



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO Y MODELADO DE UN
PROTOTIPO ELECTROMECÁNICO EN 3D,
PARA EL LLENADO Y SELLADO
AUTOMÁTICO DE BOLSAS CON ARENA
PARA GATOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESENTA
CAROLINA GONZÁLEZ BARRERA

DIRECTOR: DR. FIDEL BENJAMÍN ALARCÓN HERNÁNDEZ

CODIRECTORA: DRA. MARÍA DEL CARMEN FUENTES ALBARRÁN

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres; a mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar lo difícil que sea la vida, a mi padre, que a pesar de los años y la distancia, siempre ha estado para mí, gracias por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida como mis principales maestros, llegamos al momento que por años hemos esperado.

A mis hermanas y hermano que con pequeñas pero grandes aportaciones me acompañaron y alentaron a siempre seguir adelante.

INDICÉ

Tabla de contenido

Índice de figuras	4
Índice de tablas	5
CAPÍTULO 1	7
INTRODUCCIÓN	7
1.1 Hipótesis.....	8
1.2 Objetivos	8
1.3 Justificación.....	9
CAPÍTULO 2	10
MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL	10
2.1 Modelo estructural de un Sistema Automatizado	10
2.2 Parte operativa: Sistemas de Fabricación – Modelo Entrada-Salida.....	11
2.3 Tipos de Plantas de Producción	13
2.4 Niveles de Automatización	14
2.5 Concepto CIM: La Automatización Integrada por Computadora	20
2.6 Tipos de automatización industrial.....	21
2.7 Etapas de automatización	21
2.8 Ejemplos de automatización industrial actuales.....	22
2.9 software de diseño asistido por computadora (CAD)	23
Clasificación del prototipo.....	25
CAPÍTULO 3	26
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.1 Microempresa.....	26
3.2 Diagrama de Flujo de Actividades del Proceso.....	26
Fuente: Imagen propia	27
3.3 Análisis FODA	34
3.4 Propuesta de trabajo	34
3.4.1 Fundamentos para un diseño y modelado de un prototipo en 3D	35
3.5 Descripción del Proceso con el modelo de prototipo en 3D	36
3.6 Análisis de costos.....	41
CAPÍTULO 4	46
RESULTADOS.....	46

4.1 Diseño del prototipo en 3D con ayuda del software AutoCad	46
4.3 Análisis de costos de materiales.....	67
4.4 Presupuesto General.....	74
CAPITULO 5	76
CONCLUSIONES	76
REFERENCIAS	77

Índice de figuras

Figura 2.1 Modelo estructural de un sistema automatizado (Moreno, 2001)	11
Figura 2.2 Sistema de Fabricación: Modelo de entradas y salidas. (Moreno, 2001)	12
Figura 2.3 Proceso flujo continuo (Moreno, 2001)	13
Figura 2.4 Cuatro tipos de configuraciones de planta. (Moreno, 2001)	14
Figura 2.5 Nivel de automatización elemental, bucle abierto. (Moreno, 2001)	15
Figura 2.6 Nivel de automatización elemental, bucle cerrado. (Moreno, 2001)	16
Figura 2.7 Control centralizado. (Moreno, 2001).....	17
Figura 2.8Control multicapa. (Moreno, 2001).....	18
Figura 2.9 Control distribuido. (Moreno, 2001).....	19
Figura 2.10 Estructura piramidal del modelo. (Moreno, 2001)	20
Figura 3.1 Diagrama de flujo de actividades del proceso.....	27
Figura 3.2 Selladora de impulso de mesa con cortadora	28
Figura 3.3 Bascula digital de polietileno TRUPER 5kg	29
Figura 3.4 Extracción de la materia prima	29
Figura 3.5 Arena aglutinada para Gatos	30
Figura 3.6 Procesamiento de la materia prima al producto final.....	30
Figura 3.7 Llenado de las bolsas	31
Figura 3.8 Llenado de las bolsas	31
Figura 3.9 Pesaje de las bolsas.....	32
Figura 3.10 Pesaje de las bolsas.....	32
Figura 3.11 Sellado de bolsas	33
Figura 3.12 Producto terminado	33
Figura 3.13 Representación del proceso de llenado de las bolsas de arena.....	36
Figura 3.14 Diagrama del flujo del procesos llenado de bolsas	39
Figura 4.1Contenedor.....	47
Figura 4.2 Estructura de apoyo y base del contenedor.....	47

Figura 4.3 Tubería de alimentación	48
Figura 4.4 Tolva de alimentación parte A	48
Figura 4.5 Tolva de alimentación parte B	49
Figura 4.6 Tolva parte boquilla A	49
Figura 4.7 Tolva parte boquilla B	50
Figura 4.8 Base de tolva.....	50
Figura 4.9 Mesa de apoyo para el llenado de la bolsa.....	51
Figura 4.10 Base de bascula	51
Figura 4.11 Cortadora parte A	52
Figura 4.12 Cortadora parte B	52
Figura 4.13 Cortadora parte C	53
Figura 4.14 Cortadora parte D	53
Figura 4.15 Cortadora parte E	54
Figura 4.16 Cortadora parte F	54
Figura 4.17 Cortadora parte G.....	55
Figura 4.18 Cortadora parte H.....	55
Figura 4.19 Tapas para tubería y boquilla de tolva de alimentación	56
Figura 4.20 Prototipo ensamblado.....	57
Figura 4.21 Prototipo parte de llenado ensamblado – parte principal del prototipo	58
Figura 4.22 Prototipo selladora ensamblada.....	59

Índice de tablas

Tabla 3.1 Análisis FODA.....	34
Tabla 3.2 Lista de materiales y componentes	41
Tabla 4.1 Datos del Contenedor	65
Tabla 4.2 Datos Tolva de Alimentación.....	65
Tabla 4.3 Precios de placas/láminas de diferentes dimensiones.....	67
Tabla 4.4 Placas/láminas de las diferentes opciones a utilizar contenedor	68
Tabla 4.5 Placas/láminas de las diferentes opciones a utilizar en la tolva	69
Tabla 4.6 Placas/láminas a utilizar en total y precios	69
Tabla 4.7 Materiales para la construcción de las estructuras (contenedor/tolva de alimentación)	70
Tabla 4.8 Materiales para construcción del conducto de alimentación	71

Tabla 4.9 Materiales para la construcción de la mesa de apoyo / base de bascula.....	71
Tabla 4.10 Materiales y componentes para la construcción de la selladora-cortadora	72
Tabla 4.11 Materiales y componentes electromecánicos para la construcción del prototipo	73
Tabla 4.12 Presupuesto general	74

INTRODUCCIÓN

En el mundo industrial altamente competitivo y en rápido movimiento de hoy, una empresa debe ser flexible, rentable y eficiente si desea sobrevivir. En las industrias de procesos y manufactura, esto ha resultado en una gran demanda de sistemas de control industrial / automatización para agilizar las operaciones en términos de velocidad, confiabilidad y producción de productos. La automatización juega un papel cada vez más importante en la economía mundial y en la experiencia diaria.

“En Ford hemos definido la automatización como "la manipulación automática de piezas entre procesos de producción progresivos". Es el resultado de nada más que una mejor planificación, mejores herramientas y la aplicación de métodos de fabricación más eficientes que aprovechan al máximo el progreso realizado por las industrias de máquinas-herramienta y equipos.” D.J. Davis: Vice President, Manufacturing, Ford Motor Company.

“Creo que quizás esto sea el significado básico de automatización <<estamos iniciando considerar nuestros procesos industriales como procesos completos e integrados, desde la introducción de la materia prima hasta la terminación del producto final... una forma de definir la automatización, es decir que es un medio de organizar o controlar los procesos de producción; mecánicos, materiales y humanos.” John Diebold: President, John Diebold & Associates. (Machinery Question, 2018)

La automatización industrial sirve para lograr mejoras en cuatro áreas muy concretas:

- Permite obtener una producción más homogénea y con menos errores.
- Ayuda a manejar mayores volúmenes en menos tiempo.
- Reducción de costes. Contribuye a recortar gastos en materiales o mano de obra, entre otras partidas.

- Satisfacción laboral. Redunda en una disminución del estrés y de los accidentes entre la plantilla, a la vez que la libera de operaciones pesadas, arduas o peligrosas. De este modo, el personal puede centrarse en actividades con cierto componente intelectual y que requieren una mayor cualificación.

Todo esto repercute en el crecimiento de la productividad, en una mayor rentabilidad empresarial y en el aumento del ROI (retorno de la inversión). (BETWEEN, 2020)

En general la automatización es una herramienta muy importante para toda clase de proceso y empresas, ya que esta tiene objetivos muy importantes para cualquier proceso y que estos funcionen de una manera mejor y generen beneficios a las empresas. Desde esta perspectiva y con ayuda del software AutoCad, se pretende realizar el diseño y modelado de un prototipo electromecánico en 3D, para el llenado y sellado automático de bolsas con arena para gatos.

1.1 Hipótesis

Es factible el diseño de un prototipo de un dispositivo que permita la automatización del llenado y sellado de bolsas de arena para gatos, para una microempresa.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar y modelar en 3D, un prototipo electromecánico de un dispositivo que permita llenar y sellar automáticamente bolsas con arena para gato. Hacer un análisis de costos de los materiales necesarios para su construcción.

1.2.2 Objetivos particulares

- 1) Diseñar un prototipo en 3D con ayuda del software AutoCad, que permita la automatización del proceso de llenado y sellado de bolsas de arena para gatos.

- 2) Modelar un prototipo en 3D con ayuda del software AutoCad, que permita la automatización del proceso de llenado y sellado de bolsas de arena para gatos.
- 3) Realizar un análisis de costos de los materiales necesarios para su construcción a la presente fecha.

1.3 Justificación

Se desea implementar la automatización del proceso de llenado y sellado de bolsas de arena para gato, por las siguientes razones:

- Las tareas se realizarían de manera más eficiente optimizando el tiempo, ya que al automatizar el proceso sería más rápido que de forma manual.
- Disminuir la carga de trabajo y la ergonomía del proceso.
- Minimizar el número de errores. Así se disminuiría el riesgo de que haya errores humanos o de comunicación dentro del equipo de trabajo y la arena se desperdicie en el momento del llenado.
- Por una mejor calidad e higiene. En el proceso tomado como referencia, la arena se deposita en el suelo, por ende, se puede mezclar con polvo o suciedad e interferir en un producto con requerimientos de calidad adecuados.
- Por una mejor distribución en la planta. La planta tomada como referencia no cuenta con una organización idónea.

MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL

2.1 Modelo estructural de un Sistema Automatizado

La estructura de un Sistema Automatizado puede clasificarse en dos partes claramente diferenciadas: por un lado lo que denominaremos Parte Operativa, formada por un conjunto de dispositivos, maquinas o subprocesos, diseñados para la realización de determinadas funciones de fabricación; de forma específica pueden tratarse de máquinas herramienta para la realización de operaciones de mecanizado más o menos sofisticadas etc. Por otro lado tenemos la Parte de Control o Mando, que, independientemente de su implementación tecnológica electrónica, neumática, hidráulica etc., es el dispositivo encargado de realizar la coordinación de las distintas operaciones encaminadas a mantener a la Parte Operativa bajo control. (Moreno, 2001)

El sometimiento de la Parte Operativa se logra mediante el mantenimiento continuo de un intercambio de información entre la primera y la Parte de Control o mando. Dicho intercambio se establece a través de los captadores binarios, transductores analógicos y digitales y los dispositivos de preaccionamiento. A partir de los dos primeros se recoge información de los valores de las magnitudes físicas a controlar, así como de sus cambios de estado, enviando dicha información a la Parte de Control para su tratamiento. Tras el tratamiento de la información se envían acciones de mando a través de los preaccionadores. Los preaccionadores son dispositivos que permiten el control de grandes potencias mediante las señales de pequeña potencia que son emitidas por la Parte de Control.

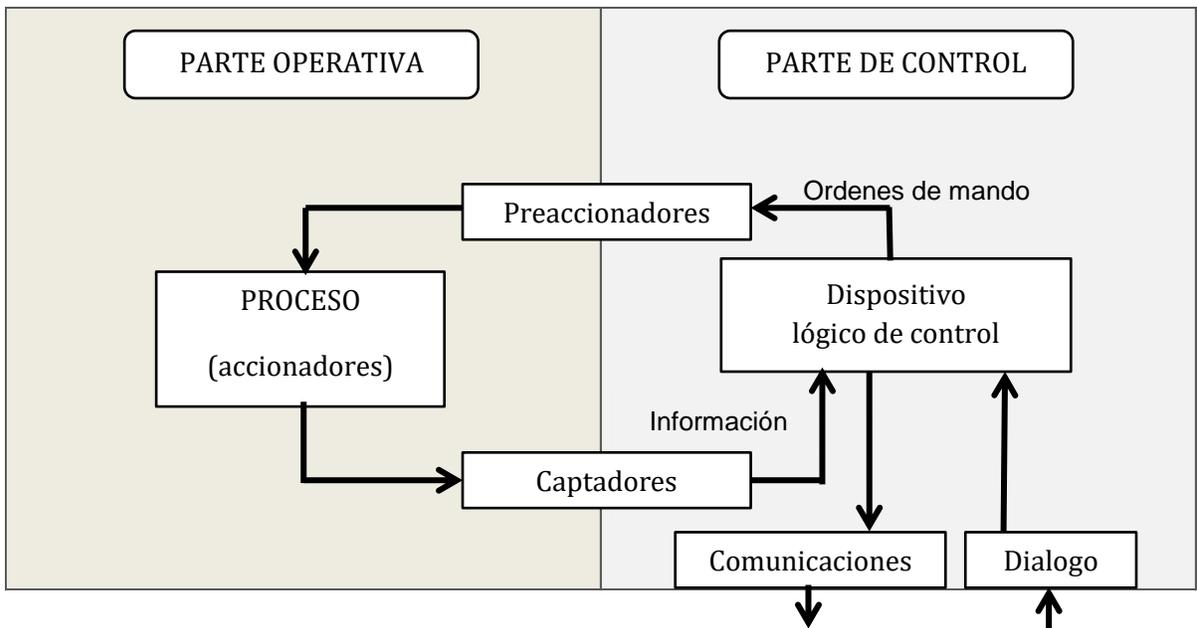


Figura 2.1 Modelo estructural de un sistema automatizado (Moreno, 2001)

En suma, la automatización de un proceso industrial, (maquina, conjunto o equipo industrial) consiste en la incorporación al mismo de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento.

Uno de los objetivos deseables es que el automatismo sea capaz de reaccionar frente a las situaciones previstas de antemano y también que, frente a imponderables, tenga como objetivo situar al proceso y a los recursos humanos que lo asisten en la situación más favorable. (Moreno, 2001)

2.2 Parte operativa: Sistemas de Fabricación – Modelo Entrada-Salida

Un sistema de fabricación puede ser representado por el método de entrada-salida. En este, las entradas están constituidas por el material, trabajo, energía, y tecnología. El material en bruto se convierte en el producto final de calidad. Son diversas las operaciones de trabajo desarrolladas por los denominados trabajadores de cuello-azul y de cuello-blanco necesarias para el diseño del producto, para operar sobre el equipo. Para la carga y descarga de las piezas, la inspección etc. La tendencia reciente es automatizar

la mayoría de estas funciones y elevar el papel del operador humano al monitor y supervisor.

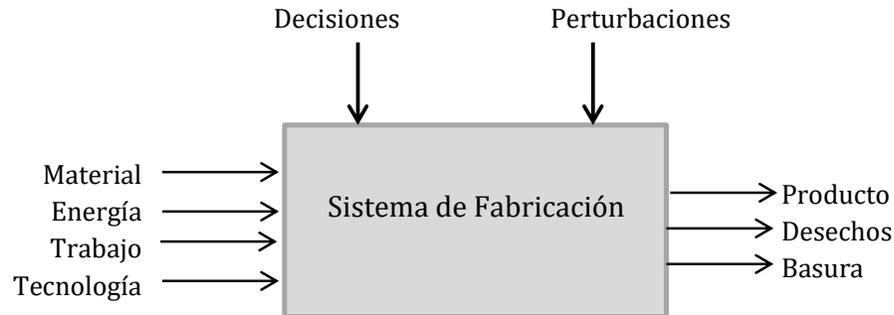


Figura 2.2 Sistema de Fabricación: Modelo de entradas y salidas. (Moreno, 2001)

La tecnología de fabricación representa la sofisticación y flexibilidad de equipamiento, y el objetivo de la integración del flujo de material y la información en el sistema. Un sistema de fabricación puede ser manual o totalmente automatizado, altamente dedicado o totalmente flexible, un conjunto de máquinas-herramientas o un sistema de producción totalmente integrado. Es el nivel de tecnología lo que determina si un sistema es un sistema de fabricación en serie, un taller de trabajo (Job Shop), un sistema de producción por lotes, o un sistema totalmente flexible de fabricación. La tecnología también determina si las economías son del tipo escala o del tipo alcance.

