agropecuario 2014 Área, Producción Y Rendimiento Agrícola Del Área Cosechada En El 2013* (p. 94). p. 94. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-10-produccion/10-presentacion.pdf>
- DIALux lighting design software. (s/f). Recuperado el 23 de agosto de 2020, de <https://www.dialux.com/en-GB/download>
- Duseja, L., & Tomar, A. (2019). Lumen Degradation of LEDs in Solar Lighting Systems. *Proceedings - 2019 4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages, IoT-SIU 2019*. <https://doi.org/10.1109/IoT-SIU.2019.8777714>
- Energía Eléctrica - Ministerio de Minas y Energía. (s/f). Recuperado el 24 de agosto de 2020, de <https://www.minenergia.gov.co/retie>
- *ESQUEMAS ELÉCTRICOS INSTALACIONES ELECTRICAS GRUPO DE TRABAJO Coordinación general CECILIA MOLINA AMAYA del proyecto: Dirección General Contenido Técnico: GERARDO MANTILLA Regional Bogotá.* (s/f).

- FENALCE. (2018, junio 22). *Cultivo del maíz, situación en Colombia* • Agroinsumos S.A.S. Recuperado de <http://www.agroinsumossa.com/cultivo-del-maiz-en-colombia/>
- Gestión económica y financiera de la empresa 2.^a edición - RODÉS BACH, ADOLF - Google Libros. (s/f). Recuperado el 1 de septiembre de 2020, de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mJBXDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=viabilidad+económica+y+financiera&ots=l_Y9xVWITg&sig=vTALoeoNIPpsICQhrm7bQ85aWus#v=onepage&q=viabilidad económica y financiera&f=false
- IEEE Xplore Full-Text PDF: (s/f). Recuperado el 24 de agosto de 2020, de <https://ieeexplore-ieee-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7421924>
- Instrumentación Industrial - ANTONIO CREUS SOLÉ - Google Libros. (s/f). Recuperado el 28 de agosto de 2020, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iVpN-Z9H0tUC&oi=fnd&pg=PT17&dq=transmisores+industriales+&ots=NwWl-mUAWq&sig=vCD2Km6vbWm0puFeo5VosHnmsXY#v=onepage&q=transmisores industriales&f=false>
- Microsoft: página principal. (s/f). Recuperado el 29 de septiembre de 2020, de <https://www.microsoft.com/es-co>
- niebles, yair. (s/f). *Gestión de Proyectos - Juan Jose Miranda Miranda*. Recuperado de https://www.academia.edu/17688636/Gestión_de_Proyectos_Juan_Jose_Miranda_Miranda

- Núñez Hernández, G., Contreras, R. F., González Castañeda, F., & Ramos, A. P. (2005). Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción y calidad del forraje Effect of stage of maturity of maize hybrids at harvest time to improve forage production and quality. En *Pecu Méx* (Vol. 43). Recuperado de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias website: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61343107>
- Oscar, P. (2010). Norma ISA 5S. *Universidad de Santiago de Chile*, 1, 1–14.
- Pantin, Y. (2019). Revista de electrónica, y sistemas computacionales. *Bellas ficciones*, 131–131. <https://doi.org/10.2307/j.ctvkwnq64.90>
- prueba, prueba. (s/f). *Evaluacion de Proyectos 7ma Ed Gabriel Baca Urbina*. Recuperado de https://www.academia.edu/39204599/Evaluacion_de_Proyectos_7ma_Ed_Gabriel_Baca_Urbina
- Requisitos para transporte de alimentos en Colombia: Todo lo que no te han contado - AS TRANSPORTES :: SERVICIO DE TRANSPORTES. (s/f). Recuperado el 21 de agosto de 2020, de <https://www.astransportes.com.co/requisitos-para-transporte-de-alimentos-en-colombia-todo-lo-que-no-te-han-contado/>
- Se acordó por unanimidad: Conferir los grados académicos y títulos profesionales según el siguiente detalle: Señores vicerrectores: Señores decanos: - PDF Descargar libre. (s/f). Recuperado el 29 de septiembre de 2020, de <https://docplayer.es/140485775-Se-acordo-por-unanimidad-conferir-los-grados-academicos-y-titulos-profesionales-segun-el-siguiente-detalle-senores-vicerrectores->

senores-decanos.html

- Sierra, J. C., Romero, D., Universidad, L., De Bolívar, T., De, F., Eléctrica, I., & Electrónica, Y. (s/f). *TUTORIAL NORMA ISA S5.1 Y DIAGRAMAS P&ID*.
- Software de diagramación y creación de diagramas de flujo, Microsoft Visio. (s/f-a). Recuperado el 22 de agosto de 2020, de <https://www.microsoft.com/es-co/microsoft-365/visio/flowchart-software>
- Software de diagramación y creación de diagramas de flujo, Microsoft Visio. (s/f-b). Recuperado el 29 de septiembre de 2020, de <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/visio/flowchart-software>
- Transporte Automotor - Transporte de Alimentos. (s/f-a). Recuperado el 21 de agosto de 2020, de <https://www.mintransporte.gov.co/preguntas-frecuentes/49/transporte-automotor---transporte-de-alimentos/>
- Transporte Automotor - Transporte de Alimentos. (s/f-b). Recuperado el 1 de septiembre de 2020, de <https://www.mintransporte.gov.co/preguntas-frecuentes/49/transporte-automotor---transporte-de-alimentos/>
- amperio | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://dle.rae.es/amperio>
- Baca Urbina, G. (s/f). *Proyectos ambientales en la industria*.
- Breaker 20A Eléctrico Interruptor termomagnético enchufable | Paneles Solares Colombia Lamparas Solares Ingeniería Eléctrica Energía Solar Baterías Solares Cucuta Materiales. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://ineldec.com/producto/breaker-electrico-20-amp-interruptor-termomagnetico-enchufable/>

- cable | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://dle.rae.es/cable>
- control | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://dle.rae.es/control?m=form>
- desgranar | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://dle.rae.es/desgranar#D22WZTr>
- GLOSARIO DE TERMINOS DE ELECTRICIDAD. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de http://sie.energia.gob.mx/docs/glosario_elec_es.pdf
- *Gutiérrez & Iturralde, 2017 Manual de Instrumentación.* (s/f).
- lumen | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://dle.rae.es/lumen>
- Luminarias. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/luminar1.html>
- lux | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://dle.rae.es/lux>
- motor, motora | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://dle.rae.es/motor?m=form>
- Paneles de Servicio Eléctrico - InterNACHI®. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://www.nachi.org/electrical-service-panels-spanish.htm>
- plano, plana | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://dle.rae.es/plano?m=form>
- planta | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://dle.rae.es/planta?m=form>

- Producción - Qué es, definición y concepto | Economipedia. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://economipedia.com/definiciones/produccion.html>
- Ventajas de las electrobombas. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://www.ventageneradores.net/blog/ventajas-de-las-electrobombas/>
- Boyacá Población. (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <http://poblacion.population.city/colombia/adm/boyaca/>
- Tasa de usura | Banco de la República (banco central de Colombia). (s/f). Recuperado el 12 de noviembre de 2020, de <https://www.banrep.gov.co/es/tasa-usura>