



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MECÁNICA ELÉCTRICA

“Diseño e implementación de un sistema de medición del nivel de consumo de gas para un balón de uso doméstico”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

AUTORES:

Aranda Cosme, Roger (ORCID: 0000-0002-9639-0255)

Yupanqui Pizan, Bryan Waldir (ORCID: 0000-0002-0502-6408)

ASESOR:

Sánchez Huertas, Carlos Enrique (ORCID: 0000-0002-6754-8017)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

TRUJILLO – PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

Esta investigación se la dedico a mis padres Adrian Aranda Monzón y Guadalupe Cosme Ríos. Por su apoyo incondicional, quienes depositaron toda su confianza en mí. A mis hermanos por el apoyo moral y ayuda constante que me brindaron día a día en el transcurso de mi carrera.

---

Roger, Aranda Cosme

Dedico esta tesis a mis padres quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional y depositando su entera confianza, es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con toda mi vida.

---

Bryan Waldir, Yupanqui Pizan

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por brindarme la vida, paciencia, perseverancia y sabiduría para poder lograr mis objetivos.

A mis padres, pareja, hermanos y abuelos por su apoyo y consejos constantes que me impulsaron a seguir adelante en mi vida logrando mis objetivos.

A mis docentes que compartieron sus conocimientos conmigo, y apoyándome a culminar la presente investigación.

---

Roger, Aranda Cosme

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera profesional.

Agradezco a mi familia, a mis padres Lucio Yupanqui Contreras y Arminda Pizan Benites y hermanos, por brindarme el apoyo para lograr mis metas y objetivos,

---

Bryan Waldir, Yupanqui Pizan

## ÍNDICE

<b>Página de jurado</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>Agradecimiento</b> .....	iv
<b>Declaratoria de autenticidad</b> .....	v
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>II. METODO</b> .....	10
2.1. Tipo y diseño de investigación: .....	10
2.2. Operacionalización de variables .....	11
2.3. Población, muestra y muestreo .....	13
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	13
2.6. Método y análisis de datos.....	16
2.7. Aspectos éticos.....	16
<b>III. RESULTADOS</b> .....	17
3.1 Lista de exigencias y requerimientos por parte de los usuarios de balones de gas doméstico. ....	17
3.2.- Selección de la alternativa óptima de diseño del sistema de medición del nivel de gas:.. ..	22
3.3.- Selección de componentes del sistema de medición del nivel de gas: .....	25
3.4.- Programación del sistema de medición del nivel de gas en un software (sketch arduino y app inventor) .....	30
3.5- Simulación y análisis de la base móvil en software (solidworks): .....	34
3.6.- Presupuesto del sistema de medición del nivel de gas: .....	37
<b>IV. DISCUSIÓN:</b> .....	39
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	41
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	42
<b>VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS:</b> .....	43
<b>VIII. ANEXOS:</b> .....	46

## INDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables. ....	12
Tabla 2: Aspectos éticos .....	16
Tabla 3: Datos de los encuestados. ....	17
Tabla 4 : Visualizar el nivel de gas en el medidor.....	18
Tabla 5: Interés de conocer el nivel de gas que contiene el balón de gas domestico .....	18
Tabla 6: Interés de visualizar el nivel de gas desde su teléfono móvil.....	19
Tabla 7:Tipo de conexión para la interfaz del sistema .....	20
Tabla 8: Tipo de alimentación eléctrica del medidor. ....	21
Tabla 9: Rango de monto a pagar .....	21
Tabla 10: Indicadores .....	24
Tabla 11: Indicadores modelo D1 .....	24
Tabla 12:Indicadores modelo D2 .....	24
Tabla 13:Indicadores modelo D3 .....	25
Tabla 14:Matriz de selección.....	25
Tabla 15:Matriz de selección según características.....	26
Tabla 16:Matriz de alimentación eléctrica a cada componente.....	29
Tabla 17 : Materiales (componentes del sistema) .....	37
Tabla 18: Mano de obra.....	37
Tabla 19: Costo indirecto de fabricación.....	38
Tabla 20:Costo total del sistema de medición. ....	38
Tabla 21:Validación de encuesta. ....	48
Tabla 22: Calibración de celda de carga.....	49
Tabla 23: Celda de carga inicio del origen. ....	50
Tabla 24:Sensor calibrado en kg .....	51
Tabla 25:Peso del balón de gas.....	54
Tabla 26: Escala de medición en kg. ....	55
Tabla 27:Escala de medición en gramos. ....	55

## INDICE DE GRÁFICOS:

Gráfico 1:Porcentajes de tipos de visualización de nivel de gas en el medidor. ....	18
Gráfico 2:Porcentaje sobre el interés de conocer el nivel de gas que contiene el balón de gas doméstico.....	19
Gráfico 3:Interés de visualizar el nivel de gas desde su teléfono móvil.....	20
Gráfico 4 :Tipo de conexión para la interfaz del sistema .....	20
Gráfico 5:Tipo de alimentación eléctrica del medidor .....	21
Gráfico 6:Rango de monto a pagar.....	22
Gráfico 7:Calibración de celda de carga.....	50
Gráfico 8:Celda de carga inicio del origen .....	50

## INDICE DE FIGURAS:

Figura 1:Diagrama de flujo sobre el procedimiento para el diseño de un sistema de nivel de gas.....	15
Figura 2:Indicador de nivel tipo flotador.....	22
Figura 3:Indicador de nivel tipo celda de carga.....	23
Figura 4:Celda de carga .....	27
Figura 5:Celda de carga .....	27
Figura 6:Pantalla LCD mostrando 16x2 caracteres. ....	28
Figura 7:Trasmisor celda de carga.....	28
Figura 8:Aplicación móvil.....	29
Figura 9:Pantalla LCD .....	31
Figura 10:Grafico de consumo de gas diario.....	31
Figura 11:Diagramas de bloques del medidor de gas. ....	32
Figura 12:Diagramas de flujo del medidor de gas.....	33
Figura 13:Análisis estático de tensión. ....	34
Figura 14:Análisis estático de factor de seguridad. ....	35
Figura 15:Análisis estático de desplazamiento.....	36
Figura 16: Rango que censara el sistema.....	55

Figura 17:Lista de variables y configuración de periféricos para acceder a librerías del transmisor de celda y LCD: .....	57
Figura 18:Configuración inicial de pines de arduino, LCD y comunicación con modulo bluetooth.....	58
Figura 19:Inicialización de pantalla LCD y lectura del transmisor de peso, cálculo del valor del peso en kg y porcentual. ....	59
Figura 20:Comparativa del peso del balón de gas.....	60
Figura 21:Comparativa del peso dentro del rango de medición. ....	61
Figura 22:Rutina para obtener el formato de días. ....	62
Figura 23:Promedio de lectura de pesos a través de la celda de carga.....	63
Figura 24:Rutina para guardar los datos de peso cada día.....	64
Figura 25:Rutina para enviar datos a la aplicación “medidor GLP” .....	65
Figura 26:Construcción base móvil.....	70
Figura 27:Ensamble celda de carga con plancha.....	70
Figura 28:Construcción de carcasa.....	70
Figura 29:Ensamble de arduino y pantalla LCD. ....	71
Figura 30:construcción de Carcasa para placa.....	71
Figura 31:Diseño final .....	71

## RESUMEN

En la presente tesis de investigación de diseño experimental aborda la problemática que el consumidor de balones de gas GLP no puede percibir el contenido de gas licuado de petróleo, en tal sentido para conocer el nivel de consumo de gas optan por su experiencia, porque están al pendiente si el color de la flama es distinto al color original que el azul, debido a ello tenemos como objetivo general diseñar e implementar un sistema de medición del nivel de consumo de gas para un balón de uso doméstico para de esta manera cubrir las incomodidades que se presentan en su vida cotidiana . En la tesis presentada se obtuvieron datos mediante una encuesta realizada a 15 personas de la ciudad de Trujillo, que consumen balones de gas GLP con el propósito de conocer las características y requerimientos que debe tener el sistema, obteniendo como resultados la fabricación del sistema por celda de carga de 50 kg, la selección de este sistema se realizó considerando 3 conceptos de alternativas de diseño, la base del sistema se diseñó en SOLIDWORKS con un material (AISI 1020). El análisis de la base del sistema favorece al perfil de acero al carbono (AISI 1020) con un esfuerzo de tensión de Von Misses máximo  $\sigma = 49.11Mpa$  y un factor de seguridad mínimo de  $FS_{min} = 4.7$ , asimismo se seleccionó los componentes tales como: Celda de carga, transmisor de celda de carga, Arduino uno, Pantalla LCD, aplicación móvil, bluetooth y cargador. Luego se realizó la programación del sistema con sus componentes en el software (Sketch Arduino) donde la escala de medición mínima que censaría el sistema es de 100g por lo tanto cada 100g equivale al 1%, la alimentación eléctrica para el sistema se realizara desde la red de su vivienda con un costo diario de 0.3031 soles, y un costo promedio mensual de 9.10 soles considerando que el sistema trabajara 24h y 30 días mensuales.

Palabras claves: Sistema de medición de nivel de gas, sistema por celda de carga, aplicación móvil, interfaz vía bluetooth.



## ABSTRACT

In this research thesis of experimental design addresses the problem that the consumer of LPG gas balloons can not perceive the content of liquefied petroleum gas, in this sense to know the level of gas consumption choose their experience, because they are at pending if the color of the flame is different from the original color than the blue, because of this we aim to design and implement a system of measurement of the level of gas consumption for a domestic ball to thus cover the discomforts that are They present in their daily lives. In the thesis presented, data were obtained through a survey of 15 people from the city of Trujillo, who consume LPG gas balloons with the purpose of knowing the characteristics and requirements that the system must have, obtaining as a result the manufacture of the system per cell 50 kg load, the selection of this system was made considering 3 concepts of design alternatives, the base of the system was designed in SOLIDWORKS with a material (AISI 1020). The analysis of the base of the system favors the carbon steel profile (AISI 1020) with a maximum tensile stress of Von Misses  $\sigma = 49.11\text{Mpa}$  and a minimum safety factor of  $FS_{\text{min}} = 4.7$ , also the components such as: Load cell, load cell transmitter, Arduino Uno, LCD screen, mobile application, bluetooth and charger. Then the system programming was carried out with its components in the software (Sketch Arduino) where the minimum measurement scale that the system would censor is 100g, therefore every 100g is equivalent to 1%, the power supply for the system will be carried out from the network of your home with a daily cost of 0.03031 soles, and an average monthly cost of 9.10 soles considering that the system will work 24 hours and 30 days a month.

Keywords: Gas level measurement system, load cell system, mobile application, bluetooth interface.

## I. INTRODUCCION

Hoy en día el gas natural es aprovechado como un elemento de vital importancia para el desarrollo de las grandes a pequeñas ciudades por ser un combustible versátil que emite menos Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) en su combustión que el resto de combustibles puede ser usado en los hogares, calderas, calefacción de edificios entre otros, consiste en la mezcla principalmente de metano y normalmente incluye cantidades variables de otros alcances, (Ávila, 2018). El gas natural es una de las principales fuentes de energía que cubren muchas de las necesidades y actividades de nuestro día a día y es componente vital en suministro de energía del mundo, (Maza, 2011). Asimismo, el consumo de gas licuado de Petróleo (GLP) en el Mundo ha crecido en forma ascendente a lo largo de los últimos 11 años, siendo un 45% a una tasa del 3,8% anual acumulada de consumo de GLP. Entre los países con mayor consumo se encuentran Estados Unidos, con aproximadamente unos 56 millones de toneladas anuales; seguidamente esta Japón, con 20 millones de toneladas; China, con 13 millones de toneladas, y México, con 11 millones de toneladas de consumo de GLP. (Pelino, 2016).

A nivel mundial América Latina consume el 16% de GLP, donde los principales consumidores son: México con el 5% del consumo mundial y India con el 8% del total del consumo mundial; Francia, Italia, Fed. Rusia, Arabia Saudita con el 2% de consumo mundial; Brasil con el 4%; pero el país que con mayor consumo de GLP es EE. UU con el 28% del consumo mundial; Argentina consume 0,8% del consumo mundial de GLP, Perú y otros países consumen el 35% de consumo mundial de GLP. (Pelino, 2016).

En el Perú en el año 2017 el 83,4%, de los hogares utilizaron gas GLP para cocinar sus alimentos, esto nos indica que existe una alta demanda en el uso de gas GLP ya sea en la zona rural o urbana de todo el Perú, (Instituto Nacional de Estadística e Informática, [INEI] 2017). La demanda de gas licuado en el país alcanzó 1.78 millones de toneladas de gas licuado de Petróleo, siendo el 52% correspondiente a gas licuado de petróleo envasado, el 33% de gas licuado de petróleo para automoción y el 15% a gas licuado a granel, señaló el gremio. (Boletín Semanal de Egemsa [BSE], 2018). asimismo, la capacidad que debería contener un balón de gas doméstico es de 5, 10,15 y 45 kilogramos. Según, (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería [Osinergmin], 2017)

En la actualidad existen 35 empresas en el Perú que se dedican a la venta de gas y distribuyen a todas las zonas, generando algunas irregularidades como, por ejemplo: Sociedad peruana de gas licuado de petróleo advirtió que tres de cada 10 balones de gas que se comercializan en todo el país serían falsificados o vendrían con menos peso esto produce un golpe en la economía de los consumidores, según lo establecido por (Sociedad Peruana de Gas Licuado [SPGL], 2019).

Blackstone (2017). El consumidor de gas licuado de petróleo no puede percibir el contenido de gas licuado de petróleo, en tal sentido para conocer el nivel de consumo de gas optan por su experiencia, porque están al pendiente si el color de la flama es distinta al color original que el azul, o de otra manera estar al pendiente del peso de su balón de gas que va cambiando al transcurso de su consumo, en general desconoce la medida exacta de su nivel actual, de tal manera de programar su reemplazo o cambio, produciendo incomodidades a los consumidores, provocando paradas imprevistas, cuando están cocinando y generando pérdida de tiempo.

Según Beingolea (2017). sostiene que los servicios públicos tales como (agua, luz y gas natural) es vital importancia contar con medidores del consumo de servicios suministrados de tal manera de conocer los niveles o cantidades de uso de los servicios indicados, para que de esta manera se pague la cantidad exacta por los servicios utilizados.

Silva, Ricardo, Bezerra y Barbalho (2017); Anandhakrishnan, Deepesh, Rakesh, Sampath y Gayathri (2017); Pavithraa, Priya, Metro y Jenifer (2019); Ravichandran (2017); Dávila, Aguilar, Ruiz, Parra y Martínez 2018; Silva, Matheus, Bezerra y Barbalho, 2017). Sostienen en sus investigaciones diseñar un sistema de control de nivel de gas en donde afrontan la problemática que los usuarios de cilindros de gas doméstico, no cuentan con un aplicativo o Sistema para monitorear el nivel de gas que le queda en su cilindro durante el periodo de uso, También se encuentra el hecho de no conocer la cantidad exacta de carga del producto, cada vez que se realiza una recarga. Frente a esta problemática desarrollaron un sistema muy avanzado conocido como Internet of Things (IOT), dicho sistema es más eficaz y respetuoso del medio ambiente debido a la razón de la detección de la fuga de gas y controlar la válvula de gas. Por lo tanto, está diseñado principalmente para la seguridad de personas y bienes. El uso de IOT, nos permite reservar el gas de la agencia de gas, cuando el peso de la botella de gas se reduce por debajo de un valor umbral. Así la gente podría utilizar fácilmente su tiempo con eficacia.

Según Mangesh, Janbande, Pradnya, Payal y Sancheti (2018); Naresh, Nagendra y Nanda (2016); Kumar, Padole, shweta, Sachdev y Wankhade (2018). En su investigación realizada cuyo objetivo general era medir el gas presente en el cilindro cuando el peso del cilindro está por debajo de la carga fija. De este modo dieron solución para satisfacer las necesidades de los usuarios de cilindros de gas. Estas investigaciones su Sistema lo realizan usando el sensor celda de carga que se encarga de convertir la carga que actúa sobre ella en señal eléctrica, para posteriormente estar conectado con el transmisor; este módulo es una interface entre la celda de carga y el microcontrolador ARDUINO.

Domínguez (2010) y Rodríguez (2012). Estos investigadores sostienen el diseño de un indicador de nivel para cilindros domésticos, lo cual en su sistema emplearon un mecanismo flotador que va conectado con la caratula que el usuario puede ver el nivel de gas en que se encuentra su cilindro de gas doméstico. Asimismo, este Sistema puede trabajar de manera alámbrica o inalámbrica. Dicho sistema tiene un costo de fabricación de 42 pesos mexicanos, en sus resultados de diseño colocan una caratula que el usuario podrá ver con diferentes colores que indican lo siguiente rojo: Ya es necesario recargar el cilindro; ámbar: se debe considerar la recarga del cilindro de gas; verde: El cilindro tiene la cantidad de líquido adecuado. Asimismo, los criterios que emplearon para su sistema son: Diseño innovador, fácil de usar, durable, manufactura convencional, libre de mantenimiento y precio de mercado.

Naresh, Nagendra, Nanda y Kumar (2016); Kumar, Padole, shweta, Sachdev y Wankhade (2018), manifiestan que para el diseño e implementación del sistema de indicador de nivel de gas en su diagrama de bloques del Sistema propuesto se centra en proporcionar funcionalidades tales como: Sistema de detección de fuga de gas y obtener el estado de nivel de gas en el cilindro. Además, los componentes de entrada al diagrama de bloques son los siguientes: Fuente de alimentación, sensor de gas, sensor de temperatura, celda de carga. Además, Naresh, Nagendra, Nanda, y Kumar, (2016). En su diseño y construcción emplearon una base de material (triplay).

Naresh, Nagendra, Nanda y Kumar (2016); Hiwase, Kewate, Tajane, Waghmare (2018); Soundarya, Anchitalagammai, Deepa y Kumar (2014) Sivapriya, Sindhuja, Ramesh y Vijayakumar (2017); Mangesh, Janbande, Pradnya, Payal y Sancheti (2018); Potadar, Salvi, Ravindra, Chavan, 2015; Silva, Ricardo, Bezerra y Barbalho (2017); Rodríguez (2012). Manifiestan en su diseño e implementación de sistema de gas GLP automático inteligente de

reserva y monitoreo, donde se utilizó pantalla Liquid Cristal Display (LCD) para mostrar sus resultados obtenidos del sistema y usaron DISPLAY LCD de 16x2 dígitos alfanuméricos, la razón del uso de esta pantalla LCD se debe a que es fácil de programar y muy rentable, y muestra fuga de gas en caso que se produzca y también el peso del cilindro de gas continuamente.

Sivapriya, Sindhuja, Ramesh y Vijayakumar (2017); Narayanan, NidhiyaXavier, Sethulakshmi, anusree y Robin (2017); Hiwase, Kewate, Tajane, Waghmare (2018); Mangesh, Janbande, Pradnya, Payal y Sancheti (2018); Padma, Surekha, Preethi, Devika y Dhivya (2014) en sus investigaciones realizadas, optaron por un Sistema automático cuando el nivel de gas llega a su nivel de umbral, envía a la distribuidora un Short Message Service (SMS) para reservar un cilindro de gas. Asimismo, en sus resultados y discusión de datos el valor estimado de reserva de gas o el valor mínimo que alerta a los usuarios para realizar el cambio de cilindro es de 2 kg de gas.

Según, Soundarya, Anchitaalagammai, Deepa y Kumar (2014). Sostienen en sus resultados que la medición del peso del gas GLP varía entre (0 y 29.5 kg), por lo tanto, cuando llegue a alcanzar 0.5kg de gas licuado de petróleo en el cilindro, el sensor mandara una señal al controlador para llenar el cilindro o ser remplazado por otro cilindro. Por otro lado (Potador, Salvi, Ravindra, Chavan, 2015). Determina que la medición del peso del gas varía entre (0 y 29.7 kg), lo cual se realiza la reserva de cilindro de gas licuado de petróleo cuando el peso alcance por debajo de 18kg incluyendo el peso del cilindro más el gas GLP de esta manera se realizara la reserva automática.

