

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

“Diseño e implementación de una máquina clasificadora de residuos metálicos, plásticos y papeles para promover el reciclaje en Lima”

INTEGRANTES

- **Arango Mendoza, Jesus Eduardo**
- **Gonzaga Garrido, Luigui**
- **Guerrero Rios, Leonel**
- **Languasco Torres, Carlos Alonso**
- **Loza Medina, José Sebastián**
- **Moreno Orellana, Franco**
- **Rios Rios, Gerardo Daniel**
- **Taibe Espillo, Miguel Ricardo**
- **Vela Sulca, Lorean**

Docente: Dr. José Antonio Velásquez Costa

Lima - Perú

2022 - II

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Determinación del problema	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Importancia del trabajo de investigación	4
1.4. Justificación del trabajo de investigación	4
1.4.1. Justificación teórica	4
1.4.2. Justificación práctica	4
1.4.3. Justificación social	5
1.4.4. Justificación económica	5
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo general	5
1.5.2. Objetivos específicos	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Fundamento teórico	6
2.1.1. Automatización	6
2.1.2. Impacto ambiental	6
2.1.3. Innovación	6
2.1.4. Clasificación	7
2.1.5. Controlador lógico programable – PLC	7
2.1.6. Sensores	7
2.1.7. Programación	8
2.1.8. Relevadores	9
2.1.9. Actuadores	9
2.2. Antecedentes	10
2.2.1. Antecedente 1	10
2.2.2. Antecedente 2	10
2.2.3. Antecedente 3	11
2.3. Componentes	11
2.3.1. Motores 24v	11
2.3.2. Relé con Base	12
2.3.3. Fuente de 220v a 24v	12

2.3.4. Sensor inductivo de 3 hilos tipo PNP	13
2.3.5. Sensor capacitivo de 3 hilos tipo PNP	13
2.3.6. PLC Logo 8 – Sin pantalla	14
2.4. Diagrama de flujo	15
2.5. Fases de elaboración	16
2.5.1. Fase 1: Planificación	16
2.5.2. Fase 2: Desarrollo	16
2.5.3. Fase 3: Lanzamiento	16
3. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA EN SOLIDWORKS	17
3.1. Diseño 3D de la estructura y componentes del proyecto	17
3.2. Diseño 3D del prototipo ensamblado	21
4. DISEÑO DE LA PROPUESTA PARA AUTOMATIZAR EL PROYECTO	23
4.1. Descripción detallada del proceso propuesto	23
4.2. Diagramas de flujo	24
4.3. Diagrama de análisis del proceso	24
4.4. Programación	25
5. COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN	28
5.1. Costos y presupuesto de compra de los componentes	28
6. BENEFICIOS	29
6.1. Beneficios para la industria	29
6.2. Beneficios para la humanidad	30
7. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL	30
CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Composición de los residuos sólidos generados en 2020 (millones de toneladas)	2
Figura 02: Motor 24 voltios	11
Figura 03: Relé	12
Figura 04: Fuente de 220 voltios	12
Figura 05: Sensor Inductivo	13
Figura 06: Sensor Capacitivo	13
Figura 07: PLC Logo	14
Figura 08: Diagrama de Flujo	15
Figura 09: Estructura del proyecto – Solidworks (Vista 1)	17
Figura 10: Estructura del proyecto – Solidworks (Vista 2)	17
Figura 11: Sensor capacitivo – Solidworks	18
Figura 12: Motor de 24v – Solidworks	18
Figura 13: Sensor inductivo – Solidworks	19
Figura 14: PLC – Solidworks	19
Figura 15: Fuente de poder – Solidworks	20
Figura 16: Relé – Solidworks	20
Figura 17: Tapa para la estructura– Solidworks	21
Figura 18: Proyecto ensamblaje – Solidworks (Vista 1)	21
Figura 19: Proyecto ensamblaje – Solidworks (Vista 2)	22
Figura 20: Proyecto ensamblaje – Solidworks (Vista 3)	22
Figura 21: Estructura del proyecto	23
Figura 22: Diagrama de flujo del proceso	24
Figura 23: DAP del proceso	24
Figura 24: Captura de la programación de los tiempos en el programa LOGO	25
Figura 25: Captura de la programación del PLC en el programa LOGO (Parte 1)	26
Figura 26: Captura de la programación del PLC en el programa LOGO (Parte 2)	26
Figura 27: Captura del momento en donde se envía la programación al PLC LOGO (Parte 1)	27
Figura 28: Captura del momento en donde se envía la programación al PLC LOGO (Parte 2)	27

Figura 29: Foto del Equipo – (De izquierda a derecha):

Franco Moreno

Miguel Taipe

Jesus Arango

Lorena Vela

Leonel Guerrero

Carlos Languasco

Gerardo Ríos

Luigui Gonzaga

José Loza

31

Figura 30: Máquina clasificadora de residuos

32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Costos de elaboración de la máquina clasificadora de residuos

28

INTRODUCCIÓN

“Debes hacer que el reciclaje se convierta en una forma de vivir”

- Mario Vargas Llosa

En el presente proyecto de investigación, presentamos un proyecto que tiene como objetivo enseñar y difundir la manera correcta para reciclar los residuos. Ahora bien, en nuestro país existen enormes oportunidades de aumentar el reciclaje, pues solamente se recicla casi el 1.9% del total de residuos sólidos que se generan, los cuales pueden ser aprovechados de distintas maneras.

Hoy en día, el reciclaje es una necesidad mundial no solo para mejorar la calidad del medio ambiente, sino también para proteger la salud humana. Además del empleo, el reciclaje de papel, plástico, vidrio y metales, entre otras cosas, ahorra materias primas extraídas de la naturaleza y así alarga la vida de los vertederos de nuestras ciudades, donde cada día hay menos espacio para los residuos sólidos, lo que requiere la introducción de nuevas tecnologías de procesamiento y la gestión adecuada de los residuos.

Por otro lado, tocaremos puntos importantes para la cotización de los materiales a emplear y las vías más factibles donde hicimos la adquisición de estas, después de definir y conocer las funciones de cada pieza a emplear, realizaremos un bosquejo donde tendremos una vista previa y una guía importante para empezar nuestro trabajo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Determinación del problema

La realidad que afronta la salud pública en el país es la débil gestión de los residuos sólidos. Preguntas como, ¿Quiénes son los encargados en velar que los residuos lleguen a un destino correcto?, ¿A dónde se dirigen los residuos sólidos que generamos a diario?, ¿Qué deberíamos hacer como ciudadanos para mejorar la situación? Aquellas preguntas a simple vista tienen respuestas coherentes, pero en la realidad, las respuestas más coherentes suelen ser acertijos sin solución.

En el 2020, el MINAM (Ministerio del Ambiente), reportó que en el Perú se produjeron casi 8 millones de toneladas de residuos sólidos. Cabe resaltar que existen dos tipos de RSM: los residuos no municipales y los residuos de gestión municipal. Ahora bien, del 76.4% conformados por residuos orgánicos e inorgánicos aprovechables, solo se llegan a valorizar el 0.98%, siendo equivalente a 59021 toneladas. Con respecto a la información anterior, solamente los indicadores nos manifiestan un problema existente con la gestión de los residuos sólidos.



Figura 01: Composición de los residuos sólidos generados en 2020 (millones de toneladas)

Fuente: ComexPerú

Sin embargo, según lo que dicta la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la recolección, el tratamiento, transporte y/o reciclaje, y la disposición final segura de los residuos sólidos comunes, es responsabilidad de estas entidades. Asimismo, a nivel provincial, estas deben ejecutar un PIGARS (Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos), mientras que, a nivel distrital, se sugiere tener un PMRS (Plan de Manejo de Residuos Sólidos). Ergo, lo planeado no se presenta en la realidad.

En el 2020, el Registro Nacional de Municipalidades según cifras, el 11.9% de los municipios a nivel nacional no cuentan con ningún instrumento de gestión de residuos sólidos y solo el 55% de estos disponen de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos. Ahora bien, de las 1844 municipalidades que realizan el servicio de recojo de los residuos, el 84% lo depositan en un botadero, el 31.2% los entregan para reciclar, el 18.3% los envían a rellenos sanitarios, el 10.1% lo incineran y el 5.9% restante se utiliza para compostaje. Esto es preocupante, considerando que los botaderos son de pertenencia ilegal por ley.

Esto explicaría porque carecemos de una infraestructura adecuada para el manejo de los residuos, lo que a su vez crea basurales mal administrados y representan un grave riesgo para el entorno y salud de los ciudadanos. Para contar con una vista panorámica de lo que sucede, según el Minam, a nivel nacional, de los 64 rellenos sanitarios, sólo abarcan en atención a 210 de los 1874 distritos. Y para mal, Arequipa, Madre de Dios y Tacna para este año, no cuentan con uno.

Las consecuencias que genera esta situación, no sólo van desde problemas medioambientales, sino a problemas de salud para los ciudadanos quienes cada día deben vivir con olores inmundos y una vista desagradable para cualquier persona. ¿Qué hace nuestro gobierno, municipalidad para mejorar esta situación? Sin embargo, no todo el problema viene de las grandes autoridades, sino por parte de nosotros como ciudadanos, ¿Qué debemos hacer nosotros para ayudar a mejorar la situación?

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo diseñar e implementar una máquina clasificadora de residuos metálicos, plásticos y orgánicos que promueva el reciclaje en Santiago de Surco?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cómo implementar la estructura mecánica de una máquina clasificadora de residuos metálicos, plásticos y orgánicos que promueva el reciclaje en Santiago de Surco?

- b. ¿Cómo codificar un programa en software LOGO conectado a un PLC para reconocer residuos de origen metálico, plástico y orgánico mediante el uso de sensores?
- c. ¿Cómo incrementar los volúmenes de materiales reciclados con prototipos automatizados que identifican materiales por sus características en Santiago de Surco?

1.3. Importancia del trabajo de investigación

Se propone el siguiente trabajo de investigación enfocándose principalmente en concientizar a las personas sobre la importancia del reciclaje. Además de promover el uso de conocimientos sobre automatización con el fin de crear un proyecto viable para el medio ambiente. De esta manera, se reduciría la cantidad de residuos sólidos encontrados a diario en nuestro medio ambiente.