“El proceso de fabricación produce tres rendimientos: la pieza completa, con una calidad de producto que debe satisfacer las especificaciones de ingeniería requerida; material de desecho y desperdicios. La chatarra es inevitable debido a las operaciones de mecanizado del metal. El desperdicio es de dos tipos: el primer tipo de desperdicio es representado por las herramientas gastadas, el producto rechazado durante la inspección etc.; el segundo tipo de entradas son las perturbaciones; en estas se incluyen las acciones de los gobiernos, fluctuaciones de mercado, la competitividad. Las averías del equipamiento y los problemas laborales” (Moreno, 2001).

2.3 Tipos de Plantas de Producción

La fabricación es un término muy amplio e incluye muchos tipos de productos y operaciones de producción claramente diferentes. Puede suponer muchas formas tecnológicas y organizacionales.

2.3.1 Procesos de flujo continuo

En estos se desarrolla una producción dedicada continua de grandes cantidades de producto. Aquí los tipos de producto son pocos y los volúmenes son altos. El proceso de fabricación mantiene un flujo continuo de materiales en bruto mediante una serie de operaciones en un producto final.

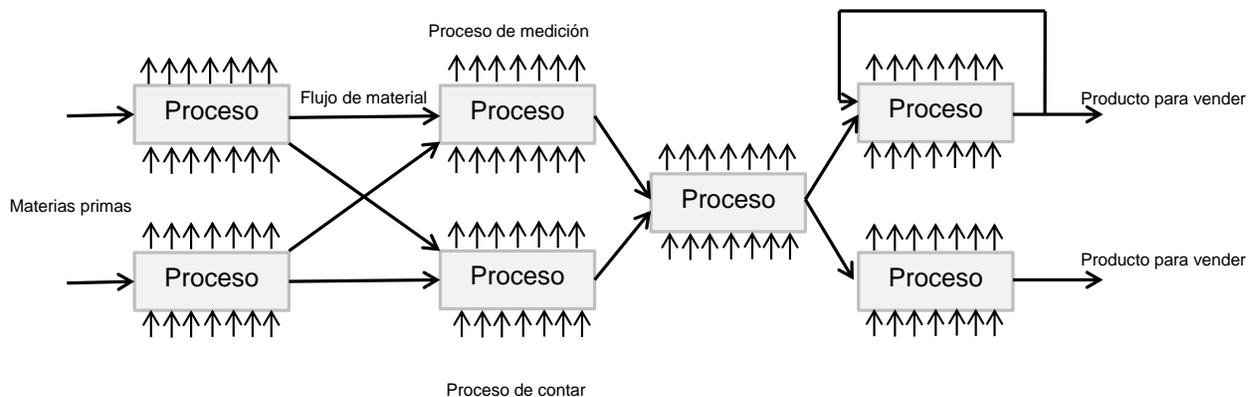


Figura 2.3 Proceso flujo continuo (Moreno, 2001)

2.3.2 Job Shop

El trabajo en los Job Shop viene caracterizado por unos volúmenes de producción bajos a medios y una amplia gama de productos. Es muy común en industrias mecánicas de ingeniería. Este tipo de fabricación se usa generalmente para pedidos específicos de clientes en el que existe una gran variedad de trabajo a realizar en la planta.

Los "Job Shops" generalmente son poco eficientes y tienen grandes tiempos de preparación, grandes inventarios de trabajo en curso, y costos altos.

2.3.3 La producción por lotes

En esta categoría se plantea la fabricación de lotes de tamaño medio del mismo artículo o producto. Los lotes suelen ser producidos una sola vez o deben producirse a intervalos regulares. Los tamaños de lotes y la frecuencia de producción de un artículo único se fijan con las políticas de control de inventario adoptadas en marketing.

2.3.4 Líneas Dedicadas de alto volumen de producción

Esta es una fabricación especializada continua de productos idénticos. Las líneas de producción del alto volumen son caracterizadas por una tasa de producción muy alta y de estrecho alcance. El equipo se dedica a la fabricación de un tipo de producto único tal como automóvil, bombillas, aparatos, etc. La planta entera se diseña y opera para la fabricación de un tipo único de producto.

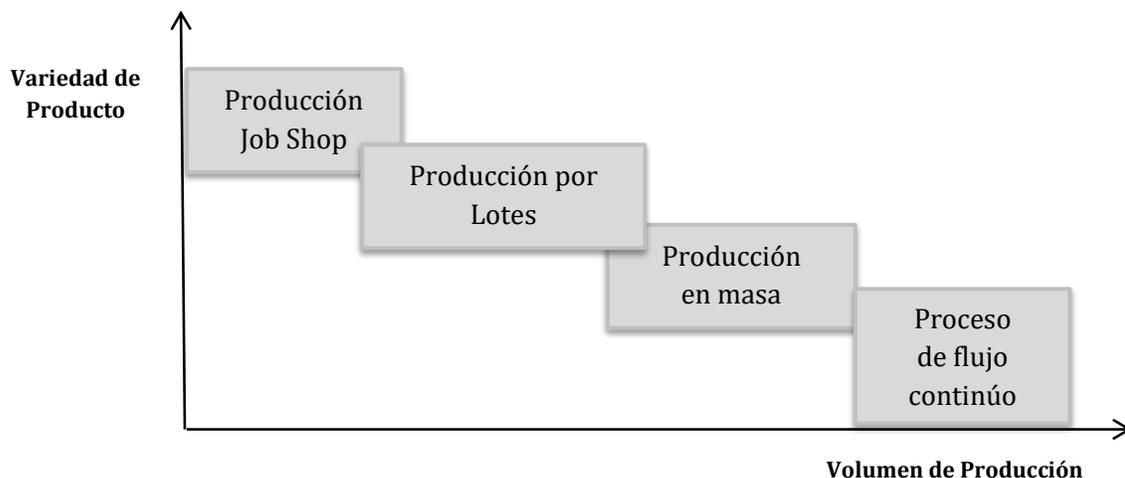


Figura 2.4 Cuatro tipos de configuraciones de planta. (Moreno, 2001)

2.4 Niveles de Automatización

El grado de automatización de un proceso viene determinado fundamentalmente por factores de tipo económico y tecnológico, por ello podemos encontrar una gama muy amplia y variada, dependiendo de los objetivos a alcanzar.

2.4.1 Nivel Elemental

Corresponde con el asignado a una maquina sencilla y parte de una máquina, asignándole tareas de vigilancia de tiempos muertos, posicionamiento de piezas y funciones de seguridad.

En el nivel elemental, se distinguen tres grados de automatización:

- Vigilancia.
- Guía operador.
- Mando.

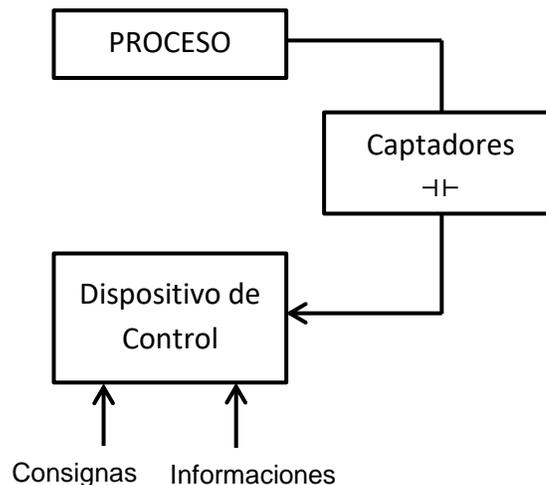


Figura 2.5 Nivel de automatización elemental, bucle abierto. (Moreno, 2001)

El modo operación de Vigilancia se realiza en bucle abierto y consiste en la toma por parte del o dispositivo automático de medidas a una serie de variables, procesando dicha información y emitiendo partes diarios de servicio y balances.

El modo operación Guía operador consiste en una variable de la anterior de un mayor grado de elaboración, con la inclusión de tareas de asistencia mediante propuestas al operador, según criterios prefijados.

El modo operación de mando consiste en la toma de información, procesamiento, toma de decisiones y ejecución sobre el proceso de acciones de control. Se corresponde con una

estructura clásica de bucle cerrado donde la intervención humana queda excluida salvo para las tareas de servicios.

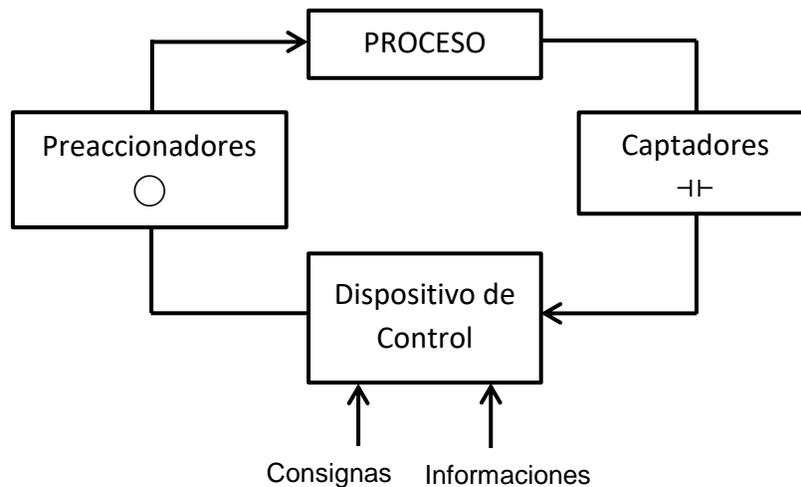


Figura 2.6 Nivel de automatización elemental, bucle cerrado. (Moreno, 2001)

2.4.2 Nivel Intermedio

Corresponde con la explotación de un conjunto de máquinas elementales o bien una maquina compleja. Este ha sido el dominio clásico de la automatización industrial.

2.4.3 Tercer nivel

Se caracteriza por ser de un proceso completo, e intervienen además del control elemental del proceso, otros aspectos tales como Supervisión, Optimización, Gestión de Mantenimiento, Control de Calidad, Seguimiento de la Producción. Para la consecución de estos objetivos, se ha ido evolucionado desde distintas estructuras de automatización y control.

2.4.3.1 Control centralizado

El sistema está constituido por una computadora, un interfaz de proceso y una estación de operador. Esta estructura se ha aplicado tanto a procesos de variable continua como a procesos de carácter secuencial, aún más, esta arquitectura ha permitido realizar aplicaciones industriales con variables de tipo continuo y secuencial de forma combinada. Las ventajas y desventajas de esta arquitectura se derivan precisamente de sus características estructurales, por una parte sus ventajas se centran en que su arquitectura facilita el flujo de información y se hace posible que los objetivos de optimización global del proceso puedan ser alcanzados. Por otra parte, sus desventajas se centran en que la fiabilidad de un sistema centralizado depende de la fiabilidad de la computadora, de forma que si la computadora falla, todo el sistema queda sin control.

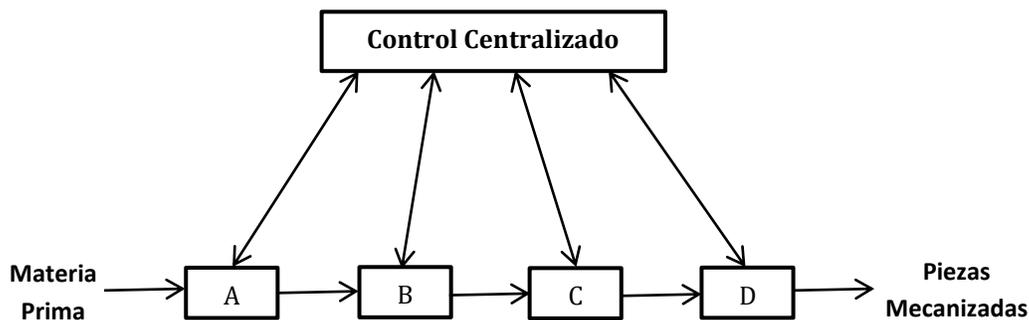


Figura 2.7 Control centralizado. (Moreno, 2001)

2.4.3.2 Control multicapa

Se puede establecer un cierto compromiso entre las ventajas y desventajas de la arquitectura completamente centralizada, conformando una variable de control jerarquizado de dos niveles.

El nivel más bajo se constituye mediante controladores locales para el control de lazos específicos o subprocesos del sistema.

El nivel superior está constituido por una computadora central que supervisa y establece órdenes de consigna a los controladores locales.

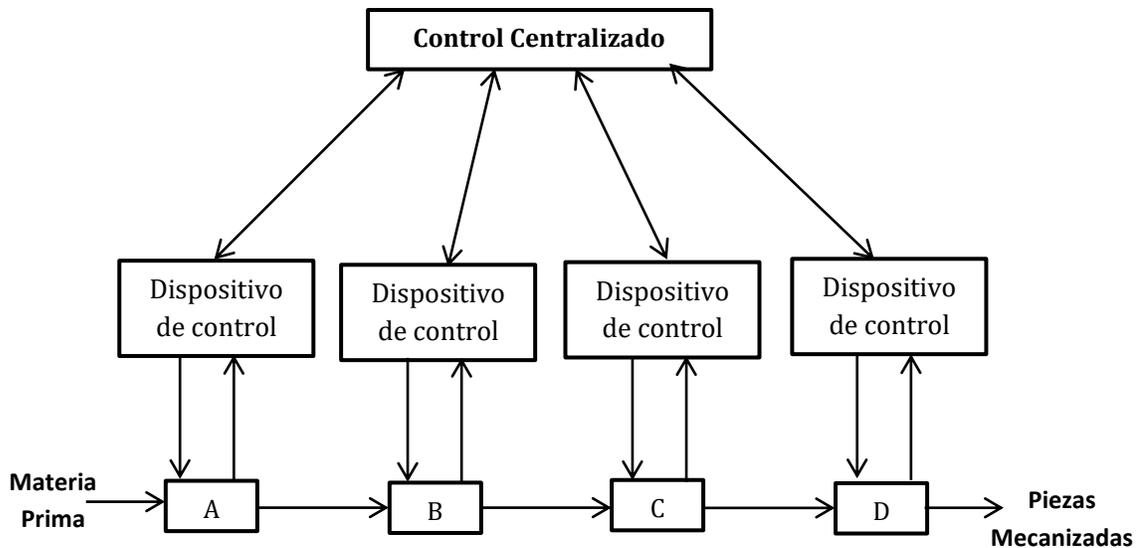


Figura 2.8 Control multicapa. (Moreno, 2001)

2.4.3.3 Control jerárquico

Esta estructura aparece como consecuencia del desarrollo del concepto de control multicapa y de la ampliación de las tareas de control a los conceptos de planificación y gestión empresarial y la correspondiente asignación a niveles superiores en la jerarquía de control.

2.4.3.4 Control distribuido

En el control distribuido se asumen otras consideraciones que son:

- Existencia de varias unidades de control y fabricación que llevan a cabo las mismas tareas.
- En caso que ocurra una avería o una sobrecarga de trabajo, será posible transferir todo o parte de las tareas a otras unidades.

Esta estructura introduce ventajas e inconvenientes. Por una parte la idea de poder hacer by-pass a las unidades con problemas permite evitar los bloqueos innecesarios del sistema, pero por otra parte exige que las diferentes islas de producción puedan tener una asignación dinámica de las tareas y por lo tanto se les va a exigir gran cantidad de acceso a la comunicación y de tratamiento de la información.

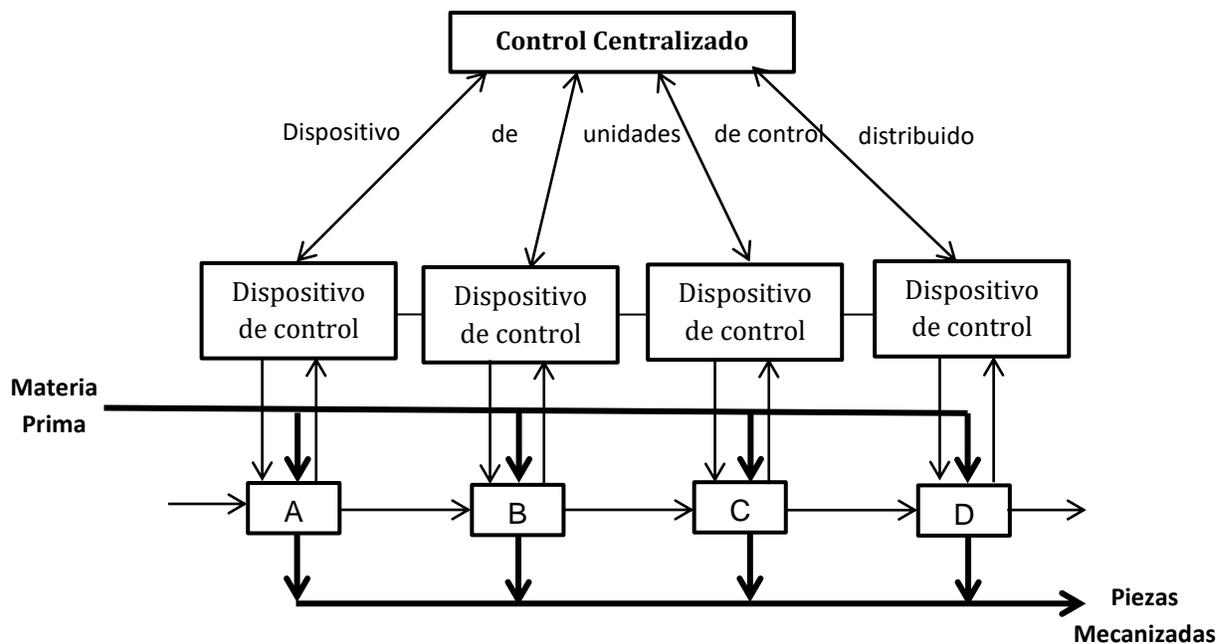


Figura 2.9 Control distribuido. (Moreno, 2001)

2.4.3.5 Cuarto nivel

Corresponde con el concepto de Fabricación Integrada por Computadora, CIM (Computer Integrated Manufacturing), donde se contempla la inclusión de forma integrada a la Producción, conceptos tales como la Gestión Empresarial, Planificación, Programación, etc.

