



**UNIVERSIDAD  
MODELO**  
INGENIERÍA

**MODELO D+i**  
**FASE I: Preparación y**  
**planeación**  
Punto de control  
**#PC0 Y #PC1**

---

## Índice PC0 Y PC1

Datos Generales:	2
Resumen:	2
Problema:	2
Investigación previa:	3
Ideas del proyecto:	8
Objetivos:	8
Organización del equipo:	8
Diseño del proyecto:	9
Etapas:	10
Características:	11
Delimitaciones	13
Bibliografía:	15
Presupuesto:	16

## Datos Generales:

**Equipo:** Binario.

**Carrera:** Ingeniería Automotriz.

**Semestre:** Primer Semestre.

**Materias:** Proyectos I, Electricidad y magnetismo y Probabilidad y Estadística.

**Profesores:** Vanessa Cob Gutiérrez., Emmanuel Caamal Chan, Alberto Gabriel Vega Poot.

## Resumen:

Los electroimanes son tipos de imán muy utilizados debido a sus propiedades magnéticas y a sus múltiples posibilidades de uso. Están constantemente presentes en nuestro entorno, tanto en nuestro hogar como en nuestro lugar de trabajo. El electroimán es una herramienta muy importante en la actualidad utilizada en diversos campos como en la salud en la respiración artificial y dosificadores, radiografías y radiología general, sistemas de diálisis, resonancias magnéticas. Entre muchas otras aplicaciones. Un electroimán se caracteriza, por una parte, por su efecto magnético y por otra parte por depender de una fuente de alimentación de energía eléctrica. Si está desconectado de la fuente eléctrica, su campo magnético desaparece. La intensidad del campo magnético y por lo tanto del electroimán está regulada directamente por la corriente. Este tipo de imanes tienen una potencia elevada y un consumo moderado de energía. Están disponibles en varias formas y tamaños para un amplio abanico de aplicaciones y usos.

Es un tipo de imán artificial, que tiene las mismas características que uno convencional. Pero agrega la capacidad de activar y desactivar el magnetismo a través de un suministro de corriente eléctrica. Un dato interesante y por lo que son muy utilizados, es porque la fuerza del magnetismo puede ser controlada con la cantidad de corriente, ya que a mayor corriente mayor fuerza magnética.

## Problema:

Este proyecto se desarrolla con el objetivo de integrar conocimientos de diversas áreas de la ingeniería, permitiendo que el alumno aplique conceptos teóricos en un contexto práctico que resuelva una problemática específica. En este caso, el proyecto busca diseñar y construir un electroimán funcional, lo que implica la integración de tres materias clave: Electricidad y Magnetismo, Probabilidad y Estadística, y Proyectos. La

finalidad es que el estudiante logre comprender y manejar los principios de cada una de estas disciplinas para el desarrollo de un dispositivo que demuestre los principios magnéticos y su control.

En el desarrollo de un proyecto para la construcción de un electroimán, se busca integrar de manera efectiva los conceptos de electricidad y magnetismo con probabilidad y estadística. El objetivo es diseñar un electroimán que funcione de manera confiable en diversas condiciones y que tenga la capacidad de sostener objetos metálicos de diferentes pesos y tamaños. Sin embargo, existen múltiples factores que introducen incertidumbre en el rendimiento del electroimán, tales como la calidad de los materiales utilizados, las fluctuaciones en la corriente eléctrica y las condiciones ambientales durante su operación.

Se plantea combinar conceptos de electricidad mediante la creación de un circuito eléctrico que incorpore un componente electromagnético. Este elemento tendrá la capacidad de sostener objetos metálicos y, posteriormente, realizar un lanzamiento en trayectoria parabólica. Un problema que podría surgir en este proyecto es la variabilidad en la fuerza del electroimán debido a factores aleatorios, como fluctuaciones en el voltaje, la resistencia del circuito y las propiedades del material magnético. Estos factores pueden afectar la capacidad del electroimán para sostener o liberar objetos metálicos de manera consistente, lo cual se convierte en un reto al intentar predecir y controlar el comportamiento del sistema.

Electricidad y Magnetismo ofrece los fundamentos para entender el funcionamiento del electroimán, desde el flujo de corriente hasta la generación de campos magnéticos. Esta materia permite que el estudiante conozca los principios básicos del electromagnetismo y cómo se aplican en un circuito, además de la importancia de componentes eléctricos, como el interruptor y las resistencias, en el control y seguridad del dispositivo.

Probabilidad y Estadística contribuye al análisis de datos generados por el funcionamiento del electroimán, como la fuerza de atracción en función de la distancia y la eficiencia energética. El estudiante aprende a recolectar y analizar estos datos, interpretando los resultados para realizar mejoras en el diseño. A través de la estadística, se logra una comprensión detallada de la variabilidad en el rendimiento del dispositivo, permitiendo

ajustar parámetros para optimizar su funcionamiento.

Finalmente, la materia de Proyectos proporciona al estudiante las herramientas para planificar, organizar y ejecutar el desarrollo del electroimán. Esta disciplina fomenta la gestión efectiva del tiempo, el uso adecuado de recursos, y la identificación de riesgos y problemas que puedan surgir durante la implementación.

Al diseñar el electroimán, el equipo enfrenta la dificultad de predecir con precisión cómo factores como fluctuaciones en la corriente, variaciones en la resistencia del alambre y diferencias en las propiedades de los materiales afectan su capacidad para sostener objetos de manera constante. Este problema requiere el uso de estadística para analizar y modelar estas variaciones, estableciendo una probabilidad de éxito para la sujeción de distintos tipos de objetos.

### Investigación previa:

El electroimán es un tipo de imán que genera un campo magnético a través de una corriente eléctrica. Es decir, un electroimán funciona como un imán artificial que comparte las mismas características que uno convencional, pero añade la capacidad de activar y desactivar su magnetismo mediante el suministro de corriente eléctrica. Un aspecto interesante y una de las razones de su amplia utilización es que la fuerza del magnetismo puede controlarse ajustando la cantidad de corriente: a mayor corriente, mayor es la fuerza magnética.