1.4. Justificación del trabajo de investigación

1.4.1. Justificación teórica

Se justifica teóricamente, en razón a emplear la indagación teórica científica sobre conceptos de automatización y programación en PLC. De esta manera, tenemos un camino eficaz para el diseño y construcción del proyecto. Entre los principales conceptos a revisar, tenemos los sensores, quienes permitirán reconocer los materiales a clasificar en la máquina, también contamos con el concepto de PLC, siendo parte fundamental en el funcionamiento del prototipo. Por otra parte, no debemos olvidar aquellos conceptos de electricidad y manufactura.

1.4.2. Justificación práctica

Se propone implementar conceptos como electricidad, automatización y programación de PLC, para contribuir con el diseño y desarrollo del prototipo. De esta manera se busca aumentar y fortalecer nuestros conocimientos adquiridos provenientes de ciclos pasados.

1.4.3. Justificación social

Se justifica socialmente, en razón de aplicar la indagación social científica en relación al uso de herramientas de la automatización, electricidad y programación. A la vez, se busca establecer un hábito hacia estudiantes, padres y todas las personas sobre la importancia del reciclaje y de manera didáctica mediante el proyecto representar la forma correcta de reciclar.

1.4.4. Justificación económica

Se propone implementar conceptos como electricidad, automatización y programación de PLC para mejorar los hábitos de reciclaje en las personas. De aplicarse el proyecto a gran escala, representará un ahorro en el mantenimiento de los silos donde se depositan los residuos sólidos de toda la ciudad. Además, todos los residuos clasificados correctamente se implementarán en procesos productivos de nuevos productos, de esta forma se presentaría un ahorro considerable en el uso de materiales que pueden conseguirse en aquellos residuos clasificados.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar e implementar una máquina clasificadora de residuos metálicos, plásticos y orgánicos que promueva el reciclaje en Santiago de Surco.

1.5.2. Objetivos específicos

- a. Implementar la estructura mecánica de una máquina clasificadora de residuos metálicos, plásticos y orgánicos que promueva el reciclaje en Santiago de Surco.
- b. Codificar un programa en software LOGO conectado a un PLC para reconocer residuos de origen metálico, plástico y orgánico mediante el uso de sensores.
- c. Incrementar los volúmenes de materiales reciclados con prototipos automatizados que identifican materiales por sus características en Santiago de Surco.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamento teórico

2.1.1. Automatización

La automatización es la correcta implementación de mejoras tecnológicas en determinados procesos productivos repetitivos, logrando así obtener una mayor eficiencia y eficacia a beneficio de la productividad.

2.1.2. Impacto ambiental

Según Alex Pascual (2016), se refiere como, “Arroja un poco de luz sobre el mundo de los residuos y su reciclaje.” (p.14). Reflexión acerca de la gestión de residuos, dándonos a entender que el impacto ambiental es la alteración del medio ambiente por determinadas acciones realizadas por la humanidad. Toda acción que realice el hombre influye y repercute de alguna manera en el medio ambiente, nosotros tenemos la solución de cuidarlo.

2.1.3. Innovación

Desde el punto de vista de Robbins, S. (2018), define la innovación a “una forma de explorar, asumir riesgos y hacer las cosas de manera diferente, de esa forma logramos una mejora de ellos mismos, así como también es posible la creación e implementación de elementos completamente nuevos”. (p.16)

Según Hidalgo (2011), revela que la innovación es un vector estratégico que “permite que la empresa mejore su posición competitiva, en este sentido, las organizaciones deben incorporar dentro de su estrategia acciones inclinadas a gestionar las técnicas de innovación, con el propósito de adquirir capacidad de adaptación en la mejora de procesos”. (p. 99)

2.1.4. Clasificación

Según Pablo Gonzales Casanova (1996), nos dice “las clasificaciones son como instantáneas que fijan géneros y diferencias, órdenes y jerarquías.” (p...) La clasificación es la acción o proceso de organizar y separar de acuerdo a ciertos criterios en común de determinados elementos que tengan una característica en común para formar grupos específicos.

2.1.5. Controlador lógico programable – PLC

Los PLC son controladores lógicos programables, mediante un programa este es programado y configurado de acuerdo a los requerimientos necesarios, asimismo, son considerados también como el “cerebro” ya que de él depende el correcto funcionamiento del proceso.

Pablo A. Daneri (2008) se refiere como "un equipo electrónico, programable por el usuario en lenguaje no informático, y que está destinado a gobernar, dentro de un entorno industrial, máquinas o procesos lógicos y/o secuenciales” (p.15). Esta definición se refiere a que el PLC será el cerebro de un sistema automatizado, para el control de maquinarias en una industria.

2.1.6. Sensores

Un sensor es todo aquel que posee una propiedad sensible a un determinado estímulo o entorno, en la actualidad existen de diferentes tipos, siendo los más conocidos los sensores de proximidad, magnetismo, temperatura, sonido, etc.

Para el concepto, según Probert (2001) se refiere como “In the concept the sensor consists of two parts: a transducer to produce wave energy, and an aperture or antenna to radiate or receive such energy. How-ever these may be integrated into a single component.” (p. 24).

Además, se conoce que en la actualidad son utilizados para captar magnitudes físicas y convertirlas en voltaje analógico medible dándoles una salida por diferentes sistemas, en adición los cambios o variaciones que pueden detectar son de luz, temperatura, distancia entre otras alteraciones del entorno.

2.1.7. Programación

La programación es un proceso en el cual se crean instrucciones en un determinado lenguaje de programación que indicará la correcta ejecución de algún tipo de tarea que un software o máquina.

Ahora bien, según Juganaru Mathieu, M. (2015), la definición de programación lo plantea de la siguiente manera:

Para ejecutar, lo que el usuario desea hacer en su computadora, o bien para resolver un problema específico, este precisa buscar un software que realice o ejecute con exactitud la tarea que se ha planteado o elaborar y desarrollar (escribir) un programa que la realice. El trabajo de elaboración de un programa se denomina “programación”. Pero la programación no es solo el trabajo de escritura del código, sino todo un conjunto de tareas que se deben cumplir, a fin de que el código que se escribió resulte correcto y robusto, y cumpla con el objetivo o los objetivos para los que fue creado. (p. 15)

Con respecto a lo anterior, podemos extraer la oración sobre que la labor que genera un programa, toma como nombre, programación. Esto es curioso, ya que en algunos lugares, el concepto de programación es meramente una acción de controlar un programa.

Sin embargo, Pinto, M. S. M., Monteiro, A. F., & Osório, A. J. M. (2022), la importancia de la programación no solo radica en ayudarnos a resolver percances con respecto al ámbito computacional, sino también de la siguiente forma:

Hoy en día, la programación se considera una nueva alfabetización, fundamental para satisfacer las demandas de una sociedad cada vez más digital, en constante cambio y adaptación. La programación circunda el desarrollo de habilidades asociadas al pensamiento computacional, como la resolución de problemas o el razonamiento lógico. Desde esta perspectiva, aprender a programar incluye habilidades transversales, con el interés de formar ciudadanos activos, con espíritu crítico, creativo y autonomía. (2do párrafo).

2.1.8. Relevadores

Un relevador o relé es un dispositivo electromagnético la cual cumple como la función de un interruptor que permitirán el paso de la corriente eléctrica mediante sus componentes, ya sea para abrir o cerrar circuitos; que serán accionados eléctricamente y no de manera manual.

Agapito Mendoza Romero (2010) define que “un relevador se puede representar por una bobina y un contacto; la bobina recibe la señal de corriente o de potencial del sistema y el contacto, en caso de falla, envía señal del disparo al interruptor correspondiente” (p 14). Los relevadores funcionan con una bobina creando un campo magnético, la cual permitirá mover circuitos para cambiar la posición de los contactos.

2.1.9. Actuadores

Es un dispositivo fabricado para transformar la energía; la cual mediante la recepción de una señal tiene como función generar una fuerza sobre un mecanismo conectado al actuador.

Leonel G. Corono Ramírez, Griselda S. Abarca Jiménez, Jesús Mares Carreño (2014) definen al actuador como "un dispositivo con la capacidad de generar una fuerza que ejerce un cambio de posición, velocidad o estado de algún tipo sobre un elemento mecánico, a partir de la transformación de energía"(p. 25). Actualmente existen varios tipos de actuadores con la finalidad de automatizar procesos para generar mayor productividad en las industrias.

2.2. Antecedentes

2.2.1. Antecedente 1

Proyecto elaborado por estudiantes de la escuela de Ingeniería de Antioquia.

El primer antecedente proyecto elaborado por estudiantes de la escuela de Ingeniería de Antioquia en el año 2013, el nombre del proyecto es "Separador de residuos sólidos". El modelo tiene una sola rampa la cual guía los materiales introducidos hasta una de las tres compuertas que operan independientemente. Estas tres compuertas son destinadas al correcto almacenamiento el primer compartimento destinado para objetos compatibles con la descripción de un plástico, el segundo compartimento destinado para objetos compatibles con la descripción de un objeto orgánico, el tercer compartimento destinado para objetos compatibles con la descripción de un metal.

2.2.2. Antecedente 2

Dispositivo de detección mediante sensores controlados lógicamente para la separación de papeles, plásticos, vidrios y metales.

Bruno uno de los gestores de este proyecto lo describen como “dispositivo de detección mediante sensores controlados lógicamente para la separación de papeles, plásticos, vidrios y metales”. Primero presentan los materiales y dispositivos con los que está conformado el proyecto.

- Sensor inductivo
- Sensor capacitivo
- Sensor óptico
- Tubo de PVC
- Sistema funcional Arduino

La diferencia con el primer antecedente es que este, usa un tubo de PVC para transportar los materiales funcionando como una primera rampa para luego caer en una segunda rampa. La primera compuerta se abre al detectar un objeto compatible con la descripción de un metal, la segunda compuerta se abre al detectar un objeto compatible con la descripción de un objeto orgánico, la tercera compuerta se abre al detectar un objeto compatible con la descripción de un plástico.

2.2.3. Antecedente 3

Proyecto elaborado con sensores capacitivos e inductivos ft. Arduino.