Un axioma básico de amplia aceptación es el siguiente:

“El CIM ha de planificarse “top down” (“de arriba abajo”), pero debe implantarse “bottom-up” (“de abajo hacia arriba”). (Moreno, 2001)

2.5 Concepto CIM: La Automatización Integrada por Computadora

Este concepto es la base de la Automatización Integrada – CIM (computer integrated manufacturing), que tiene como objetivos:

- Reducir los niveles de stock y aumentar su rotación.
- Disminuir los costos directos.
- Control de los niveles de stock en tiempo real.
- Reducir los costos de material.
- Aumentar la disponibilidad de las maquinas mediante la reducción de los tiempos de preparación y puesta a punto.
- Incrementar la productividad.
- Mejorar el control de calidad.
- Permitir la rápida introducción de nuevos productos.
- Mejorar el nivel de servicio.

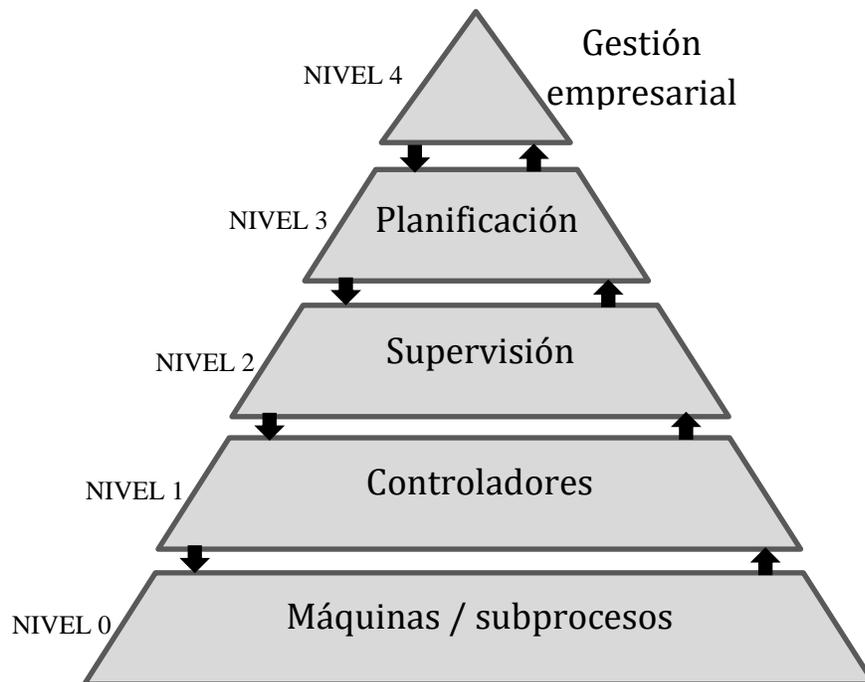


Figura 2.10 Estructura piramidal del modelo. (Moreno, 2001)

2.6 Tipos de automatización industrial

Existen tres tipos de automatización industrial:

- Automatización industrial fija. Se trata de sistemas de mecanización relativamente sencillos y económicos, diseñados para llevar a cabo una tarea concreta. Presentan la desventaja de que, en caso de que esa actividad se torne innecesaria, es imposible reutilizarlos para un nuevo cometido. No obstante, son la mejor opción cuando se quieren producir volúmenes muy altos de un único artículo al mayor ritmo posible.
- Automatización industrial programable. Ideal para la producción de distintas tipologías de objetos por lotes. No son tan rápidos como los sistemas fijos, pero su configuración se adapta en función de las necesidades.
- Automatización industrial flexible. Aúnan los beneficios de la tecnología fija y la programable: la cadencia de producción es asimilable a los sistemas de la primera, a la vez que dan margen para introducir pequeñas modificaciones a lo largo del proceso. (BETWEEN, 2020)

2.7 Etapas de automatización

Integrar sistemas automatizados en los procesos de fabricación conlleva que toda máquina y robot que ejecuta una tarea sea capaz de realizar estas etapas con éxito:

- Captar datos y procesarlos
Recoger datos e integrarlos en el proceso es la base de la automatización. Para llevar a cabo esta etapa, los sensores o la visión artificial son herramientas que permiten conocer y procesar datos, como el peso o la posición de un producto, así como la velocidad o presión con la que actúa una máquina.
- Convertir los datos en información de valor

Los datos que puede recoger cualquier sistema automatizado son abrumadores, por lo que su mayor aportación a la cadena de producción es el procesamiento que hace de los datos, analizándolos, interpretándolos y emitiendo información concreta, en tiempo real y útil para las decisiones industriales. En esta etapa el papel protagonista se concentra en los procesadores y softwares que reciben datos, los almacenan y los interpretan acorde a los parámetros predeterminados.

- **Facilitar la toma de decisiones acorde a la información obtenida**
Con la información obtenida, es hora de realizar la toma de decisiones que se pueden producir de forma automatizada sin la necesidad de intervención humana.
De esta manera, un sistema automatizado puede variar o corregir su forma de ejecutar una tarea de forma inmediata, evitando productos defectuosos, cuellos de botella o desabastecimiento de materiales.
- **El papel de la visión artificial en la automatización de procesos industriales**
En la automatización de procesos cobra mucha relevancia las actividades relacionadas con la supervisión e inspección para controlar que todo favorece a conseguir una producción óptima y rentable.
En esta tarea, las soluciones de visión artificial tienen múltiples aplicaciones en el ámbito industrial, potenciando la capacidad de cualquier sistema en obtener datos y compartirlos e interpretarlos. (INFAIMON, 2020)

2.8 Ejemplos de automatización industrial actuales

Algunos de los ejemplos de automatización industrial más extendidos se pueden encontrar en:

- Cadenas de montaje. Con maquinaria que se ocupa del ensamblaje continuo de piezas y su fijación, atornillado, soldadura, etc.
- Adición de componentes. Con sistemas que crean preparados químicos o alimentarios por medio de la incorporación progresiva de distintos ingredientes en las proporciones asignadas.
- Envasado y empaquetado. Con tecnología que es capaz de manejar distintos tipos de materiales de embalaje, incluso los más frágiles (ej: vidrio), para configurar un embalaje perfecto, etiquetado incluido. (BETWEEN, 2020)

2.9 Software de diseño asistido por computadora (CAD)

AutoCAD® es un software de diseño asistido por computadora (CAD) en el cual se apoyan tanto arquitectos como ingenieros y profesionales de la construcción para crear dibujos precisos en 2D y 3D.

- Crea, anota y edita geometría en 2D y modelos en 3D con sólidos, superficies y objetos de malla.
- Automatiza tareas como, por ejemplo, comparar dibujos, realizar un recuento, añadir bloques, crear tablas de planificación, etc.
- Personaliza con las aplicaciones complementarias y las API. (Autodesk, 2020)

El software de diseño AutoCAD permite la creación y edición profesional de geometría 2D y modelos 3D con sólidos, superficies y objetos. Es uno de los softwares más reconocidos internacionalmente debido a la gran variedad de posibilidades de edición que se pueden encontrar. Por esta razón es un programa muy utilizado por arquitectos, ingenieros y diseñadores industriales, entre otros. En la actualidad, el software es desarrollado y comercializado por la compañía Autodesk, líder en diseño 3D, ingeniería y software de entretenimiento. Fundada en 1982, la multinacional Autodesk se dedica a la distribución de softwares para las industrias de manufacturas, construcción y medios, entre otros.

El programa apareció el mismo año que surgió Autodesk, con una versión inicial que únicamente contaba con un plano editable y una serie de características limitadas. A pesar de su sencillez, en su momento fue una auténtica revolución que tenía la intención de sustituir el dibujo tradicional a mano por uno digital. El nombre de AutoCAD hace referencia a la empresa (Autodesk) y CAD al diseño asistido por computadora, de las siglas en inglés Computer Aided Design. En su inicio no se pensó como un software de diseño 3D, sino que únicamente se dedicaba al modelado en dos dimensiones. Tras el desarrollo de las funciones 3D, veamos cuáles son las características de AutoCAD.

2.9.1 Características generales del software

El software AutoCAD está disponible tanto para MAC como para Windows, y entre las interfaces de programación que admite encontramos: ActiveX Automation, VBA, AutoLISP, Visual LISP, ObjectARX y .NET. Sin embargo, el tipo de interfaz que se vaya a utilizar dependerá de las necesidades de la aplicación y de la experiencia que tenga el usuario en programación. En la web de Autodesk podemos ver que el software AutoCAD ofrece multitud de opciones diferentes según el tipo de usuario que lo vaya a utilizar. De esta manera, encontramos un conjunto de herramientas especializadas como por ejemplo AutoCAD Map 3D, que incorpora funciones topográficas para gestionar la información; AutoCAD Plant 3D, que facilita el diseño 3D de plantas; o AutoCAD Architecture, ideal para el sector de la arquitectura. (M., 2020)

Dentro del software, encontramos cuatro tipos de modelados 3D. El primero es el modelado de estructura inalámbrica, una estructura tridimensional que sirve para marcar las referencias geométricas al inicio del diseño. El modelado de sólidos ayuda establecer los parámetros de masa y funciones de sección. El de superficie proporciona un control preciso de las curvas para manipular las superficies minuciosamente. Por último, el modelado de mallas permite funciones de plegado, suavizado y escultura de formas y objetos 3D libres. (M., 2020)

Clasificación del prototipo

El diseño del prototipo está principalmente enfocado en la automatización fija puesto que se planeó y consideró únicamente para el llenado de arena de las bolsas de arena para gato considerando sus principales características varios puntos del producto y del proceso, además se trata de un sistema de mecanización relativamente sencillo y económico diseñado para llevar a cabo una tarea concreta, es la mejor opción cuando se quiere producir volúmenes muy altos de un único artículo a la mayor velocidad posible.

El nivel intermedio de automatización es el idóneo para el diseño del prototipo, ya que para poder llenar la bolsa con el producto, se corresponde con la explotación de una máquina compleja.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

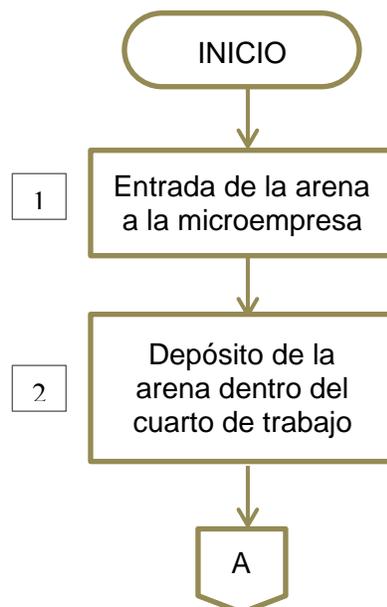
3.1 Microempresa

Durante la realización de estancias de investigación en el Cuerpo Académico denominado: Procesos sustentables aplicados a la Ingeniería, del periodo Mayo a Junio del 2021, se acudió a una microempresa en la cual se buscó identificar algún proceso el cual se pudiera automatizar.

En esta microempresa de giro familiar emergente, se identificó un proceso de llenado de bolsas con arena para gatos, el cual se lleva acabo totalmente de forma manual, y los trabajadores utilizan recipientes denominadas “bandejas” para ir llenado las bolsa (las bandejas son también la medida para llenar las bolsas), y utilizan solamente una selladora de impulso con cortadora, y una báscula digital como parte esencial en el proceso de llenado de bolsas de arena para gato.

3.2 Diagrama de Flujo de Actividades del Proceso

En el siguiente diagrama de flujo se detalla las actividades que se realizan en el proceso para llenar la bolsa de arena para gato.



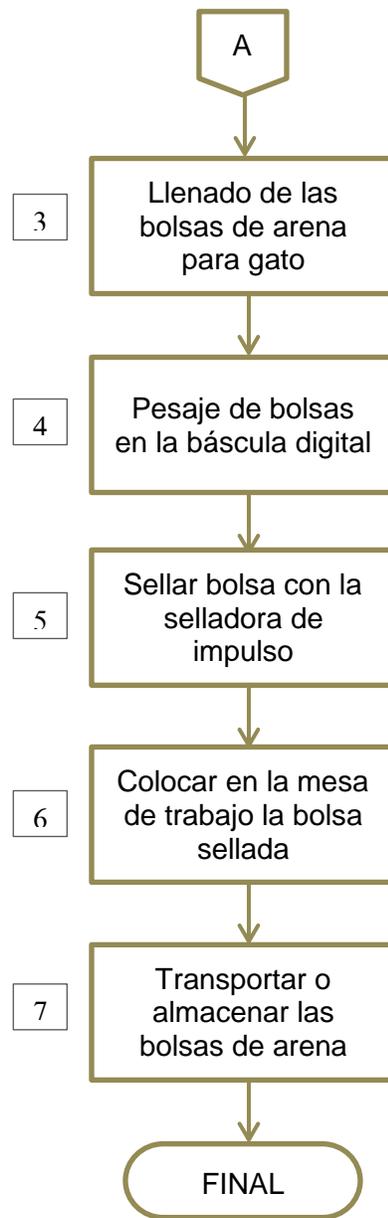


Figura 3.1 Diagrama de flujo de actividades del proceso
Fuente: Imagen propia

3.2.1 Etapas de las actividades del proceso:

1. Se inicia el proceso con la entrada de la arena a la microempresa, por medio de una tráiler.

2. La arena para gato se deposita dentro del cuarto de trabajo en una esquina, el carro de carga entra a vaciar la arena, y con palas se va acumulando en un solo montón para que ésta no esté dispersa.
3. Se procede al llenado de las bolsas de arena para gato, con ayuda de un contenedor de plástico “bandejas”, se va llenando la bolsa, cabe mencionar que estas “bandejas” tienen como referencia un peso aproximado de la cantidad que se pide. Los trabajadores para realizar la actividad del llenado se sientan en bancos y directamente sobre el montón de la arena que está en el suelo van tomando la arena con las bandeja y se va llenando la bolsa, terminado se van dejando a un lado del trabajador y otro trabajador va pasando las bolsas llenas a una mesa donde se realiza la actividad del pesaje.
4. Se pesan las bolsas con el peso requerido con ayuda de una báscula digital de polietileno, con la cual se corrobora su peso, para ver su sobrante o faltante, ya que se verifique su peso el trabajador pasa la bolsa a la siguiente mesa donde se procede al sellado de esta.
5. Posteriormente la bolsa se cierra mediante una selladora de impulso, además de corta el restante de la bolsa y verifica que tenga un acabado adecuado.
6. Se procede a colocar en la mesa de trabajo la bolsa sellada, y estas se van acomodando.
7. Para finalizar, las bolsas se van ensacando para su transportación o si van a ser almacenadas.



Figura 3.2 Selladora de impulso de mesa con cortadora



Figura 3.3 Bascula digital de polietileno TRUPER 5kg

3.2.2 Proceso del llenado de arena para gato “ilustrativo”

Lugar: “Bentonita, Teotlalco, Pue.”

Se extrae el mineral o arcilla requerida para la elaboración de la arena para gato.

Se procede por medio de una máquina, trasladarla a un tráiler para su traslado y procesamiento.



Figura 3.4 Extracción de la materia prima
Fuente: Imagen propia



Figura 3.5 Arena aglutinada para Gatos
Fuente: Imagen propia

La materia prima se traslada a una empresa exterior para su procesamiento, el cual regresara ya tratada para proceder a realizar su empaquetado y sellado.