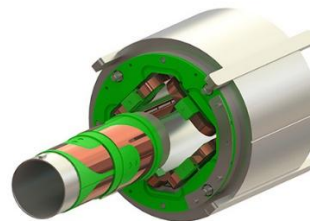
Existen varios tipos de electroimanes:

- **Electroimán:** Es un tipo de imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica, desapareciendo en cuanto cesa dicha corriente. (Imagen 1.0).



1.0 Electroimán

- **Electroimán resistivo:** Está compuesto por un hilo conductor, comúnmente de cobre, enrollado alrededor de un núcleo de hierro. Genera un campo magnético gracias a la circulación de corriente eléctrica, aunque este tipo de electroimán requiere un consumo eléctrico considerable y suele generar recalentamiento. (Imagen 1.1)



1.1 Electroimán resistivo

- **Electroimán superconductor:** Este tipo incluye los imanes más potentes, fabricados con bobinas de cables superconductores, de ahí el término “superconductores”. Los imanes producidos por bobinas superconductoras reducen las pérdidas mecánicas en la producción de energías alternativas

(Imagen

1.2).



### 1.2 Electroimán superconductor

- **Electroimán híbrido:** Combina imanes resistivos y superconductores. Para crear un imán de alta potencia, se construye un imán resistivo dentro de un imán superconductor.

El funcionamiento de un electroimán se basa en los dominios magnéticos presentes en el núcleo de hierro. Estos actúan dominios como pequeños imanes que, en ausencia de corriente eléctrica, se distribuyen en direcciones diferentes y se anulan entre sí. Sin embargo, al recibir corriente, los dominios magnéticos se alinean y se genera el campo magnético.

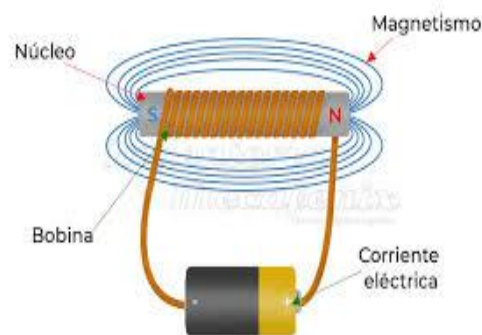
Los electroimanes se emplean en múltiples contextos que requieren un campo electromagnético variable, como grúas, embragues y frenos de automóviles, interruptores y motores. También se utilizan en trenes de levitación magnética para lograr la levitación. No todos los electroimanes tienen la misma capacidad de atracción en cuanto al peso máximo; uno hecho en casa, por ejemplo, solo puede sostener objetos livianos. En general, las aplicaciones de estos componentes abarcan cualquier función que aproveche el magnetismo y se aplican en distintos ámbitos, como:

- **Electrónica:** Ejemplos comunes en este ámbito son relevadores, electroválvulas, discos duros y sistemas de bloqueo de puertas.
- **Hogar:** Se encuentran en timbres antiguos y en electrodomésticos como lavadoras, refrigeradores, sistemas de audio, hornos de microondas y cerraduras electrónicas.

- **Medicina:** Aunque resulte sorprendente, los electroimanes también tienen aplicaciones en el ámbito médico, como en bombas de infusión y resonancias magnéticas.
- **Industria:** Dentro de la industria existen innumerables aplicaciones, que varían según el sector. Algunos de los usos más comunes son en líneas de ensamblaje, robótica, generación de energía, elevación de metales pesados, separación de materiales magnéticos y frenos automotrices como los ABS.

El electroimán se compone de diversas partes esenciales para su funcionamiento (Imagen 1.3). A nivel teórico, un electroimán es un dispositivo sencillo que cuenta con tres partes indispensables:

- **Núcleo:** Una pieza metálica que amplía el campo magnético generado.
- **Bobina:** La parte encargada de generar el magnetismo, generalmente un alambre de cobre enrollado alrededor del núcleo.
- **Alimentación:** Un electroimán no puede generar un campo magnético sin una corriente eléctrica.



### 1.3 Partes del electroimán

El funcionamiento de un electroimán es bastante básico. Cuando un flujo de electrones pasa a través de un conductor, se genera una corriente eléctrica, y junto con esta también se produce un flujo magnético. Es decir, la corriente eléctrica y el

magnetismo están interrelacionados, de modo que, si se pasa corriente por un conductor, también se genera un campo magnético.

Para que el sistema de electroimán funcione se debe considerar un interruptor que pueda encender y apagar su funcionamiento. El diseño de un interruptor simple para un electroimán consiste en un circuito eléctrico que permite controlar la activación y desactivación del electroimán. Este interruptor, proporciona la corriente eléctrica necesaria para generar el campo magnético del electroimán, lo que a su vez le permite sostener objetos metálicos.

Para desarrollar un circuito de encendido y apagado del electroimán, la Ley de Ohm resulta fundamental, ya que proporciona la base para entender la relación entre el voltaje, la corriente y la resistencia del circuito. Esta ley, expresada mediante la fórmula:

$$V = I R$$

#### 1.4 Fórmula de Voltaje en la ley de Ohm

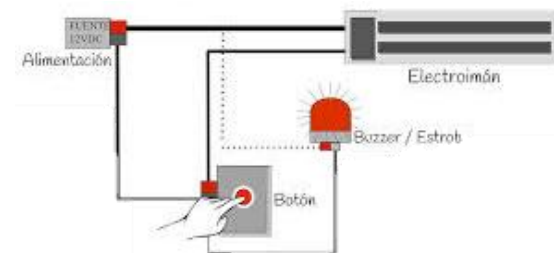
ayuda a determinar los valores adecuados de voltaje y resistencia para controlar la corriente que activa o desactiva el electroimán.

La función de este circuito es permitir el paso de corriente cuando se desea encender el electroimán, generando el campo magnético necesario, y detener dicho flujo cuando el electroimán debe apagarse. Para lograr este control, se requiere un diseño de circuito adecuado que incluya el uso de interruptores y otros componentes básicos.

El conocimiento y uso de diagramas de circuitos también resulta fundamental en el desarrollo de este proyecto. Los diagramas permiten visualizar de forma clara la disposición de componentes como la fuente de alimentación, el interruptor y el electroimán, facilitando su ensamblaje y comprobación. Mediante estos esquemas, se puede planificar la instalación de las resistencias necesarias para regular la corriente según la Ley de Ohm y así proteger el sistema.