Aznar (2014). Sostiene que para estimar la capacidad de gas en un cilindro su primera tarea fue comprobar en la normativa que el modelo UD - 125 (bombona naranja) tiene una masa de 26.4 kg llena, siendo 12.5 kg de gas butano, por lo que vacía tendría 13.9 kg. La de acero inoxidable, por el contrario, es de tan solo 18 kg llena, cuenta también con 12.5 kg de gas butano, lo cual deja 5.5 kg vacía. También se indica que la tolerancia es de  $\pm 0.9$  kg, aunque para este proyecto no lo tomaran en cuenta, debido a que sus medidas serían informativas, no determinantes para tomar una decisión.

Según, Soundarya, Anchitaalagammai, Deepa, y Kumar (2014). su investigación, tiene por finalidad detectar fugas de gas GLP en cilindros de gas para los hogares. Llegando a la conclusión que el peso neto admisible de GLP es de 14kg +/-150g y el peso del cilindro de gas vacío es de 15.3 kg. lo cual el peso total del cilindro es de 29.5kg.

Según Herrera y Vega (2018) en su investigación, ampliación de planta envasadora y comercialización de Gas Licuado de Petróleo (GLP) sostienen que sus características del producto terminado GLP envasado en cilindros utilizando un sistema de balanza electrónica, de esta manera determino un peso de 10 kg de gas GLP envasado y el peso del cilindro vacío entre 9-10 kg siendo un peso de 19-20 kg por cilindro con contenido de gas GLP. Asimismo, indica la duración del gas siendo un aproximado de 1 mes a 1 mes con 15 días de acuerdo a la utilización realizada, sin embargo, para los negocios como restaurantes su duración es aproximadamente 1 semana a 12 días.

Aznar (2014); Silva, Ricardo, Bezerra y Barbalho (2017); Pavithraa, Priya, Metro y Jenifer, (2019); Aguilar, Ruiz, Parra y Martinez (2018); Ravichandran (2017). En sus investigaciones sostienen que la conexión de la placa ARDUINO y el Smartphone lo realizan a través de una conexión vía wifi, donde utilizan un servidor para almacenar los datos por parte del ARDUINO y lo transmite vía wifi. Lo cual según, Ravichandran (2017); Aznar (2014) manifiestan que la conexión vía wifi proporciona una gran velocidad de 300Mbit/s de transmisión de datos, siendo la tarjeta de banda de 2.4GHz. A diferencia de otros autores que han desarrollado un Sistema para medir el volumen de combustible y control desde un Smartphone.

Según, Muñoz (2016); Alvarado y Rodríguez (2016); Meneses (2018). Sostienen en sus investigaciones el desarrollo de un sistema de medición de volumen y control desde un Smartphone para medir el volumen de combustible y realizar el control a través de un Smartphone, lo cual la conexión de la placa de ARDUINO y el Smartphone lo realizan a través de un módulo Bluetooth, debido a que el módulo recibe los datos de la placa ARDUINO y lo transmite a cualquier Smartphone.

Alvarado y Rodríguez (2016); Collotta y Giovanni (2015); Rodríguez (2012) sostienen que el Bluetooth es una red inalámbrica, lo cual crea una conexión robusta. Esto está basado en paquetes, en donde saltarán a una nueva frecuencia después de que cada paquete es recibido, y no solamente ayuda a los problemas de interferencia, sino que también añade seguridad y es capaz de transmitir los datos a una velocidad de 1 Mbit/s operando con una tarjeta de banda de 2.4GHz, teniendo un alcance normal para la comunicación de datos entre dispositivos de 10 m. Aunque también se ha encontrado otra forma de conexión de la placa ARDUINO y el Smartphone.

Según, Abhishek, Garvit, shashank, Sanjay, shubham, rajapal y Saurabh (2018); Mangesh, Janbande, Pradnya, Payal y Sancheti (2018); Naresh, Nagendra y Nanda, (2016); Ravindra, Kewate, Tajane, Waghmare (2018); Sivapriya, Sindhuja, Ramesh y Vijayakumar, (2017); Mahesh, Salvi, Sathe, Chavan (2015); Soundarya, Anchitaalagammai, Deepa, y Kumar, (2014). Sostienen otra forma de conexión de la placa de ARDUNO y el Smartphone, a través del modem Global System for Mobile Communications (GSM). Que esta interconectado con el microcontrolador y el uso de los comandos AT, para enviar mensajes de alerta al usuario sobre una fuga de gas o para detectar la cantidad de gas en el cilindro. Además, se necesita una tarjeta SIM para activar el teléfono con la red.

Vega (2018). Explica que el gas licuado de petróleo (GLP) es una mezcla de hidrocarburos de petróleo los cuales son gaseosos a la temperatura y presión ambiental normal. Esta mezcla de gases puede ser licuada aplicando una presión moderada para facilitar su transporte y almacenamiento, se deriva principalmente del gas natural o de los gases de la refinación de petróleo, asimismo indica que los balones de gas domésticos no se llenan en su totalidad con GLP para dar espacio a la expansión de los vapores. En los cilindros domésticos de GLP contiene una mezcla de propano (40%) y butano (60%), esto puede ocurrir una segregación del butano el cual es más pesado que el propano, haciendo que quede más producto en el cilindro cuando se envía de nuevo a llenar, y por lo tanto resulta menos favorable para el consumidor.

Estrada (2016) y Melchora (2017) explican que la celda de carga es un transductor que convierte el peso en una señal eléctrica, la conversión empieza desde un dispositivo mecánico, es decir el peso que desea medir crea una deformación. Las celdas de carga soportan cargas de tensión y compresión siendo estas las más utilizadas en la industria por su durabilidad y precisión. Tienen dos partes principales con galgas extiométricas, una parte mecánica y otra parte eléctrica; la parte mecánica es el elemento que soporta la fuerza externa aplicada sobre la celda y la parte eléctrica traduce la fuerza aplicada en un cambio de resistencia eléctrica. Las celdas de carga poseen 4 galgas extensiométricas conectadas con una configuración de puente Wheatstone dicha configuración permite leer de forma precisa las variaciones de resistencia.

Pineda y Neira (2015), afirma que un trasmisor de celdas de carga es un equipo electrónico de alta precisión diseñado para proceder y convertir una señal generada por uno o

por conjuntos de celdas de carga y esto es utilizado para medir el peso donde es un formato proporcional estandarizado que permite la conexión de la transmisión directamente al sistema. Asimismo, indica que la conexión de la celda de carga y el transmisor se realiza mediante 4 cables con diferentes colores según: Voltaje de excitación +E, VCC; Voltaje de excitación -E, VCC; amplificador + señal +A+; y amplificador - señal -A.

Herrador, (2009). Manifiesta que existe dos tipos de Arduino mas comercializados y fáciles de programarse el Arduino MEGA; que es un microcontrolador ATmega 2560 que tiene como características 54 entradas y salidas digitales, 14 de ellas proporcionan salida de Pulse Width Modulation (PWM), 16 son entradas digitales, y 4 UARTS, funciona a 16MHZ, con conexión por USB, una entrada de corriente de 5v. El arduino mega cuenta también con una memoria flash de 256k y una memoria sram de 8k, habitualmente es usado para proyectos donde se va necesitar salidas digitales en mayor cantidad. Y el Arduino UNO; es una plataforma más utilizada en electrónica y robótica a nivel mundial basada en un microcontrolador ATmega328 cuenta con 14 entradas/salidas digitales y 6 entradas/salidas analógicas pueden utilizarse como PWM, esta placa puede ser alimentada con un voltaje de 5v por los pines “GN” y “+5v”, tiene una memoria Flash de 32 K de los cuales 0.5 K son utilizados por el bootloader, memoria sram: 2 K , con una velocidad de reloj de 16 MHz, posee un botón de reset el cual debe ser usado cada vez que se compila el programa desde el pc a la placa. Este modelo de arduino Duemilanove con mejoras significativas en su diseño.

Moreno, (2012). Precisa que el software y hardware para el arduino y con un entorno apegado con el usuario y fácil de usar, y para este sistema utilizó hardware externo como Servomotores, Modulo HX711, celdas de balanza, motores DC, módulo Bluetooth etc. Y no se notó la miseria de usar un microprocesador, entonces se optó utilizar Arduino, con pocas líneas de código y el arduino resolvió y sin preocupaciones el sistema operativo a instalar.

Patiño, (2014). Define que el display de LCD de 2x16 es una pantalla de cristal líquido que muestra información para visualizar contenidos o informaciones, puede mandar símbolos o gráficos dependiendo el tipo y modelo de grafico que se requiere informar y está gobernado por un microcontrolador el cual dirige todo su funcionamiento, como funciona la pantalla display LCD con el Arduino.

Pascual, (2012). Explica Una de las tecnologías que han revolucionado el manejo de la información a corta distancia entre dispositivos móviles de baja potencia es Bluetooth, y fue



diseñado pensando básicamente en los siguientes objetivos: Tamaño Pequeño, mínimo consumo y bajo precio, por su velocidad de enlace, rango de comunicación, nivel de potencia de transmisión, ha sido seleccionada como el estándar de comunicación en celulares y (Personal Digital Assistant) PDA's. Bluetooth opera a 2.4 GHz de banda RF con una distancia promedio de 10 metros y una velocidad de comunicación superior a 1 Mbps,

Sánchez, (2010). Muestra que el lado del dispositivo móvil, utilizaremos la tecnología Bluetooth para el desarrollo de una aplicación para desarrollar para el dispositivo móvil, se explicara la programa y aplicación. El programa aplicación va a funcionar sobre el teléfono móvil, el dispositivo móvil va a actuar como maestro en las comunicaciones con la placa, iniciará la conexión con ella y posteriormente terminarla. Los parámetros de configuración de la conexión los configura automáticamente el Bluetooth del teléfono al conectarse con el dispositivo esclavo, por lo que nosotros no tenemos que hacer nada.

Según Osinergmin (2018) explica el calcular de consumo de energía diario o mensual un artefacto primero se debe convertir la potencia del artefacto de watts(W) a kilo watts (kW), se divide entre mil, se calcula la cantidad de horas que esta prendido el artefacto, calcular la energía eléctrica consumida en un mes. Lo cual según Hidrandina el costo de consumo de energía mensual promedio en Trujillo es de 0.4417 soles por cada kw-h.

Biendicho (2015) explica la configuración del bluetooth donde se conecta los pines con la placa de arduino una vez que se haya entrado a este módulo, podremos cambiar sus parámetros con los comandos AT. Primero se configura el nombre del módulo, se crea una contraseña de vinculación que por defecto es 1111 si la deseamos modificar debemos añadir la nueva contraseña.

Hernández, (2016) sostiene que los elementos del costo para un presupuesto de producto terminado son los materiales directos: Son recursos que se utilizan en la producción; la mano de obra directa: Es el trabajo físico o mental que se emplea para elaborar un producto y los costos indirectos de fabricación: Son los costos que se acumulan por materiales, mano de obra y el costo incurridos en la producción. Esta clasificación acumula a la gerencia, la información necesaria para la medición del ingreso y la fijación del costo del producto cuando va salir al mercado.

A partir de revisar las investigaciones y teorías relevantes para afrontar la problemática, nos formulamos el siguiente problema de tesis: ¿Es viable diseñar e implementar un sistema de medición del nivel de consumo de gas para un balón de uso doméstico? Debido a esta problemática, la tesis tiene por finalidad diseñar e implementar un sistema de medición del nivel de consumo de gas de un balón uso doméstico ya que en la actualidad cubriremos las necesidades de los clientes que utilizan el balón de gas doméstico para poder visualizar su consumo de gas, evitando incomodidades como, paradas imprevistas, cuando están cocinando lo cual genera pérdidas de tiempo a los consumidores. Asimismo, teniendo la percepción de que puedan ser estafados entregando menor cantidad de gas de la que pagaron, que está normado según Osinergmin 10 kg. También evitar los inconvenientes cuando se quedan sin gas al momento de preparar sus alimentos generando pérdidas de tiempo y retrasos en el trabajo.

En el listado de las normas metrológicas peruanas se aprobó mediante la resolución N°007-2012/SNM-INDECOPI medidores de gas parte:1 requisitos metrológicos y técnicos. Parte:2 controles metrológicos y ensayos de funcionamiento, sin embargo, no existe una acción oficial para obligar a los comerciantes de gas y a los fabricantes de balones de gas doméstico a que incorporen un sistema de medición. Además, hasta el momento no existen en el mercado peruano un sistema de medición del nivel de gas de un balón uso doméstico de capacidad de 10 kilos a bajo costo y fácil de utilizar. Teniendo en cuenta los diversos problemas que suelen suceder debido a que no existe una empresa en el Perú dedicada al diseño y construcción de medidores del nivel de gas para balones de gas de uso doméstico de capacidad de 10kg, que sean amigable con el medio ambiente y con un mínimo consumo de energía eléctrica.

Por ello que como hipótesis nos planteamos lo siguiente: Es factible diseñar e implementar un sistema de medición del nivel de consumo de gas para un balón de uso doméstico. Por lo tanto, como objetivo general de la tesis, diseñar e implementar un sistema de medición del nivel de consumo de gas para un balón de uso doméstico y como objetivos específicos de la tesis: a). Identificar las necesidades de los consumidores que utilizan un balón de gas doméstico. b). Seleccionar la alternativa óptima de diseño del sistema de medición del nivel de gas. c). Seleccionar los componentes del sistema mediante una matriz ponderada de selección. d). Programar el sistema de medición del nivel de gas en un software (Sketch Arduino) e). Simular y analizar de la base móvil en software (SolidWorks) f). Realizar el presupuesto del sistema de medición del nivel de gas.

## II. METODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación:

#### **Tipo de investigación: Tecnológica**

Según Huamani (2013) la investigación tecnológica lo considera como aquella que responde a problemas técnicos, aprovechándose del conocimiento científico producto de la investigación básica. Asimismo, constituye reglas técnicas cuya diligencia posibilita cambios en el contexto.

Es por ello que la presente investigación es tecnológica debido a que no existe empresas dedicadas a realizar este diseño en el Perú sobre el sistema de medición de nivel de gas doméstico.

#### **Nivel de investigación: Descriptiva**

Universa (2019) define que la investigación descriptiva es utilizada, como su nombre lo dice, narrar la realidad de situaciones y eventos que se abordan y se pretenden analizar. De esta manera la investigación descriptiva no consiste únicamente en almacenar y procesar datos, el investigador deberá definir su análisis y los procesos que involucrará el mismo.

En consecuencia, podemos afirmar que nuestra investigación es del tipo descriptiva debido a que se realizó la descripción como debería ser el sistema de medición, partes que debería tener y el análisis a través de la programación.

#### **Método: Deductivo**

Cegarra (2012) define que este método es usado en la vida cotidiana para buscar a través de la lógica una solución al problema que nos planteamos, asimismo consiste en trazar una hipótesis para poder llegar a la solución acorde con la teoría y datos existentes por otros autores.

Llegamos a la conclusión que nuestra investigación es de método deductivo ya que en lo general se podrá evaluar varios tipos de balones de gas y lo particular solo se analizará un balón de gas doméstico para ver su comportamiento del nivel de consumo de gas y hacer las calibraciones correspondientes.

### **Diseño de la investigación: Experimental**

Parella y Martins (2013) soporta que el diseño experimental es aquel donde el investigador maneja una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué forma y porque causa se origina o puede producirse un fenómeno. Además, busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez confirmados, se convierten en leyes.

En consecuencia, afirmamos que nuestra investigación fue del tipo experimental debido a que se realizará pruebas sobre la variación del peso respecto del consumo de gas y de esta manera establecer rangos o definir parámetros que debe cumplir cierto medidor de nivel de gas.

#### 2.2. Operacionalización de variables

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Tipo	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
<b>Sistema de medición</b>	Independiente	<b>Sistema de medición:</b> Es el grupo de instrumentos o calibres, estándar, operaciones, métodos, dispositivos, software, medio ambiente e instrumentos utilizados para cuantificar una unidad de medida o valoración determinada; proceso completo utilizado para obtener mediciones. Reyes (2007).	Se llevará a cabo por la aplicación de una escala de niveles existentes de gas en porcentaje (%) y cuando llegue al valor mínimo se active una alarma.	Peso porcentual	Porcentaje de (Peso )  Kg Medido a escala de 100g	Razón
<b>Nivel de Consumo de gas</b>	Dependiente	<b>Nivel de Consumo de gas:</b> Es el consumo de gas que aumenta, lógicamente, en función del número de hornillas de la cocina en uso, Para este caso se estimar en kilogramos o porcentaje el consumo de gas. .Osinergmin (2018).	El nivel de consumo de gas GLP se medirá utilizando la formula.  $peso\ GLP = peso\ tanque\ lleno - peso\ tanque\ vacio$ Donde peso tanque lleno será variable de acuerdo al consumo	Peso	kg  %	Razón

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo.

**Población:**

Balones de gas de uso doméstico de Trujillo.

**Muestra:**

6 balones de gas GLP

**Muestreo:**

No probabilístico – por conveniencia

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y validez

**Técnica: encuesta**

La encuesta nos sirvió para poder recopilar la información acerca de las necesidades y los problemas que afrontan los usuarios, de esta manera podremos efectuar con los objetivos de la investigación teniendo una serie de preguntas para el usuario sobre el consumo de gas GLP.

**Instrumento: Cuestionario**

El cuestionario nos sirve para poder recopilar información proporcionada por los encuestados, permitiéndonos lograr los objetivos específicos de la investigación. Dicha encuesta se realizará con la finalidad de conseguir los requerimientos sobre el diseño del sistema de medición.

**Validez**

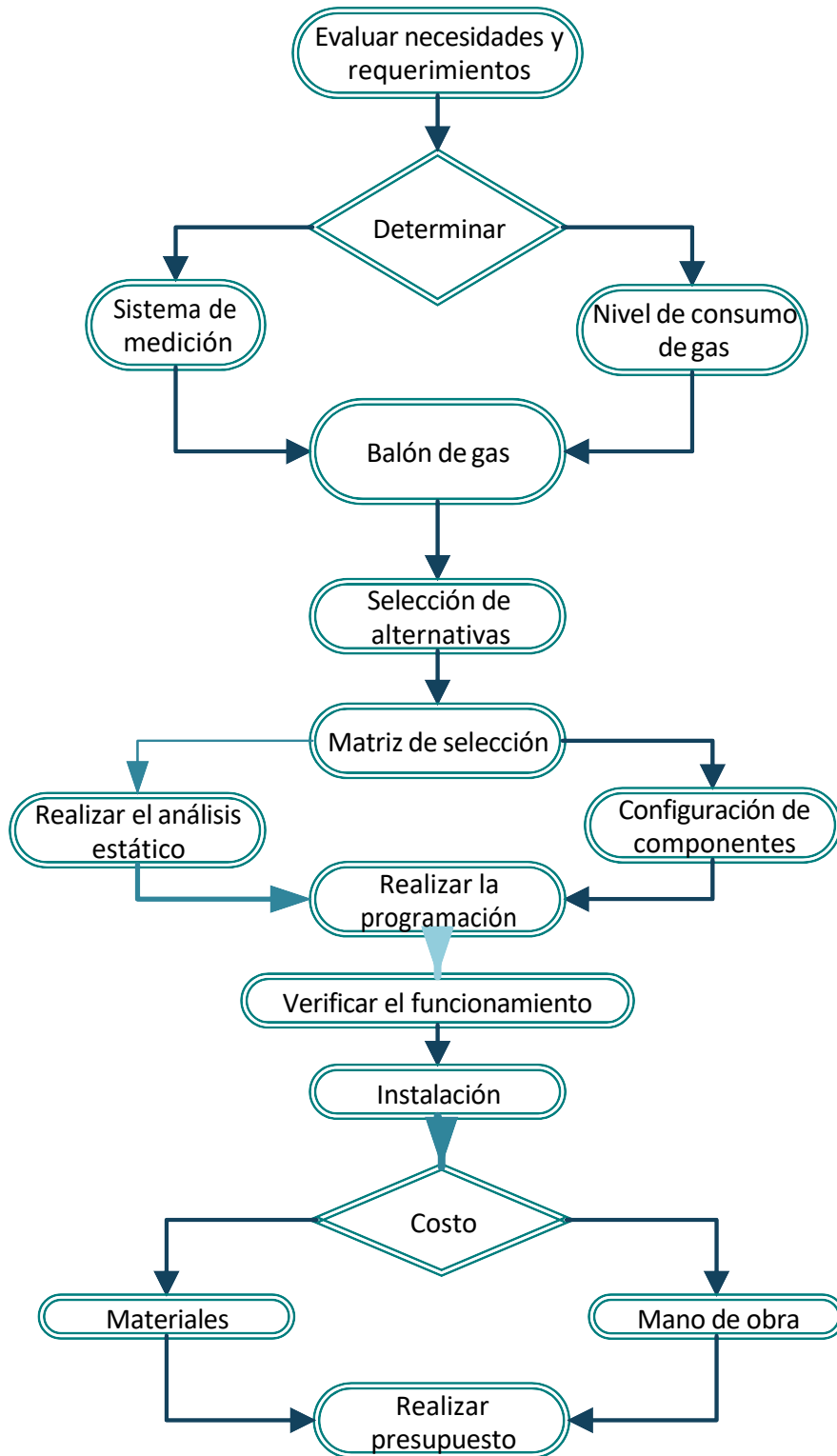
La validación de la encuesta planteada será realizada por el criterio de 3 jueces expertos en el tema.