El tercer antecedente es un proyecto realizado por estudiantes del instituto IDAT en Perú en el año 2018. Este sistema cuenta con un funcionamiento similar a los vistos anteriormente. Cuenta con sensores capacitivos e inductivos, los cuales fueron programados con un controlador Arduino programado. La primera compuerta se activa cuando se detecta un objeto compatible con la descripción de un papel. La segunda compuerta se activa cuando se detecta un objeto compatible con la descripción de un plástico. La tercera compuerta se activa cuando se detecta un objeto compatible con la descripción de un metal.

2.3. Componentes

2.3.1. Motores 24v

Es un motor eléctrico de corriente continua, en el cual su funcionamiento es a 24 voltios.

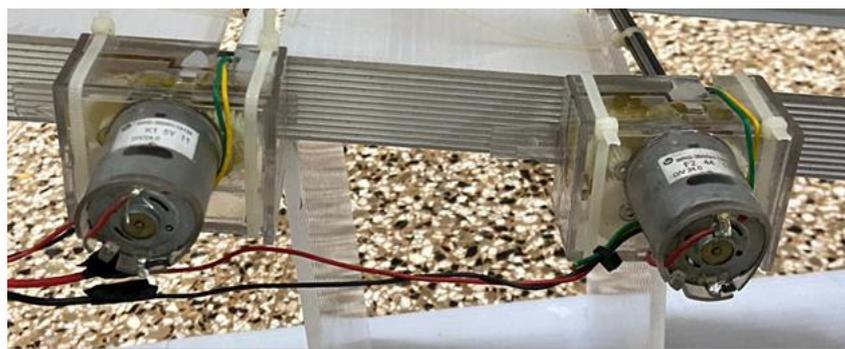


Figura 02: Motor 24 voltios
Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Relé con Base

El relevador o también conocido como Relé es un dispositivo electromagnético que funciona como interruptor por el cual una bobina y un electroimán se acciona permitiendo así abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

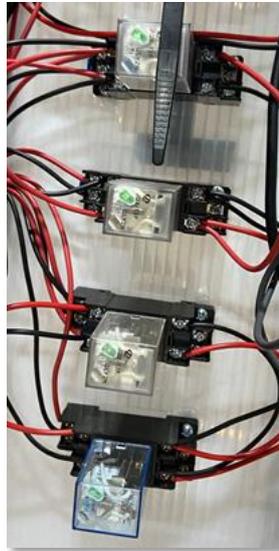


Figura 03: Relé
Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Fuente de 220v a 24v

Es un dispositivo que es utilizado como fuente de voltaje, posee dos terminales encargados de generar el voltaje de salida independientemente de las cargas que pueda recibir proporcionando así energía.



Figura 04: Fuente de 220 voltios
Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Sensor inductivo de 3 hilos tipo PNP

Es un tipo de sensor eléctrico encargado de determinar elementos ferrosos a una determinada distancia.



Figura 05: Sensor Inductivo
Fuente: Elaboración propia

2.3.5. Sensor capacitivo de 3 hilos tipo PNP

Es un tipo de sensor eléctrico encargado de determinar cualquier tipo de material ya sea ferroso o no ferroso a una determinada distancia.



Figura 06: Sensor Capacitivo
Fuente: Elaboración propia

2.3.6. PLC Logo 8 – Sin pantalla

Los PLC son controladores lógicos programables, mediante un programa este es programado y configurado de acuerdo a los requerimientos necesarios, asimismo, son considerados también como el “cerebro” ya que de él depende el correcto funcionamiento del proceso.



Figura 07: PLC Logo
Fuente: Elaboración propia

2.4. Diagrama de flujo

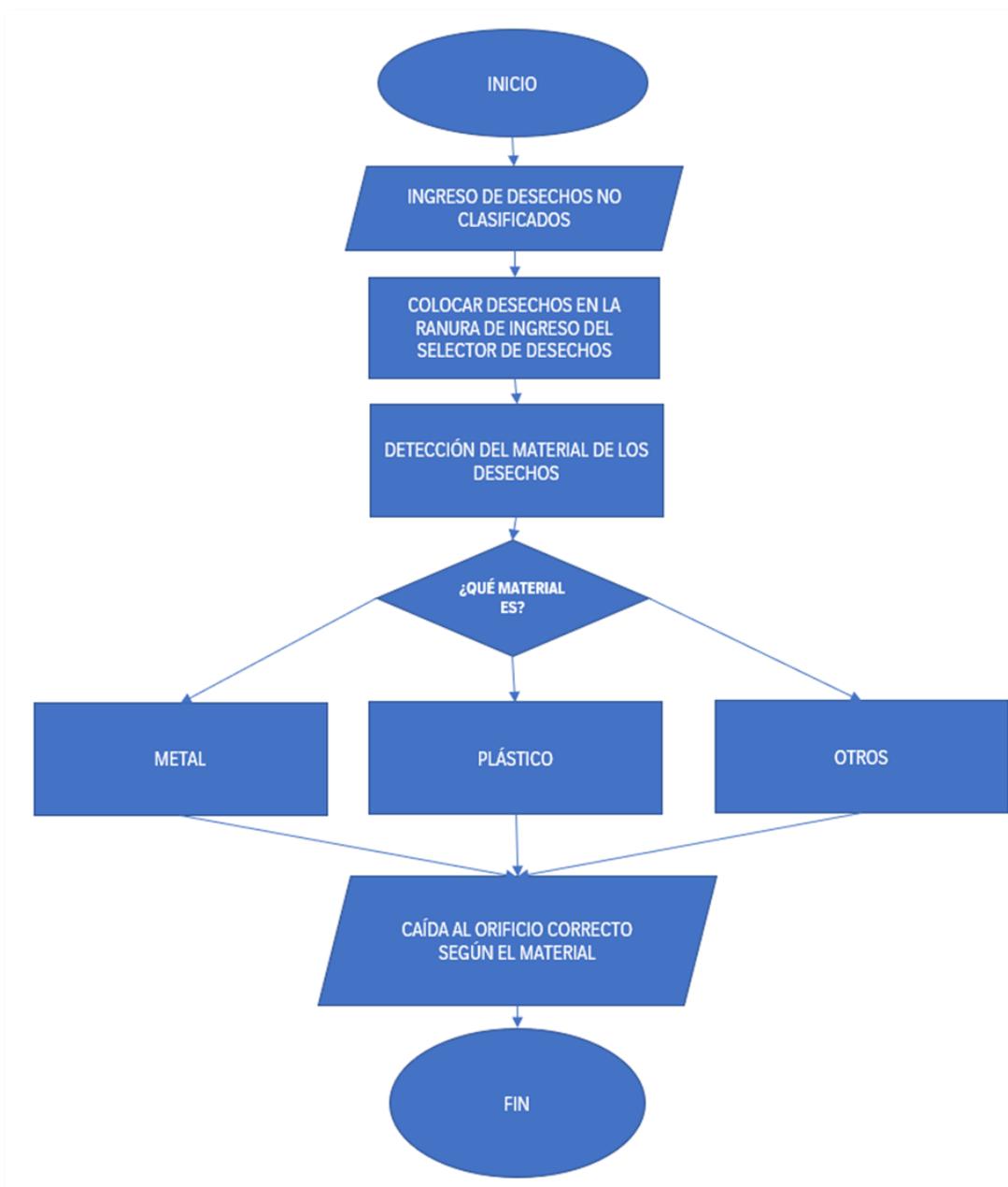


Figura 08: Diagrama de Flujo
Fuente: Elaboración propia

2.5. Fases de elaboración

2.5.1. Fase 1: Planificación

- Concentración del grupo
- Determinación de objetivos
- Definición de requisitos
- Elaboración de diseños
- Aprobación de diseño
- Aceptación de contenidos
- Confirmación del proyecto

2.5.2. Fase 2: Desarrollo

- Arquitectura general
- Definición
- Cotización de componentes
- Compra de componentes
- Armado de estructura
- Instalación de los componentes en la estructura
- Cableado del proyecto
- Programación del PLC

2.5.3. Fase 3: Lanzamiento

- Pruebas del sistema automatizado
- Exposición

3. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA EN SOLIDWORKS

3.1. Diseño 3D de la estructura y componentes del proyecto

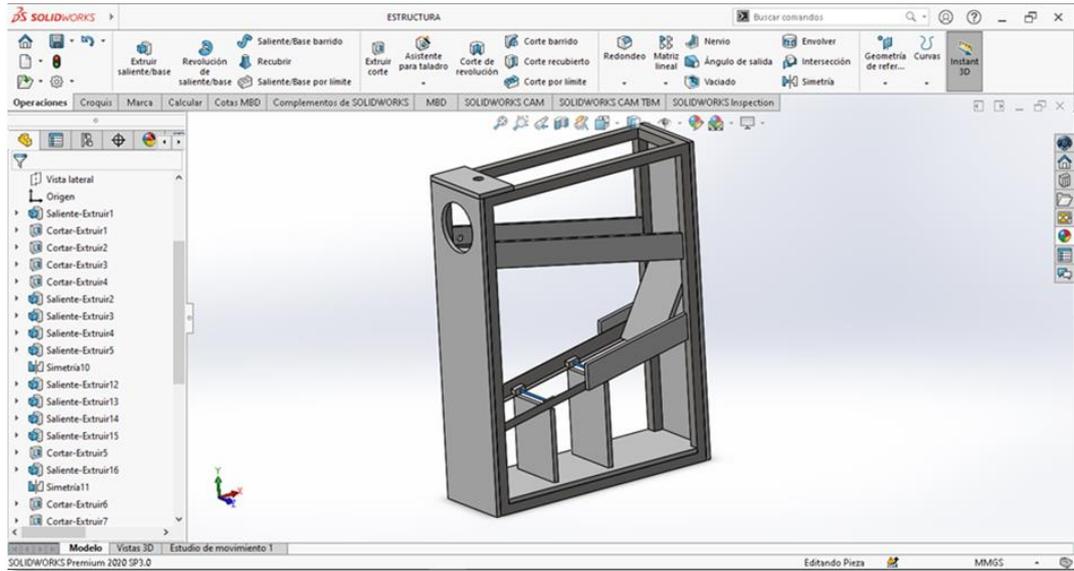


Figura 09: Estructura del proyecto – Solidworks (Vista 1)
Fuente: Elaboración propia