Además, el diseño del circuito puede incluir elementos adicionales para controlar automáticamente el encendido y apagado del electroimán. Estos componentes, contribuyen a que la corriente permanezca en niveles seguros y efectivos para el funcionamiento del electroimán, permitiendo su activación solo cuando se requiera.

Cuando el interruptor está en la posición (Imagen 1.5) "off", el circuito se encuentra abierto y no fluye corriente hacia el electroimán, por lo que este permanece inactivo y no sostiene ningún objeto. Al cambiar el interruptor a la posición "on", se cierra el circuito, permitiendo que la corriente fluya hacia el electroimán. Esto activa el electroimán, generando un campo magnético que le permite atraer y sostener objetos metálicos.

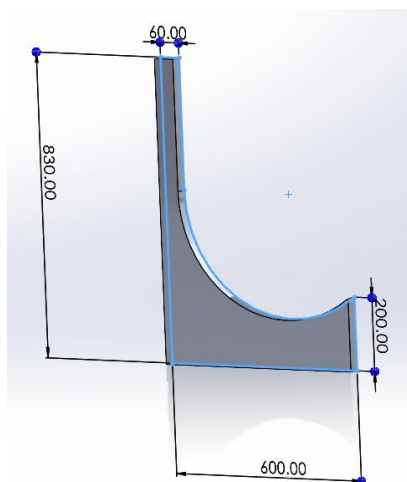


1.5 Funcionamiento del sistema de encendido/apagado

Uno de los principales desafíos al evaluar la caída de un electroimán fue el desarrollo de una rampa que permitiera generar una trayectoria parabólica para impulsar el balón en suspensión.

El diseño y construcción de una rampa funcional requirió conocimientos de modelado en SolidWorks, lo que facilitó la realización de los cortes necesarios en el material utilizando una cortadora láser. La rampa fue diseñada con una parábola proyectada de manera positiva, con una altura vertical de 82 centímetros y una longitud de 30 centímetros (Imagen 1.6).

La rampa es construida con MDF 3MM, el cual es un tipo de panel fabricado con fibra de madera de una densidad media con un grosor de 3 milímetros.



1.6. Diseño lateral de la rampa

La probabilidad y estadística desempeña un papel fundamental en el desarrollo del electroimán. Uno de los objetivos considerados es el cálculo de la media en relación con los tiros realizados y la distancia recorrida. De igual forma, se emplea la desviación estándar para conocer con mayor precisión cada tiro y así obtener una estimación de cada lanzamiento efectuado.

En estadística, las medidas de tendencia central son herramientas que permiten resumir en un solo valor un conjunto de datos, representando un valor central en torno al cual deberían agruparse los datos. Existen varias medidas de tendencia central; sin embargo, las más comunes son la media, la mediana y la moda. También existen medidas de dispersión, que evalúan el grado de variabilidad entre los valores de una variable.

Dentro de la investigación y el caso de estudio, se empleó la media o promedio como una herramienta funcional para la recolección y análisis de datos. No obstante, se reconoce que las medidas de tendencia central pueden comportarse de manera diferente dependiendo del conjunto de datos analizado. Por lo tanto, se determinó que los datos obtenidos corresponden a un conjunto de datos no agrupados. Por ello, resulta fundamental comprender las diferencias entre datos agrupados y no agrupados para interpretar adecuadamente los resultados.

- Los **datos agrupados** son los que se clasifican en categorías o clases, que es el número de subconjuntos, tomando como criterio su frecuencia. Se trata de hacer más fácil y de

simplificar el manejo de grandes cantidades de datos y poder así establecer cuáles son sus tendencias.

- Por su parte, los **datos no agrupados** constituyen el conjunto de datos que no han sido clasificados y que son presentados en una tabla de datos en forma individual, es decir que no forman parte de un conjunto. De manera general constituye una cantidad de elementos que es menor a 30 con muy poca o nula repetición.

Con el siguiente contexto, es necesario entrar en detalle en la presentación de cada uno de estos datos y como las Medidas de Tendencia Central permiten un mejor análisis de los datos.

Principalmente, la media aritmética. Está determinada por el valor en promedio de una serie de conjunto de datos numéricos. Con esta medida, los cálculos se realizan a través de la sumatoria de todos los valores que se encuentren divididos, es el punto medio entre el valor máximo y valor mínimo de las cantidades existentes. La **media** es el centro de toda la distribución, ya que en esta son representados los valores observados.

La media aritmética o promedio  $\bar{X}$  de un conjunto de datos no agrupados se halla con la fórmula (Imagen 1.7):

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

1.7 Fórmula de media aritmética para datos no agrupados

Donde:

$\bar{x}$  = Media Aritmética

$$\sum_{i=1}^n f_i$$

= Sumatoria de uno en uno de los datos

$n$  = número de datos

Durante el desarrollo del proyecto, se tomarán en cuenta datos no agrupados, ya que se realizarán diversos tiros que serán dispersos y podrían presentar ciertas anomalías. La fórmula

para la media en datos no agrupados se usará en este contexto.

Para obtener resultados más precisos en cada experimento, se considerará la estadística descriptiva. La desviación estándar, una medida de variabilidad en la estadística descriptiva, se emplea para calcular el grado de dispersión con el que los puntos de datos individuales se diferencian de la media. Una desviación baja indica que los datos están muy cercanos a la media, mientras que una desviación alta muestra una mayor dispersión en un rango amplio de valores.

La desviación estándar permite obtener resultados claros y objetivos, fundamentales para llegar a un veredicto. También es un componente esencial para determinar el tamaño de la muestra de investigación. La fórmula para calcularla es la siguiente (Imagen 1.8):

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

#### 1.8 Fórmula de Desviación Estándar

Donde:

S = Desviación estándar.

$\sum$  = Sumador.

X = Valor individual

$\bar{x}$  = Media aritmética.

La desviación estándar es un factor clave en el análisis estadístico del desempeño del electroimán. Algunas razones de su importancia son las siguientes:

- Incluye todas las observaciones: La desviación estándar resulta beneficiosa para este proyecto porque cada lanzamiento del electroimán se incluye en el análisis. A diferencia de otras medidas de dispersión, como el rango (que sólo mide la distancia entre los puntos extremos), la desviación estándar considera cada lanzamiento individual. Esto la convierte en una medida más sólida y precisa para evaluar la consistencia y precisión de cada intento.