## 2.5. Procedimiento

El procedimiento a seguir para el diseño del sistema de medición de nivel de gas consiste en los siguientes pasos:

- Identificar las necesidades y formulación de lista de requerimientos.
- Revisar tesis, artículos y libros, etc. Con bibliografía relacionada al tema.
- Seleccionar la alternativa optima de diseño del sistema de medición del nivel de gas mediante una matriz ponderada.
- Realizar la selección de los componentes del sistema de medición mediante una matriz ponderada.
- Realizar análisis estático de la base del sistema en el software (SolidWorks)
- Configuración de los componentes del sistema de medición.
- Realizar la programación del sistema en un software (Sketch Arduino y app inventor)
- Verificar el funcionamiento del sistema de medición.
- Realizar la instalación correspondiente del medidor de gas.
- Realizar el análisis económico de la fabricación del proyecto, presupuesto.

Figura 1: diagrama de flujo sobre el procedimiento para el diseño de un sistema de nivel de gas



Fuente: Elaboración propia



## 2.6. Método y análisis de datos

- Los datos se obtendrán mediante la encuesta donde se formará una lista de requerimientos de los usuarios de balones de gas, con la intención de plantear alternativas de diseño evaluadas a través de gráficos en Excel.
- Se mostrará tablas estadísticas según las encuestas obtenidas de los requerimientos.
- Se realizará bajo normas el diseño del sistema de medición del nivel de gas doméstico.
- Se generará conceptos alternativos para seleccionar el sistema de medición mediante matriz ponderada.
- Mediante software(SolidWorks) se mostrará análisis y simulación de base móvil.
- Programación de electrónica de interconexión, sensores celda de carga y Arduino, mostrando datos en display LCD.
- Desarrollar una aplicación (medidor\_GLP) para móviles para transmitir los datos vía Bluetooth.
- Calibrar el sistema de medición de nivel de gas.
- Verificar el funcionamiento del sistema de medición.
- Elaboración del presupuesto del sistema de medición.

## 2.7. Aspectos éticos

*Tabla 2: Aspectos éticos*

Criterios	Características éticas del criterio
Ambiente	Es factible con el medio ambiente
Confidencialidad	Se afirma la protección a la persona que lo va utilizar
Objetividad	Es el análisis de la situación encontrada
Originalidad	Se citarán las fuentes bibliográficas de la información encontrada y se mostrara.
Veracidad	La información mostrada será netamente verdadera.
Derechos laborales	la propuesta de solución propicio no el respeto a los derechos laborales.

*Fuente: Elaboración propia*

### III. RESULTADOS

#### 3.1 LISTA DE EXIGENCIAS Y REQUERIMIENTOS POR PARTE DE LOS USUARIOS DE BALONES DE GAS DOMÉSTICO.

*Tabla 3: Datos de los encuestados.*

Nombre y Apellido	Edad
Flor Quispe Caballero	22
Nuvia Flores Echevarria	68
Jhina Layza Vasquez	28
Vieyra Quispe Caballero	25
Milagros Fuentes Altamirano	32
Magali Pizan Rios	35
Laura Caballero López	45
Erminda Agreda Rodriguez	37
Manuel Pizan Jiménez	47
Jorge Luis Morales Saravia	26
Deyner Josue García Rodriguez	26
Yanely Jara Pinedo	28
Consuelo Solano Flores	33
Sonia Castrejon Huamanta	27
Elvira Santos Rios	47
Margarita Yupanqui Zifuentes	40

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 3, se muestra una lista de personas encuestadas, lo cual se cogió una muestra no probabilística – por conveniencia de 15 consumidores de balones de gas GLP.

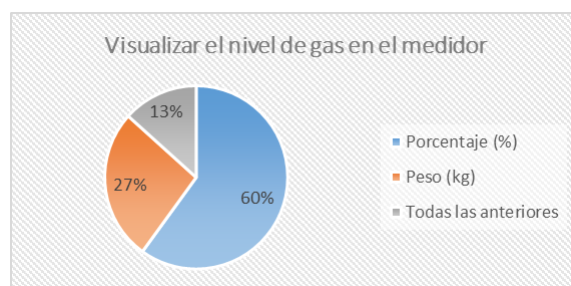
Tabla 4 : Visualizar el nivel de gas en el medidor.

Visualizar el nivel de gas en el medidor	N° de personas
Porcentaje	9
Peso (kg)	4
Todas las anteriores	2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 indica que 9 personas requieren visualizar el nivel de gas en el medidor por porcentaje (%) lo cual 4 personas desean visualizar por el peso (kg), así mismo 2 personas indican que requieren visualizar su nivel de gas en el medidor por peso (kg) y porcentaje (%).

Grafico 1: Porcentajes de tipos de visualización de nivel de gas en el medidor.



Fuente: Elaboración propia

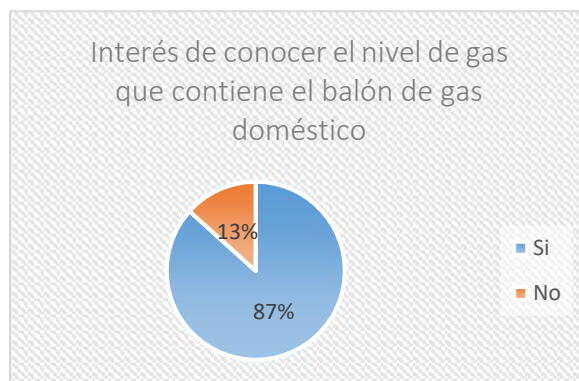
Según el gráfico 1 indica que el 60% de personas encuestadas requieren visualizar el nivel de gas en el medidor en porcentaje (%), pero el 27% desea visualizar el nivel de gas por peso (kg) y el 13% de las personas encuestadas piden visualizar en peso(kg) y porcentaje (%).

Tabla 5: Interés de conocer el nivel de gas que contiene el balón de gas doméstico

Interés de conocer el nivel de gas que contiene el balón de gas doméstico	N° de personas
Si	12
No	3

Fuente: Elaboración propia

*Grafico 2: Porcentaje sobre el Interés de conocer el nivel de gas que contiene el balón de gas doméstico.*



*Fuente: Elaboración propia*

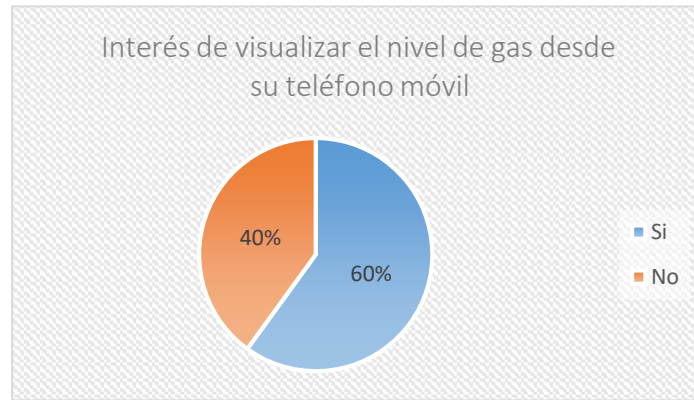
En la tabla 5 y el gráfico 2 indican que 12 personas que corresponde al 87% les interesa conocer el nivel de gas que contiene su balón de gas doméstico ya que es importante saber la cantidad que contiene el balón al momento de comprarlo, también saber en qué momento se va a terminar para que de esa manera estar prevenidos, y evitar inconvenientes como el horario en que se comercializa el balón de gas ya que no se comercializa las 24 horas, por otro lado 3 personas que equivale al 13% no están interesadas en conocer el nivel de gas que contiene el balón de gas doméstico.

*Tabla 6: Interés de visualizar el nivel de gas desde su teléfono móvil.*

<i>Interés de visualizar los datos del nivel de gas desde su teléfono móvil.</i>	N° de personas
Si	9
No	6

*Fuente: Elaboración propia*

*Grafico 3: Interés de visualizar el nivel de gas desde su teléfono móvil.*



*Fuente: Elaboración propia*

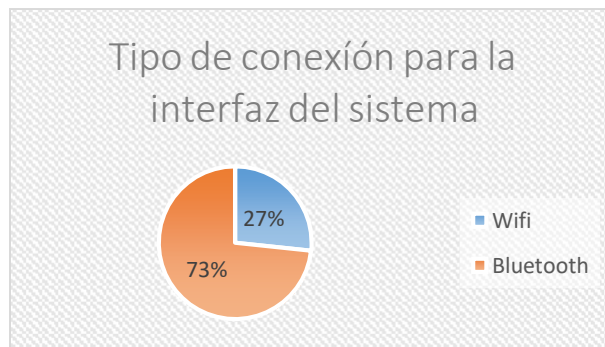
Según la tabla 6 y el gráfico 3, da a conocer que 9 personas que corresponde al 60% están interesadas a visualizar los datos o resultados del nivel de gas que tiene el balón de gas doméstico desde su teléfono móvil ya que es más accesible y mucho más fácil verificar el nivel de gas a distintas distancias del medidor. Por otro lado, el 40% no le interesa visualizar el nivel de gas desde su teléfono móvil debido a que prefieren que se muestre en una pantalla en el mismo sistema; también se debe a que el celular que utilizan no es muy tecnológico o actualizado y no permite manejar aplicaciones.

*Tabla 7: Tipo de conexión para la interfaz del sistema*

Tipo de conexión para la interfaz del sistema	N° de personas
Wifi	4
Bluetooth	11

*Fuente: Elaboración propia*

*Grafico 4 : Tipo de conexión para la interfaz del sistema*



*Fuente: Elaboración propia*

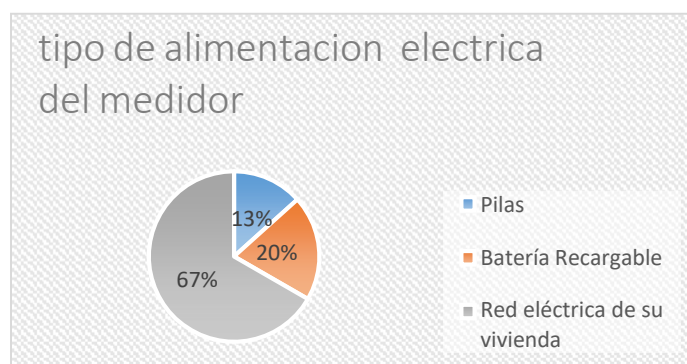
En la tabla 7 y en el gráfico 4 indica que 11 personas que corresponde al 73% prefieren la conexión para la interfaz del sistema vía bluetooth ya que tienen una mayor factibilidad y no requiere de internet para que se realice la interfaz, por otro lado 4 personas que es el 27% prefieren con wifi ya que le permite la conexión a una larga distancia y les resulta más fácil adaptarse a esa conexión de datos.

Tabla 8: Tipo de alimentación eléctrica del medidor.

Tipo de alimentación eléctrica del medidor	N° de personas
Pilas	2
Batería Recargable	3
Red eléctrica de su vivienda	10

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5: Tipo de alimentación eléctrica del medidor.



Fuente: Elaboración propia.

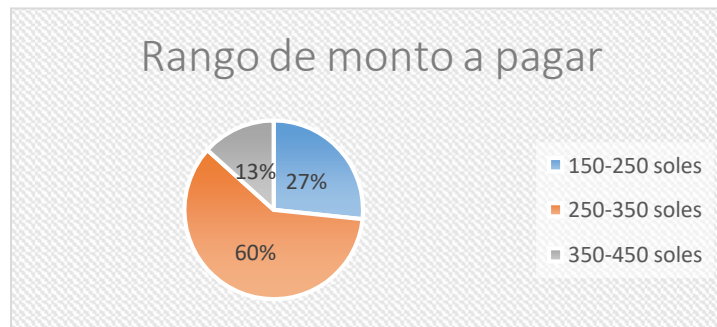
En la tabla 8 y en el gráfico 5, el 67% de los encuestados prefieren que el medidor funcione con alimentación eléctrica desde la red de su vivienda debido a que se evitaran de comprar pilas y comprar la batería y tener que recargarle, con respecto a la alimentación a pilas prefieren 2 personas que corresponde al 13% al igual que 3 personas que corresponde 20% batería recargable.

Tabla 9: Rango de monto a pagar

Rango de monto a pagar	N° de personas
150-250 soles	4
250-350 soles	9
350-450 soles	2

Fuente: Elaboración propia

*Grafico 6: Rango de monto a pagar*



*Fuente: Propia*

Como se muestra en la tabla 9 y en el gráfico 6, el 60% de los encuestados están dispuestos a pagar entre 250-350 soles, para adquirir un sistema de medición del nivel de gas y así poder visualizar la cantidad exacta de gas que le queda en su balón de uso doméstico, por otro lado, el 27% están dispuestos a pagar entre 150-250 soles y el 13% pagarían 350-450 soles.

### 3.2.- SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVAS ÓPTIMA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DEL NIVEL DE GAS:

#### 3.2.1.- D1: INDICADOR DE NIVEL, TIPO FLOTADOR:

Este diseño es utilizado para tanques estacionarios de uso doméstico e industrial. Se caracteriza por tener un mecanismo flotador el cual está fabricado de material antiadherente y evita bloqueos en el mecanismo, lo cual tiene como desventaja que se debe hacer una perforación al cilindro para instalar el flotador.

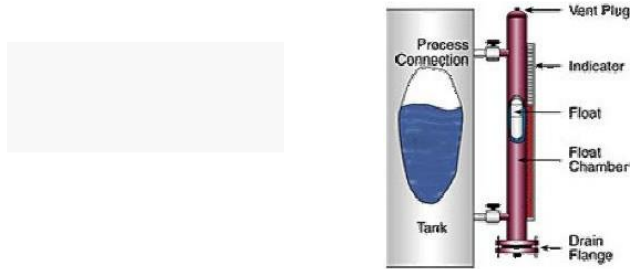


*Figura 2: Indicador de nivel tipo flotador.*

*Fuente: Grupo Ingusa.*

### 3.2.2.-D2: INDICADOR DE NIVEL, TIPO TUBO:

Este diseño es automático lo cual la transmisión de nivel de gas para la lectura lo realiza por campo magnético, lo cual requiere de condiciones extremas de trabajo como presión y temperatura lo cual dicho sistema presenta un error de medición muy significativo.



*Figura 3: Indicador de nivel tipo tubo.*

Fuente: .Bloginstrumentacion control-nivel-indicadores

### 3.2.3 D3. INDICADOR DE NIVEL, TIPO DE CELDA DE CARGA:

Este sistema es muy viable debido a que el uso del dispositivo es mecánico y se encarga de convertir el peso en una señal eléctrica luego se colocan medidas de calibración para indicar los rangos de medición, no es necesario intervenir en el cilindro de gas y es un sistema muy seguro ya que no tiene ningún contacto eléctrico el cilindro de gas con el sistema de medición.



*Figura 3: Indicador de nivel tipo celda de carga.*

Fuente: Naylamp mechatronics.



3.2.4.- SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS MEDIANTE UNA MATRIZ PONDERAADA:

Tabla 10: Indicadores

INDICADORES	
PUNTUCACION	EXPLICACION
5	SEGURIDAD
4	FACIL DE ACOPLAR
4	CONFIABLE
3	COSTO

*Fuente: Propia*

Según la tabla 10 se muestra los criterios, lo cual consideramos seguridad como el primordial, por el daño que podría causar al usar los diseños propuestos, ya que estos usan energía eléctrica con diferente configuración, y fácil de acoplar porque necesitamos que sea sencillo el funcionamiento sin hacer muchas modificaciones, como también confiable que no tenga fallas en su funcionamiento, finalmente el costo que resulte rentable su fabricación, el puntaje será del 1 al 10 por ende multiplicado por el peso del criterio nos dará el puntaje real, siendo la definición de los criterios seleccionados ya mencionados.

Tabla 11: Indicadores modelo D1

Criterio	Puntaje de criterio	Puntaje obtenido	Resultado
Seguridad	5	4	20
Fácil de acoplar	4	2	8
confiable	4	2	8
Costo	3	2	6
	Resultado		42

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 12: Indicadores modelo D2

Criterio	Puntaje de criterio	Puntaje obtenido	Resultado
Seguridad	5	5	25
Fácil de acoplar	4	4	16
confiable	4	4	16
Costo	3	3	9
	Resultado		66

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 13:Indicadores modelo D3

Criterio	Puntaje de criterio	Puntaje obtenido	Resultado
Seguridad	5	9	45
Fácil de acoplar	4	7	28
confiable	4	7	28
Costo	3	6	18
Resultado			119

*Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 14:Matriz de selección.

CRITERIOS	D1: TIPO FLOTADOR	D2: TIPO TUBO	D3: TIPO CELDA DE CARGA
SEGURIDAD	20	25	45
FACIL DE ACOPLAR	8	16	28
CONFIABLE	8	16	28
COSTO	6	9	18
TOTAL	42	66	119

*Fuente: Obtención propia.*

Como se muestra en la tabla 14 la matriz de selección de los tres diseños propuestos lo cual se consideró los criterios de la tabla 9 por ende el diseño 1 obtuvo un puntaje total de 42 puntos ya que en el criterio de seguridad adquirió bajo puntaje porque resulta dificultoso acoplar dicho sistema, así mismo el diseño 2 logro un puntaje total de 66, finalmente el diseño 3 llego con mayor puntaje de 119, ya que cumple todas las expectativas de diseño. Por esta razón el diseño a implementar será el diseño 3.

### 3.3.- SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DEL NIVEL DE GAS:

Para la selección de componentes el Arduino se realizará mediante una matriz ponderada, los siguientes componentes no acudimos a una matriz ponderada por el hecho que no existe diferencias mayores y solo se tendrá en cuenta costo de los dispositivos y requerimientos.

### 3.3.1.- SELECCIÓN DE ALTERNATIVA MEDIANTE UNA MATRIZ PONDERADA PARA ARDUINO.

Este componente se seleccionará teniendo en cuenta especificaciones técnicas, criterios de requerimiento y costo.

*Tabla 15:Matriz de selección según características.*

CARACTERISTICAS	ARDUINO UNO	ARDUINO MEGA
Voltaje de operación	5v	5V
Pines digitales	14	54
memoria flash	32	256K
Memoria sram	2k	8K
Módulo urat	1	2/4
Módulo I2c	1	1
Costo	S/40.00	S/70.00

*Fuente: Elaboración propia*

En tabla 15 se muestra la matriz de selección de los dos diseños propuestos lo cual se consideró las características de cada uno, para elegir el Arduino se teniendo en cuenta cuantos pines digitales va trabajar el sistema y son 12 pines que serán usados en la siguiente manera: 6 pines para la pantalla LCD, 2 pines para bluetooth, 2 pines para trasmisor celda de carga y 2 pines para luz led indicadores. Lo cual el Arduino uno trabaja con 14 pines, y cumple con el criterio de requerimiento también es de bajo costo, por esta razón el Arduino uno es el ganador y se empleara para nuestro sistema.