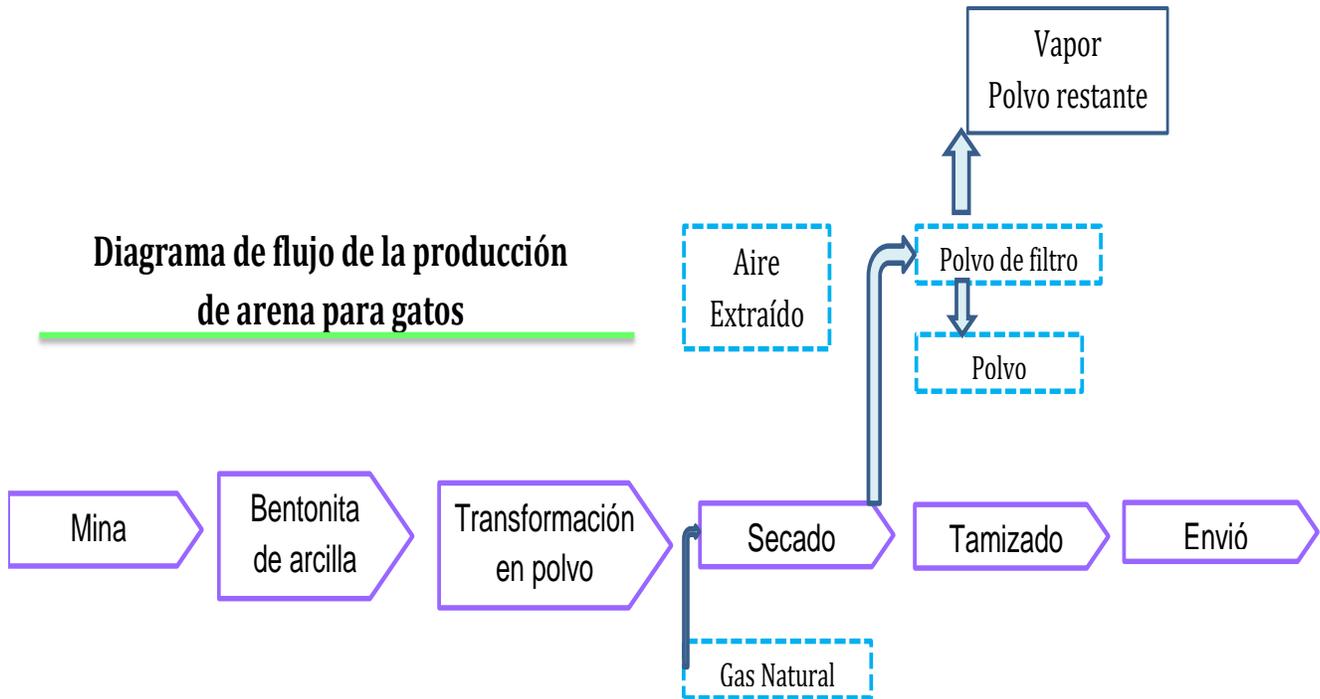


Figura 3.6 Procesamiento de la materia prima al producto final.
Fuente: Imagen propia

Llenado de las bolsas en la Microempresa



Figura 3.7 Llenado de las bolsas
Fuente: Imagen propia



Figura 3.8 Llenado de las bolsas
Fuente: Imagen propia



Figura 3.9 Pesaje de las bolsas
Fuente: Imagen propia



Figura 3.10 Pesaje de las bolsas
Fuente: Imagen propia



Figura 3.11 Sellado de bolsas
Fuente: Imagen Propia



Figura 3.12 Producto terminado
Fuente: Imagen propia

3.3 Análisis FODA

Tabla 3.1 Análisis FODA

VARIABLES INTERNAS	 FORTALEZAS	 DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con un proveedor cercano que transforme la materia prima en producto final (arena para gato). • Cercanía del lugar donde se extrae la materia prima (bentonita). • Instalación grande con áreas en construcción. • Ser una microempresa en auge con flexibilidad para adaptarse al mercado existente. • Ser competitivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con poco tiempo de trayectoria. • No contar con maquinaria necesaria que facilite el trabajo. • Falta de una correcta distribución dentro de la microempresa. • Falta de ergonomía en el trabajo. • Instalaciones aún en construcción.
VARIABLES EXTERNAS	 OPORTUNIDADES	 AMENAZAS
	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos clientes con los cuales vender la arena para gato con diferentes pesos. • Conocer las normas de calidad para tener una arena con calidad que sea competitiva en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pandemias globales en curso y futuras actuales (COVID-19), que afecten las actividades diarias. • Catástrofes naturales. • Accidentes de índole desconocidos.

3.4 Propuesta de trabajo

Para realizar la propuesta del prototipo de llenado y sellado automático de bolsas con arena para gato, se visualizó y estudio los factores internos como los externos tras haber realizado el FODA, con base en estos se identificó que las áreas de oportunidad donde saber sacar un provecho que beneficie a la microempresa, pero a su vez conociendo de lo que esta carece.

Principalmente se tomaron las debilidades con las oportunidades que resultan ser pares de adaptación, que indican que hay una incapacidad de aprovechar una oportunidad por la existencia de una debilidad, en ese caso se tienen clientes o pueden llegar a presentarse nuevos clientes que lleguen a solicitar la adquisición de un volumen grande de producto (la arena para gato) pero su contraparte es que su proceso es manualmente por lo cual es más lento y la productividad insuficiente.

3.4.1 Fundamentos para un diseño y modelado de un prototipo en 3D

En base a lo observado en la microempresa tanto en la realización de su proceso, su instalación, recursos, detectando las áreas de oportunidad y diálogos con el dueño (sugerencias), con ayuda del software AutoCad se inició el diseño de un prototipo para el llenado de arena para gatos principalmente pensando en un proceso que se automatice para cubrir una necesidad existente en el proceso que es manual.

En base a lo mencionado para diseñar el prototipo en 3D se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Poder tener y almacenar adecuadamente la arena para gato que llega ya previamente procesada a la microempresa, y esta no se mezcle con otros polvo, o se desborde por tenerla solo amontonada en el piso, y se descargue dentro de un contenedor que la resguarde y la distribuya a su vez.
- Identificar y clasificar partes las cuales diseñar para que la arena siga una trayectoria factible para poder ser empaquetada.
- Diseñar partes pensando en una correcta ergonomía, la cual el prototipo cuente con altura y anchura para una correcta área de trabajo y el operario realice eficientemente su actividad sin inconveniente.
- Realizar el prototipo con altura y anchura no solo por ergonomía sino también pensando en un correcto flujo de la arena en cada parte del proceso.
- Automatizar el proceso y que este empiece a ser automatizado.
- Diseñar en base al proceso con el cual la microempresa cuenta y lo que sus clientes le piden (el peso que requieren del producto de las bolsa), sin necesidad de

que la bolsa pase por mucho solo en un punto sea llenada, sellada y cortar el restante de la bolsa.

Así también para el modelado en 3D, ya teniendo el diseño del prototipo en 3D se pasaría a ensamblar con ayuda de otros elementos como lo son tornillos, anclajes, etc., agregando componentes para el correcto funcionamiento.

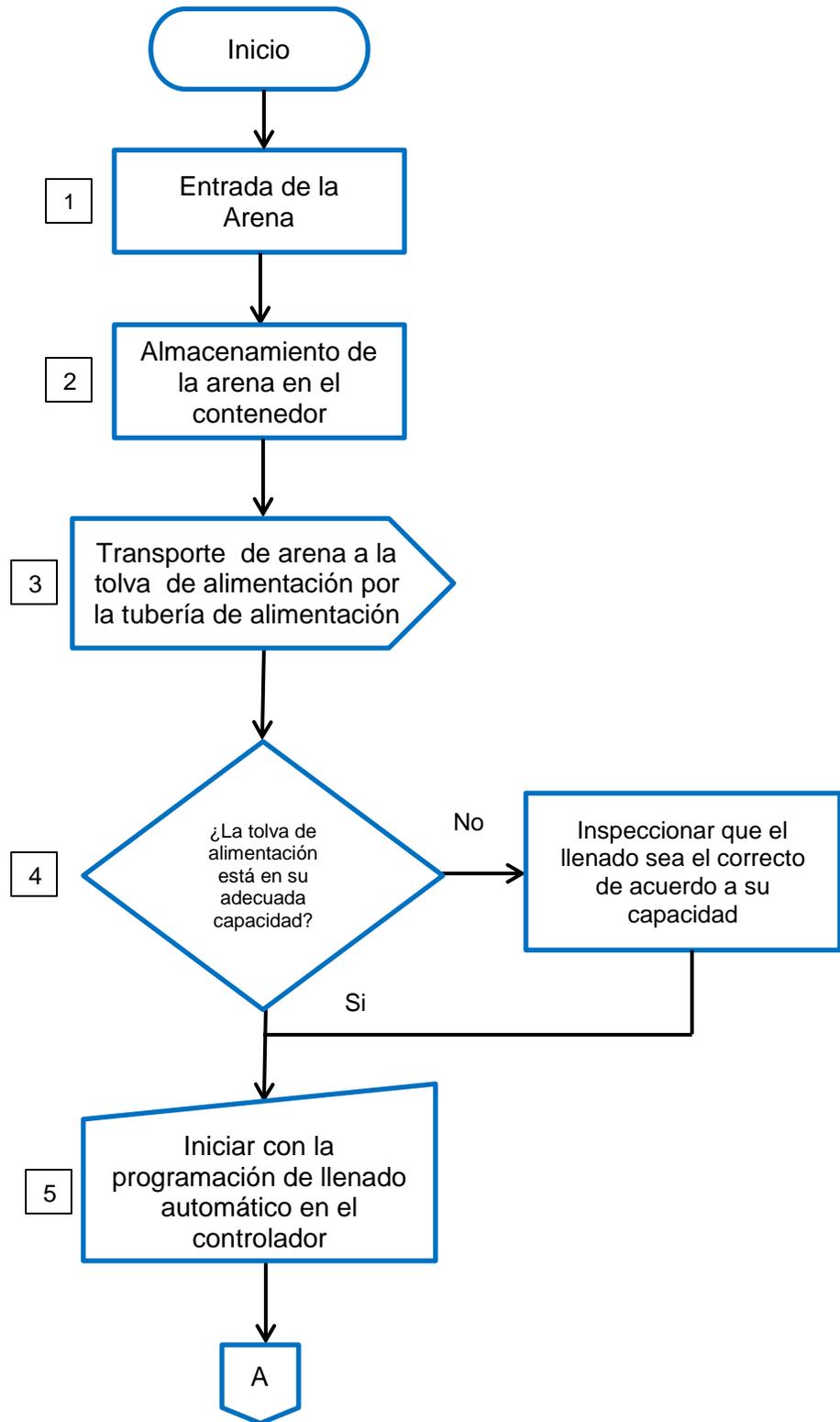
3.5 Descripción del Proceso con el modelo de prototipo en 3D

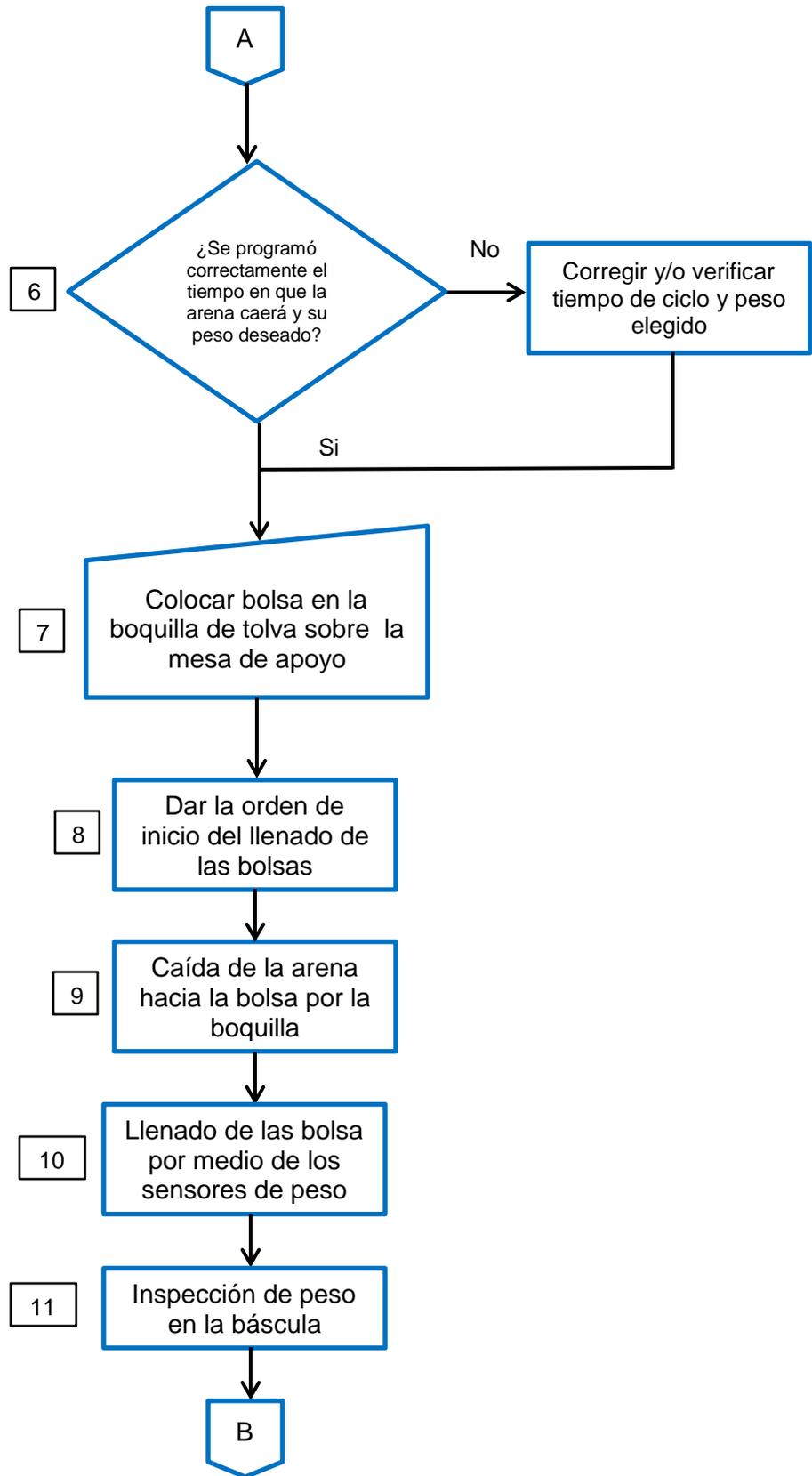
Teniendo el diseño y modelado del prototipo en 3D de llenado de arena para gatos se planteó describir un proceso con base al mismo, desde que la arena llega al microempresa y esta tiene que ser almacenada para su posterior uso, hasta que las bolsas finalmente se encuentren llenadas y selladas, el cual fue el siguiente:



Figura 3.13 Representación del proceso de llenado de las bolsas de arena
Fuente: Imagen propia

3.5.1 Diagrama de flujo del proceso





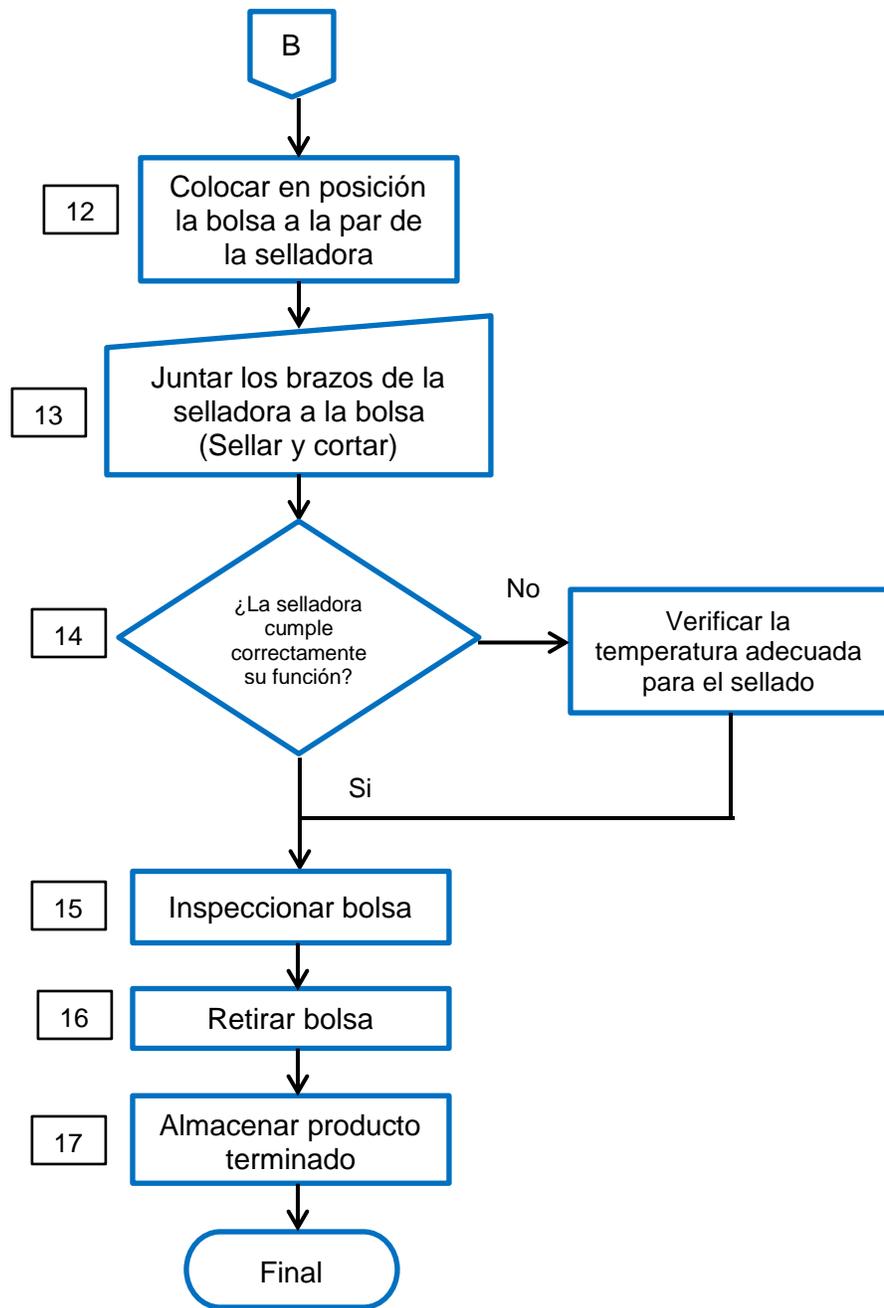


Figura 3.14 Diagrama del flujo del procesos llenado de bolsas
Fuente: Imagen propia

El proceso tendrá un previo inicio cuando la arena llegue a la microempresa y esta sea depositada en el contenedor que se diseñó pensando en el almacenamiento de la arena y esté lista para su posterior uso, una vez teniendo el producto y se desee llenar las bolsas el procedimiento será el siguiente:

1. La arena entra a la microempresa para ser descargada.
2. La arena una vez dentro de la microempresa será descargada en el contenedor para ser almacenada para su uso.
3. La arena por lapsos de tiempo o cuando se requiera se ira descargando dicha arena por medio de la tubería de alimentación hasta llegar a la tolva de alimentación la cual ira distribuyendo conforme el proceso lo requiera la arena para llenar bolsas.