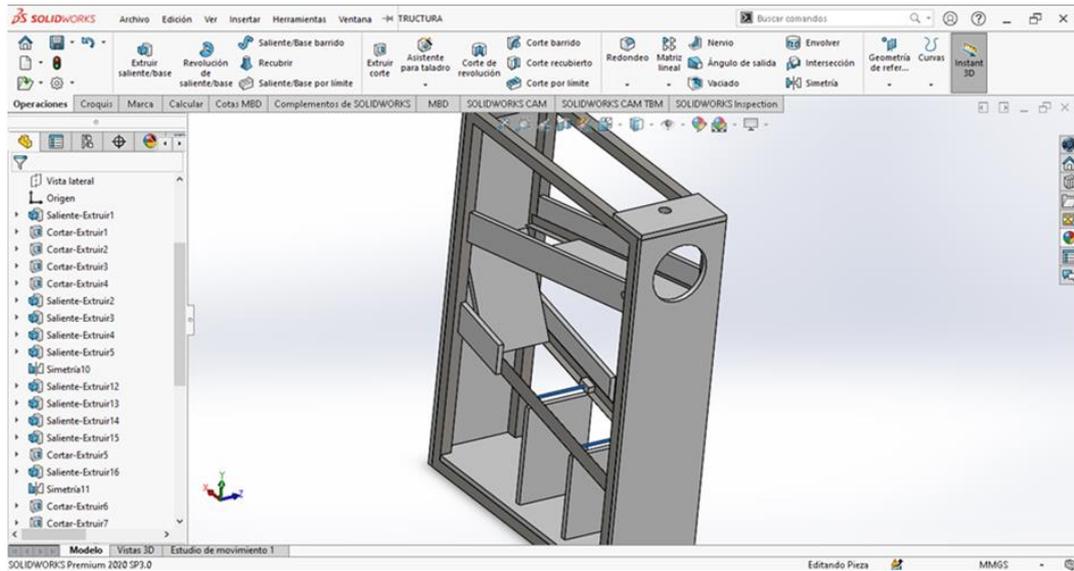


Figura 10: Estructura del proyecto – Solidworks (Vista 2)
Fuente: Elaboración propia