### 3.3.2.- SELECCIÓN DE CELDAS DE CARGAS:

Se seleccionó según la tabla 13 donde nos indica que el sistema de medición de nivel de gas ganador a emplear, requiere de una celda de carga. Asimismo, según la norma supervisión del peso neto de los cilindros de GLP (OSINERG) establece que el peso de balón de gas vacío debe pesar 10.250kg como máximo, el contenido de gas debe pesar 10 kg la suma de balón de gas total es de 20. 250kg.Teniendo en cuenta los rangos de celdas que existen en el mercado y son más comercializadas de 20 kg y 50 kg, donde 20 kg no alcanza la capacidad que se requiere medir lo cual se optó por una celda de carga de 50kg.



*Figura 4:celda de carga.*

*Fuente: Naylamp mechatronics.*

### 3.3.3.- SELECCIÓN DE TRASMISOR DE CELDAS DE CARGAS:

Se utiliza el transmisor para adecuar la señal del sensor de celda de carga al Arduino uno, de tal forma que se adquieran los datos de manera uniforme. Siendo compatible con celdas de carga de 5kg, 20kg y 50kg.



*Figura 5:celda de carga.*

*Fuente: Naylamp mechatronics.*

### 3.3.4.- SELECCIÓN DE PANTALLA LCD:

Se selección una pantalla de 16x2 porque los caracteres a mostrar como máximo son de 14x2, con el fin visualizar el peso del gas en porcentaje, también saldrá un SMS cuando no está colocado el balón de gas en el sistema.



*Figura 6: Pantalla LCD mostrando 16x2 caracteres.*

*Fuente: Elaboración propia.Q1 <*

### 3.3.5.- SELECCIÓN DE BLUETOOTH:

Se selección mediante los requerimientos por los usuarios de balones de gas según la tabla 7 y en el gráfico 4 indica que 11 personas que corresponde al 73% prefieren la conexión para la interfaz del sistema vía bluetooth ya que tienen una mayor factibilidad y no requiere de internet para que se realice la interfaz. El bluetooth nos permite conectar con el Arduino a un celular a través de un aplicativo de forma inalámbrica con la facilidad de transmitir de manera transparente cuando se pida visualizar los datos.

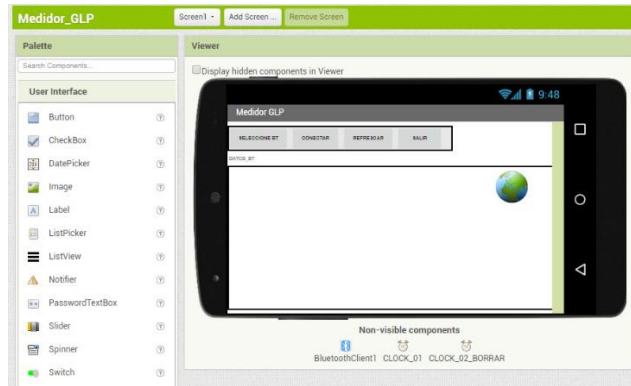


*Figura 7:Trasmisor celda de carga.*

*Fuente: Naylamp mechatronics.*

### 3.3.6.- SELECCIÓN DE APLICACIÓN MÓVIL:

La aplicación móvil nos permite acceder a los datos necesarios que manda el bluetooth, los datos que muestra la aplicación es el consumo de gas por día, se visualiza en porcentaje del consumo de gas y la aplicación móvil que se creó se llama Medidor de GLP.



*Figura 8: aplicación móvil*

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3.7.- SELECCIÓN DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA:

Sera alimentara por energía eléctrica debido que en las encuestas en la tabla 8 y en el gráfico 5, el 67% de los encuestados prefieren que el medidor funcione con alimentación eléctrica desde la red de su vivienda debido a que se evitaran de comprar pilas y comprar la batería y tener que recargarle.

Al medir la interceded máxima en la que trabaja el Sistema se obtuvo los siguientes resultados:

*Tabla 16: Matriz de alimentación eléctrica a cada componente.*

COMPONENTES	Intensidad Max	Voltaje de operación
Celda de carga.	10mA	5V
Transmisor celda de carga.	10mA	5V
Arduino uno.	40mA	5V
Pantalla LCD.	30mA	5V
Bluetooth.	40mA	5V

*Fuente: Elaboración propia*

Es por ello que debemos sumar todas las intensidades que consume cada dispositivo del sistema, para poder hallar la potencia consumida.

Según la ley de ohm.

Intensidad máxima (suma) = 130mA = 0.13A

$$P = V * I$$

$$P = 220V * 0.13A = 28.6w$$

$$P = 28.6w = 0.0286kw$$

El costo de energía eléctrica según Hidrandina en la ciudad de Trujillo es de 0.4417 soles por cada Kw-h.

Costo promedio diario:

$$C_d = P * C_{KW} * T$$

$$C_d = 0.0286Kw * 0.4417 \frac{S}{Kw-h} * 24h$$

$$C_d = S/.0.3031$$

Costo promedio mensual:

$$C_m = C_d * d$$

$$C_m = 0.3031 * 30$$

$$C_m = S/.9.10$$

Mediante el cálculo realizado se calculó el costo de consumo de energía eléctrica en el sistema durante su funcionamiento de 30 días del mes, funcionando las 24 horas con el monto de 9.10 soles mensuales.

### 3.4.- PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICION DEL NIVEL DE GAS EN UN SOFTWARE (SKETCH ARDUINO Y APP INVENTOR):

Según el grafico 1 indica que el 60% de personas encuestadas requieren visualizar el nivel de gas en el medidor en porcentaje (%). Por lo cual se realizó la programación con el arduino, mostrando en la pantalla LCD el nivel de gas en porcentaje. Y asimismo muestra la predicción que realiza el sistema.



*Figura 9: Pantalla LCD.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Mediante la programación, se logró desarrollar un gráfico indicando, la cantidad de consumo de gas diario durante el mes. Como se muestran en la figura 10.



*Figura 10: Gráfico de consumo de gas diario.*

*Fuente: Elaboración propia.*

En el consiguiente diagrama de bloques se muestra la agrupación de los componentes que forman el sistema de medición, ilustrándose en la figura 9.



## DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MEDIDOR DE GAS

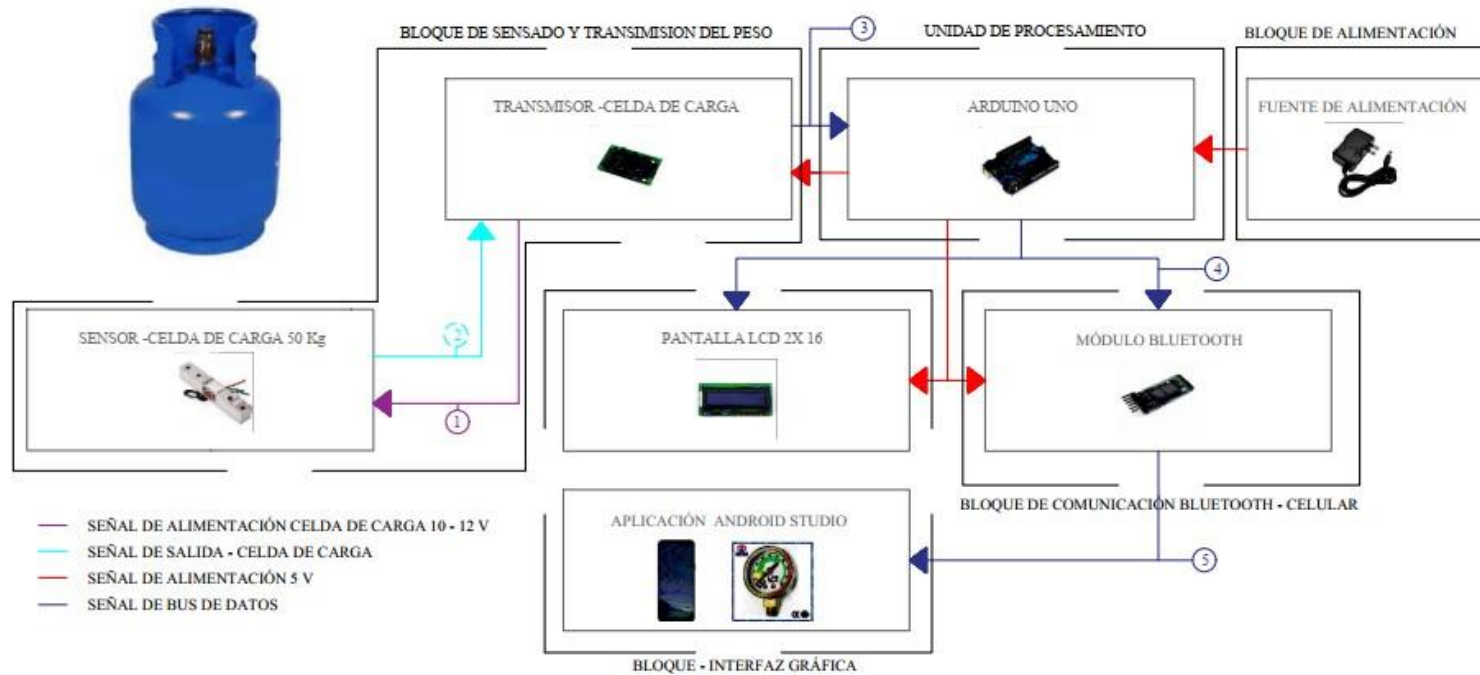


Figura 11: Diagramas de bloques del medidor de gas.

Fuente: Elaboración propia

ITEM	DESCRIPCIÓN
①	SEÑAL DE ALIMENTACIÓN DE CELDA DE CARGA 50 KG
②	SEÑAL DE SALIDA DE CELDA DE CARGA
③	SEÑAL DE TRANSMISIÓN DE DATOS A TRAVÉS DE PROTOCOLO I2C
④	SEÑAL DE TRANSMISIÓN DE DATOS A TRAVÉS DEL PROTOCOLO SERIAL RS 232
⑤	SEÑAL INALÁMBRICA BLUETOOTH – APLICATIVO MOVIL (MEDIDOR DE GAS)

## Diagrama de flujo del Medidor de Gas

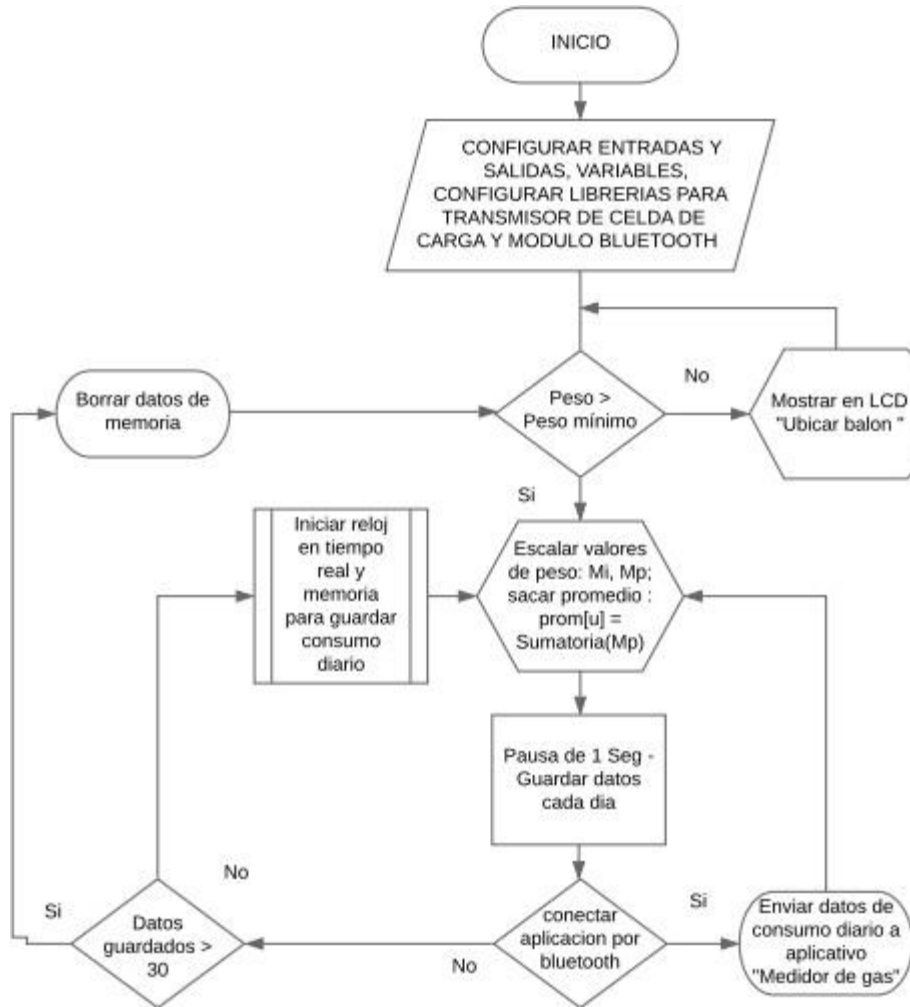
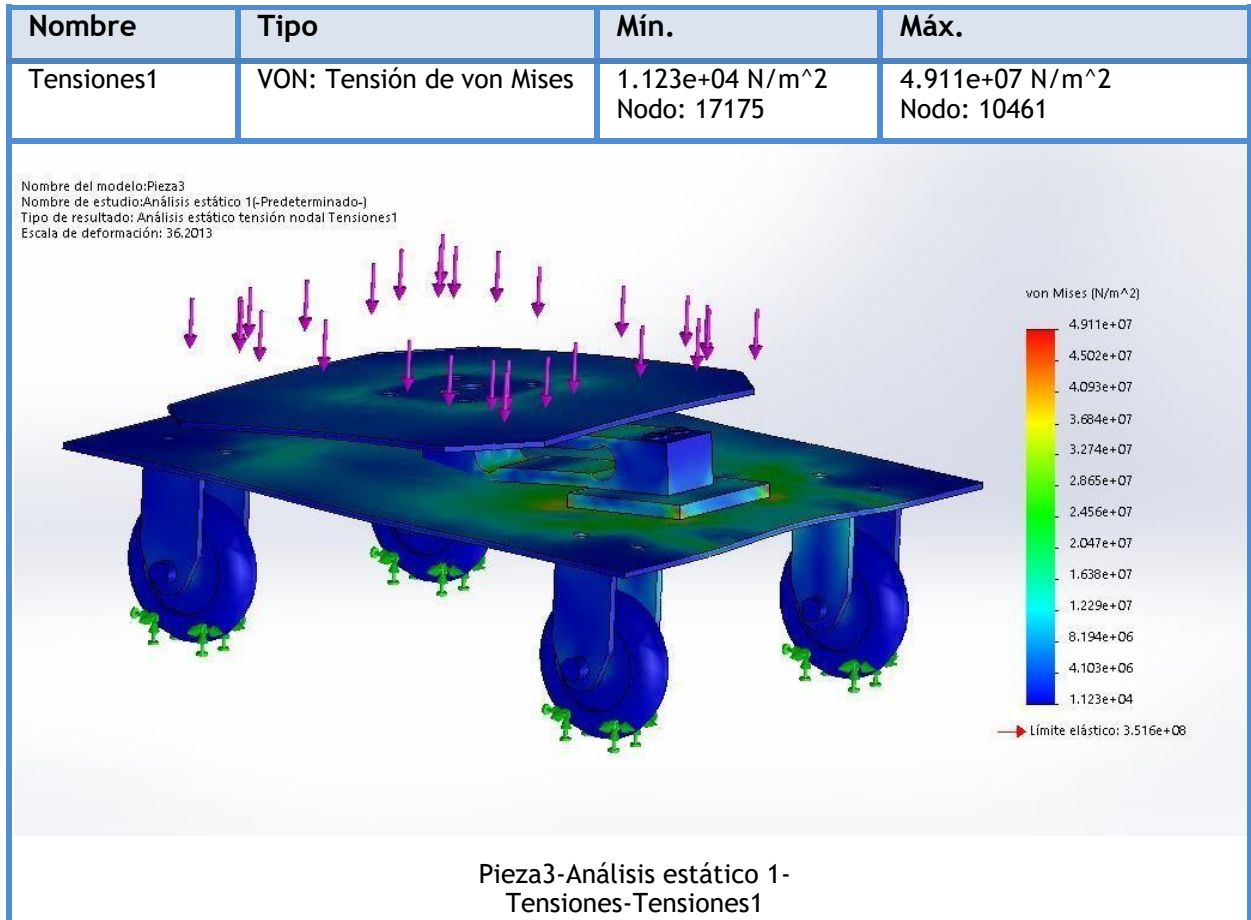


Figura 12: Diagramas de flujo del medidor de gas.

Fuente: Elaboración propia.

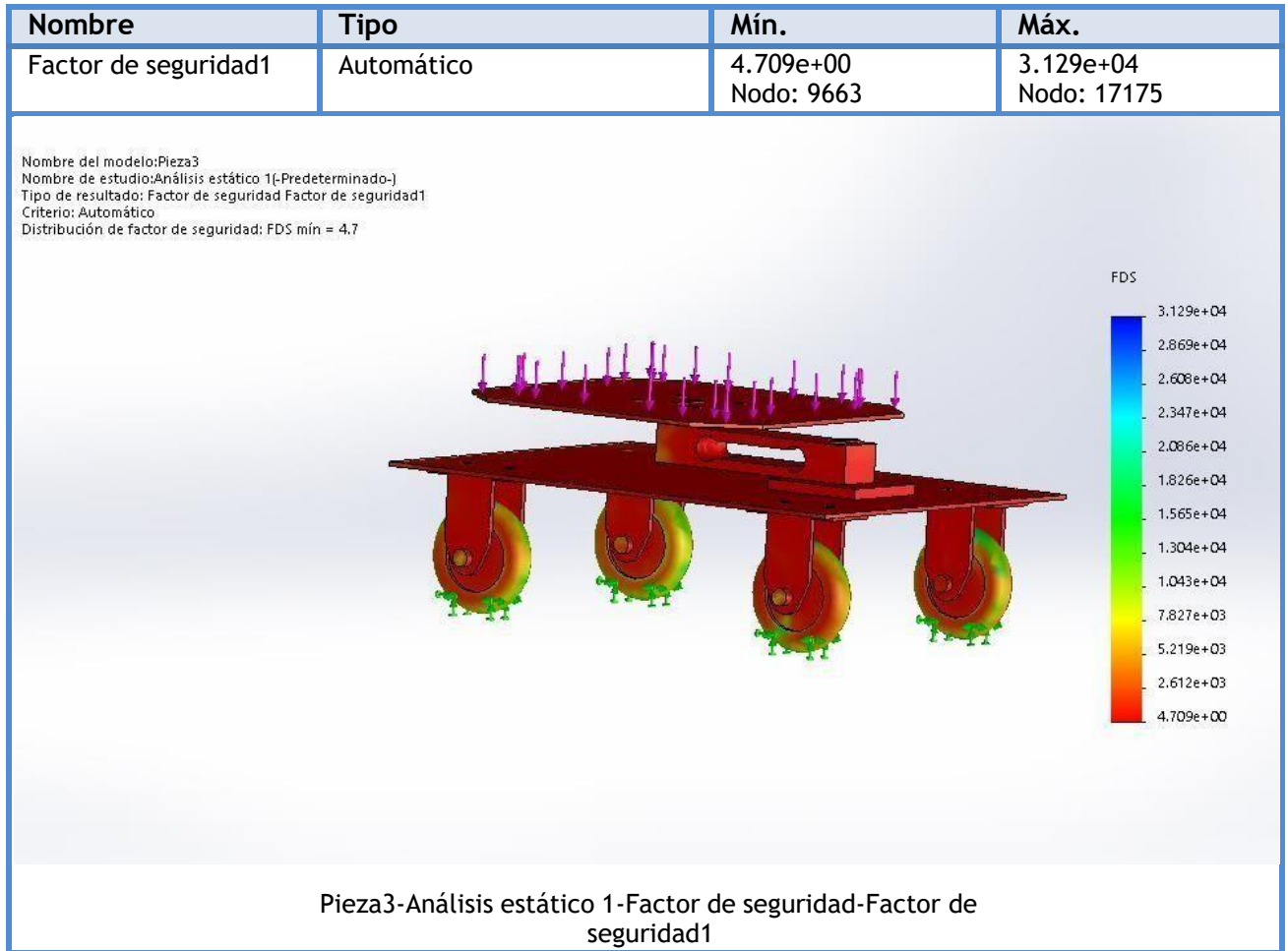
### 3.5- SIMULACIÓN Y ANALISIS DE LA BASE MOVIL EN SOFTWARE (SOLIDWORKS):