- Puede combinarse con otros conjuntos de datos:

La desviación estándar permite combinar los datos de múltiples experimentos o conjuntos de lanzamientos, utilizando una fórmula específica para obtener una desviación combinada. Este atributo es ventajoso para el análisis de los distintos lanzamientos del electroimán, especialmente si se evalúan diferentes condiciones. Además, a diferencia de otras medidas de dispersión, la desviación estándar se puede integrar en cálculos algebraicos adicionales para análisis más detallados.

- Permite conocer si el conjunto de datos está desigualmente repartido: Esta medida es especialmente útil para comprender si los datos de los lanzamientos del electroimán están distribuidos uniformemente o presentan variabilidad significativa. La desviación estándar revela no solo el grado de dispersión de los datos, sino también su distribución, lo que facilita la identificación de patrones de desempeño en el dispositivo.
- Facilita análisis matemáticos y estadísticos: Debido a que la desviación estándar tiene un valor fijo y bien definido, permite realizar análisis tanto matemáticos como estadísticos en el proyecto. Esto es fundamental para interpretar la precisión y estabilidad del electroimán en cada lanzamiento, ayudando a formular conclusiones precisas sobre su comportamiento.

En el desarrollo del electroimán, el análisis estadístico, particularmente el uso de la media y la desviación estándar ha demostrado consistencia de los lanzamientos. La media permite determinar el comportamiento promedio del electroimán, mientras que la desviación estándar ofrece una comprensión más profunda de la dispersión y variabilidad de los datos, lo que resulta clave para identificar patrones y realizar ajustes necesarios en el diseño. Estas herramientas estadísticas proporcionan una base sólida para continuar

mejorando el desempeño del dispositivo y asegurar que cumpla con los objetivos del proyecto.

### **Ideas del proyecto:**

El proyecto se centra en la construcción, diseño y elaboración de un electroimán que no solo sea funcional, sino que también sea visualmente atractivo para los observadores. El objetivo principal es crear un electroimán eficiente y práctico. Para ello, se consideran diversos aspectos técnicos y de diseño, como la inclusión de un interruptor de encendido y apagado, que desempeñará un papel importante en el control del flujo de corriente eléctrica y, en consecuencia, del magnetismo generado, en otras palabras, permitirá el paso de electrones ya antes mencionado en la teoría, para que el electroimán se pueda encender o pagar. De igual manera, se busca aplicar la Estadística Descriptiva para el análisis de los resultados que se obtienen de cada tiro, a través del electroimán que, sujeto a una base, pueda soltar un balón a dos alturas distintas para medir la distancia recorrida con respecto a la altura de suspensión, los resultados de cada lanzamiento se analizará y se presentará considerando dos alturas diferentes como variables experimentales, con el objetivo de evaluar su comportamiento durante la trayectoria en consideración a la altura a la cual es tirada.

Además de la funcionalidad, uno de los puntos fuertes del proyecto es su diseño. Se busca dar al electroimán una apariencia minimalista logrando un equilibrio entre estética y funcionalidad. Este diseño limpio y sencillo no solo será atractivo visualmente, sino que también permitirá una mejor manipulación y facilidad de uso.

Por último, el proyecto se ajustará a los lineamientos establecidos por los profesores, garantizando que el diseño y la construcción cumplan con los estándares técnicos requeridos. La combinación de funcionalidad, estética y cumplimiento de los requisitos hace de este proyecto un ejercicio integral que permitirá comprender y aplicar principios de electromagnetismo de manera creativa y estructurada.

## **Objetivos:**

### **Objetivo General**

Desarrollar un electroimán funcional que, mediante la integración de conceptos de electricidad y magnetismo con herramientas de probabilidad y estadística, sea capaz de lanzar un balón a una distancia determinada a través de una rampa con trayectoria semicircular, evaluando los resultados cada lanzamiento.

### **Objetivos Específicos**

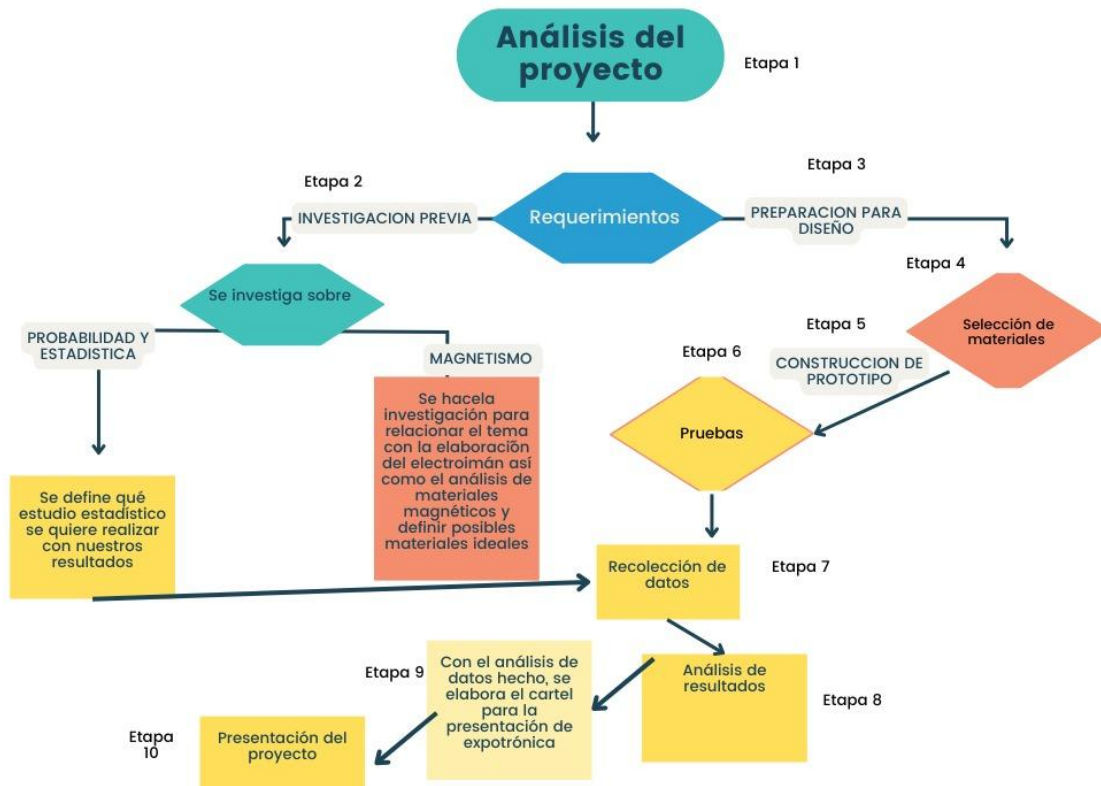
- Diseñar un circuito eléctrico que incorpore un electroimán y un interruptor, asegurando que todos los componentes sean compatibles y funcionen correctamente.
- Aplicar el electromagnetismo para la elaboración de un electroimán que sostenga un balón.
- Desarrollar el diseño de una rampa con conocimientos prácticos, que permita un mayor tiro de alcance.
- Diseñar las condiciones y características físicas del balón y la rampa.
- Documentar el proceso de diseño y construcción del electroimán, asegurando que todos los pasos sean claramente explicados y respaldados por datos y análisis.
- Se fomenta el desarrollo de habilidades analíticas y de resolución de problemas entre los participantes del proyecto.
- Recopilar y analizar datos experimentales sobre la fuerza y funcionamiento del electroimán.
- Aplicar la Estadística Descriptiva para el análisis de los resultados obtenidos de los tiros. Hacer uso de las Medidas de Tendencia Central y Medidas de Dispersión como parte de los análisis de los resultados.
- Predecir comportamientos a través del uso de la Estadística Descriptiva que, se puedan presentar en un tiro parabólico con caída libre para desarrollar el caso de estudio en la presentación de los resultados obtenidos.