La arena del contenedor que se vaciará por medio de la tubería hacia la tolva de alimentación saldrá conforme una tapa colocada en la parte entre el final de la tubería y al inicio del orificio de la tolva de alimentación se abra y descargue conforme lo requiera el proceso.

Una vez llena la tolva de alimentación, pasara a programar los tiempos en los que la tolva gradualmente y por lapsos de tiempo descargara la arena en la bolsa, así como indicar el peso indicado.

Se abrirá la tapa de boquilla de alimentación para comenzar con la descarga de la arena.

4. Se verifica que la tolva no exceda su capacidad de llenado de la arena.
5. Se realiza la programación para el llenado de las bolsas.
6. Se verifica que los tiempos de ciclos de llenado y el peso sean los indicados, si no se procede a corregir o programar.
7. Se colocara en la bolsa a llenar sobre la mesa de apoyo ajustado en dirección de la boquilla de la tolva sobre la bolsa.
8. Se inicia el llenado de las bolsas.
9. La arena ira cayendo hacia la bolsa por medio de la boquilla de la tolva.
10. La bolsa finalizara su llenado con ayuda de los sensores de peso que una vez detectado el peso ya establecido previamente detendrá el llenado y cerrara la tapa de la boquilla.

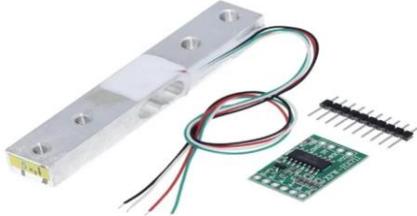
11. Una vez terminado la descarga de la arena se pasara a inspeccionar sobre la misma mesa de apoyo (que también cuenta con báscula), su correcto peso para pasar a su sellado.
12. La procede a ser colocar en posición la bolsa para el sellado.
13. La bolsa una vez en posición para el sellado, se juntaran los brazos de la selladora apretando la bolsa realizando el sellado y el cortado de la bolsa en conjunto.
14. Se verificara que la selladora selle la bolsa correctamente sin tener escapes de aire la bolsa.
15. La bolsa se inspecciona y que esta tenga un sellado correcto y este el restante de la bolsa recortado.
16. Para concluir la bolsa se retirara de la mesa de apoyo.
17. La bolsa de arena para gato pasar empaquetada o almacenada y el proceso pasara a repetirse continuamente.

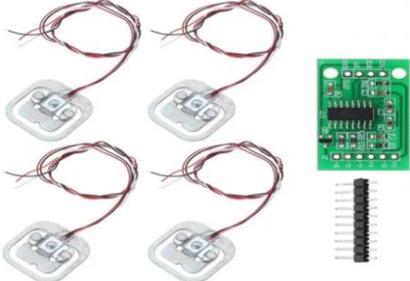
3.6 Análisis de costos

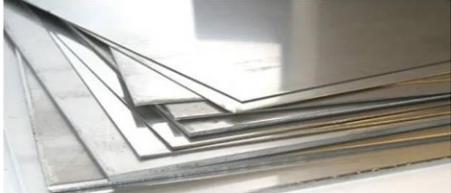
Para realizar un análisis de los costos para la posible realización del prototipo de llenado y sellado automático de bolsas con arena para gato, primeramente se procedió a investigar algunos materiales y componentes que se adaptaran al modelo del prototipo en 3D que se realizó en el software de AutoCad, para así después proponer un análisis de costo para cada parte del diseño y para el modelo ya ensamblado, los materiales y componentes seleccionados fueron los siguientes en base a la economía y calidad.

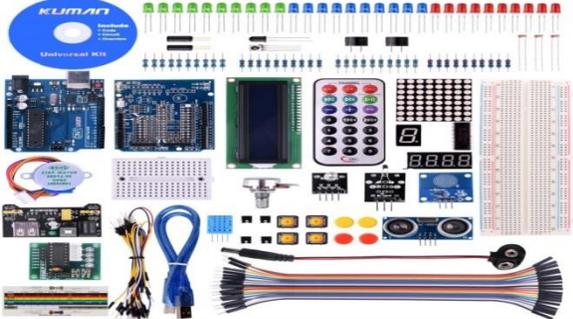
Tabla 3.2 Lista de materiales y componentes

Lista de materiales y componentes	
Placa/lamina de acero inoxidable	

PTR	
Celda de carga y amplificador hx711 sensor de peso	
Controlador de pesaje digital indicador de células de carga	
Anclajes universales PTB para cargas pesadas	
Tubo PVC	
Codo PVC	
Tabla de pino	

<p>Polín de Madera</p>	
<p>Kit de piezas celda de carga con amplificador hx711</p>	
<p>Temporizador (Temporizador Digital Timer 12v Programable Arduino)</p>	
<p>Pulsador</p>	
<p>Resistencias Tiras de Cinta de PTFE Cubiertas de PTFE</p>	
<p>Cable estañado para conexiones</p>	
<p>Almohadilla de Caucho de Silicón / Hule espuma</p>	

<p>W1209 Control De Temperatura Módulo 12v Sensor Ntc</p>	
<p>Tornillos DIN</p>	
<p>Lamina Aluminio Cal.24 30cm X 90cm</p>	
<p>Lamina Acero Inoxidable T-304cal 18</p>	
<p>Tubo Flexible Zapa 1/2 Pulgada</p>	
<p>Transformador eléctrico 220v a 12v</p>	
<p>Motor Servo Monofásico Hasta 80% Ahorro Luz Con Posicionador</p>	

<p>Varilla Lisa. Redondo Solido Acero Inoxidable x Metro</p>	
<p>Arduino Kit completo y componentes para UNO R3</p>	
<p>Mini Motor Vibrador Eléctrico Industrial 15w</p>	
<p>Cable Eléctrico</p>	

RESULTADOS

Para el proceso de llenado y sellado de las bolsas de arena para gato, se realizó con ayuda del programa AutoCad el diseño y modelado de un prototipo electromecánico que automatizaría el proceso. En este capítulo se presenta cada parte con sus dimensiones, así como el ensamble general. Se muestra también el proceso del llenado de las bolsas por medio del modelo, así como un presupuesto del costo de materiales necesarios para su elaboración.

4.1 Diseño del prototipo en 3D con ayuda del software AutoCad

En este apartado se presentan los resultados de los diferentes diseños elaborados del prototipo considerado, los cuales responden a las áreas de oportunidad detectadas durante el análisis realizado en el FODA planteado.

En particular se muestran los diseños del contenedor, estructura de apoyo y base del contenedor, tubería de alimentación, tolva de alimentación, boquilla de tolva de alimentación, estructura de apoyo y base de tolva de alimentación, mesa de apoyo con bascula, selladora con cortadora parte a y b, carcasa de protección de selladora, brazos retractiles de selladora, tubería para el cableado y finalmente las tapas de tubería y tolva de alimentación; los cuales tienen una función específica dentro del modelo final propuesto, ya que realizan actividades específicas cada una durante el proceso sugerido, desde distribuir la arena, alimentar las bolsas para el llenado, pesar el contenido de la bolsa, hasta sellar y cortar las bolsas.

Los diseños elaborados del prototipo son los siguientes:

4.1.1 Diseños para la parte de almacenamiento y distribución de la arena

Estos diseños se realizaron para almacenar la arena así como para distribuir la misma al cuerpo principal que realiza las actividades del llenado y sellado.

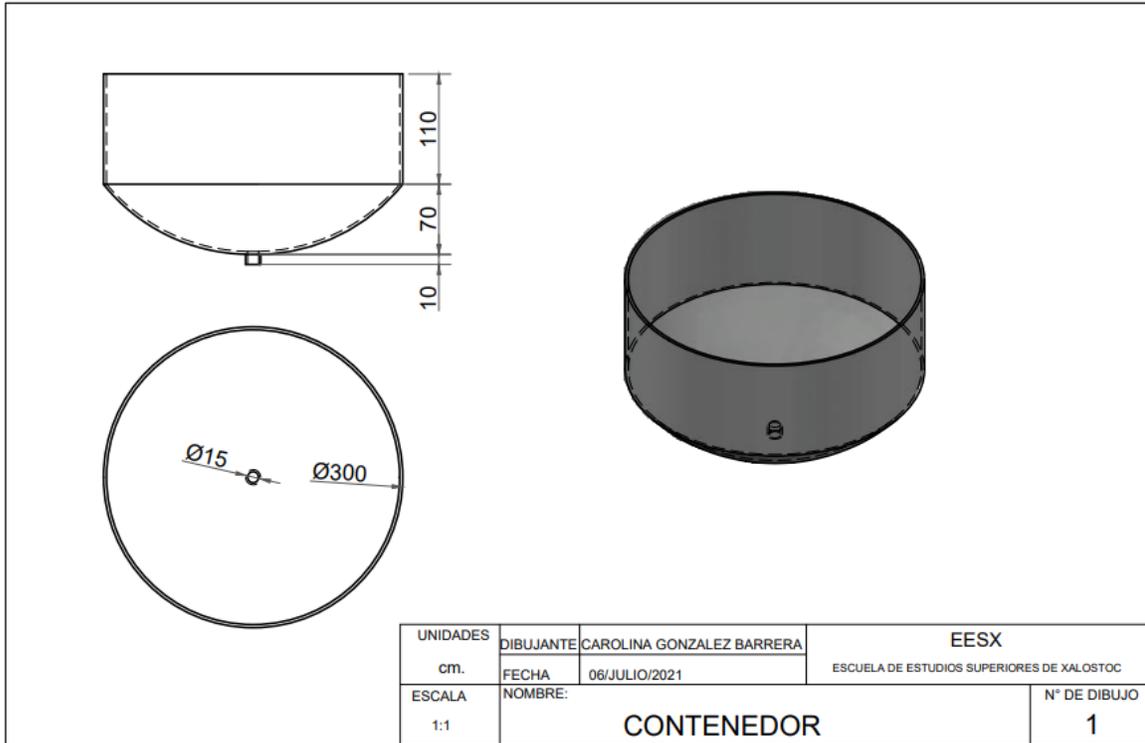


Figura 4.1 Contenedor
Fuente: Imagen propia

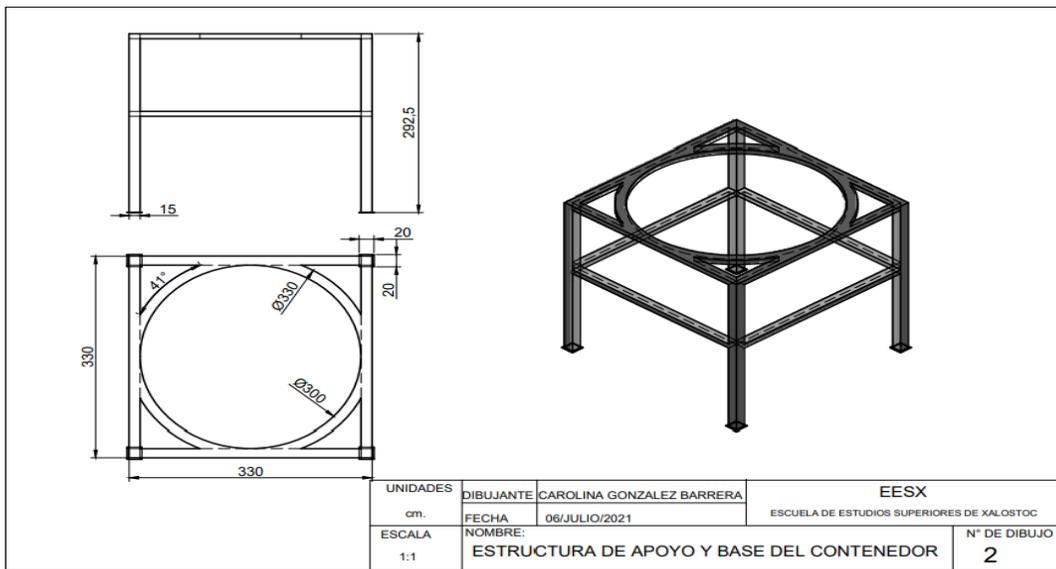


Figura 4.2 Estructura de apoyo y base del contenedor
Fuente: Imagen propia

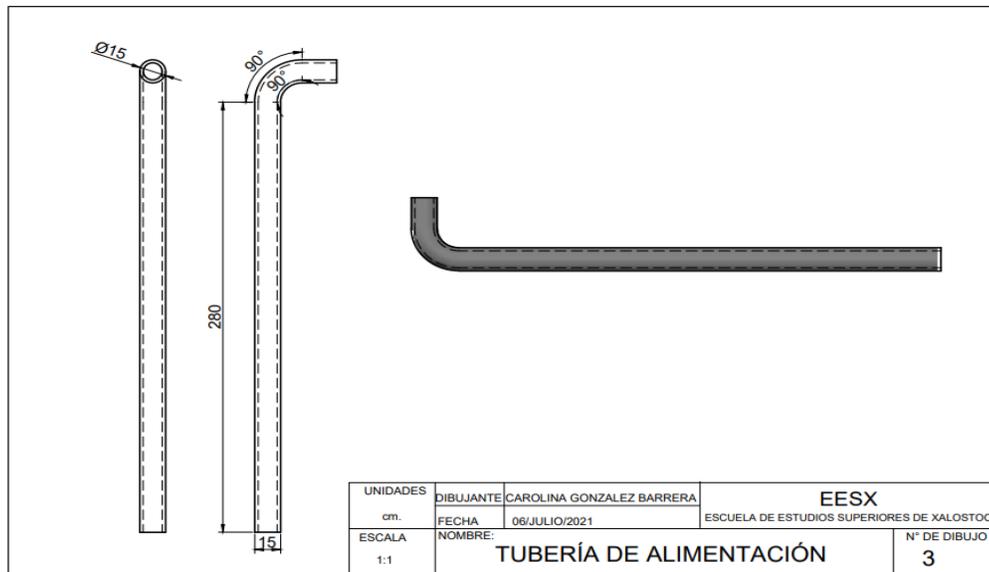


Figura 4.3 Tubería de alimentación
Fuente: Imagen propia

4.1.2 Diseños del cuerpo principal del prototipo

Estos diseños se realizaron para llevar a cabo las principales actividades que son el llenado, el pesaje, el sellado y cortado de las bolsas de arena.