*Figura 13: Análisis estático de tensión.*

*Fuente: Elaboración propia.*

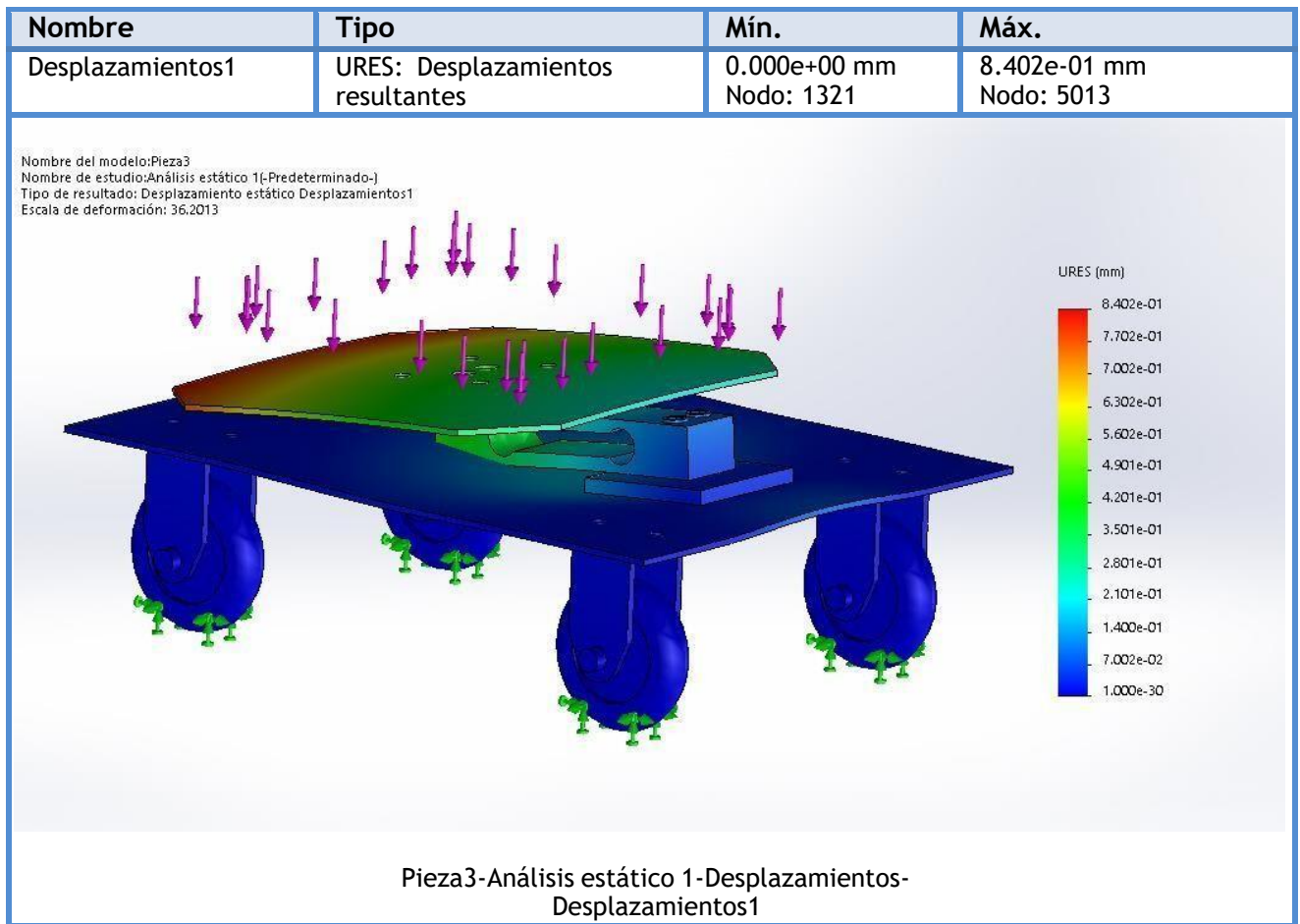
Según la figura 13 se muestra el análisis estático de tensión, según el criterio de Von Mises, ya que este criterio es específico para materiales dúctiles, se obtuvo un límite elástico de 49.11 MPa. Siendo la tensión máxima que el material (AISI 1020) puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes.



*Figura 14: Análisis estático de factor de seguridad.*

*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 14 se muestra el análisis de factor de seguridad, se obtuvo un factor mínimo de 4.7, garantizando un modelo estructural totalmente confiable para una carga de 200N y consideraciones tomadas en cuenta.



*Figura 15: Análisis estático de desplazamiento.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Como en la figura 15 se muestra el análisis de desplazamiento estático, En este tipo de análisis se expresó los resultados obteniendo un desplazamiento mínimo de 0.00 mm y 0.0842 mm como desplazamiento máximo.

### 3.6.- PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE MEDICION DEL NIVEL DE GAS:

*Tabla 17: Materiales (componentes del sistema)*

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Tienda
Celda de carga de 50kg	1	S/.80	S/.80	Naylamp Mechatronics
Módulo HX711 trasmisor de celda de carga	1	S/.12	S/.12	Naylamp Mechatronics
Modulo bluetooth 4.0 BLE HM - 10	1	S/.25	S/.25	Naylamp Mechatronics
Pantalla display alfanumérico LCD 16X2	1	S/.10	S/.10	Naylamp Mechatronics
Placa	1	S/.6	S/.6	Naylamp Mechatronics
Plancha de acero AISI 1020	1	S/.25	S/.25	Metálica
Pernos hexagonales	8	S/.0.50	S/.4	Casa del perno
Cable cargador	1	S/.25	S/.25	Electrónica
Rueda placa giratoria	4	S/.4	S/.16	Metalica
Total		S/.203		

*Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 18: Mano de obra.*

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Programación de sistema.	1	S/.40	S/.40
Construcción de base móvil.	1	S/.20	S/.20
Simulación y análisis de base móvil.	1	S/.50	S/.50
Total			S/.110

*Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 19: Costo indirecto de fabricación.

Descripción	Costo total
Consumo eléctrico	S/.10
Gasto en pasajes	S/.20
Total	s/.30

*Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 20: Costo total del sistema de medición.

Descripción	Costo total
Materiales (componentes)	S/.203
Mano de obra directa	S/.110
Costo indirecto de fabricación	S/.30
Total	s/.343

*Fuente: Elaboración propia.*

El presupuesto total del sistema, según la tabla 20 alcanzó un costo total de 343 soles, siendo el costo de materiales de 203 soles, y un costo de mano de obra directa de 110 soles y un costo indirecto de fabricación de 30 soles.

#### IV. DISCUSIÓN:

- En tabla 14 se muestra el diseño del sistema ganador tras una elección, mediante criterios de diseño considerado tales como: Seguridad como el primordial, fácil de acoplar, confiable y finalmente el costo. En lo que el diseño 3 cumplió con todas las expectativas ya que a diferencia del resto de diseño tiene todas las funciones donde el nivel de consumo de GLP muestra en una pantalla LCD en porcentaje y a través de una aplicación en el teléfono móvil. Por otro lado, Domínguez (2010), en su investigación titulada “Diseño y manufactura de un indicador de nivel para cilindros portátiles de GLP” los criterios que empleo para su diseño son: Diseño innovador, fácil de usar, durable, manufactura convencional, libre de mantenimiento y precio de mercado. No considera seguridad por el daño que podría causar al usar su diseño propuestos, por otro lado, su sistema funciona con un mecanismo flotador vertical donde se tiene que intervenir en el balón de gas, y además utiliza un manómetro para indicar el nivel de consumo de GLP.
- Para la construcción de la base móvil con material (AISI-1020) se realizó el análisis y simulación en (SOLIDWORKS) donde en la figura 11 se muestra el análisis estático de tensión, donde se obtiene un límite elástico de 49.11 MPa, en la figura 12 se muestra el análisis de Factor de seguridad siendo de 4.7, en la figura 13 se muestra el análisis de desplazamiento estático, obteniendo un desplazamiento mínimo de 0.00 mm y 0.0842 mm como desplazamiento máximo lo cual garantiza para una carga de 200N. Por otro lado, Naresh, Nagendra, Nanda, y Kumar, (2016) en su investigación “Arduino basado en monitoreo de gas GLP automático del cilindro, reserva con sistema de alerta” su base lo construyo de material (triplay), sin considerar ningún análisis de estructura, lo cual no garantizando un modelo estructural totalmente confiable para una carga de 200N y consideraciones tomadas en cuenta.



- Con respecto a la escala de medición, el sistema de medición de nivel de gas censa en kilo gramos y gramos, lo cual en la pantalla LCD mostrará en porcentaje según requerimientos de los usuarios como se indica en la tabla 4 para ello los 10kg de gas que contiene el balón de gas según experimento realizado, que se indica en la tabla 25 y se corrobora con Osinergmin, será el 100%, 1kg será 10% y 100g será 1% siendo escala mínima de medición como se muestra en la tabla 27. Por otro lado, Domínguez (2010), en su investigación “Diseño y manufactura de un indicador de nivel para cilindros portátiles de GLP” no considero determinar escala de medición, por lo que el autor solo se basó en tres colores que indican lo siguiente rojo: ya es necesario recargar el cilindro; Ámbar: se debe considerar la recarga del cilindro de gas; Verde: el cilindro tiene la cantidad de líquido adecuado.
- Con respecto al análisis del presupuesto el rango económico que invertirían los usuarios de balones de gas GLP según la tabla 9 es de 250-350 soles. Por lo cual el presupuesto considerando: materiales(componentes), mano de obra directa y costos indirectos de fabricación según la tabla 20 el costo total es de 343 soles. Frente a esto es factible económicamente el diseño del sistema. Muñoz (2016) en su investigación “propuesta de sistema para medición de volumen de gasolina vía bluetooth” como también se precedió a la obtención de los resultados más importantes que es el costo, en materiales gasto 320 dólares. Domínguez (2010) en su investigación titulada “Diseño y manufactura de un indicador de nivel para cilindros portátiles de GLP” siendo el costo de fabricación del sistema de 42.15 pesos mexicanos. Pero este sistema solo muestra el nivel de consumo de gas a través de un manómetro.

## V. CONCLUSIONES:

- Las encuestas realizadas a los consumidores de balones de gas GLP, con una muestra no probabilística por conveniencia de 15 personas se concluyó que el 87% de las personas encuestadas le interesa conocer el nivel de gas que contiene su balón de gas doméstico ya que es importante saber la cantidad que contiene y en qué momento se va a terminar para que de esa manera estén prevenidos, y eviten inconvenientes. Además, indicaron que un 60% de personas están dispuestos a pagar un monto entre a 250-350 soles, para obtener un sistema en su hogar, esto nos conlleva que el sistema realizado es factible ya que el costo del producto es de 343 soles como se indica en la tabla 20.
- Se logró el diseño y fabricación de un sistema de medición de nivel de gas GLP, para balones domésticos de capacidad 10kg, el diseño incluye una celda de carga por lo cual es más seguro porque no interfiere con el balón de gas, obedeciendo a los requerimientos de los usuarios de balones de gas y de esta manera solucionar la problemática que aqueja los usuarios.
- Se alcanzó programar el sistema de medición del nivel de gas en el software (Sketch Arduino y App inventor). Por ende, el sistema funciona correctamente y cuando el valor mínimo estará por debajo de 0.5kg equivalente al 5% se activa una luz led azul, en señal de alerta para realizar el cambio del balón de gas. Y a su vez conocer para cuantos días tendrá de consumo de gas.
- Se desarrolló la aplicación móvil para poder acceder a los datos del Arduino por medio del bluetooth que manda al celular y promocionar al usuario saber la cantidad de gas GLP que contiene su balón de gas, donde también puede consultar el registro de consumo diario que realiza a través de un gráfico.

- Se concluye, que la base móvil del sistema se sometió a una carga de 200N en el proceso de análisis y simulación con un material (AISI-1020) obteniendo como análisis estático de tensión 49.11Mpa, según el criterio de Von Mises, ya que este criterio es específico para materiales dúctiles, Factor de seguridad, de 4.7, garantizando un modelo estructural totalmente confiable, el análisis de desplazamiento estático como mínimo de 0.00 mm y 0.0842 mm como desplazamiento máximo.

## VI. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda primero colocar el balón de gas y luego proceder a encender el sistema de medición de gas.
- Se recomienda que el sistema no debe tener contacto con el agua debido que los componentes son frágiles y delicados.
- Se deben colocar el balón de gas en la base móvil despacio.
- Se recomienda que la pantalla LCD no deben manipularla.
- Implementar dentro de la programación un sistema de detección de fugas.

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS:

- Abhishek, G., Garvit, G., Shashank, S., Sanjay, K., Shubham, S., Rajapal, C. y Saurabh, K. (2018). Smart gas cylinder system. *Advanced in Management, Technology and Engineering Sciences*, 8 (1), 417-421.
- Anandhakrishnan, S., Deepesh N., Rakesh, K., Sampath, K. y Gayathri N. (2017). IOT Based Smart Gas Monitoring System. *Electrical and Electronics Engineering*, 82-87. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/00d9/869325d82039d4e074eb9a8daee761b9c8d8.pdf>
- Bernal, A. (2011). Sistemas de medición de gas Natural. Indisa, (98), 1-11. Recuperado de <http://www.indisa.com/indisaonline/anteriores/Indisa%20On%20line%2098%20-%20Sistemas%20de%20medici%C3%B3n%20de%20gas%20natural.pdf>
- Collotta, M. y Pau, G. (2015). A Solution Based on Bluetooth Low Energy for Smart Home
- Dávila, J., Aguilar, R., Ruiz, J., Parra, J. y Martínez, R. (2018). Platform for monitoring the level of liquefied petroleum gas. *Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 6 (35), 1-18.
- Energy Management. *Energies*, 8, 11916-11938. doi: 10.3390/en81011916
- Hiwase, R., Kewate, P, Tajane, S. y Waghmare, J. (2018). Automatic LPG Cylinder Booking and Leakage Detection using Arduino UNO. *IJESC*, 8 (4), 17170-17172. Recuperado de <http://ijesc.org/upload/ca8db49ac4e995b2f77d4aa380bb8861.Automatic%20LPG%20Cylinder%20Booking%20and%20Leakage%20Detection%20using%20Arduino%20UNO.pdf>
- Jaramillo, C., Téllez, K. y Guhl, L. (2017). Diseño de un sistema digital de medición y control de combustible (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/40954.pdf>
- Kumar, S., Padole, P., Phweta, S., Sachdev A. y Wankhade, M. (2018). Smart LPG monitoring & automatic gas booking system. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(4), 3007-3010. Recuperado de <https://www.irjet.net/archives/V5/i4/IRJET-V5I4663.pdf>
- Mangesh, K., Janbande, K., Pradnya, G., Payal, N. y Sancheti, D. (2018). Embedded based LPG das monitoring & automatic cylinder booking with alert system. *JSRSET*, 4 (7), 302-306.

- Muñoz, I. (2016). Propuesta de sistema para medición de volumen de gasolina vía bluetooth. *Tlamati.*, 7 (1), 407-420. Recuperado de <http://tlamati.uagro.mx/t7e1/38.pdf>
- Narayanan, N., Nidhiya, X., Sethulakshmi, P., Anusree P. y Robin, G. (2017). Smart LPG Booking Sistem y Leakage Deteccion. *Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 6 (3), 1848-1854. doi: 10.15662/IJAREEIE.2017.0603118
- Naresh, R., Nagendra, P., Nanda, S. y Kumar, K (2016). Arduino Based GLP gas Monitoring & Automatic Cylinder booking with Alert System. *Electronics and Communication Engineering*, 11 (4), 06-12. doi: 10.9790/2.834-1104010612
- Padma, P., Surekha, M., Preethi, R., Devika, T. y Dhivya, N. (2014). Smart gas cylinder using, Embedded system. *Innovative research in electrical, electronics, instrumentation and control engineering*, 2 (2), 958-962. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.428.5116&rep=rep1&type=pdf>
- Pavithraa, M., Priya, K., Priya, M. y Jenifer, Z. (2019). IOT basada en la reserva de gas GLP y sistema de monitoreo. *Internacional de Investigación de Ingeniería y Tecnología*, 6 (3), 904-906.
- Potadar, M., Salvi, P., Sathe, R. y Chavan, P. (2015). LPG leakage detection and automatic gas cylinder booking system. *International Research Journal of Engineering Research & Management Technology*, 2(3), 103- 107. Recuperado de [https://ijermt.org/publication/15/IJERMT%20V-2-3-16%20\(1\).pdf](https://ijermt.org/publication/15/IJERMT%20V-2-3-16%20(1).pdf)
- Ravichandran, S. (2017). Nube Smart connected cilindro de gas plataforma sentidos gas GLP, Fugas mediante aplicaciones IOT. *Internacional de Investigación Científica MC Plaza*, 9 (1), 324-330.
- Rodríguez, E. (2012). Propuesta de mejora en la transmisión y procesamiento del nivel de un tanque de gas estacionario mediante el uso del protocolo inalámbrico ZigBee (Tesis maestría). Recuperado de <http://ri.uaq.mx/xmlui/handle/123456789/1019>
- Rodríguez, J. y Alvarado, D. (2016). Diseño e implementación de un sistema de medición de volumen basado en un sensor ultrasónico con monitoreo y control desde un Smartphone (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/68843>

- Silva, G., Santos, M., Bezerra, A. y Barbalho, E. SmartGas (2017): SmartGas: A Smart Platform for Cooking Gas Monitoring. doi: 10.1109 / S3C.2017.8501387
- Sivapriya, J., Sindhuja, B., Ramesh, S. y Vijayakumar, M. (2017). Design and Implementation of Intelligent Automatic LPG Gas Booking and Monitoring System using Load Cell. International Research Journal of Electronics and Communication Engineering, 4 (3), 17-21. doi: 10.14445 / 23488549 / IJECE-V4I3P110
- Soundarya, T., Anchitalagammai, J., Deepa, G. y Kumar, K. (2014). C-Leakage: Cylinder LPG gas leakage detection for home safety. Journal of Electronics and Communication Engineering,9(1), 53-58. doi: 10.9790 / 2834-09165358
- Herrador, R. E. (2009). Guía de Usuario de Arduino. Universidad de Córdoba, 13.
- Rojas, F. M., & Puentes, Y. J. R. (2013, August). Arduino y Android una pareja para aplicaciones de ubicuidad. In Innovation in Engineering, Technology and Education for Competitiveness and Prosperity: Proceedings of the 11th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.
- Pascual, C. M. (2012). Bluetooth: criterios de selección y comparativa con otras tecnologías inalámbricas. Rev. Técnica Ind, (298), 76-80.
- Morelo Ayazo, O. J., & Viloría Arteaga, J. D. (2018). Diseño e implementación de una aplicación para dispositivos móviles que permite la automatización de un sistema para el suministro de alimento de porcinos bajo la plataforma Android (Doctoral dissertation).
- Barros Garbay, A. M. (2010). Plan estratégico para una empresa de fabricación de cilindros de gas, caso
- Patiño, A. A. (2014). Diseño y elaboración de la guía para sistemas digitales con Arduino uno R3 (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología Eléctrica).
- Sánchez de la Nieta Infante, A. (2010). Sistema de telemetría con conectividad bluetooth para un dispositivo móvil con sistema operativo Symbian en una instalación solar fotovoltaica (Bachelor's thesis)

VIII. ANEXOS:

ANEXOS 01: PREGUNTAS DE ENCUESTA:

**MODELO DE ENCUESTA:**

**ENCUESTADO**

APELLIDOS Y NOMBRES: .....

EDAD: ..... DNI: .....

**ENCUESTADOR:**

APELLIDOS Y NOMBRES: .....