## **Organización del equipo:**

Este equipo cuenta con dos integrantes, de los cuales ambos tienen tareas específicas que cumplir mismo que son fundamentales. Mario Iván Pérez Victoria tiene en su responsabilidad la gestión de materiales y el uso de las herramientas necesarias para elaborar el proyecto. Esto se refiere a asegurarse de que todos los utensilios y herramientas se encuentran para realizar el trabajo y de que el equipo cuenta con los técnicos necesarios para ejecutar con tranquilidad y sin problemas la construcción. El trabajo es combinado

por Abdiel Benjamin May Dzib encargado de la gestión documental y diseño de la gestión. Esto es, organizar y hacer el trabajo preparatorio de redacción documental para determinar qué diseño será usado como guía para el desarrollo y construcción propiamente.

## Diseño del proyecto:



## 2.0 Diagrama de flujo del proyecto

## **Etapas:**

### **Etapas 1. Análisis del proyecto e Investigación:**

El equipo realizará una revisión de la información sobre principios de electricidad, magnetismo, probabilidad y estadística. Se estudiarán conceptos básicos como la ley de Ohm, el funcionamiento de los circuitos eléctricos y la relación entre los campos magnéticos y las corrientes eléctricas. Además, se explorarán los fundamentos de los electroimanes y cómo se utilizan en diferentes aplicaciones. Esta investigación inicial permitirá al equipo comprender mejor los principios que guiarán el diseño y la implementación del proyecto.

### **Etapas 2. Requerimientos:**

El equipo se reunirá para establecer los requisitos específicos del proyecto. Esto incluirá definir las características del electroimán, como su capacidad para sostener objetos y el tipo de corriente que se utilizará. También se determinarán las dimensiones de la rampa de lanzamiento y la distancia a la que se desea que llegue el balón. Durante esta etapa, el equipo tendrá en cuenta el tiempo y los recursos disponibles, lo que ayudará a establecer metas claras y alcanzables.

### **Etapas 3. Preparación para el diseño del proyecto:**

El equipo creará un esquema detallado del circuito eléctrico que incluirá el electroimán, un interruptor para encenderlo y la fuente de energía. Se discutirán las diferentes configuraciones posibles para asegurar un flujo de corriente adecuado y se seleccionarán los componentes necesarios, como resistencias y cables. Además, se diseñará el funcionamiento del electroimán, definiendo cómo se activará y desactivará mediante el interruptor. Se especificará cómo el flujo de corriente a través del alambre enrollado generará un campo magnético que permitirá al electroimán atraer objetos metálicos.

El equipo creará un esquema detallado del circuito eléctrico que incluirá el electroimán, un interruptor para encenderlo y la fuente de energía. Se discutirán las diferentes configuraciones posibles para asegurar un flujo de corriente adecuado y se seleccionarán los componentes necesarios, como resistencias y cables. Esta etapa es importante, ya que un diseño bien planificado garantizará que el electroimán funcione de manera eficiente y segura.

### **Etapas 4. Selección de materiales:**

En esta fase, el equipo investigará y elegirá los materiales más apropiados para construir el electroimán y la rampa. Se evaluarán

las propiedades de los materiales, como el tipo de alambre de cobre y el núcleo que mejorará el campo magnético. También se seleccionarán materiales para la rampa que sean lo suficientemente fuertes y ligeros para soportar el lanzamiento del balón. La elección de los materiales será crucial para el rendimiento general del proyecto.

### **Etapas 5. Construcción del Prototipo:**

El equipo procederá a montar el prototipo del electroimán y la rampa de lanzamiento según el diseño establecido. Se asegurará de que todas las conexiones eléctricas sean seguras y estén bien aisladas para evitar cortocircuitos. Durante esta etapa, se prestará especial atención a la alineación y estabilidad de la rampa para garantizar que el balón pueda ser lanzado de manera efectiva. Esta fase requerirá trabajo en equipo y atención al detalle.

### **Etapas 6. Pruebas:**

Una vez construido el prototipo, el equipo realizará pruebas iniciales del electroimán para comprobar su capacidad de sostener objetos metálicos y verificar el funcionamiento del circuito eléctrico. Se registrarán los resultados de estas pruebas para identificar cualquier problema que deba resolverse antes de las pruebas de lanzamiento. Esta etapa servirá como un ensayo general y proporcionará información valiosa para realizar ajustes y mejoras en el diseño.