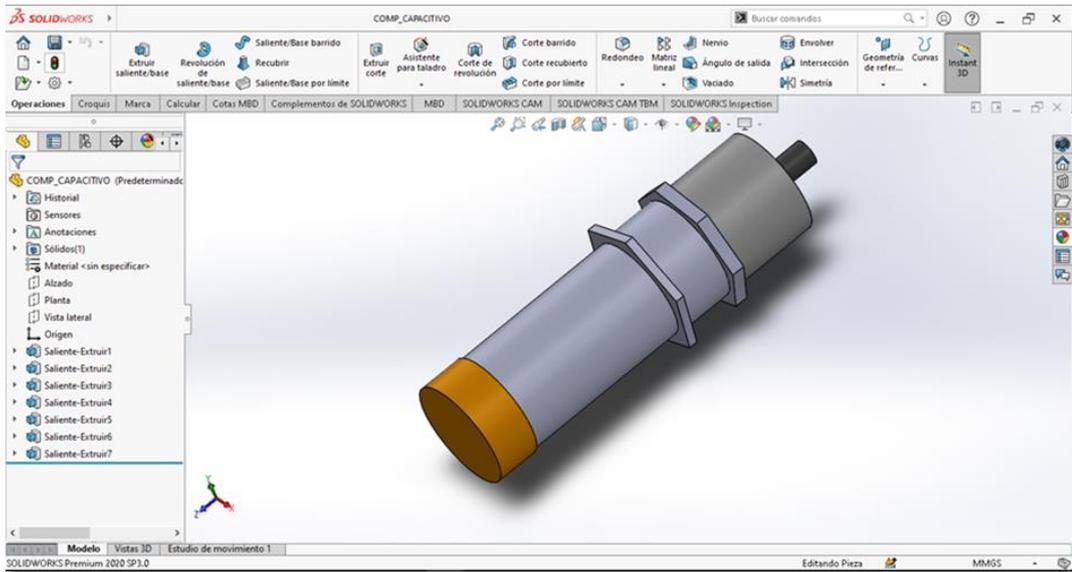


Figura 11: Sensor capacitivo – Solidworks
Fuente: Elaboración propia

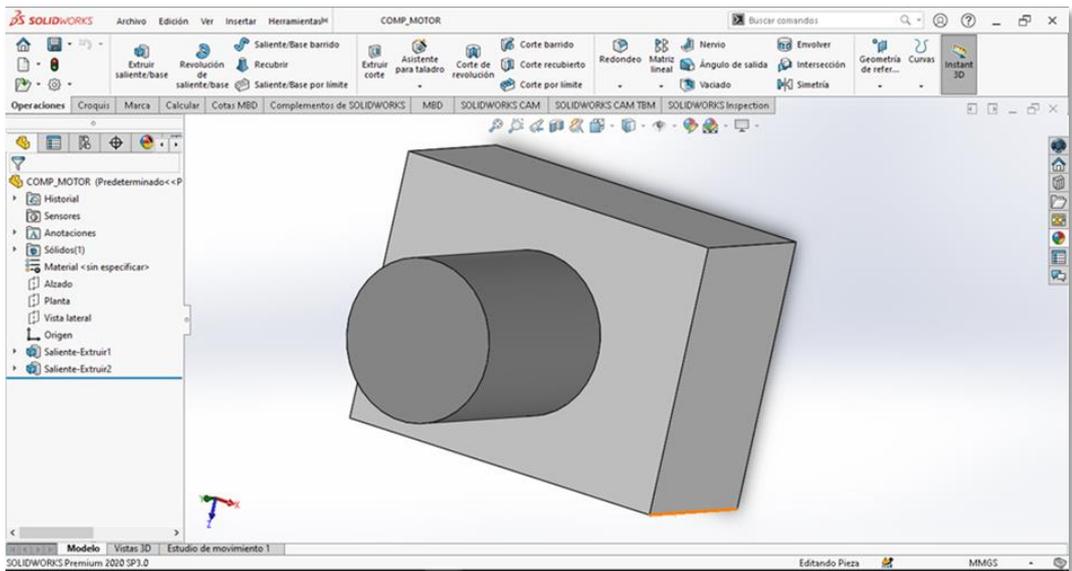


Figura 12: Motor de 24v – Solidworks
Fuente: Elaboración propia

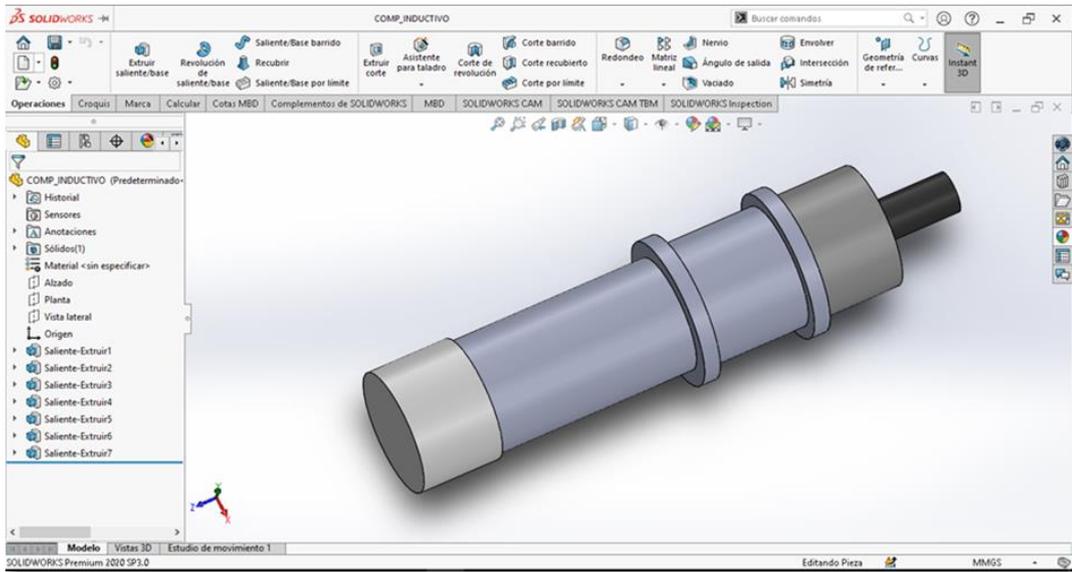


Figura 13: Sensor inductivo – Solidworks
 Fuente: Elaboración propia

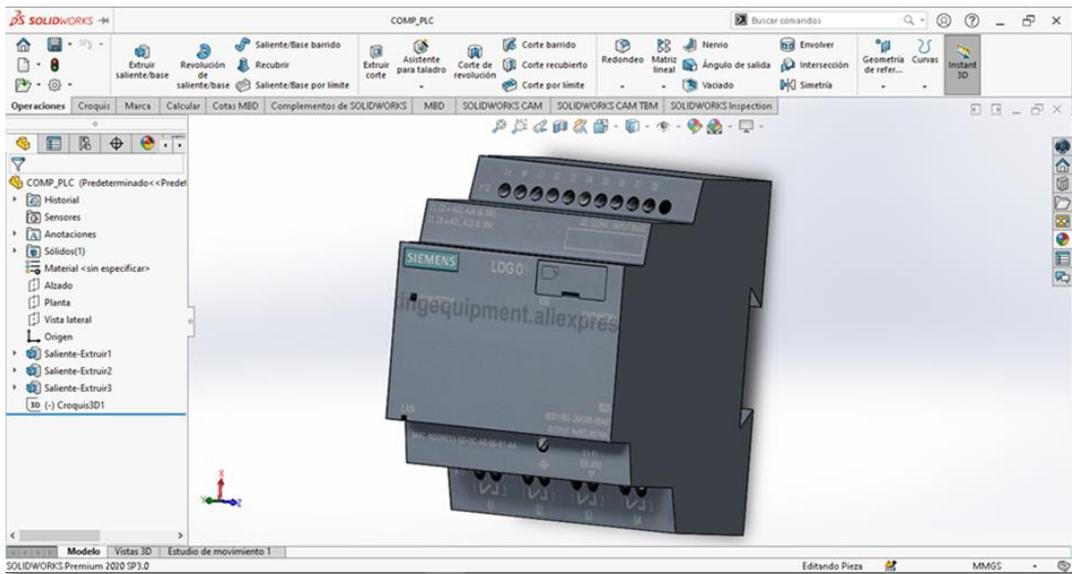


Figura 14: PLC – Solidworks
 Fuente: Elaboración propia

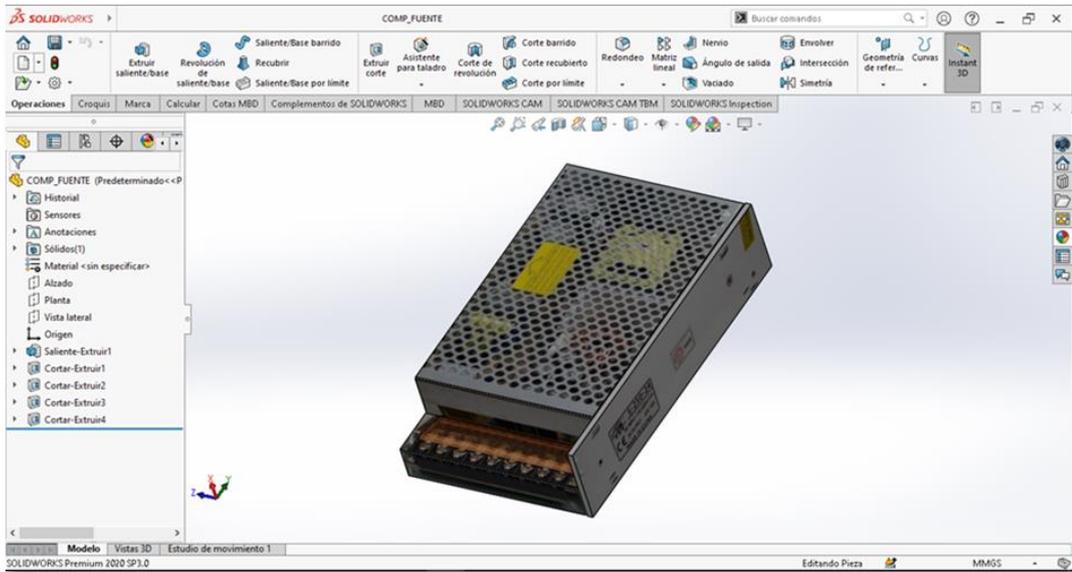


Figura 15: Fuente de poder – Solidworks
Fuente: Elaboración propia

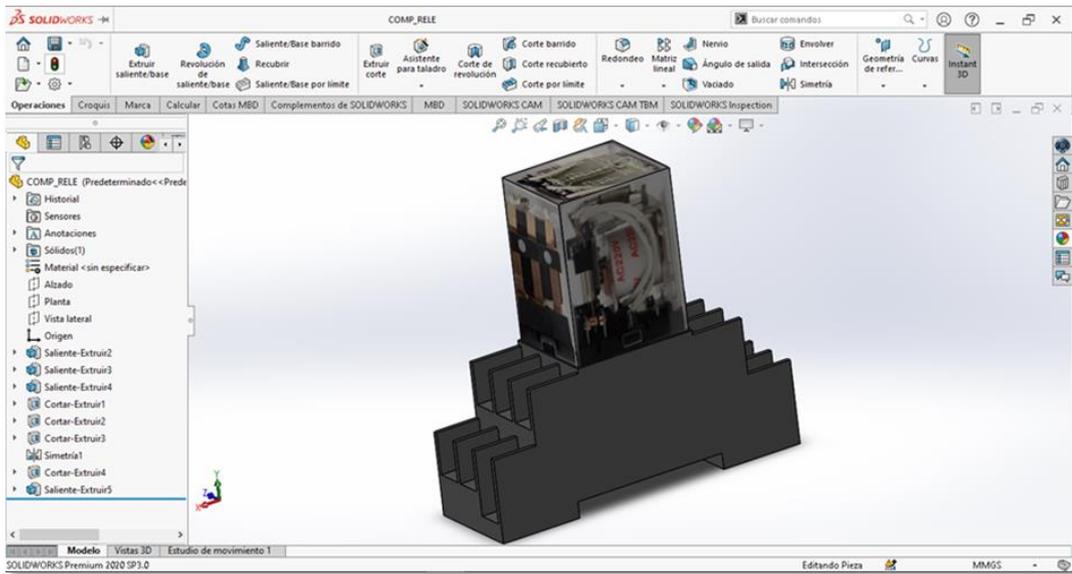


Figura 16: Relé – Solidworks
Fuente: Elaboración propia

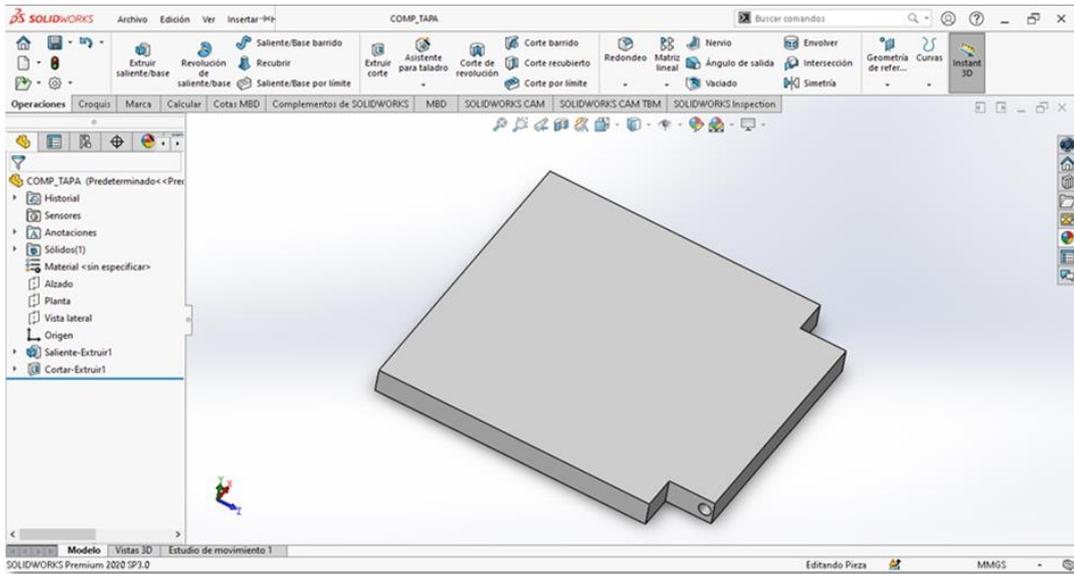


Figura 17: Tapa para la estructura– Solidworks
 Fuente: Elaboración propia

3.2. Diseño 3D del prototipo ensamblado

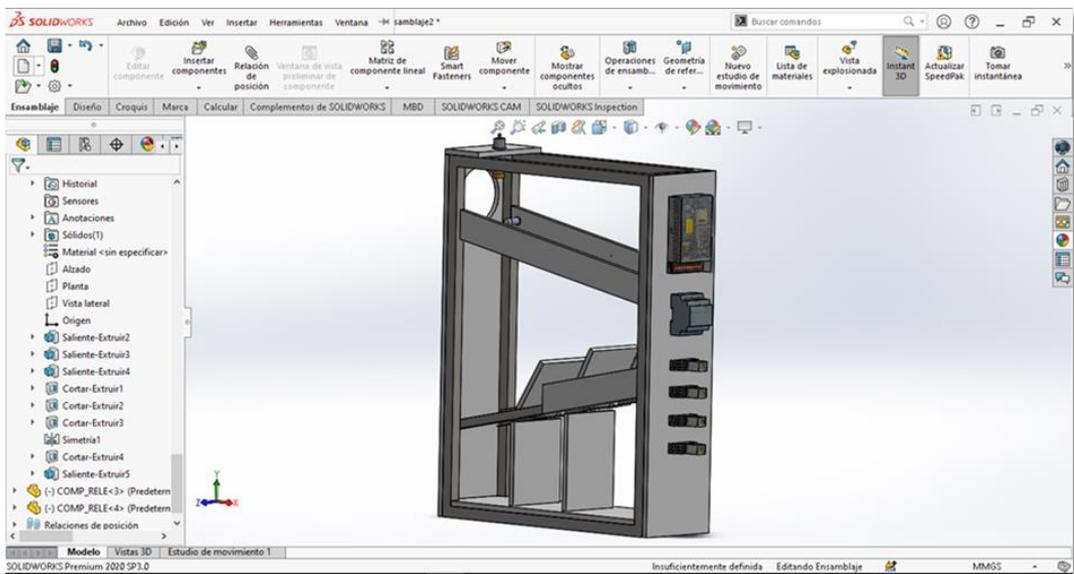


Figura 18: Proyecto ensamblaje – Solidworks (Vista 1)
 Fuente: Elaboración propia

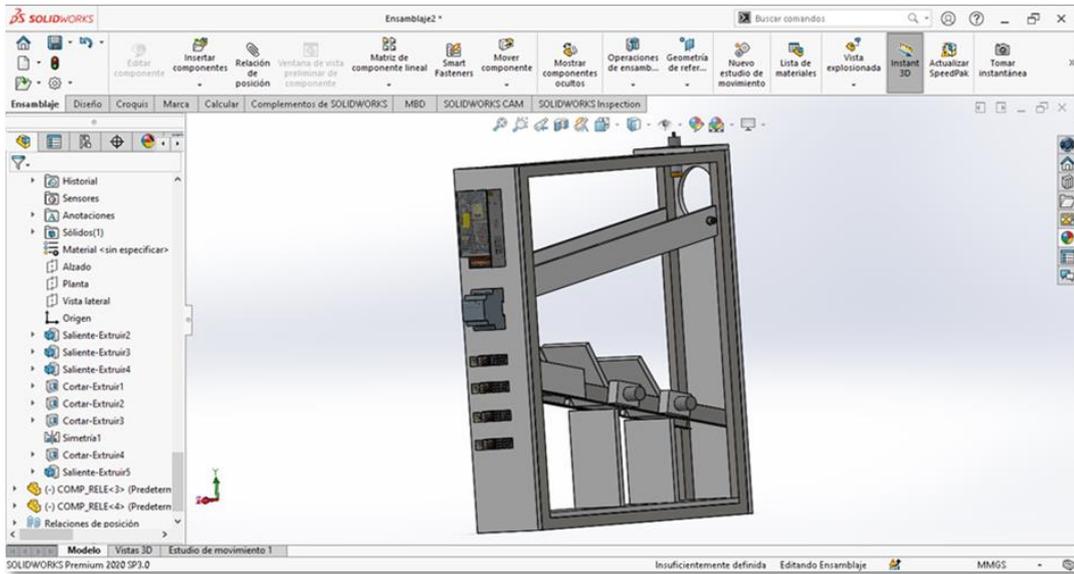


Figura 19: Proyecto ensamblaje – Solidworks (Vista 2)
 Fuente: Elaboración propia