UNIVERSIDAD: CESAR VALLEJO

ESCUELA: INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TESIS: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DEL NIVEL DE CONSUMO DE GAS PARA UN BALÓN DE USO DOMÉSTICO"

Objetivo: Recopilar información para el diseño del sistema.

Dirigido a: Consumidores de balones de gas doméstico GLP.

**ASPECTO DE INFLUENCIA EN EL MERCADO DEL PRODUCTO:**

**1. ¿Conoce usted la existencia de medidores de nivel de gas de un balón de uso doméstico?**

a). SI ( ) b). NO ( )

**2. ¿Le interesaría conocer el nivel de gas que contiene su balón de gas doméstico?**

a). SI ( ) b). NO ( )

**3. ¿Qué dificultades presenta para usted el no saber cuándo se acabará su gas doméstico?**

.....  
.....

**4. ¿Qué beneficios tendrá usted al conocer el nivel de gas doméstico?**

.....

**ASPECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA:**

5. ¿Qué sugerencias podría tener usted para visualizar el medidor de nivel de gas?

a). PORCENTAJE % ( ) b). PESO kg ( ) c). T.A ( )

6. ¿Qué dimensiones piensa usted que tenga un medidor de gas?

a). 10x10x4cm ( ) b). 15x15x5cm ( ) c). 15x10x5cm ( )

7. ¿Le interesaría visualizar el nivel de gas desde su teléfono móvil? ¿Porque?

a). SI ( ) b). NO ( )

8. ¿Qué tipo de conexión sugiere usted, vía wifi o bluetooth?

a). WIFI ( ) b). BLUETOOTH ( )

9. ¿Qué tipo de alimentación eléctrica piensa usted que tendría el medidor de gas?

a). PILAS ( ) b). BATERIA RECARGABLE ( )

a). RED ELECTRICA DE SU VIVIENDA ( )

10. ¿Qué marca de gas usted utiliza y cuál es el tiempo de duración?

a). SOLGAS ( ) b). LIMAGAS ( ) c). LLAMAGAS ( ) c). ZETAGAS ( )

**ASPECTO ECONOMICO:**

11. Indique el rango de monto para adquirir un medidor de gas

a). 150-250 soles ( ) b). 250- 350 ( ) c). 350- 450 ( )


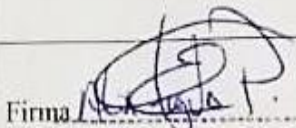

Validado por:
Nombre y Apellido:
Firma
CIP:

Fuente: Elaboración propia



ANEXOS 02: VALIDACION DE ENCUESTA:

Tabla 21: Validación de encuesta.

<b>ASPECTO DE INFLUENCIA EN EL MERCADO DEL PRODUCTO:</b>		
<b>ASPECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA:</b>		
<b>ASPECTO ECONOMICO:</b>		
Validado por:		
Nombre y Apellido:	Nombre y Apellido:	Nombre y Apellido:
 Firma <b>Jorge A. Inciso Vásquez</b> ING. MECÁNICO R. CIP. 88717	 Firma Alex D. Tejeda Ponce ING. MECÁNICO R. CIP. 159217	 Firma <b>Jorge Luis Zevallos López</b> INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA REG. CIP. 149345
CIP:	CIP:	CIP:

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 03: CALIFRACION DE CELDA DE CARGA:

### Instrumento:

- **Balanza digital SF- 400.**
- **Celda de carga.**

### PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE CELDA CARGA:

Calibrar el sistema de medición de nivel de gas.

- Calibrar sensor a través de un peso patrón dado por una balanza
- Se calibra el sensor de celda de carga de 50kg en función a su valor inicial 86887 adimensional, donde esta sumado el peso (mordaza1= 117g mordaza2=62g plancha=770g)
- Se traslada la recta al punto de origen para que tenga una función directamente proporcional.
- Se determina el factor de calibración de la celda de carga.
- Verificar la calibración de acorde con balanza SF-400.

$$1kg = \text{En balanza}$$

$$\text{Celda} = 172982 \text{ adimensional}$$

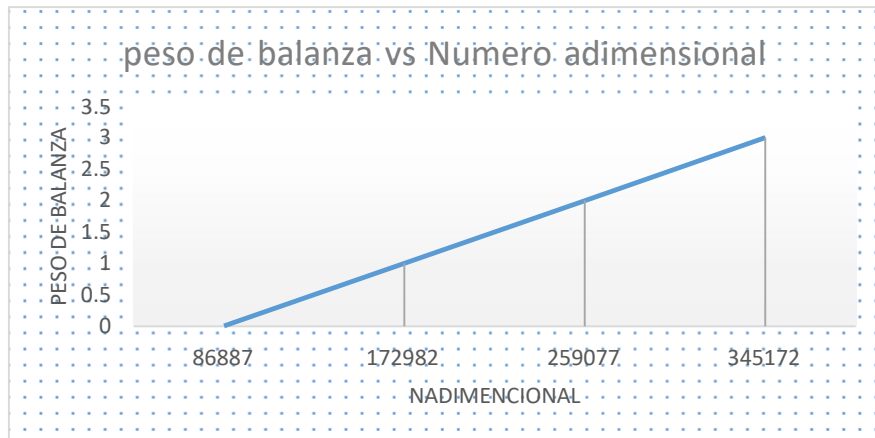
Tabla 22: Calibración de celda de carga.

Peso (kg)	N° adimensional
0	86887
1	172982
2	259077
3	345172

*Fuente: elaboración propia*

En la tabla 21 se realizó la calibración de la celda de carga en base a un 1kg que se pesó en una balanza electrónica SF – 400.

Grafico 7: Calibración de celda de carga.



Fuente: Elaboración propia

Para trasladar la recta al origen se emplea la siguiente formula:

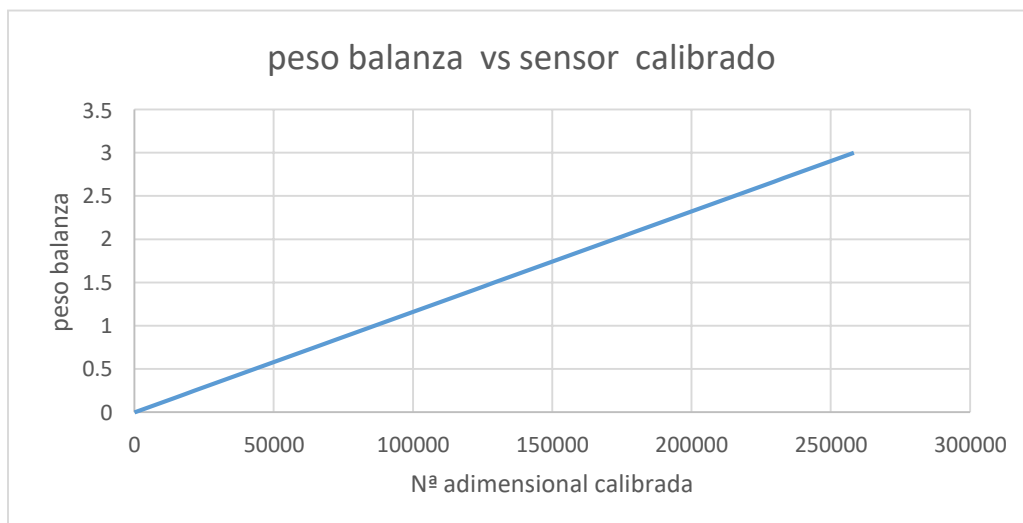
Origen (0,0) = (N° adimensional – 86887)

Tabla 23: Celda de carga inicio del origen.

Peso balanza (kg)	Sensor calibrado N° adimensional
0	0
1	86095
2	172190
3	258285

Fuente: Elaboración propia.

Grafico 8: Celda de carga inicio del origen.



Fuente: Elaboración propia.

*PESO de sensor = PESO de balanza ?*  
*¿ PESO de sensor x K = PESO de balanza?*

Dónde: K = constante de calibración.

$$k = \frac{\text{PESO de balanza}}{\text{PESO de sensor}} = \text{tg}\phi$$

$$\text{sensor calibrado(Kg)} = \text{PESO de sensor} \cdot K = \text{peso balanza}$$

Según el grafico 8 el valor de k se determina de la siguiente manera:

$$k = \frac{\frac{1\text{kg}}{1000}}{\frac{86095}{1000}} = 11.615 \times 10^{-6} \text{ (Kg)}$$

Tabla 24: Sensor calibrado en kg.

sensor calibrado N° adimensional	k= constante de calibración.	sensor calibrado kg
0	1.16151E-05	0
86095	1.16151E-05	1
172190	1.16151E-05	2
258285	1.16151E-05	3

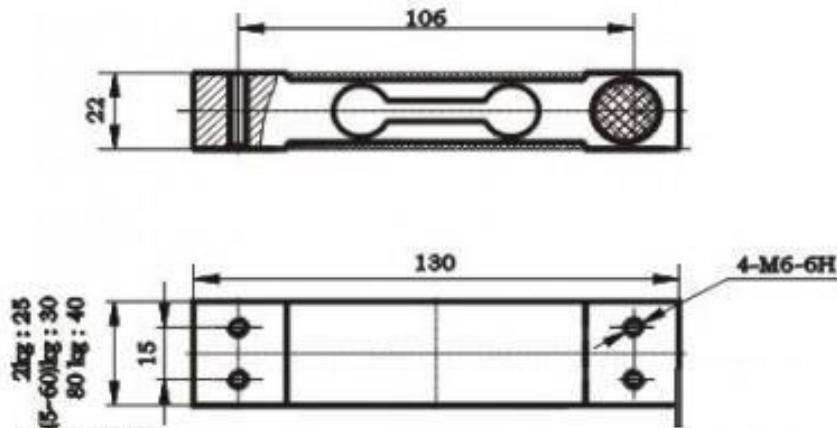
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 24 se muestra la calibración de la celda de carga donde censa un número adimensional ya calibrado y por intermedio de la programación es multiplicado por el factor de calibración, y de esta manera se obtiene el peso real de la celda de carga en kg para ser mostrado en la pantalla LCD.

La predicción que realiza el sistema, indica los días restantes que queda para el consumo de gas. Lo cual nos hace una referencia para tener un conocimiento cuantos días va durar el balón de gas de acuerdo al consumo generado. Se programa según la fórmula que se presenta a continuación.

$$PREDICCIÓN_{\text{días}} = \frac{LECTURA \text{ actual}}{LECTURA_{\text{anterior}} - LECTURA_{\text{actual}}}$$

ANEXO 04: FICHA TECNICA DE CELDA DE CARGA:



技术指标

应用	Application	计价秤 Price computing scales	
型号	Model	YZC-1B	
量程	Capacity	Kg	2, 3, 5, 6, 8, 10, 30, 35, 40, 50, 60, 80
输出灵敏度	Rated output	MV/V	2.0±0.15
精度等级	Accuracy class		C2 C3
最大检定分度数	Maximum number of verification intervals	$n_{max}$	2000 3000
最小检定分度值	Minimum load cell verification interval	$V_{min}$	$E_{Max}/5000$ $E_{Max}/7500$
综合误差	Combined error	%RO	≤±0.030 ≤±0.020
蠕变	Creep	%RO/30min	0.03 0.0167
温度灵敏度漂移	Temperature effect on sensitivity	%RO/°C	0.0016
温度零点漂移	Temperature effect on zero	%RO/°C	0.003 0.002
零点平衡	Zero balance	%RO	±1.0
输入阻抗	Input resistance	$\Omega$	402±6 1066±10
输出阻抗	Output resistance	$\Omega$	350±3 1000±10
绝缘电阻	Insulation resistance	M $\Omega$ (50V)	5000
推荐激励电压	Recommended excitation voltage	V	10~15
温度补偿范围	Compensated temperature range	°C	-10~+40
工作温度范围	Operating temperature range	°C	-35~+80
安全超载能力	Safe overload	%RO	150
极限超载范围	Ultimate overload	%RO	200
传感器材料	Load cell material		铝合金 Aluminium
推荐台面尺寸	Platform size		350X350
接线电缆	Connecting cable		∅4.2X350mm
接线方式	Method of connecting wire		红输入 (+) 黑输入 (-) 绿输出 (+) 白输出 (-)

ANEXO 05: FICHA TECNICA DE LA BALANZA SF-400:




---

Especificaciones técnicas balanza digital SF -400

---

Modelo	SF-400
LCD	Pantalla táctil de 2.8 pulgadas
Sensor huella	ZK Optical Sensor (5000DPI)
Versión de algoritmo	ZKFinger VX10.0
Comunicación	TCP/IP, puerto USB
Capacidad de huellas	1500
Capacidad de tarjetas	5000(EM/Mifare)
Capacidad de registro	80.000
Interfaz de control de acceso	Cerradura eléctrica, sensor de puerta, alarma, botón de salida, timbre de puerta.
Señal wiegand	Entrada y salida Wiegand
Entrada auxiliar	1 para vinculaciones
Fuente de alimentación	DC 12v/3ª
Temperatura de operación	0-45 °c (32°-113°F)
Humedad de operación	20% - 80 %
Dimensiones	105x105x32mm

---

ANEXO 06: RANGO DE MEDICION DEL SISTEMA:

Tabla 25: Peso del balón de gas.

BALONES DE GAS	PESO LLENO	PESO VACIO	PESO NETO DE GLP
1	19.75	9.75	10
2	19.88	9.90	9.98
3	20	10.00	10
4	19.96	9.97	9.99
5	19.96	9.96	10
6	20	10.02	9.98

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 25, se muestra una lista de los balones de gas, lo cual se cogió una muestra no probabilística – por conveniencia de 6 balones de gas.

PROMEDIO DE PESO LLENO	19.93kg	PROMEDIO DE PESO VACIO	9.93kg	PROMEDIO DE PESO DE GLP	9.99kg
------------------------	---------	------------------------	--------	-------------------------	--------

Se corrobora los datos promedios de acuerdo a la normativa de supervisión del peso neto de los cilindros de GLP (OSINERG), donde califica aceptable aquellos cilindros cuyo peso neto se encuentren dentro del rango de 9.75kg y 10.25kg. además, Osinergmin define la capacidad de un balón de gas GLP domestico debe ser de 10kg lo cual según, el experimento realizado la muestra tomada cumple con la normativa.

Para determinar el rango de medición mínimo y máximo que censaría el sistema, se incluye en peso de válvula del balón de gas siendo de 0.5kg. En conclusión, el rango estimado que va censar el sistema es el mínimo 10.43kg y máximo 20.43kg.

$$vacio < P_{gas} < lleno$$

$$PESO(\%) = \frac{P_i - Vacio}{P_{lleno} - Vacio} * 100\%$$

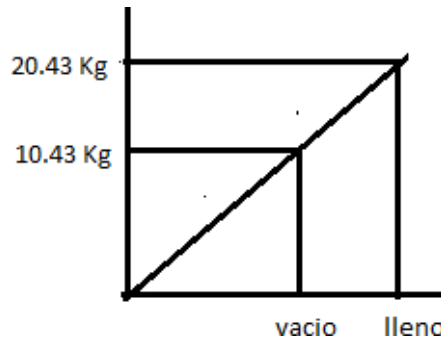


Figura 16:Rango que censara el sistema

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 07: ESCALA DE MEDICIÓN:

Tabla 26: Escala de medición en kg.

ESCALA DE MEDICION 1	
PESO	PORCENTAJE
10Kg	100%
9 kg	90%
8kg	80%
7kg	70%
6kg	60%
5kg	50%
4kg	40%
3kg	30%
2kg	20%
1kg	10%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Escala de medición en gramos.

ESCALA DE MEDICION 2	
PESO	PORCENTAJE
1kg	10%
900g	9%
800g	8%
700g	7%
600g	6%
500g	5%
400g	4%
300g	3%
200g	2%
100g	1%

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 26 la escala máxima a medición es en kg siendo 10 kg al 100% y el valor mínimo 100g equivalente al 1%, como se indica en la tabla 27. La alarma de alerta para el cambio de cilindro de gas se activará mediante un led cuando el nivel de gas este por debajo del nivel mínimo de un 5% que equivale a 0.5kg de contenido de gas en el cilindro.



ANEXO 08: FICHA TECNICA DE BALANZA CON PLATAFORMA:



BALANZA DIGITAL CON PLATAFORMA

CÓDIGO:	TCS150JE11	TCS60JE21	TCS150JE21	TCS300JE21
KILOS:	150 KG.	60 KG.	150 KG.	300 KG.
LIBRAS:	330 LBS.	132 LBS.	330 LBS.	660 LBS.
CARACT.:	INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	INDUSTRIAL
TIPO:	ELECTRÓNICA	ELECTRÓNICA	ELECTRÓNICA	ELECTRÓNICA
COLOR:	AZUL	AZUL	AZUL	AZUL
MATERIAL:	METAL	METAL	METAL	METAL
MÁSTER:	1 UNIDAD	1 UNIDAD	1 UNIDAD	1 UNIDAD

ANEXO 09: CONFIGURACION DE COMPONENTES DEL SISTEMA:

Se realizó la configuración del módulo Bluetooth.

Paso 1: se estableció nombre de identificación de módulo Bluetooth como (BT-medidor de GLP)

Paso 2: se estableció código de vinculación (1234)

Paso 3: Se estableció la velocidad de transmisión de datos vía Bluetooth mediante comandos AT 57600 baudios. bits por segundo.

Paso 4: verificación de conectividad con el teléfono móvil.