### **Etapas 7. Recolección de datos:**

En esta fase, el equipo llevará a cabo experimentos controlados para lanzar el balón desde diferentes alturas y configuraciones de corriente, anotando cuidadosamente los datos sobre la distancia alcanzada en cada prueba. Se realizarán múltiples repeticiones para asegurar la fiabilidad de los datos recolectados. Esta etapa permitirá al equipo obtener información sólida sobre el rendimiento del electroimán y su efectividad en el lanzamiento del balón.

### **Etapas 8. Análisis de resultados:**

El equipo analizará los datos recopilados utilizando herramientas y métodos estadísticos sencillos, como análisis de la media y dispersión. Se buscarán patrones en los datos y se determinará la distancia alcanzada por el balón. Esta etapa es fundamental para entender cómo los diferentes factores influyen en el rendimiento del electroimán y para llegar a conclusiones basadas en datos objetivos.

### **Etapas 9. Diseño de la presentación del prototipo**

En esta etapa, el equipo elabora una presentación que sea clara y visualmente atractiva para captar la atención del público. La presentación incluye una breve presentación del proyecto, donde se explica el principio de funcionamiento del electroimán y su objetivo de seguir una curva en la rampa. Se incorporan gráficos o diagramas del dispositivo, además de un resumen de los pasos y materiales utilizados en su construcción. También se presenta información sobre cada integrante del equipo y sus roles en el proyecto, junto con los resultados esperados y conclusiones iniciales. La presentación se diseña de forma concisa para que los asistentes puedan comprender el proyecto en pocos minutos.

Para el diseño de la presentación se tomará en cuenta la rúbrica establecida en el reglamento de la expotronica. El proyecto se presentará dentro de la categoría C6.

### **Etapas 10. Presentación del proyecto:**

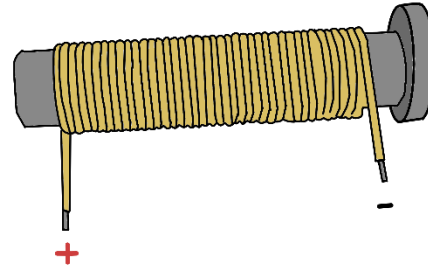
En esta etapa, el equipo prepara una presentación oral y visual que describe el funcionamiento del electroimán, los desafíos enfrentados para lograr que siga una curva en la rampa, y los aspectos técnicos detrás de la elección de materiales, diseño y otros elementos clave. La presentación puede incluir una simulación en video o un modelo digital del dispositivo. Además, el equipo realiza ensayos con el dispositivo real para anticiparse a posibles preguntas y asegurar una explicación clara para una audiencia con diversos niveles de conocimiento en electrónica y física.

### **Etapas 11. Presentación en la Expotrónica:**

Durante la presentación en la Expotrónica, el equipo se enfoca en mostrar la funcionalidad del proyecto. Además del cartel y la presentación, los dos integrantes interactúan con el público y realizan demostraciones en vivo, demostrando cómo el electroimán sigue la curva en la rampa. La interacción destaca los beneficios y aplicaciones del proyecto, buscando crear una impresión positiva en el público y los jueces del evento.

### **Características:**

Para el diseño del prototipo se usará un tonillo de  $\frac{1}{2}$  " y a su vez esta será enrollada con 22 metros de cable de cobre esmaltado. Con el prototipo se pretende desarrollar las primeras pruebas para su funcionamiento.



*2.1 Boceto de prototipo*

Para lograr obtener datos se realizarán pruebas que estarán para probar su funcionalidad. Las siguientes pruebas son:

- **Prueba de atracción magnética**

En esta prueba, se evaluará la capacidad del electroimán para atraer objetos metálicos de distintos tamaños y pesos. Se colocarán piezas de hierro o acero a diversas distancias del electroimán, y se medirá su efectividad para atraerlos al aplicar corriente. Este experimento permitirá determinar el alcance y la potencia del campo magnético generado por el dispositivo.

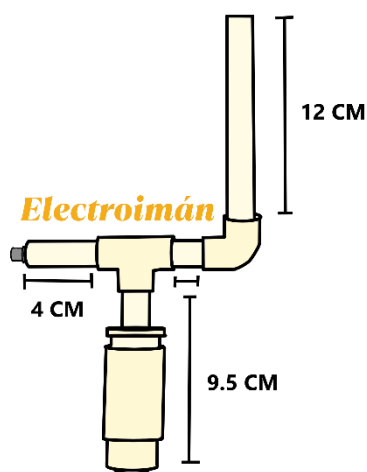
- **Prueba de encendido y apagado con el interruptor**

Se realizarán múltiples ciclos de encendido y apagado utilizando el interruptor, con el fin de verificar la funcionalidad del sistema de control y observar si el electroimán responde adecuadamente a los comandos de activación y desactivación. Esta prueba confirmará que el flujo de corriente se interrumpe por completo al apagar el interruptor, garantizando así la seguridad del dispositivo y previniendo sobrecalentamientos.

Estas pruebas permitirán verificar el desempeño y la fiabilidad del prototipo, identificando áreas de mejora y asegurando que el electroimán cumpla con los requisitos del proyecto en términos de seguridad, resistencia y funcionalidad

Para los costos del prototipo y el proyecto final se contemplan en el apartado de costos. (Anexo 1).

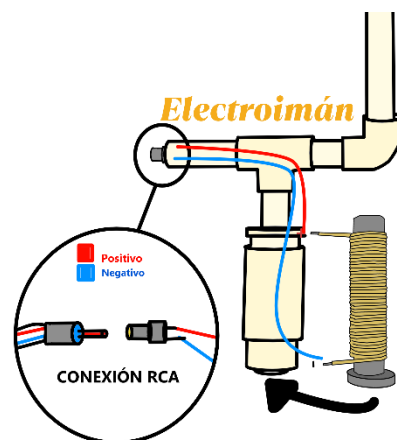
Este electroimán ha sido diseñado utilizando un tubo de CPVC y un tornillo de metal como núcleo, alrededor del cual se han embobinado 22 metros de cable de cobre esmaltado. Este cable permite generar el campo magnético necesario para su funcionamiento al ser energizado. El diseño incluye una estructura en forma de "T" hecha de CPVC que actúa como soporte y sistema de conexión, donde cada extremo de la "T" cuenta con un conector específico: uno para recibir el voltaje y el otro para sujetar el electroimán en su lugar. (Imagen 3.2).