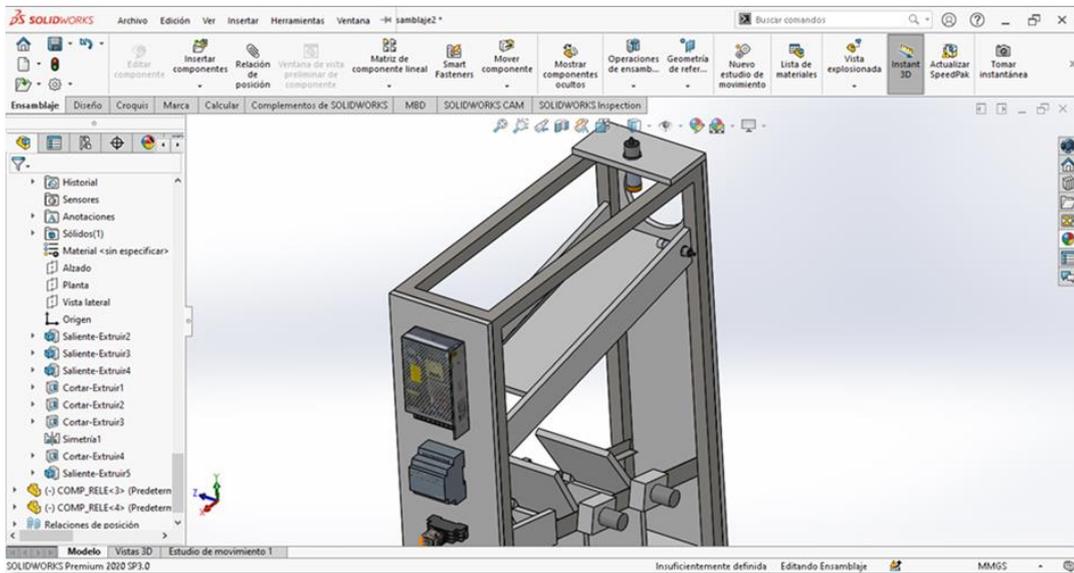


Figura 20: Proyecto ensamblaje – Solidworks (Vista 3)
 Fuente: Elaboración propia

4. DISEÑO DE LA PROPUESTA PARA AUTOMATIZAR EL PROYECTO

4.1. Descripción detallada del proceso propuesto

El primer alcance de la máquina clasificadora de residuos sólidos implementada comprende tres secciones para diferenciar materiales como metal, plástico y papel. El prototipo desarrollado tiene un PLC, el cual tiene la función de ejecutar la programación diseñada previamente. Uno de los elementos que se usó bastante en el proyecto son los sensores.

La forma de detección para los materiales que ingresan a la máquina se da de la siguiente manera; el sensor capacitivo capta los plásticos y además de esta característica, considera también, la masa, tamaño y recorrido, también para el proyecto requerimos de sensores inductivos que detectaban la presencia de materiales ferrosos.

En la creación de este proyecto también jugaron un papel importante los motores capaces de asegurar el funcionamiento continuo de los dispositivos conectados directa o indirectamente al sistema, finalmente los motores paso a paso que convierten pulsos digitales o pulsos eléctricos en un ciclo mecánico.

A continuación, en la imagen se presenta el prototipo del proyecto.



Figura 21: Estructura del proyecto
Fuente: Elaboración propia

El prototipo fue diseñado con el objetivo de que los sensores en mención cumplan con su función de una manera óptima.

4.2. Diagramas de flujo

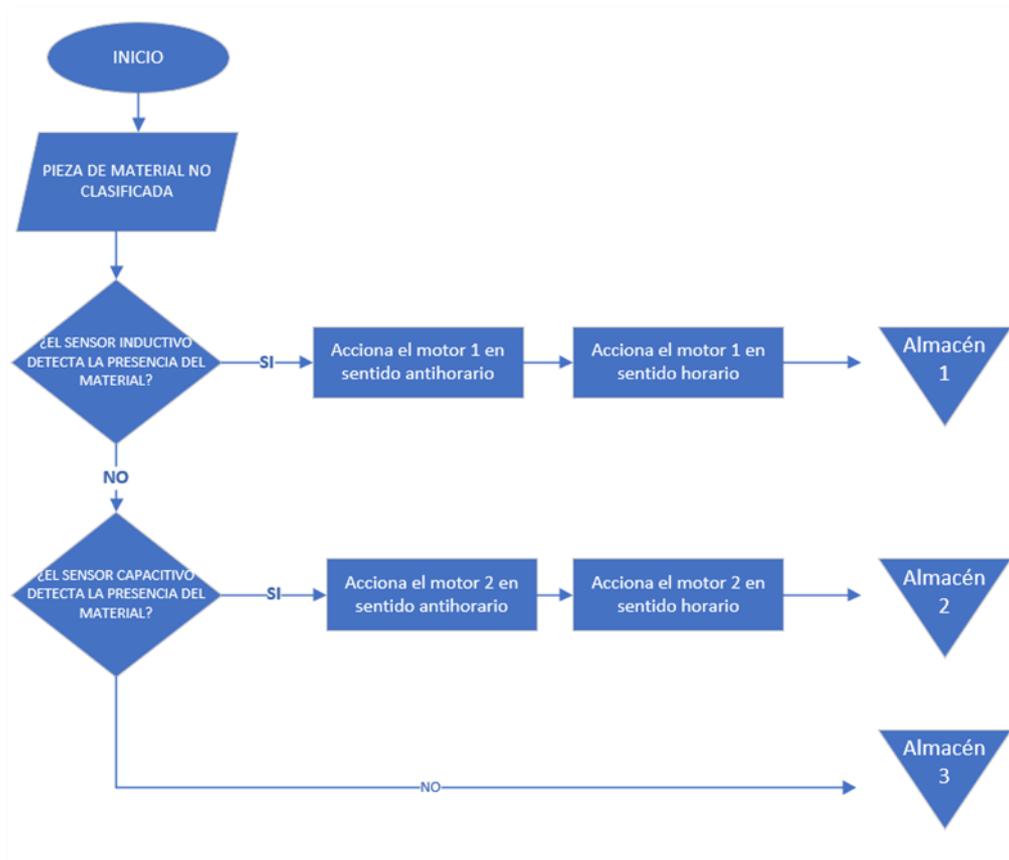


Figura 22: Diagrama de flujo del proceso
Fuente: Elaboración propia

4.3. Diagrama de análisis del proceso

Descripción	Cantidad	Distancia (cm)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones	
				○	➔	D	□	▽		
ingreso de desecho no clasificado	1		2	●						Se ingresaran latas de formas cilindricas
Sensor envía pulso de reconociminto de material en 5	1		5		●					Tocar la lapta con el sensor
Transporte de lata por rampa reconocedora	1		3		●					
Transporte de lata por rampa de selección	1		4		●					
Elebación de compuerta	1		5	●						La compuerta se abrirá mientras la lata va cayendo
Caida de objeto por compuerta de clasificación de material	1		1	●						Después de la caída la puerta se cerrará
Revisar que es el compartimiento correcto	1		5				●			
Almacenar botellas	1		0					●		Revisaremos el tipo de amterial
TOTAL	8	0	25							

Figura 23: DAP del proceso
Fuente: Elaboración propia

4.4. Programación

Para lograr el correcto funcionamiento del proyecto, se necesitó de un PLC con sus respectivas entradas y salidas las cuales fueron programadas mediante el programa LOGO Soft Comfort V8.3.

Como primer paso, es seleccionar “Esquema de Contactos (KOP)” para realizar nuestro esquema eléctrico. Luego se selecciona en la sección de “Instrucciones” la constante “Contacto normalmente abierto” el cual será la entrada I1 para el sensor inductivo. Luego conectamos dos temporizadores los cuales son “Relé de barrido disparado por flancos” (t001 y t002) los cuales estarán conectados con las salidas Q2 y Q1 respectivamente los cuales dan el sentido antihorario y horario a los motores con una duración de impulsos de 1 segundo y el segundo relé con una pausa de 4 segundos.

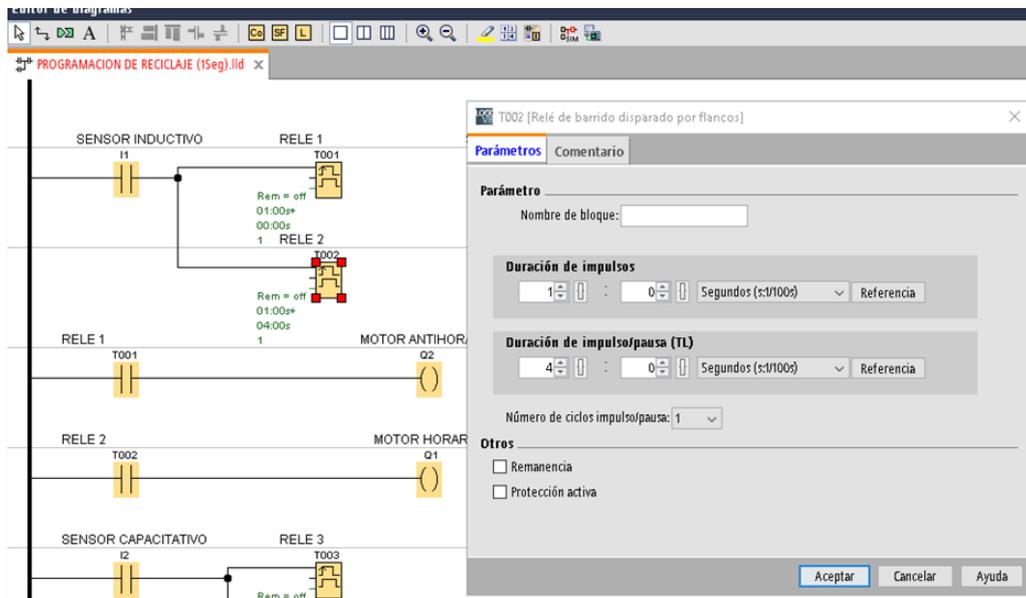


Figura 24: Captura de la programación de los tiempos en el programa LOGO

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se repite dicho procedimiento para el sensor capacitivo, el cual está ubicado en la entrada I2 y con las salidas Q3 y Q4 en el PLC. Es importante tener en cuenta en qué puertos están conectados los componentes para especificar dichas entradas y salidas en el PLC.