## ANEXO 10: PROGRAMACION DEL SISTEMA EN SOFTWARE (SKETCH ARDUINO):

```
medidor-prueba-dias §

#include "HX711.h"           //Libreria para acceder al transmisor de celda
#include "LiquidCrystal.h"  //Libreria para acceder al LCD

const int LOADCELL_DOUT_PIN = 2; // Configuración de pin de datos DT para Transmisor de celda
const int LOADCELL_SCK_PIN = 3; // Configuración de pin de Clock SCK para transmisor de celda
LiquidCrystal lcd (9,8,4,5,6,7); // Configuracion de pines del Arduino para LCD
HX711 scale;                // Acceso a Libreria de Tranmisor de celda

char letra;                 // Variable para leer la aceptacion de aplicativo
float Mi = 0.0;             // Variable para escalar el peso
float Mp = 0;               // Variable para escalar peso a porcentaje
float k = 0.0;              // Variable para leer directamente el transmisor

int aux = 11;               // Variable para establecer pin para LED del arduino
int alarma = 12;           // Variable para establecer pin para LED del arduino
int i = 0, x = 0, y =0;     // Variables auxiliares
const float Mmin = 10.2;    // Constantes para establecer peso mínimo del balon (vacío)
const float Mmax = 21.8;    // Constantes para establecer peso máximo del balon (lleno)
unsigned long t1 = 0, t2 = 0, ts = 0; // Variables para configurar el retarde de 1 S
int prom[11] = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}; // Variables para guardar el promedio del peso
```

*Figura 17: Lista de variables y configuración de periféricos para acceder a librerías del transmisor de celda y LCD:*

*Fuente: Elaboración propia*

```
medidor-prueba-dias $
int datos[30]; // Variables para guardar peso diario
int promTs = 0; // Variable para guardar peso maximo
int promTd = 0; // Variable para guardar peso actual
int promIni = 0,e = 0; // Variables auxiliares
int flat = 0,r = 1,sc = 0; // Variables auxiliares

int u = 0, dif = 0, w = 0, seg = 0, minu = 0, hora = 0, dia = 0;
// Variables auxiliares para guardar tiempo por dias
char buffer[30]; // Variables para enviar los datos a aplicativo
void setup() { // configuración de pines y estado inicial
  pinMode (aux, OUTPUT); // Pin aux -> salida - LED
  pinMode (alarma, OUTPUT); // Pin alarma -> salida - LED
  digitalWrite (aux, 0); // Pin aux -> Estado inicial - apagado
  digitalWrite (alarma,0); // Pin alarma -> Estado inicial - apagado
  Serial.begin(57600); // Configuracion de conexion bluetooth a 57600 baudios
  tl = millis (); // Variable para medir el tiempo transcurrido
  scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN); // configuracion inicial de pines para
// Transmisor de celda
  lcd.begin (16,2); // configuracion de LCD 16 caracteres x 2 filas
  lcd.home (); // inicializar LCD
  lcd.setCursor (1,0); // Ubicar cursor LCD en primera linea
```

*Figura 18: Configuración inicial de pines de arduino, LCD y comunicación con modulo bluetooth.*

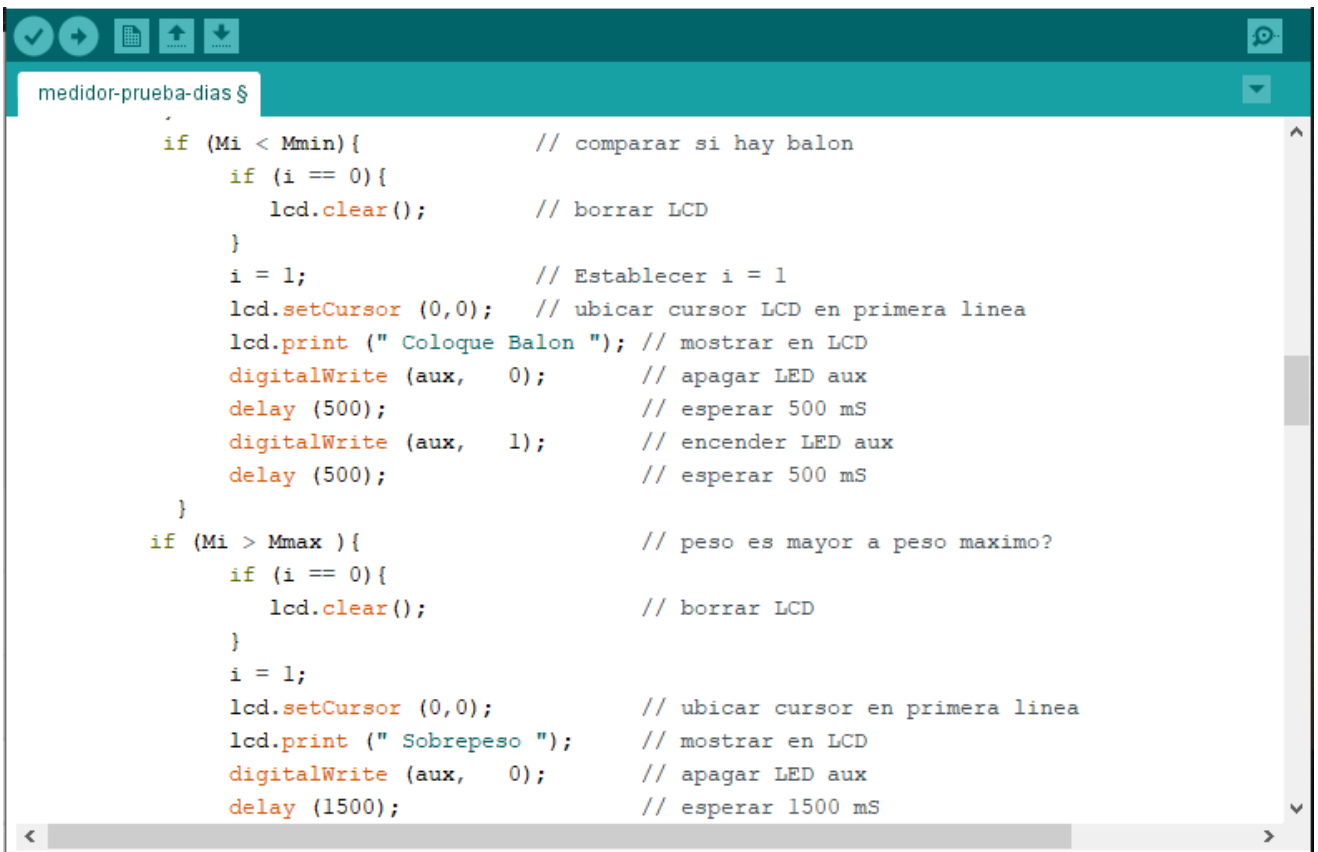
*Fuente: Elaboración propia.*

```
medidor-prueba-dias $
lcd.print ("Medidor de GLP"); // Mostrar en LCD
delay (5000); // Esperar 5 seg
lcd.clear(); // Borrar pantalla
for (i = 0; i < 31; i++){
    datos[i] = 0; // Borrar datos iniciales
}
i = 0; // inicializar i & x = 0
x = 0;
}
void loop() { // bucle repetitivo

if (scale.is_ready()) { // esperar si el transmisor esta listo
    long reading = abs(scale.read()); // leer el valor absoluto de la libreria del transmisor
    if (reading < 47000){ // compara con valor experimental 47000
        Mi = 0.0; // borrar Mi
    }
    else {
        k = abs(52715-reading); // calcular el valor absoluto
        Mi = k/82.128/1000.00; // escalar a Kg
        Mp = ((Mi-Mmin)/(Mmax-Mmin))*100.00; // escalar a %
    }
}
```

Figura 19: Inicialización de pantalla LCD y lectura del transmisor de peso, cálculo del valor del peso en kg y porcentual.

Fuente: Elaboración propia



```
medidor-prueba-dias $  
  
    if (Mi < Mmin){           // comparar si hay balon  
        if (i == 0){  
            lcd.clear();     // borrar LCD  
        }  
        i = 1;               // Establecer i = 1  
        lcd.setCursor (0,0); // ubicar cursor LCD en primera linea  
        lcd.print (" Coloque Balon "); // mostrar en LCD  
        digitalWrite (aux, 0); // apagar LED aux  
        delay (500);          // esperar 500 mS  
        digitalWrite (aux, 1); // encender LED aux  
        delay (500);          // esperar 500 mS  
    }  
    if (Mi > Mmax ){         // peso es mayor a peso maximo?  
        if (i == 0){  
            lcd.clear();     // borrar LCD  
        }  
        i = 1;  
        lcd.setCursor (0,0); // ubicar cursor en primera linea  
        lcd.print (" Sobrepeso "); // mostrar en LCD  
        digitalWrite (aux, 0); // apagar LED aux  
        delay (1500);        // esperar 1500 mS
```

*Figura 20: Comparativa del peso del balón de gas.*

*Fuente: Elaboración propia*

```
medidor-prueba-dias $
    digitalWrite (aux, 1); // encender LED aux
    delay (1500); // esperar 1500 mS
}
if (Mi < Mmax && Mi > Mmin){ // peso dentro del rango?
    i = 0;
    digitalWrite (aux, 1); // encender LED aux
    if (Mp < 5.00){ // Balon vacio??
        lcd.setCursor (0,0); // ubicar cursor en primera linea
        lcd.print ("Balon Vacio "); // mostrar en LCD
        lcd.setCursor (0,1); // ubicar cursor en primera linea
        lcd.print (" "); // mostrar en LCD
        digitalWrite (aux, 0); // apagar LED aux
        delay (250); // esperar 250 mS
        digitalWrite (aux, 1); // encender LED aux
        delay (250); // esperar 250 mS
        digitalWrite (aux, 0); // apagar LED aux
    }
    if (Mp >= 5.00){ // Balon ubicado??
        lcd.setCursor (0,1); // ubicar cursor en primera linea
        lcd.print ("P-U : "+String(Mp) +" % "); // mostrar en LCD
        delay (100); // esperar 100 mS
    }
}
```

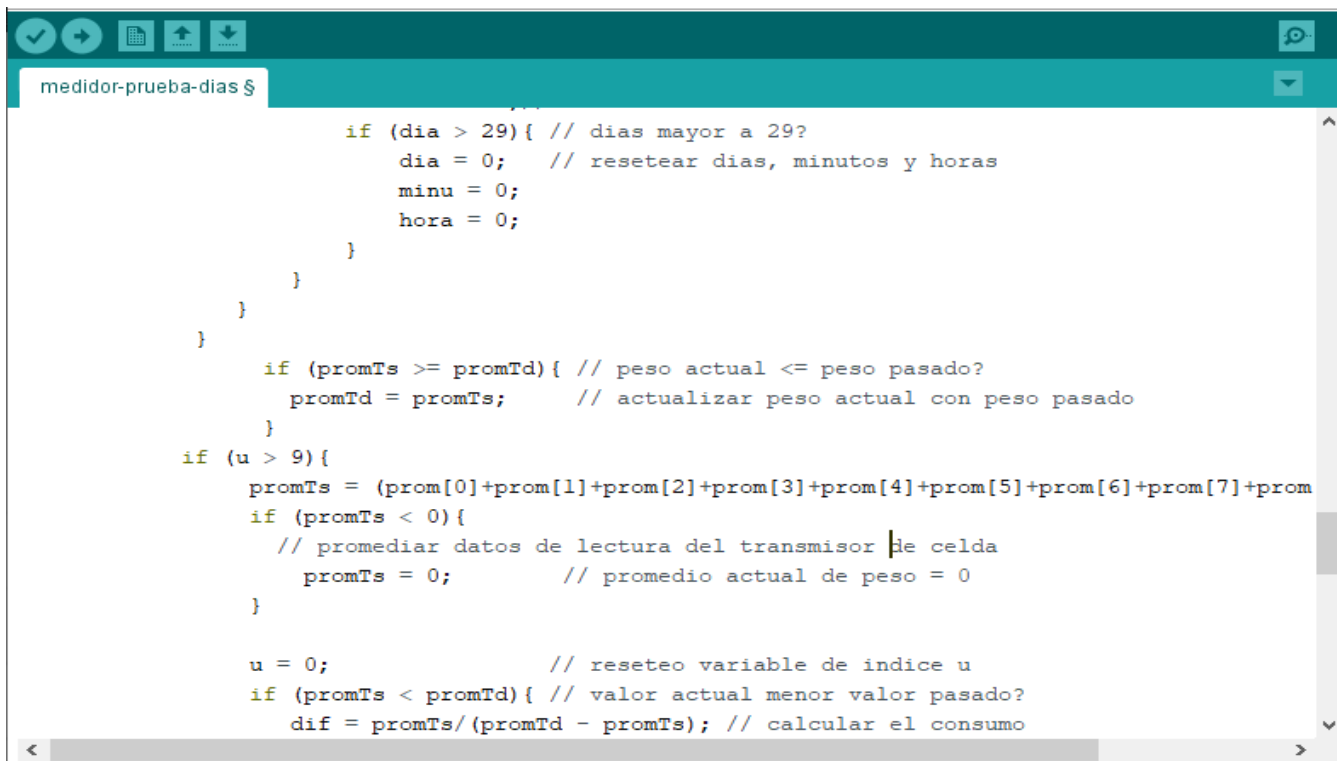
Figura 21: Comparativa del peso dentro del rango de medición.

Fuente: Elaboración propia

```
medidor-prueba-dias $
}
//*****
//      RUTINA PARA GRABAR DATOS CADA DÍA
//*****
t2 = millis();           //calcular el tiempo que tiene prendido el arduino
if (t2 > (t1+1000)){     //comparar si es mayor a 1 seg
  t1 = millis();        // tomar el dato otra vez
  ts = t1/1000;         //tiempo que ha transcurrido desde que se encendio
  //el arduino ts
  prom[u] = Mp;         // Guardar el peso actual en el vector prom[]
  u = u + 1;           //aumentar el indice "u" del vector prom
  if (seg > 59){        //segundos > 59?
    seg = 0;           //resetear segundos
    minu = minu + 1;   //aumentar minutos
    if (minu > 59){     //minutos > 59?
      hora = hora + 1; //aumentar horas
      seg = 0;         //resetear segundos y minutos
      minu = 0;
      if (hora > 23){   //horas > 23?
        hora = 0;     //resetear horas
        dia = dia+ 1; //aumentar dias
      }
    }
  }
}
```

Figura 22: Rutina para obtener el formato de días.

Fuente: Elaboración propia



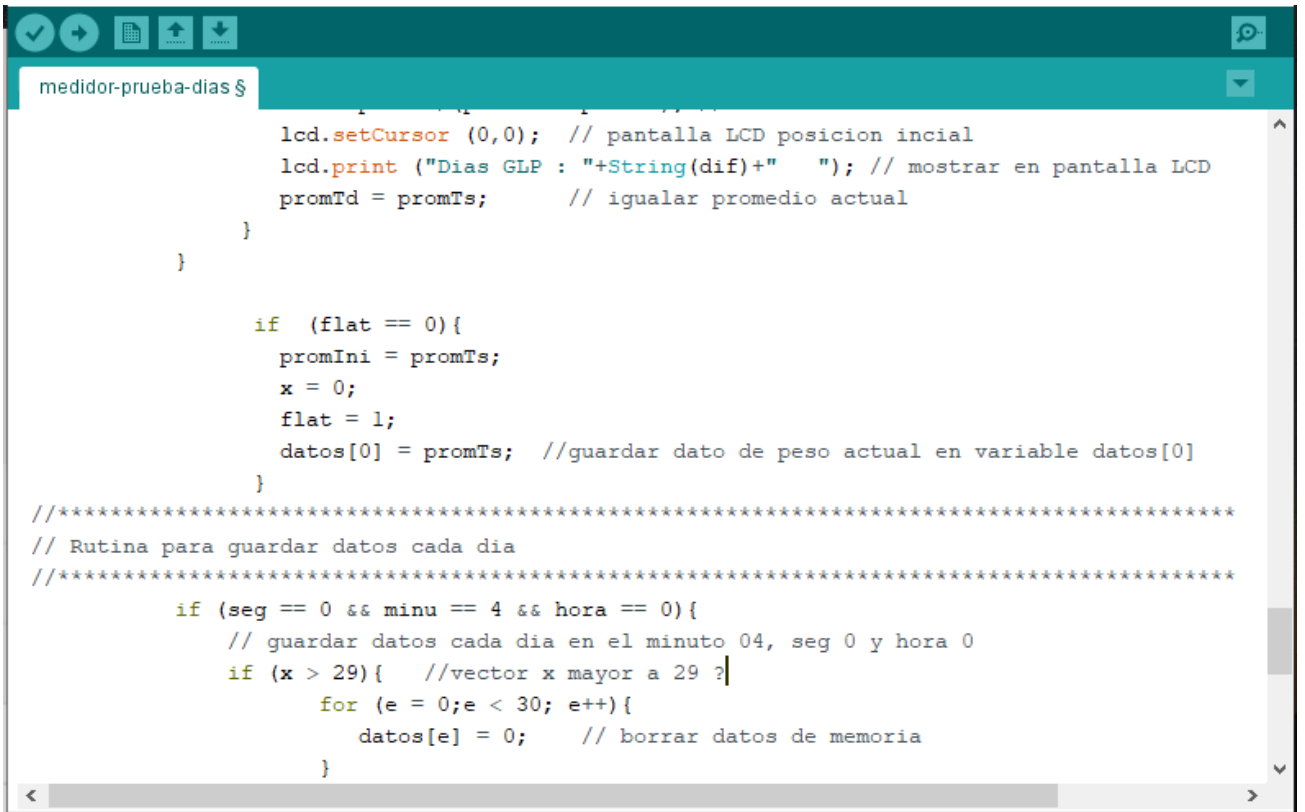
```
if (dia > 29){ // dias mayor a 29?
    dia = 0; // resetear dias, minutos y horas
    minu = 0;
    hora = 0;
}
}
}
if (promTs >= promTd){ // peso actual <= peso pasado?
    promTd = promTs; // actualizar peso actual con peso pasado
}
if (u > 9){
    promTs = (prom[0]+prom[1]+prom[2]+prom[3]+prom[4]+prom[5]+prom[6]+prom[7]+prom
if (promTs < 0){
    // promediar datos de lectura del transmisor de celda
    promTs = 0; // promedio actual de peso = 0
}

u = 0; // reseteo variable de indice u
if (promTs < promTd){ // valor actual menor valor pasado?
    dif = promTs/(promTd - promTs); // calcular el consumo
```

Figura 23: Promedio de lectura de pesos a través de la celda de carga.

Fuente: Elaboración propia





```
medidor-prueba-dias $  
  
    lcd.setCursor (0,0); // pantalla LCD posicion inicial  
    lcd.print ("Dias GLP : "+String(dif)+" "); // mostrar en pantalla LCD  
    promTd = promTs; // igualar promedio actual  
    }  
    }  
  
    if (flat == 0){  
        promIni = promTs;  
        x = 0;  
        flat = 1;  
        datos[0] = promTs; //guardar dato de peso actual en variable datos[0]  
    }  
//*****  
// Rutina para guardar datos cada dia  
//*****  
    if (seg == 0 && minu == 4 && hora == 0){  
        // guardar datos cada dia en el minuto 04, seg 0 y hora 0  
        if (x > 29){ //vector x mayor a 29 ?  
            for (e = 0;e < 30; e++){  
                datos[e] = 0; // borrar datos de memoria  
            }  
        }  
    }  
}
```

*Figura 24: Rutina para guardar los datos de peso cada día*

*Fuente: Elaboración propia*

```

medidor-prueba-dias $
    x = 0;
    datos[0] = promTs; //guardar dato actual en datos[0]
  }
  else{
    datos[x] = promTs; //guardar valor actual en datos[x]
  }
  x = x+1;           //aumentar el vector x
}
seg = seg + 1;      //aumentar segundos
}
if (Serial.available()>0){ //conexion bluetooth establecida con aplicativo?
  letra = Serial.read(); // leer dato de confirmacion
  if (letra == '1'){ // dato de confirmacion = 1?
    for (e = 0;e < 30; e++){
      sc = datos[e]; // enviar datos
      Serial.print (sc);
      Serial.print (" ");
    }
  }
}
delay (200); //esperar 200 mS

```

Figura 25: Rutina para enviar datos a la aplicación “medidor GLP”.