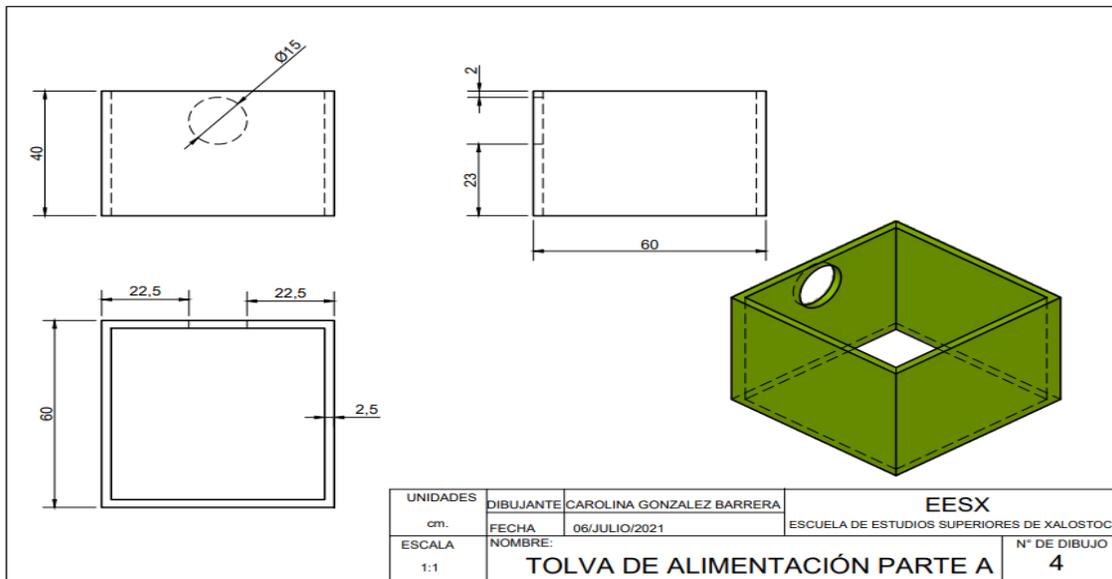


Figura 4.4 Tolva de alimentación parte A
Fuente: Imagen propia

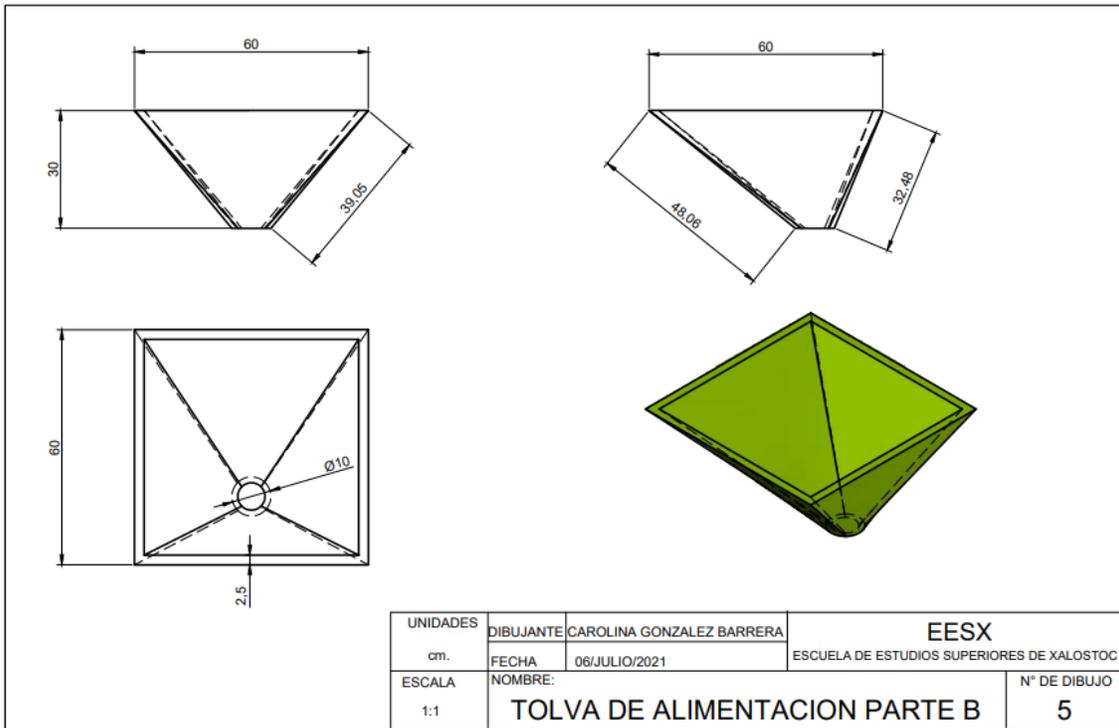


Figura 4.5 Tolva de alimentación parte B
Fuente: Imagen propia

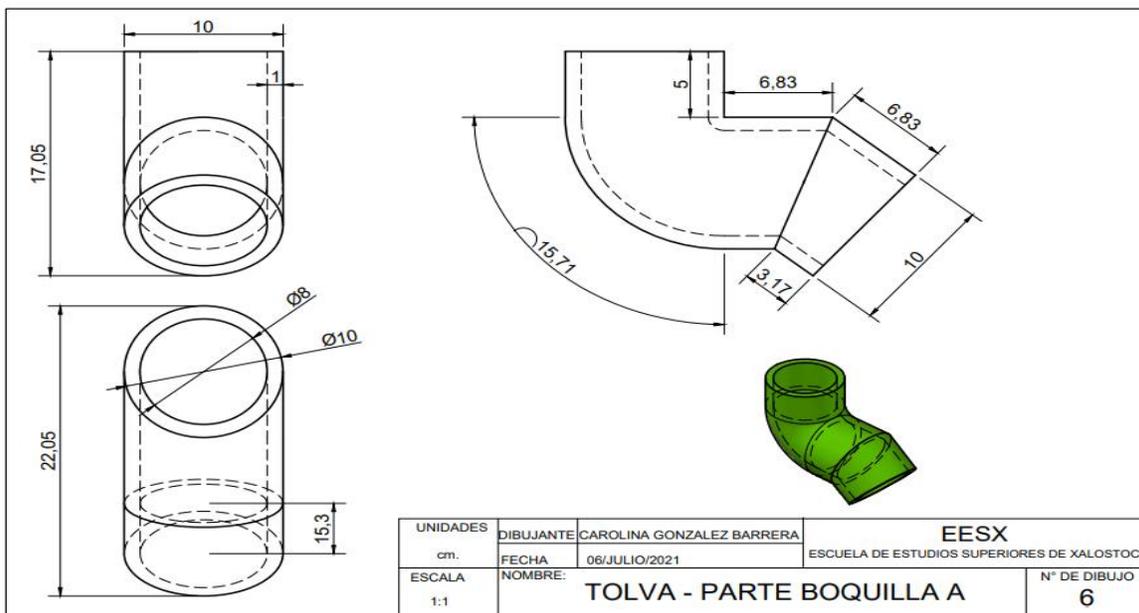


Figura 4.6 Tolva parte boquilla A
Fuente: Imagen propia

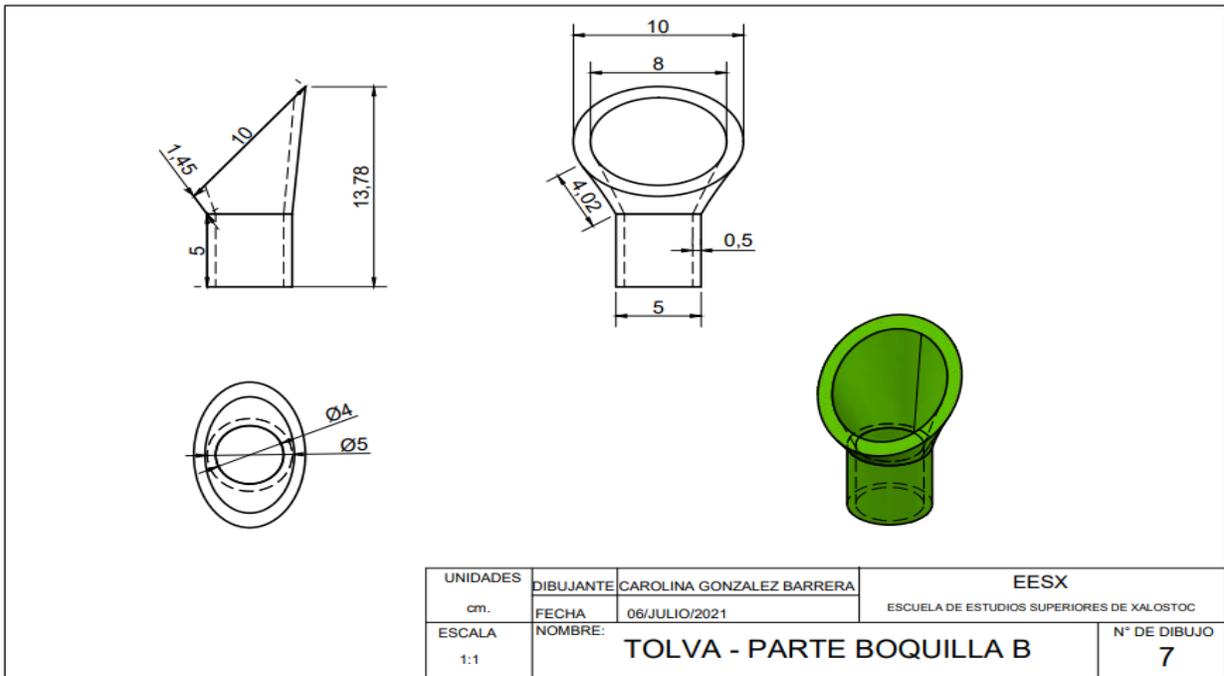


Figura 4.7 Tolva parte boquilla B
Fuente: Imagen propia

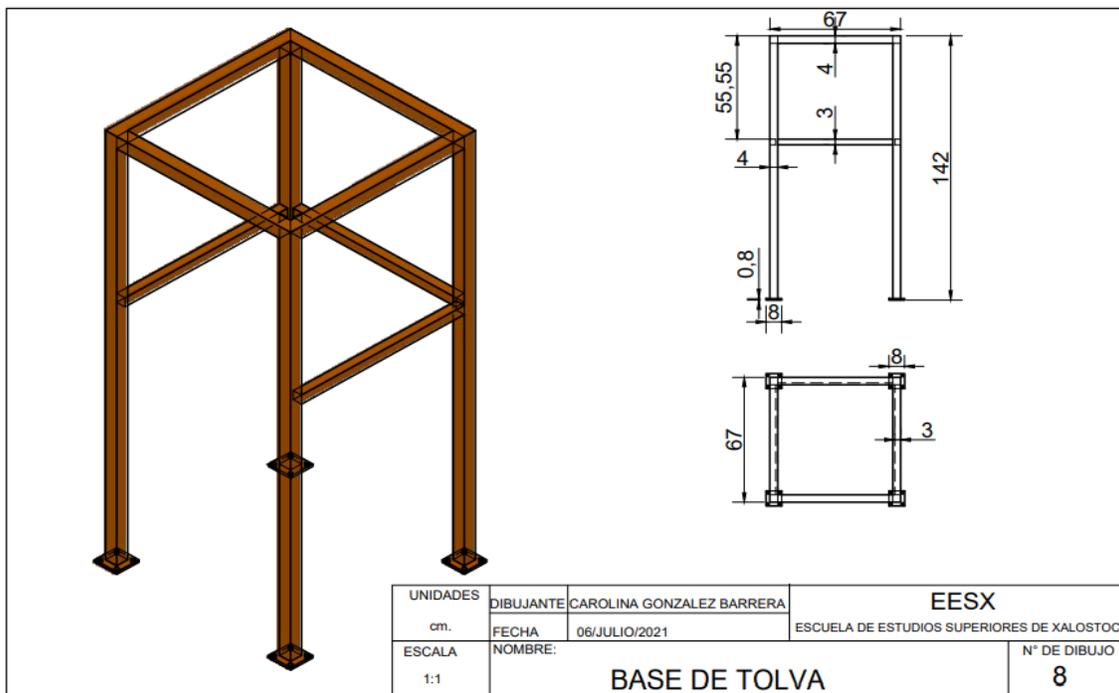


Figura 4.8 Base de tolva
Fuente: Imagen propia

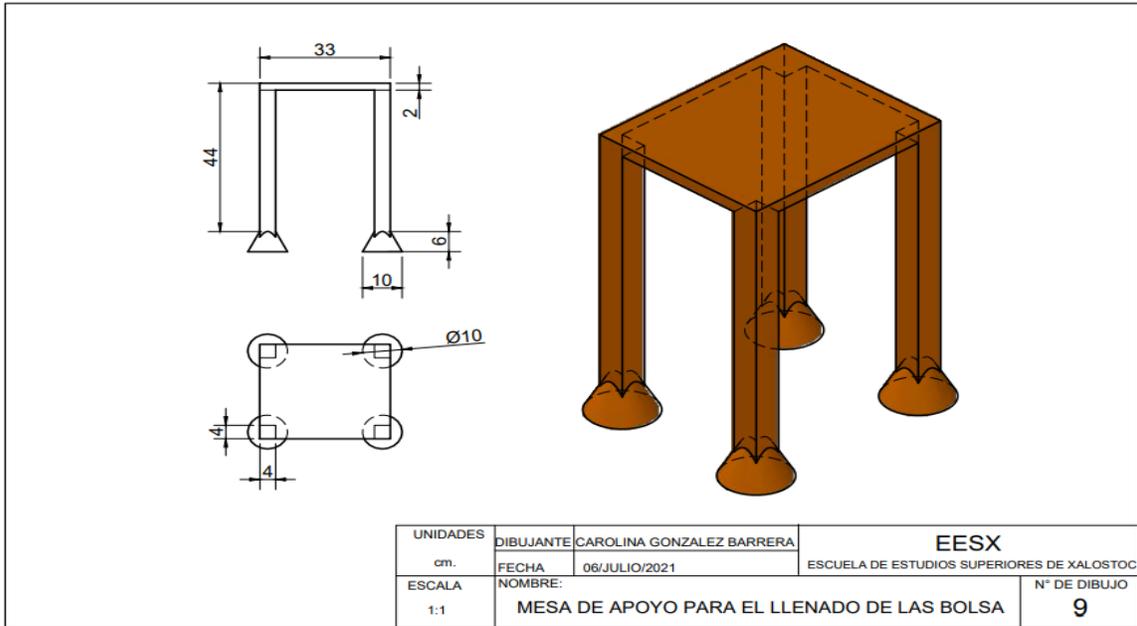


Figura 4.9 Mesa de apoyo para el llenado de la bolsa
Fuente: Imagen propia

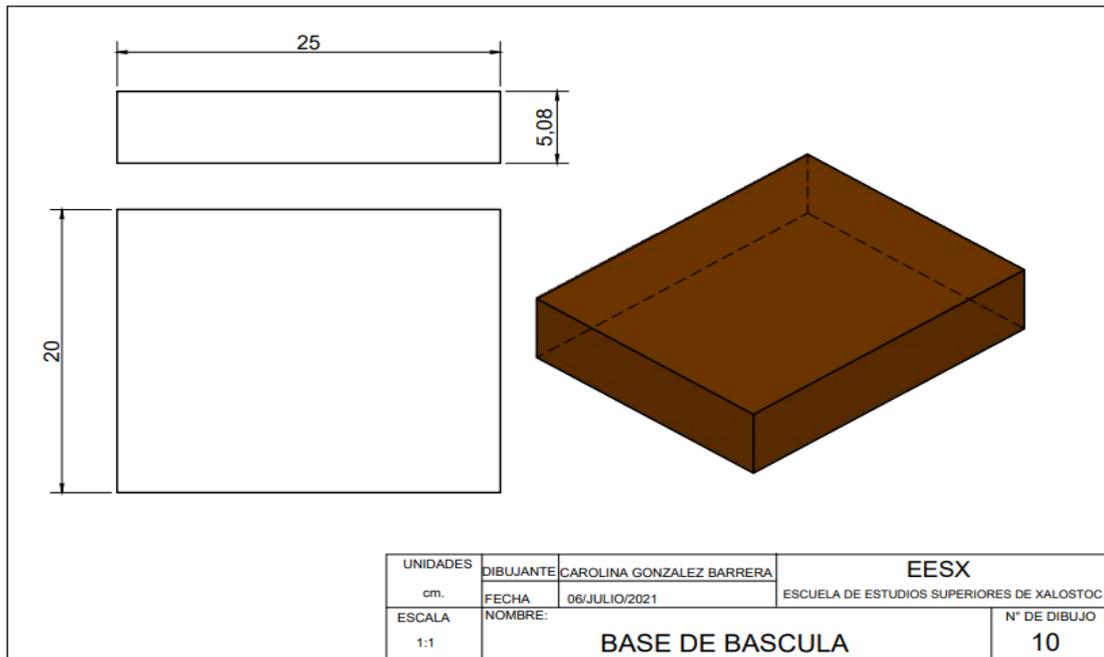


Figura 4.10 Base de bascula
Fuente: Imagen propia

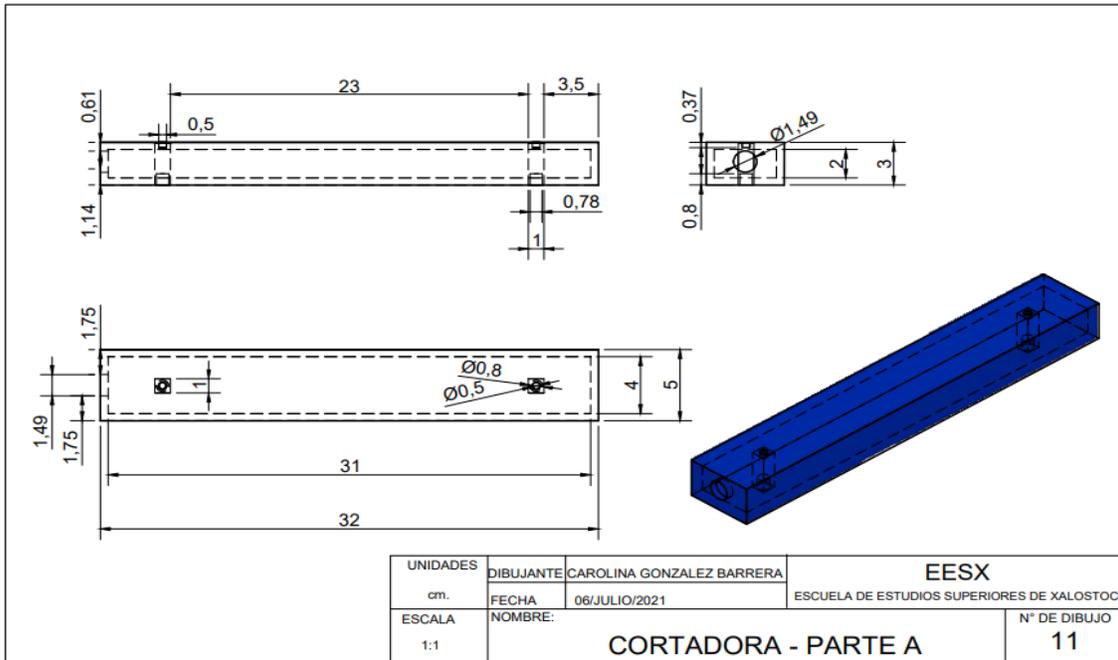


Figura 4.11 Cortadora parte A
Fuente: Imagen propia

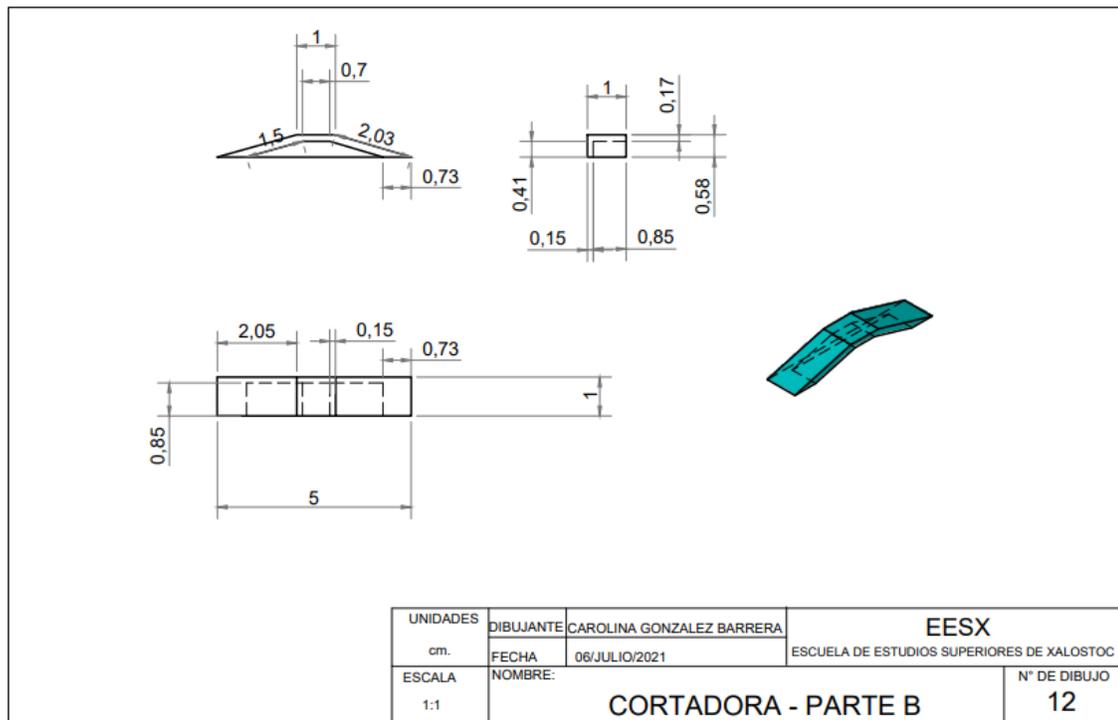


Figura 4.12 Cortadora parte B
Fuente: Imagen propia

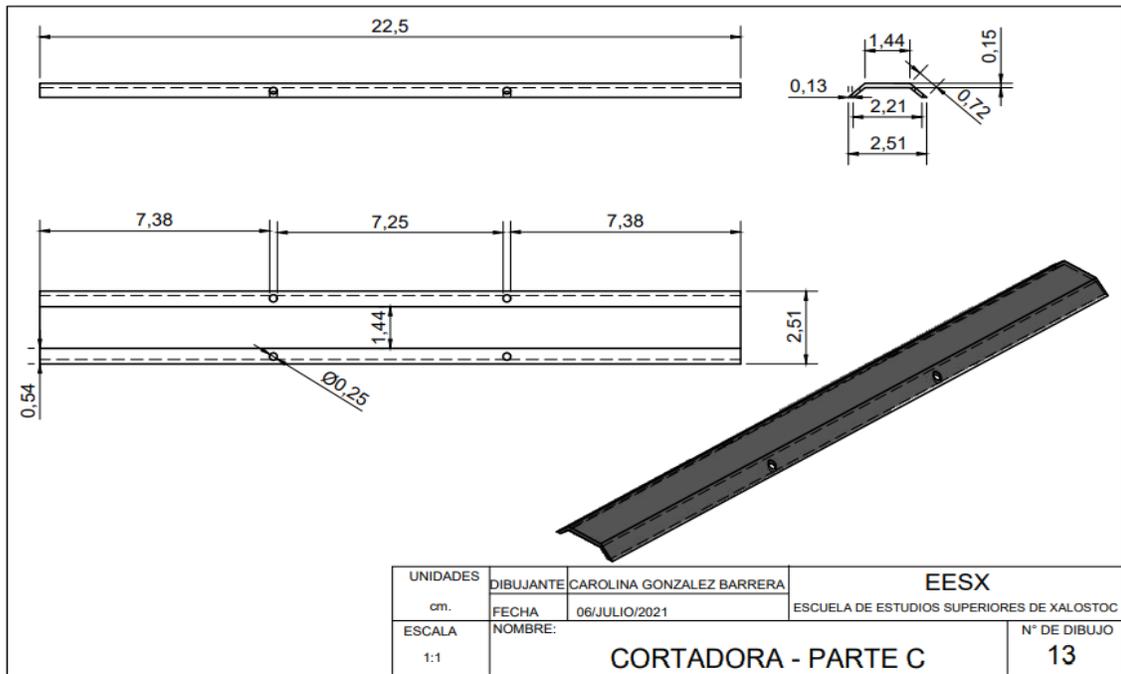


Figura 4.13 Cortadora parte C
Fuente: Imagen propia

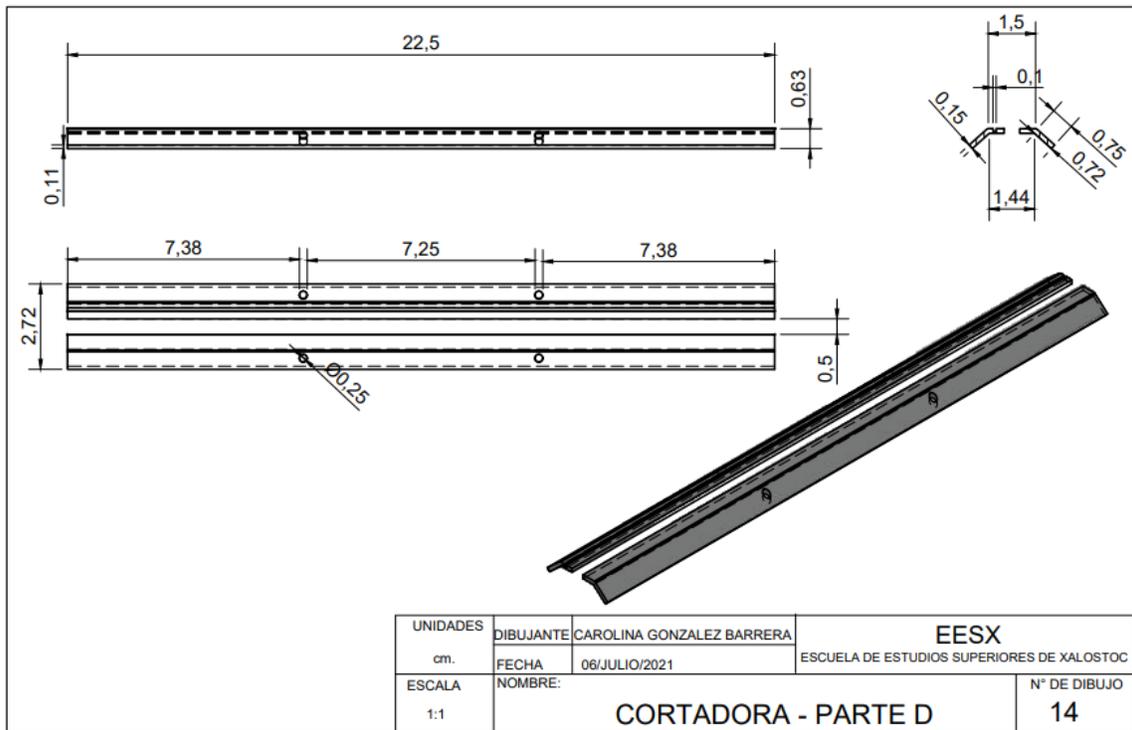


Figura 4.14 Cortadora parte D
Fuente: Imagen propia

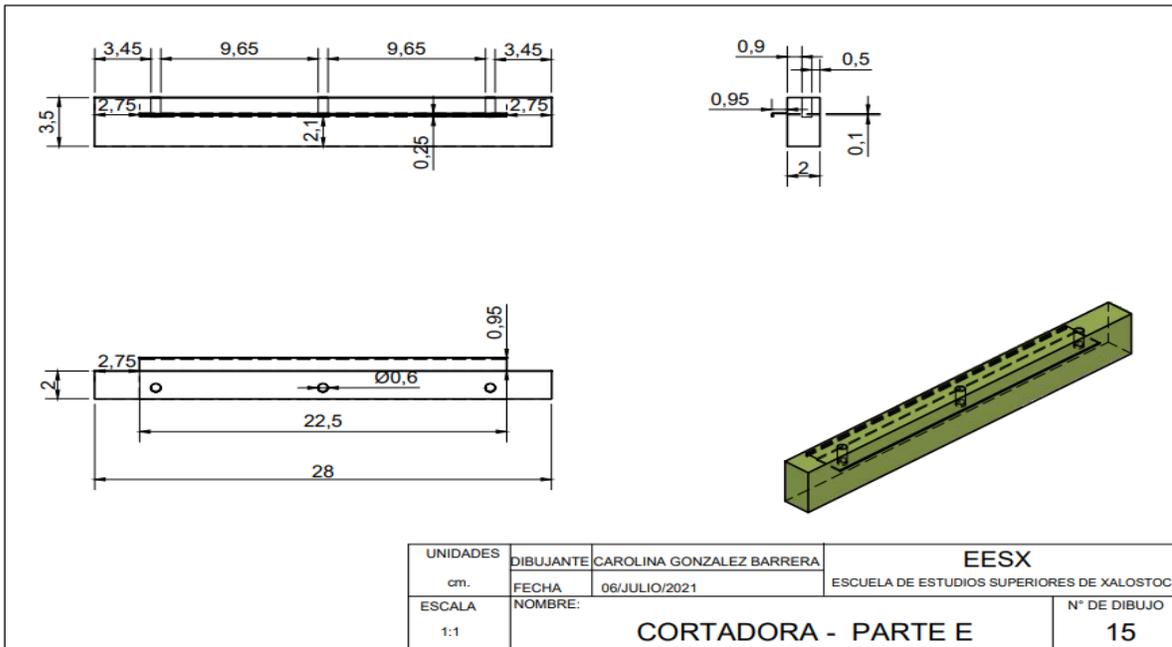


Figura 4.15 Cortadora parte E
Fuente: Imagen propia

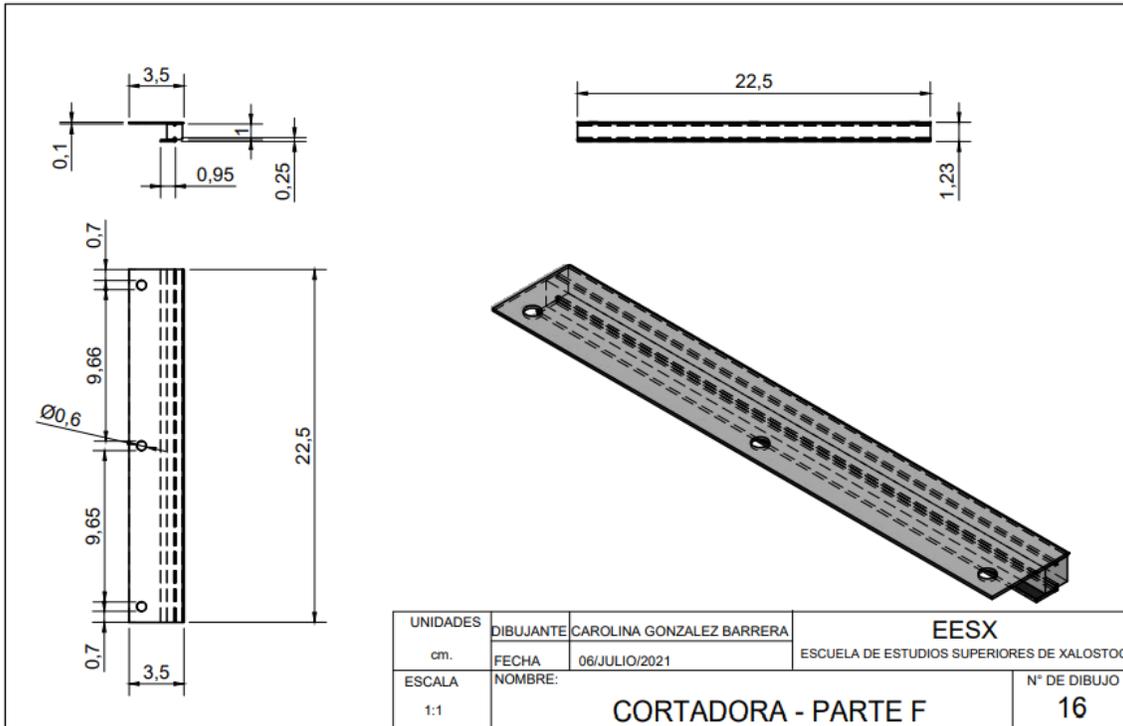