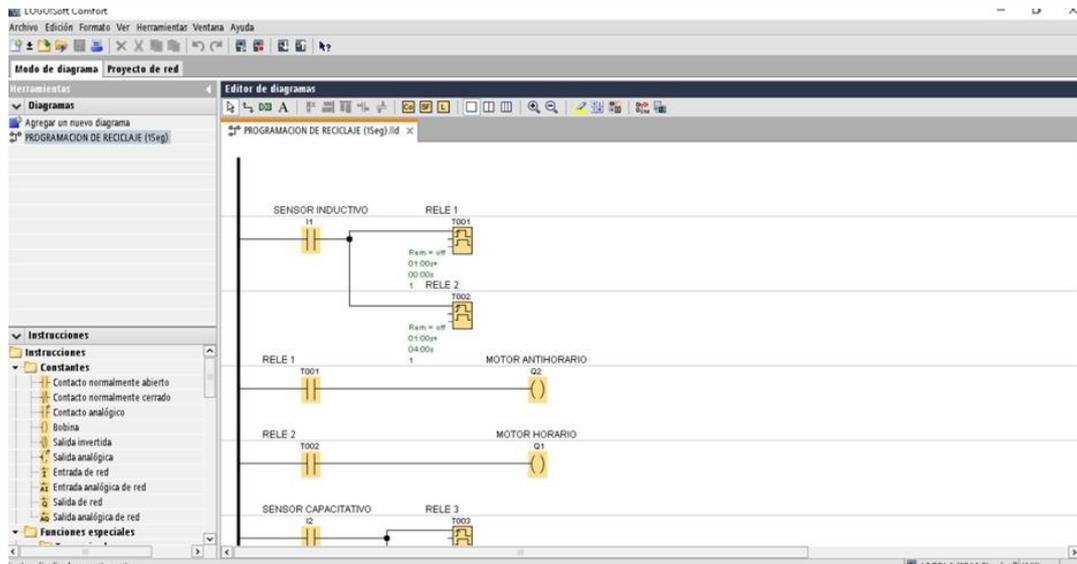


Figura 25: Captura de la programación del PLC en el programa LOGO (Parte 1)
Fuente: Elaboración propia

Se procede a simular en el mismo programa para verificar su correcto funcionamiento, para lo cual solo se selecciona la opción “Simulación” y se encienden las entradas I1 e I2 verificando que el flujo de energía característico de color rojo llegue a las salidas Q1, Q2, Q3 y Q4 dándonos a entender que el programa da un correcto funcionamiento.

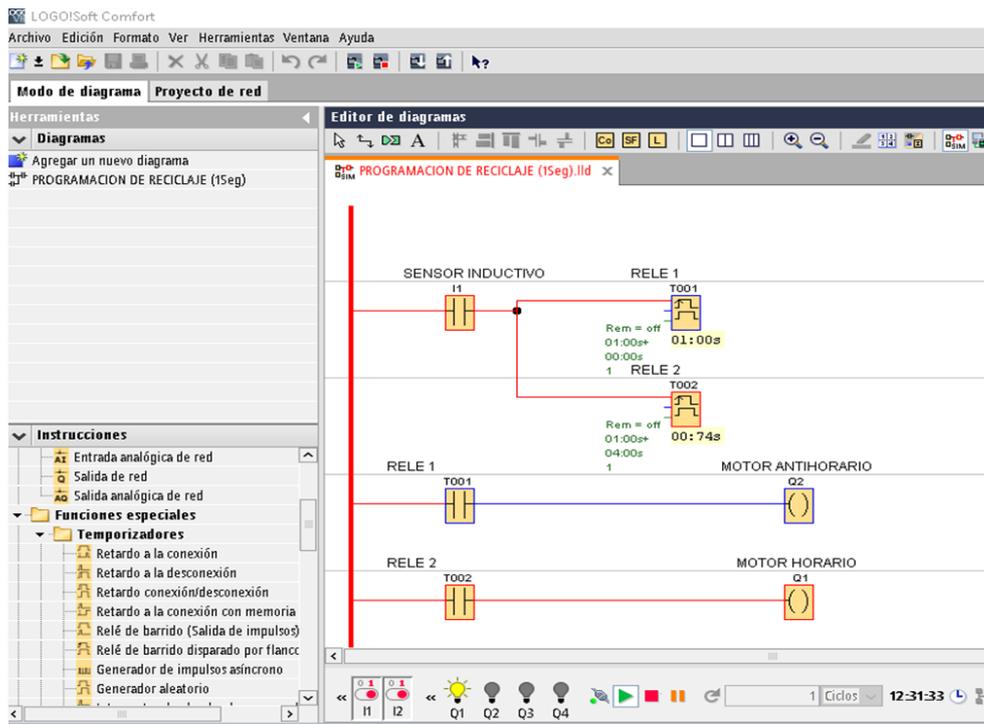


Figura 26: Captura de la programación del PLC en el programa LOGO (Parte 2)
Fuente: Elaboración propia

Una vez que se tiene el esquema correctamente funcional, se procede a transferir el programa al PLC, para lo cual nos dirigimos a la sección “Herramientas -> Transferir -> PC->LOGO!”. Se actualiza para que detecte nuestro PLC el cual se le dio una IP local automáticamente por la laptop que se programaba. Se selecciona nuestro PLC y se le da “Probar”. Una vez enlazado, comenzará a transferir la programación al PLC y enviará un mensaje de que la transferencia se realizó correctamente.

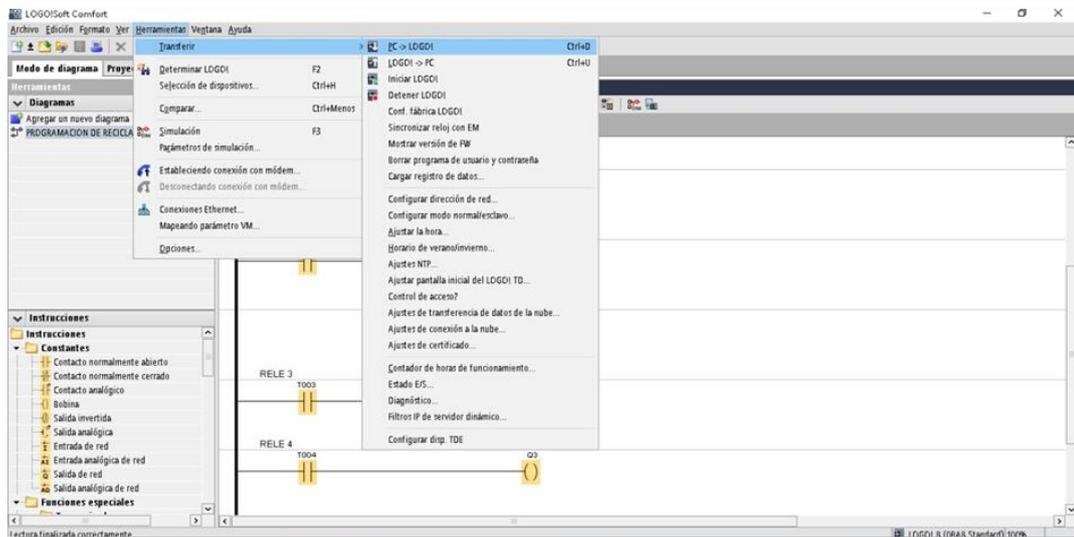


Figura 27: Captura del momento en donde se envía la programación al PLC LOGO (Parte 1)
Fuente: Elaboración propia

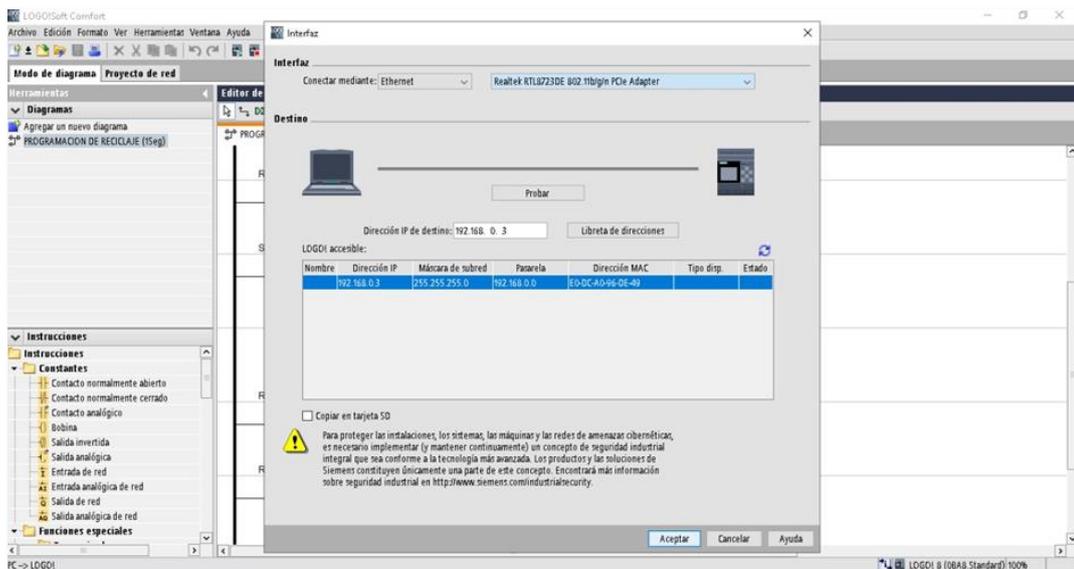


Figura 28: Captura del momento en donde se envía la programación al PLC LOGO (Parte 2)
Fuente: Elaboración propia

5. COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN

5.1. Costos y presupuesto de compra de los componentes

La elaboración de todo el proyecto tuvo un costo total de S/1128.00 soles, siendo un importe adecuado y bajo para todos los beneficios que se obtendrán al implementar nuestra máquina clasificadora de residuos, mismos que son mencionados en el siguiente capítulo.