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 11: CREACION DE APLICACIÓN DEL SISTEMA EN SOFTWARE (APP INVENTOR):

```

when SALIR . Click
do
  call BluetoothClient1 . Disconnect
  set global aux02 to 0
  set global i to 0
  close application

when SELECCION_B_T . BeforePicking
do
  set SELECCION_B_T . Elements to BluetoothClient1 . AddressesAndNames

when SELECCION_B_T . AfterPicking
do
  set DATOS_B_T . Text to SELECCION_B_T . Selection

when CONECTAR . Click
do
  set SELECCION_B_T . Selection to call BluetoothClient1 . Connect
  address SELECCION_B_T . Selection

```

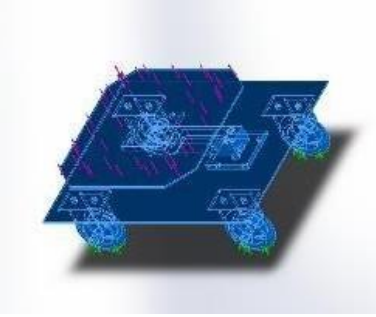
```

when CLOCK_01 - Timer
do
  if BluetoothClient1 - IsConnected -
  then
    set DATOS_BT - Text - to " CONECTADO "
    if call BluetoothClient1 - BytesAvailableToReceive > - 0
    then
      set global FD1 - to call BluetoothClient1 - ReceiveText
      numberOfBytes call BluetoothClient1 - BytesAvailableToReceive
      set global aux01 - to get global FD1 -
      set global aux02 - to join get global FD1 -
      set global DATOS_LLEGADA_BT - to get global FD2 -
      set global FD2 - to get global FD1 -
      set VisorWeb1 - WebViewString - to get global aux02 -
      call VisorWeb1 - GoToUrl
      url " file:///android_asset/lineasMod.htm "
    else
      set DATOS_BT - Text - to " DESCONECTADO "
  initialize global DATOS to " "
  initialize global LISTA to " "
  initialize global DATOS_LLEGADA_BT to " "
  initialize global FD1 to " "
  initialize global FD2 to " "
  initialize global i to 0
  when refresh - Click
  do
    call BluetoothClient1 - SendText
    text " 1 "
  file:///android_asset/lineas.htm
  file:///mnt/sdcard/Applinventor/assets/lineasMod...
  file:///mnt/sdcard/Applinventor/assets/lineas.htm

```

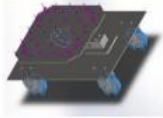
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 12: PROPIEDADES DEL MATERIAL:

Referencia de modelo	Propiedades
	<p><b>Nombre:</b> AISI 1020</p> <p><b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal</p> <p><b>Criterio de error predeterminado:</b> Desconocido</p> <p><b>Limite elástico:</b> 3.51571e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Límite de tracción:</b> 4.20507e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Módulo elástico:</b> 2e+11 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de Poisson:</b> 0.29</p> <p><b>Densidad:</b> 7900 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Módulo cortante:</b> 7.7e+10 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1.5e-05 /Kelvin</p>

Fuente: Elaboración propia

### ANEXO 13: CARGAS Y SUJECION

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
<b>Fuerzas resultantes</b>				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.0111201	0.0201386	199.983	199.983
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 200 N		

*Fuente: Elaboración propia*

### ANEXO 14: INFORMACION DE CONTACTO:

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto	
Contacto global		Tipo:	Unión rígida
		Componentes:	1 componente(s)
		Opciones:	Mallado compatible

*Fuente: Elaboración propia*

### ANEXO 15: INFORMACION DE MALLA:

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	11.7587 mm
Tolerancia	0.587933 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

*Fuente: Elaboración propia*

## ANEXO 16: FUERZAS RESULTANTES

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.0111201	0.0201386	199.983	199.983

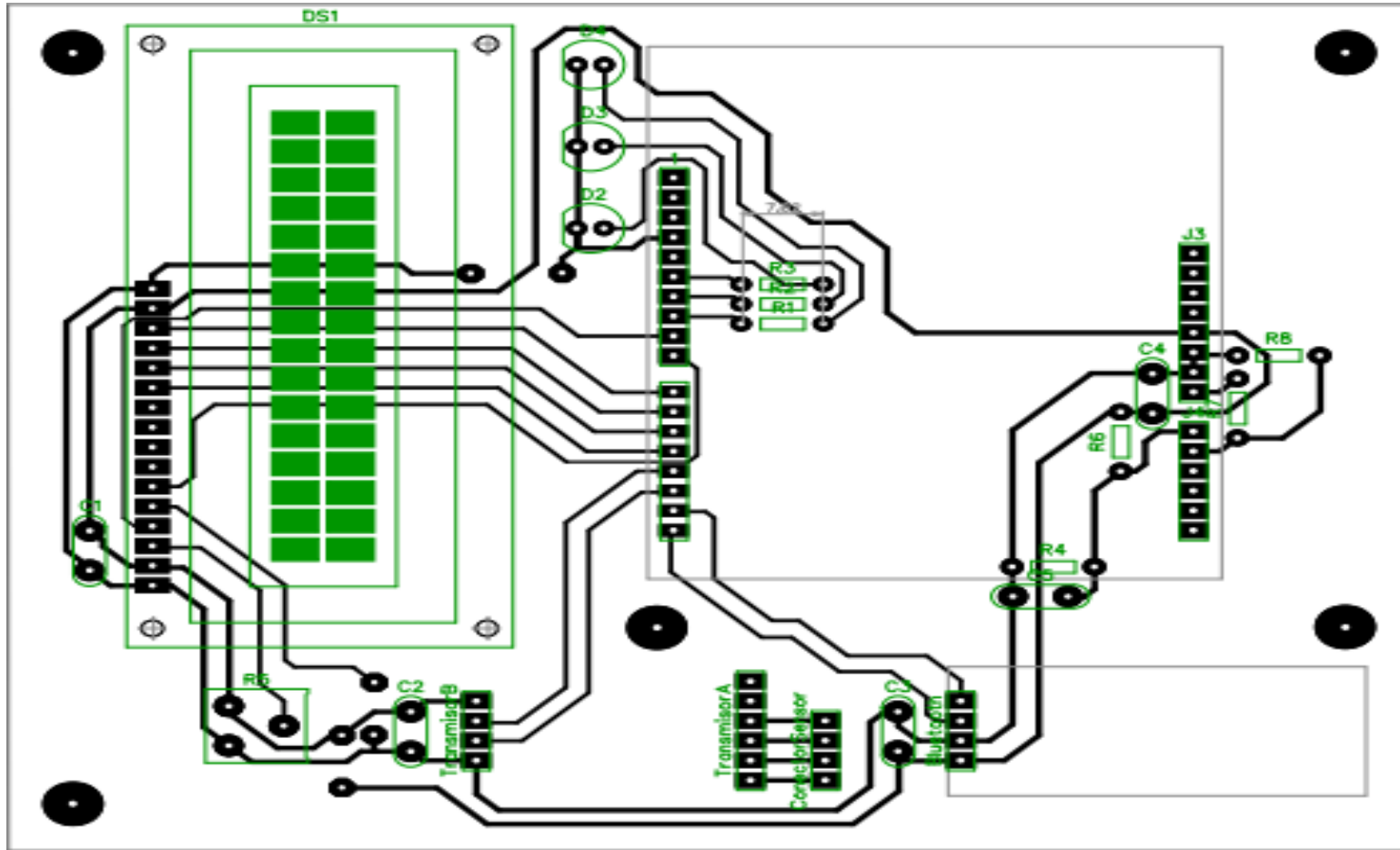
### Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

*Fuente: Elaboración propia*

:

ANEXO 17: SISTEMA DE PROCEDIMIENTO DE LA PLACA, EN CONEXION CON LOS COMPONENTES.



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 18: CONSTRUCCION DE BASE MOVIL.

Selección de componentes:

- Plancha acero al carbono (AISI 1020) de espesor 2.5mm
- Pernos de 3/8
- Rueda placa giratoria
- Fibra de vidrio.



*Figura 26: Construcción base móvil.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 27: Ensamble celda de carga con plancha.*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 28: Construcción de carcasa.*

*Fuente: Elaboración propia*

ANEXO 19: CONSTRUCCION DE CARCASA PARA PLACA DEL SISTEMA.



Figura 29: Ensamble de arduino y pantalla LCD.

Fuente: Elaboración propia



Figura 30: Construcción de Carcasa para placa.

Fuente: Elaboración propia



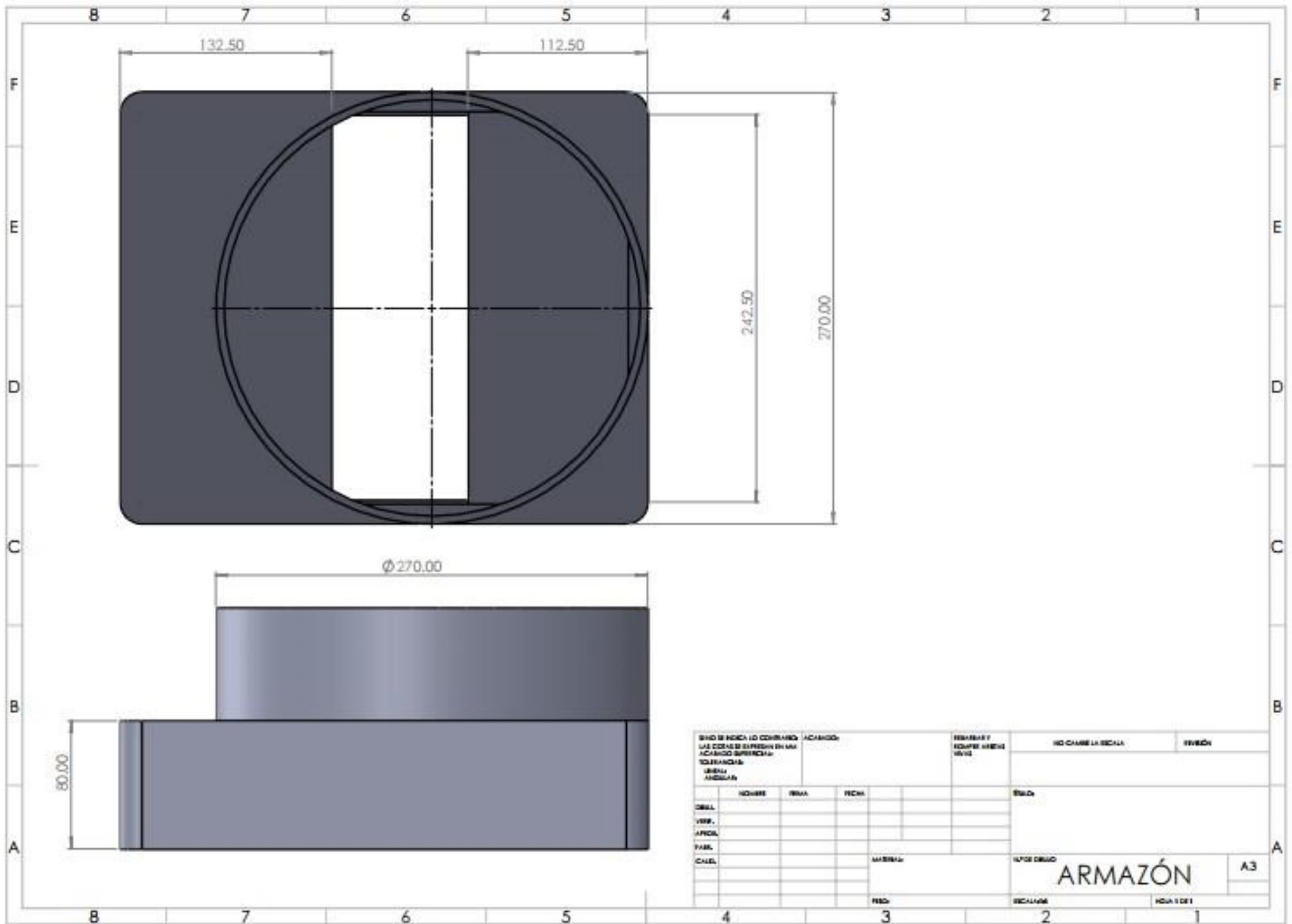
Figura 31: Diseño final

Fuente: Elaboración propia

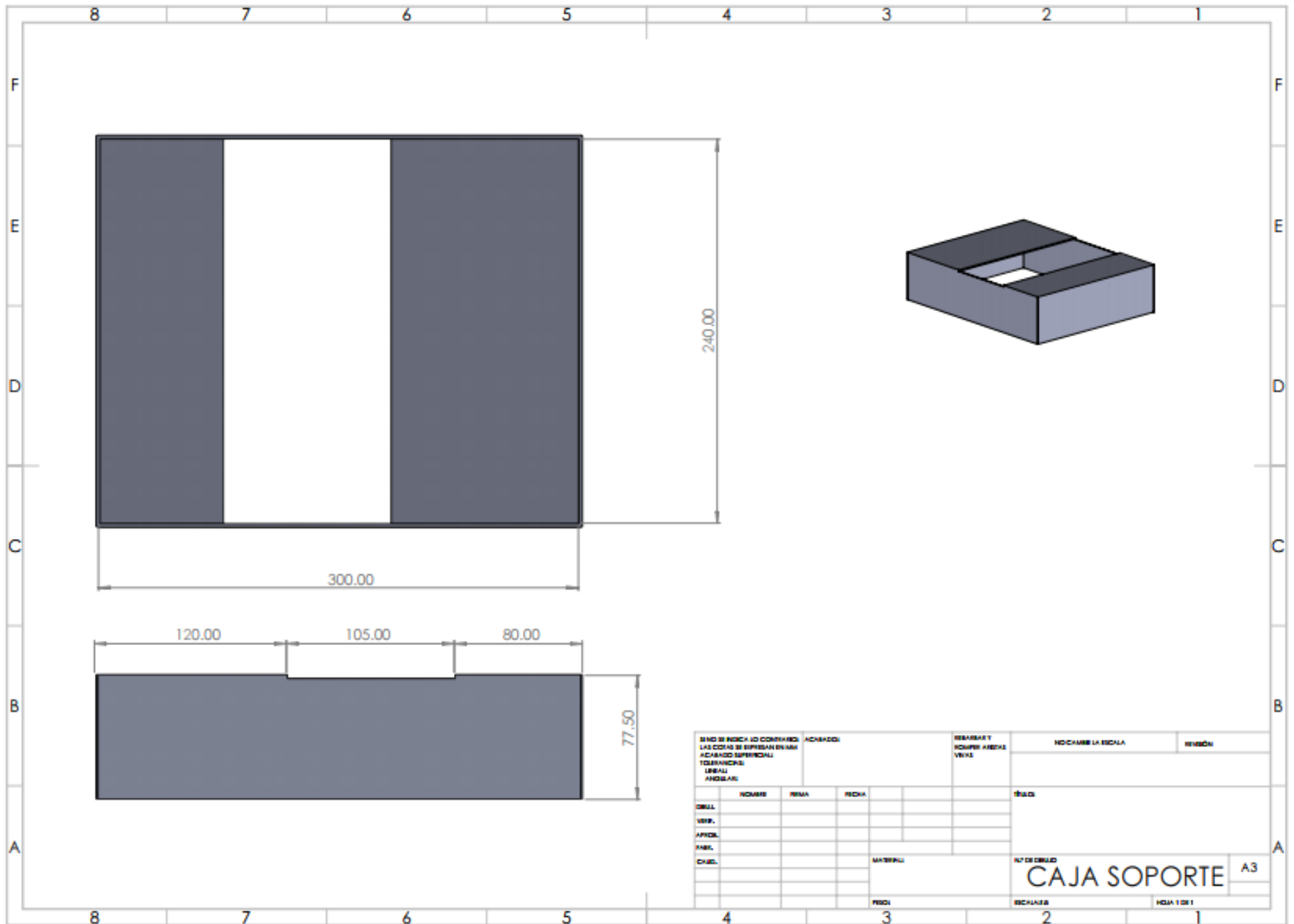


## ANEXOS 20 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Es viable diseñar e implementar un sistema de medición del nivel de consumo de gas para un balón de uso doméstico.?	<b>Objetivo general:</b> Diseñar e implementar un sistema de medición del nivel de consumo de gas para un balón de gas, de uso doméstico.	Es factible diseñar un sistema para medir el nivel de consumo de gas para un balón de uso doméstico.	<b>Variable independiente:</b> Sistema de medición	<b>Tipo de investigación:</b> TECNOLOGICA
	<b>objetivo específico:</b>			<b>Nivel de investigación:</b> DESCRIPTIVA
				<b>Método:</b> DEDUCTIVO
	Evaluar las necesidades a los usuarios que utilizan un balón de gas doméstico para medir el nivel de consumo de gas			<b>Diseño de la investigación:</b> EXPERIMENTAL
	Evaluar alternativas de diseño del sistema de medición del nivel de gas.		<b>Población:</b> BALONES DE GAS DOMESTICO	
	Determinar Parámetros de diseño en función a especificaciones técnicas peruanas.		<b>Muestra:</b> 6 BALONES DE GAS DOMESTICO	
	Realizar el diseño de un sistema de medición del nivel de gas en el software y programación.		<b>Técnica:</b> OBSERVACION Y ENCUESTA	
	Fabricar el medidor de gas doméstico y hacer pruebas para verificar el funcionamiento.		<b>Instrumentos:</b> diseño de pruebas y encuestas	
Realizar el análisis económico de la fabricación del proyecto, presupuesto.	<b>indicadores:</b>			

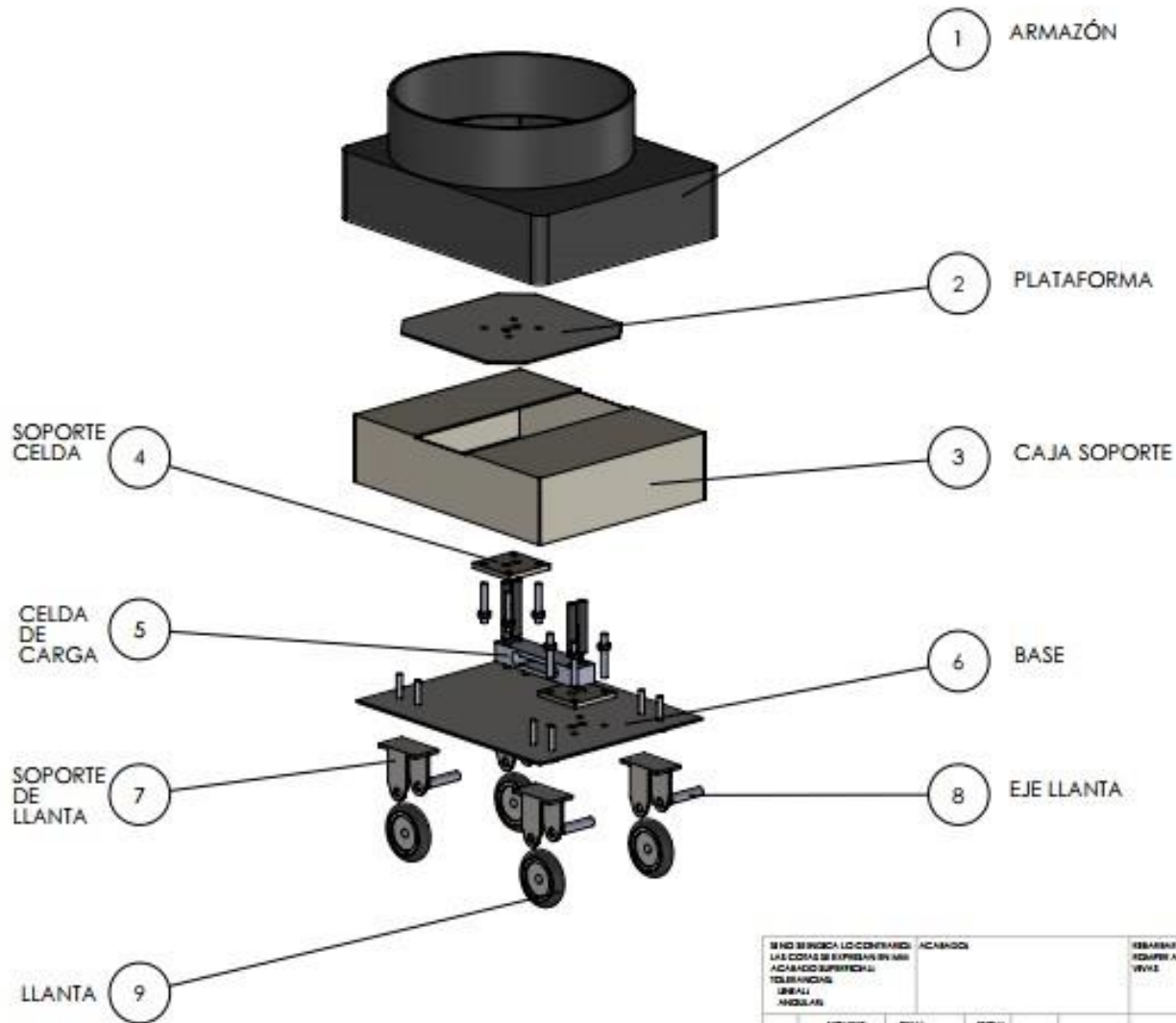


SE DEBE INDICAR LO CORRIENDO ACABADO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: ANGULO ANGULO		ACABADO:   	REBARBA Y EQUIPE ABRAS SIN US	NO CAMBIE LA ESCALA  	REVISIÓN  
DESAR. VERR. APROB. FABR. CALIF.	NOMBRE     	FECHA     	MATERIAL  	TIPO DE BLOQUE 	ESCALA 
				<b>ARMAZÓN</b>	<b>A3</b>
				ESCALA:	HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO LAS COTAS SE SUPLEN EN MM ACERCAO SUPERIOR TOLERANCIA: LINEAS ANGULARES		ACERCAO	REBARBA Y ROMPER ARISTAS VERSE	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISION
AUT.		NOMBRE	FECHA	FECHA	
DISEÑ.		FECHA	MATERIA		
VERIF.		FECHA		Nº DE DIBUJO	
APROB.		FECHA		74	
FABR.		FECHA		CAJA SOPORTE A3	
CALIF.		FECHA		ESCALA 1:1	
		FECHA		HOJA 1 DE 1	





SE NO DEBEN OLVIDAR LAS CORTES SE SUPLEN EN SU ACABADO SUPERFICIAL TOLERANCIAS ANGULOS		ACABADOS	TOLERANCIAS EQUIVALENTES VEHIC		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE DISEÑO SERIE APLICACIÓN FABRIL CALIB.			FECHA	FECHA ESCALAS		
MATERIA				Nº DE DIBUJO <b>DESPIECE</b>		A3
FECHA				ESCALAS HOJA 1 DE 1		