### 3.2 Medidas de la base del electroimán

En el diseño final del electroimán, se ha implementado una estructura en forma de "T" hecha de CPVC que cumple con varias funciones esenciales para el dispositivo. Esta "T" no solo proporciona un soporte firme para el imán, sino que también ofrece un espacio adecuado para ubicar el interruptor de encendido y apagado, al tiempo que facilita la organización interna de todas las conexiones eléctricas necesarias.

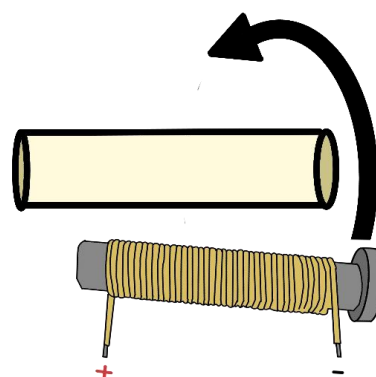
Dentro de la "T" se encuentran las conexiones que permiten la correcta alimentación del electroimán. (Imagen 3.3) Un extremo de la estructura está destinado a la entrada de la fuente de voltaje, mientras que el otro extremo canaliza la corriente directamente hacia el electroimán, alimentando el cable esmaltado que rodea el tornillo y activando el campo magnético cuando el sistema está encendido. El interruptor, cuidadosamente integrado dentro de la "T", permite



### 3.3 Conexión del electroimán

un control seguro y eficiente del flujo de corriente. De este modo, el usuario puede activar y desactivar el electroimán según se requiera, asegurando tanto la funcionalidad como la seguridad del dispositivo en su operación. Este diseño permite una disposición ordenada y efectiva de los componentes, optimizando tanto el uso de energía como la facilidad de manejo.

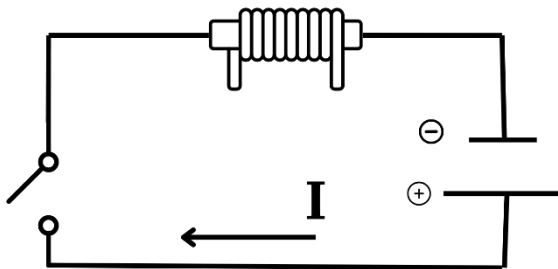
El segundo boceto del prototipo fue descartado debido a que representaba únicamente una idea conceptual y presentaba una gran ineficiencia en cuanto a sus conexiones. Tras una revisión detallada, se concluyó que este diseño no cumplía con los requisitos técnicos necesarios para el proyecto. La configuración planteada en el segundo boceto complicaba considerablemente el flujo de corriente y la disposición de los cables, lo que resultaba en una pérdida de eficiencia en el funcionamiento del electroimán. Además, el diseño carecía de un sistema práctico para la conexión de componentes, lo cual dificultaba su ensamblaje y su uso en condiciones reales.



### 3.4 Boceto 2

Por estas razones, se decidió no avanzar con el segundo boceto y en su lugar, optimizar el diseño original para asegurar una estructura más funcional y eficiente para el proyecto. (Imagen 3.4).

En el diseño final del circuito del electroimán, solo se utiliza una salida positiva desde la fuente de alimentación. Esta salida pasa primero a través de un interruptor, el cual regula el flujo de corriente hacia el electroimán. Al activarse el interruptor, la corriente pasa al cable embobinado que rodea el tornillo de metal, generando el campo magnético necesario para el funcionamiento del electroimán. Cuando el interruptor se encuentra en la posición de apagado, la corriente se interrumpe, y el electroimán se desactiva de inmediato (Imagen 3.5).

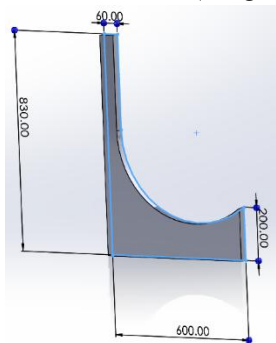


3.5 Diseño y representación del circuito.

Por otra parte, la rampa es diseñada con el material MDF 3MM, la cual se refiere a un tipo de panel fabricado con fibra de madera de densidad media (Medium Density Fiberboard, MDF) con un grosor de **3 milímetros (mm)**. Es un material muy utilizado en la carpintería, diseño y fabricación debido a sus características.

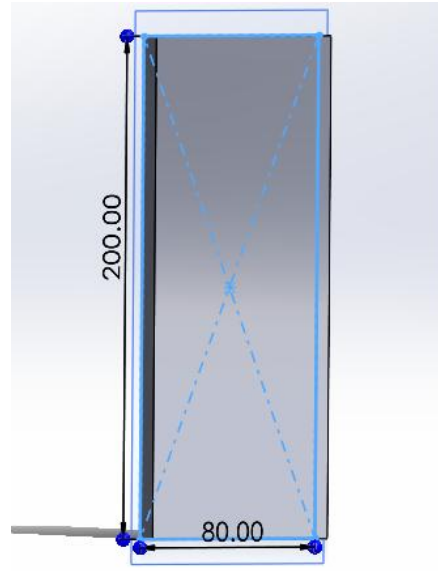
Las principales características de la rampa son:

**Medidas de paredes laterales:** Las medidas de las paredes principales son de ochenta y tres centímetros de altura, y sesenta centímetros de ancho con un descanso en la parte superior izquierda de seis centímetros. (Imagen 3.6)



3.6 Medidas laterales

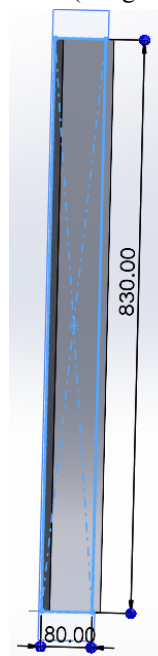
**Medidas de la tapa delantera:** Son de veinte centímetros de altura con un ancho de ocho