Tabla 01. Costos de elaboración de la máquina clasificadora de residuos

MAQUINA CLASIFICADORA				
Componente	Características	Cantidad	P.U.	Importe total
Réle	Dispositivo electromagnético que funciona como interruptor en circuitos eléctricos independientes.	4	15	S/60
Motor 24 voltios	Es un motor eléctrico de corriente continua, en el cual su funcionamiento es a 24 voltios.	2	24	S/48
Fuente 220 voltios a 24 voltios	Fuente de voltaje, posee dos terminales encargados de generar el voltaje de salida independientemente de las cargas que pueda recibir proporcionando así energía.	1	40	S/40
Sensor inductivo	Sensor eléctrico encargado de determinar elementos ferrosos a una determinada distancia.	1	55	S/55
Sensor capacitivo	sensor eléctrico encargado de determinar cualquier tipo de material ya sea ferroso o no ferroso a una determinada distancia.	1	50	S/50
PLC Logo	controladores lógicos programables, mediante un programa estos son programados y configurados de acuerdo a los requerimientos necesarios.	1	430	S/430
Cable ethernet	Cable de red para conectar a un rout	1	10	S/10
Estructura	Estructura metálica.	1	300	S/300
Adicionales	Cables, herramientas y seguros de plásticos.	1	100	S/100
TOTAL				S/1,093

Fuente: Elaboración propia

6. BENEFICIOS

Los beneficios de la implementación de una máquina clasificadora de residuos metálicos, plásticos y papeles, generarían una cultura de reciclaje en las próximas generaciones, creando así un futuro sostenible y eco amigable.

Las ventajas del proyecto serían las siguientes:

- Alternativa interactiva de reciclaje, pues al ser un proceso automatizado simple sería vistoso para los niños.
- Concientizar a las personas a que aprendan a reciclar de manera constante.
- Apoyo fundamental en preservar el medio ambiente.
- Generar ahorro en distintos puntos, pues para la elaboración de plásticos se utilizan máquinas que requieren gran cantidad de energía eléctrica, de esta manera se ahorraría agua y sería rentable a largo plazo.
- Minimizar los costos de materia prima que elaboraron el producto que ahora está siendo desechado.

6.1. Beneficios para la industria

- Disminuyen los costos de producción.
- Minimiza la contaminación ambiental.
- La emisión de Dióxido de Carbono mermaría considerablemente.
- En cuanto a los residuos de plástico, se procesan por una máquina de para la obtención de derivados como: aceite plástico y diésel por unidades de destilación de petróleo crudo.
- Los residuos metálicos pueden evitar el uso de nuevas materias primas y energía, ya que según datos de la European Metal Packaging (EMPAC), el acero elaborado al 100% a partir de chatarra precisa de un 75% menos de energía que el producido de materia prima virgen.

6.2. Beneficios para la humanidad

- Evitar reducir los residuos que contaminan el medio ambiente.
- Evita la explotación masiva de los recursos ambientales mediante la reutilización de productos ya procesados y desechados después de su uso.
- Minimizar los costes de producción cuando se obtengan a partir del reciclaje.
- La oportunidad de disfrutar de una economía sostenible y menos contaminante. Materia prima en el reciclaje de productos desechados.

7. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Según el Ministerio del Ambiente (Minam), en el 2018, busca que todos tomen conciencia de la importancia de tratar los residuos de forma adecuada, minimizando la generación de residuos, reutilizando y aprovechando aquellos que tienen valor comercial y pueden ser convertidos en nuevos productos. En el Perú hay enormes oportunidades de aumentar el reciclaje, pues solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables que se generan.

Viendo la estadísticas e información que obtenemos de los estudios realizados por la Minan, este proyecto, está diseñado para que sea una idea de implementación en colegios, institutos y universidades con el fin de inculcar la importancia y los grandes beneficios que puede traer este sistema de reciclaje con este selector de materiales de residuos sólidos.

Este proceso en el que materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas

El reciclaje industrial se puede hacer mediante elementos como botellas, latas, papel o metales. Para esto, algunas industrias realizan ciertos procesos que les permiten conseguir productos totalmente limpios y nuevos, que vuelven al mercado.

El fin del reciclado mediante nuestro selector de materiales de residuos sólidos es buscar una solución al problema de la acumulación de residuos y aumentar el porcentaje de aprovechamiento de los mismos que se encuentra bajos y pueden ser mejores, ya sea que se recuperen de manera directa o indirecta.

La importancia del reciclaje no sólo se extiende a la preservación de las materias primas, sino también a la reducción de la energía necesaria para la fabricación de diversos productos.

Debido a la actual problemática de manejo incorrecto de desechos sólidos, se buscó la manera de lograr una optimización implementando una automatización al actual proceso de reciclaje, en donde por medio de nuestra máquina clasificadora se busca darle una segunda oportunidad a botellas, latas, papeles, ya sea como materias primas o como productos renovable. Recordemos que el uso de productos reciclados disminuye el consumo de energía, reduciendo así la emisión de CO₂, minimizando los niveles de efecto invernadero y lluvia ácida ocasionada por este gas.



Figura 29: Foto del Equipo – (De izquierda a derecha): Franco Moreno, Miguel Taipe, Jesus Arango, Lorena Vela, Leonel Guerrero, Carlos Languasco, Gerardo Ríos, Luigui Gonzaga y José Loza
Fuente: Elaboración propia



Figura 30: Máquina clasificadora de residuos
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Mediante este proyecto logramos diseñar, construir y automatizar una máquina clasificadora de residuos, permitiendo así facilitar el proceso del reciclaje optimizando y a su vez apoyando al manejo correcto de desechos.
2. Se logró implementar un prototipo de la estructura de la máquina clasificadora de residuos ya que por el momento solo clasifica materiales pequeños (del tamaño de una mano).
3. Mediante el programa LOGO! Se logró programar el proyecto de manera exitosa para que cumpla su función de clasificación de residuos. Se podría decir que la programación fue sencilla y se utilizaron componentes básicos.
4. Se logró incrementar los volúmenes de materiales reciclados con el prototipo automatizado a escala pequeña dando a entender que si es funcional la máquina clasificadora y que se podría realizar un diseño a escala mayor para que soporte mayores pesos y tamaños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Xavier Elias, (2009). El reciclaje de residuos industriales, Diaz De Santos.

Brayan Garcia Vineza, (2019). El reciclaje como mecanismo para vivir en un ambiente sano, Editorial Académica Española.

Pablo A. Daneri (2008). PLC Automatización y Control Industrial.

Leonel G. Corono Ramírez, Griselda S. Abarca Jiménez, Jesús Mares Carreño (2014). Sensores y actuadores. Aplicaciones con Arduino.

Ing. Agapito Mendoza Romero (2010). Protección por Relevadores a Sistemas de Potencia.

Bocangel Weydert, G. A., Rosas Echevarría, C. W., Bocangel Marín, G. A., Perales Flores, R. S., & Hilario Cardenas, J. R. (2021). Ingeniería Industrial, Ingeniería de Métodos I. Huánuco.

García M. E, (2020). Automatización de Procesos Industriales. Universidad Politécnica de Valencia

Bocangel Weydert, G. A., Rosas Echevarría, C. W., Bocangel Marín, G. A., Perales Flores, R. S., & Hilario Cardenas, J. R. (2021). Ingeniería Industrial, Ingeniería de Métodos I. Huánuco.

García Moreno, E. (2020). Automatización de Procesos Industriales. Universidad Politécnica de Valencia

Alex Pascual (2016). Stop Basura, la verdad sobre reciclar.

Pablo González Casanova (1996). Clasificaciones y definiciones

Juganaru Mathieu, M. (2015). Introducción a la programación. México D.F, Mexico: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliourp/39449>

Pinto, M. S. M., Monteiro, A. F., & Osório, A. J. M. (2022). PENSAMIENTO CRÍTICO, CREATIVIDAD Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA SOCIEDAD DIGITAL. [CRITICAL THINKING, CREATIVITY AND COMPUTATIONAL THINKING IN THE DIGITAL SOCIETY] Prisma Social, (38), 1-4. <http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/scholarly-journals/pensamiento-crítico-creatividad-y-computacional/docview/2708789901/se-2>

Solo aprovechamos El 1% DE residuos orgánicos e inorgánicos Que generamos. (s/f). COMEX - Sociedad de Comercio Exterior Del Perú. Recuperado de: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/solo-aprovechamos-el-1-de-residuos-organicos-e-inorganicos-que-generamos>

Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. (2021). Indicadores de Resultados de los Programas Presupuestales 2020. Recuperado de: <http://proyecto.inei.gob.pe/enapres/wp-content/uploads/2021/04/ENAPRES-Indicadores-de-Programas-Presupuestales-2020.pdf>

Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos. (2021). Indicadores RSS Año 2022. Recuperado de: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZmU4ZmYyZjEtZmEzZi00YzJlThiNzktMWEzMmJlMDFjMzdhlwidiCI6IjBlMmFiZjRlWExZjUtNDFlZi1iOWE0LWM5YWE2ZGQ1NTE4MCI9&pageName=ReportSection>

Decreto Legislativo N° 1278 .- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, (2016) (Testimonio por el Congreso de la República). Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-gestion-integral-residuos-solidos#:~:text=El%20presente%20Decreto%20Legislativo%20establece,la%20gesti%C3%B3n%20y%20manejo%20de>