3.7 Medidas de la tapa frontal

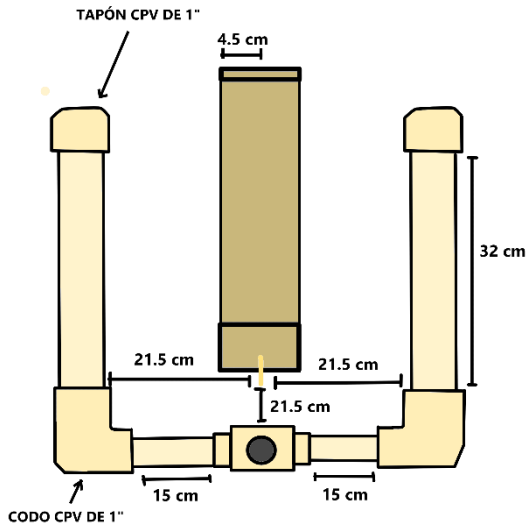
centímetros. (Imagen 3.7)

**Medidas de la tapa trasera:** Las medidas son de ochenta y tres centímetros de alto y ocho centímetros de ancho. (Imagen 3.8)



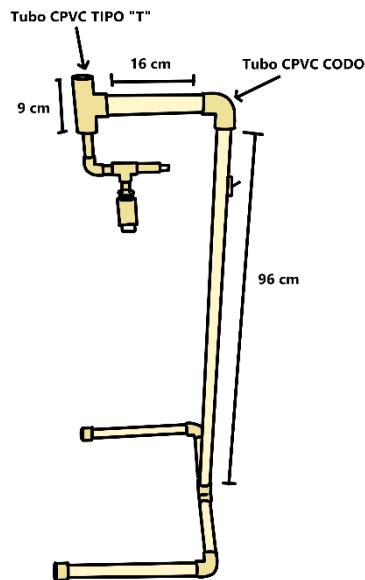
3.8 Medidas de la tapa trasera

Para concluir, la base fue diseñada utilizando tubos de CPV de 1", lo que garantiza una mayor estabilidad. La plataforma, con forma de "C", proporciona soporte adicional y cuenta con las medidas mostradas en la (Imagen 3.9).



### 3.9 Medidas de plataforma

El cuerpo principal del electroimán también fue construido con tubos de CPV de 1", lo que asegura tanto estabilidad como una presentación adecuada. Además, la base fue adaptada a las condiciones específicas de la rampa para optimizar su funcionalidad. Las medidas correspondientes se presentan en la (Imagen 3.10).



### 3.10 Medidas de la base

## Delimitaciones

Una delimitación que se tiene es la integración de las tres materias involucradas: Electricidad y Magnetismo, Probabilidad y Estadística, y Proyectos. Dado que cada asignatura tiene un enfoque y objetivos específicos, los estudiantes deben trabajar en identificar y aplicar los conocimientos que permitan vincularlas en un solo producto funcional. La necesidad de establecer una conexión significativa entre estas disciplinas añade un nivel de complejidad al proyecto, ya que se requiere aplicar conceptos de distintas áreas de manera cohesiva y demostrar cómo estas materias, en conjunto, aportan al desarrollo y funcionamiento del electroimán.

En el análisis de las delimitaciones del proyecto, se considera también la limitación en cuanto al conocimiento y experiencia en el diseño de circuitos eléctricos. Dado que los estudiantes cuentan con una formación introductoria en esta área, enfrentan el desafío de diseñar y construir un circuito funcional utilizando recursos básicos y con acceso limitado a fuentes de información especializada. Esta delimitación implica que deben investigar y adaptar conocimientos teóricos para aplicarlos en la creación de un circuito que cumpla con los requisitos de seguridad y funcionalidad, lo cual puede demandar más tiempo y esfuerzo en comparación con proyectos similares que dispongan de una guía técnica detallada.

## **Bibliografía:**

- Comercial Méndez. (s. f.). ¿Qué es un electroimán y para qué sirve? Comercial Méndez. Recuperado el 11 de noviembre de 2024, de <https://comercialmendez.es/es/blog/noticias/que-es-un-electroiman-y-para-que-sirve>
- Euroinnova. (s. f.). Medidas de tendencia central para datos no agrupados. Euroinnova. Recuperado el 11 de noviembre de 2024, de <https://www.euroinnova.com/blog/medidas-de-tendencia-central-para-datos-no-agrupados>
- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). (s. f.). Construye un electroimán. INTA. Recuperado el 11 de noviembre de 2024, de <https://inta.es/descubre-y-aprende/es/3-2-1-Accion/Electromagnetismo/construye-un-electroiman>
- Ingeniería Mecafénix. (s. f.). Componentes: Electroimán. Ingeniería Mecafénix. Recuperado el 11 de noviembre de 2024, de <https://www.ingmecafenix.com/electronica/componentes/electroiman/#Que-es>
- QuestionPro. (s. f.). Desviación estándar: Qué es, para qué sirve y ejemplos. QuestionPro. Recuperado el 11 de noviembre de 2024, de <https://www.questionpro.com/blog/es/desviacion-estandar>

**Presupuesto:**

Fecha	Articulo	Cantidad	Costo	
30/11/24	Silicon en barra	1bolsa	\$42	
26/11/24	Tubo 1"	1m	\$45	
26/11/24	Tapal" CPVC	2pza	\$20	
23/11/24	Codo ½" CPVC	1pza	\$2	
23/11/24	Codo 1" CPVC	5pzaz	\$37.53	
23/11/24	Tee 1" CPVC	1pza	\$9.50	
23/11/24	Reductor Bushin CPVC 1" x ½"	2pzaz	\$8	
22/11/24	Tornillo ¾" x 2"	1pza	\$8	
22/11/24	Cable dúplex calibre 22	2m	\$14	
22/11/24	Eliminador de batería universal	1pza	\$263	
20/11/24	Alambre magneto numero 22	25mts	\$125	
20/11/24	Conector plug RCA	2pzaz	\$24	
20/11/24	Switch cola rata 6A 125V 3A a 25V	1pza	\$26	
20/11/24	Jack RCA HEMBRA	2pzaz	\$9	

*Anexo I. Costos de Proyecto*