Figura 4.16 Cortadora parte F
Fuente: Imagen propia

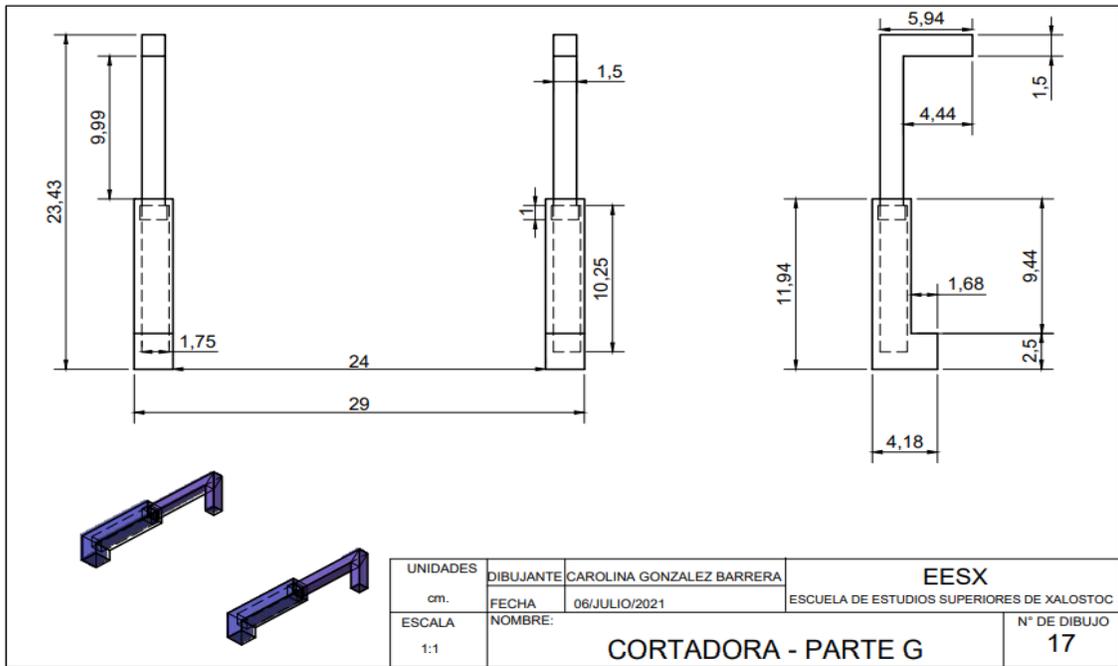


Figura 4.17 Cortadora parte G
Fuente: Imagen propia

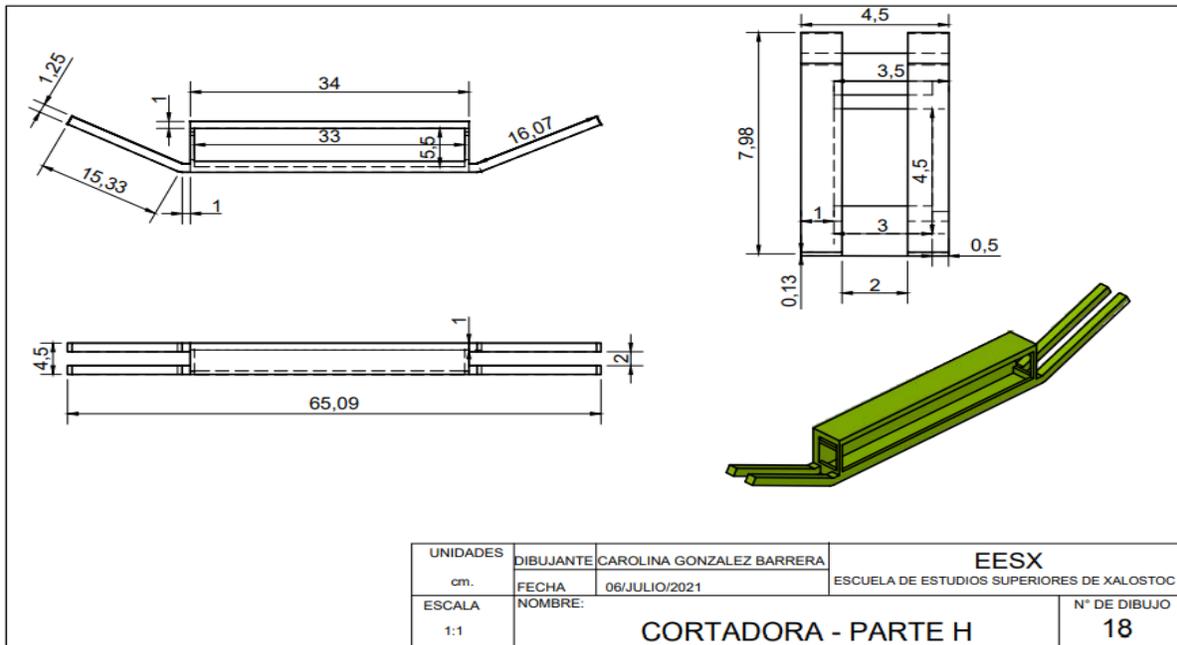


Figura 4.18 Cortadora parte H
Fuente: Imagen propia

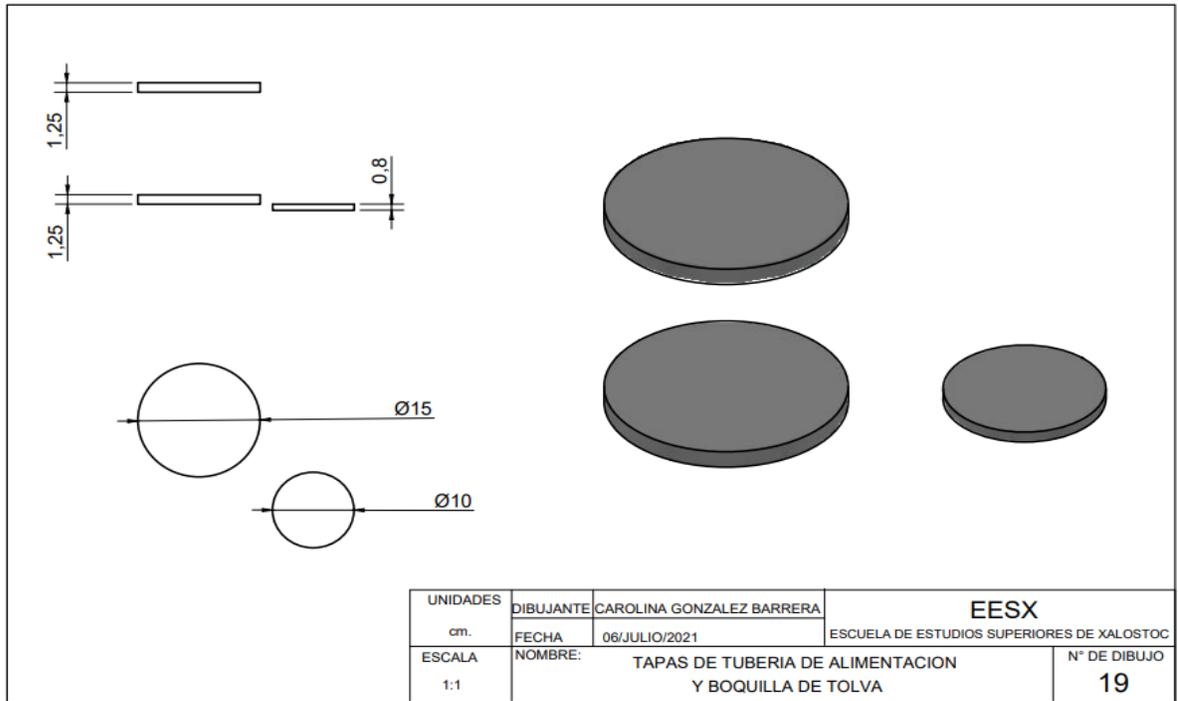


Figura 4.19 Tapas para tubería y boquilla de tolva de alimentación
Fuente: Imagen propia

4.2 Modelar un prototipo en 3D con ayuda del software AutoCad

A continuación se muestra el modelo del prototipo ensamblado y la descripción de cada parte que lo compone. Se describe también el proceso del llenado de bolsa de arena para gato.

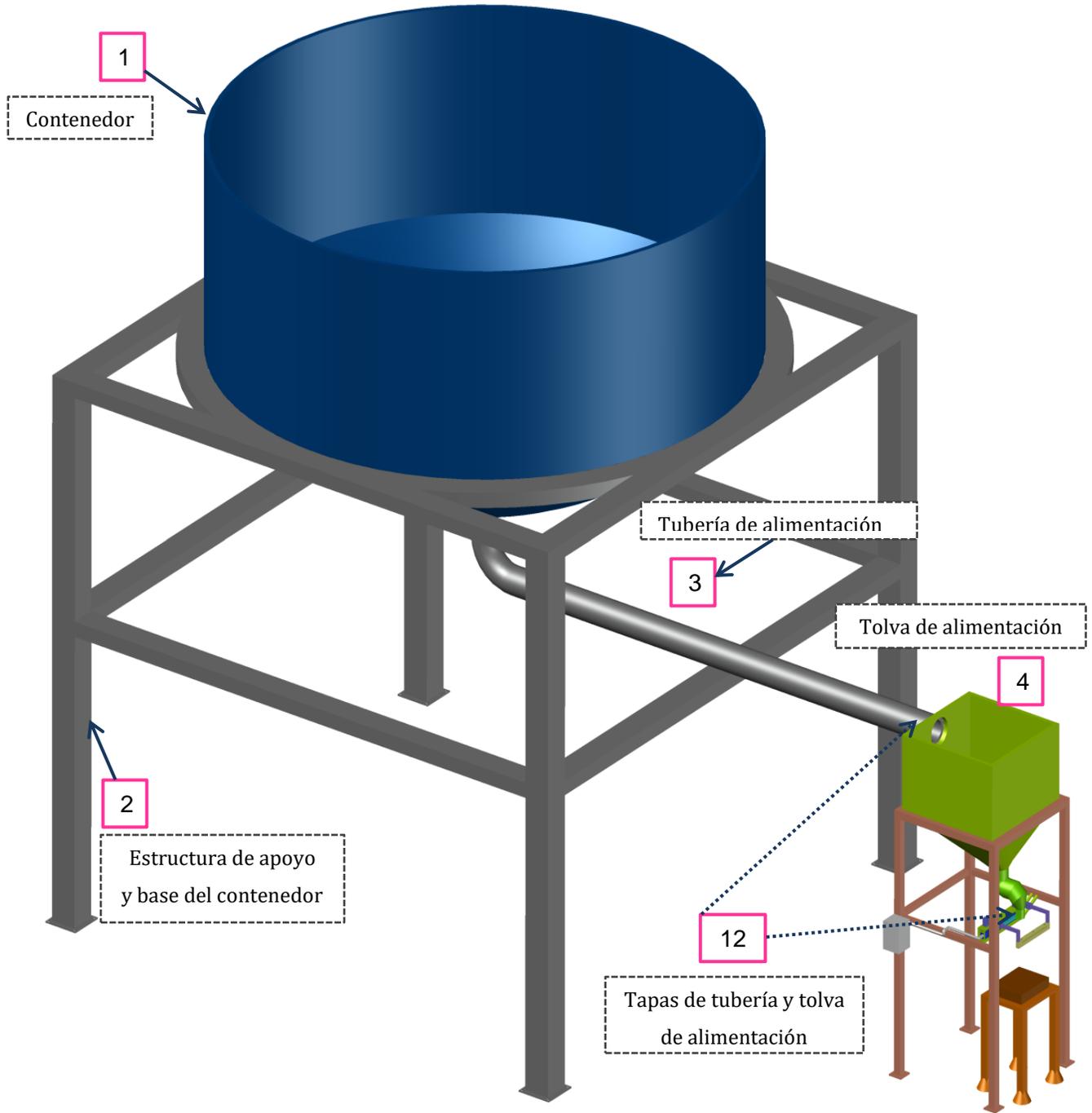


Figura 4.20 Prototipo ensamblado
Fuente: Imagen propia

Cuerpo principal del prototipo

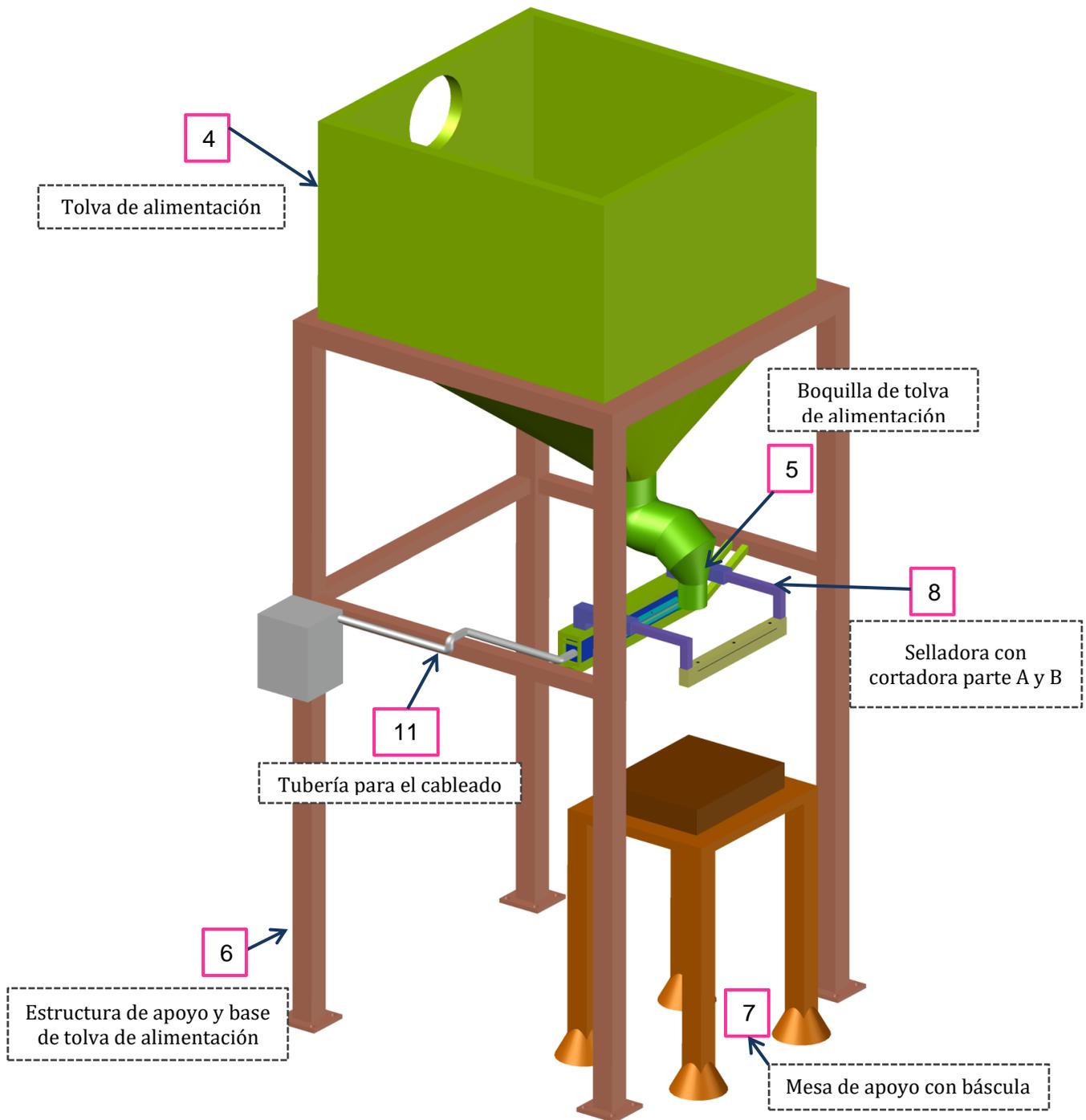


Figura 4.21 Prototipo parte de llenado ensamblado – parte principal del prototipo
Fuente: Imagen propia

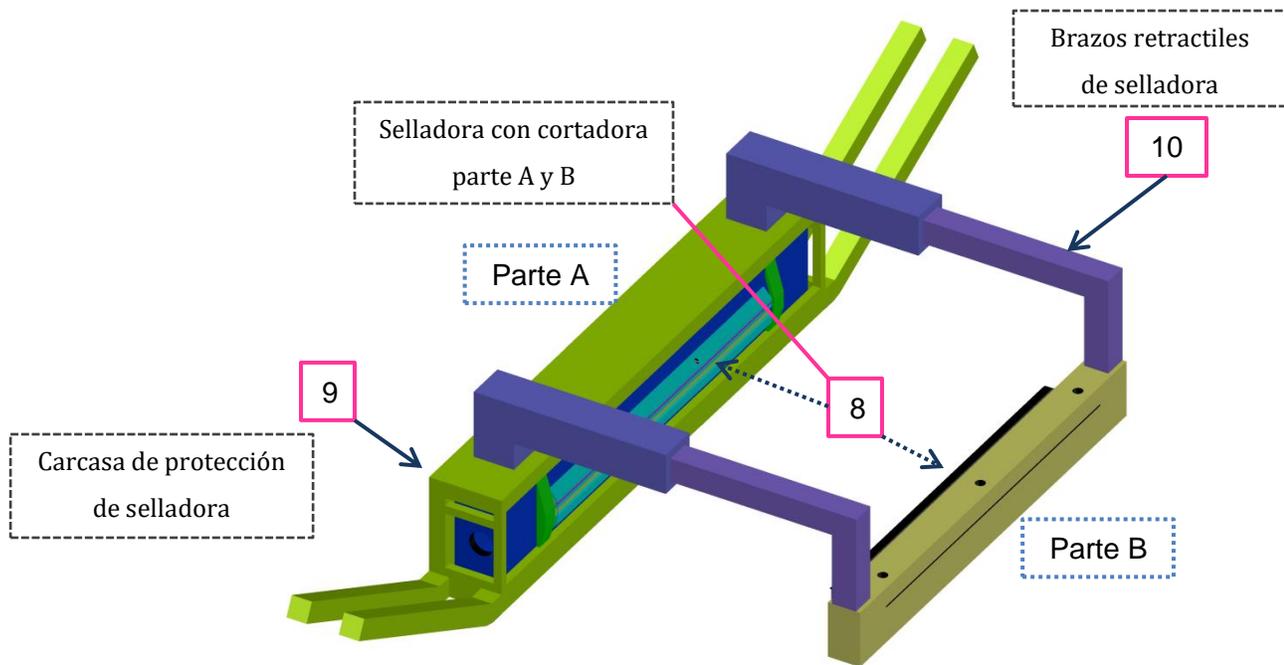


Figura 4.22 Prototipo selladora ensamblada
Fuente: Imagen propia

4.2.1 Partes del diseño de prototipo

El diseño de prototipo de llenado de arena para gatos cuenta con las siguientes partes:

1. Contenedor
2. Estructura de apoyo y base del contenedor
3. Tubería de alimentación
4. Tolva de alimentación
5. Boquilla de tolva de alimentación
6. Estructura de apoyo y base de tolva de alimentación
7. Mesa de apoyo con bascula
8. Selladora con cortadora parte A y B
9. Carcasa de protección de selladora
10. Brazos retractiles de selladora
11. Tubería para el cableado
12. Tapas de tubería y tolva de alimentación

Descripción de las partes

A continuación se describen cada parte del modelo la finalidad que tiene en el proceso:

1. Contenedor: tiene como finalidad albergar la arena al momento que esta llegue a la microempresa y se descargue dentro de este, así mismo por su parte baja en forma de cilindro conectada a la tubería de alimentación, caerá la arena por este, funcionara como distribuidora de la arena.
2. Estructura de apoyo y base del contenedor: esta parte está diseñada para soportar el contenedor, con las dimensiones pertinentes las cuales tenga fijo el contenedor y tenga una elevación para que área salga desde la parte baja del contenedor y tenga una buena trayectoria de caída hacia la tubería de alimentación, tendrá la base una fijación sobre el piso con unos anclajes universales PTB (anclajes de expansión diseñado para un máximo rendimiento en hormigón agrietado y no agrietado) para cargas pesadas, fijados en los cuatro extremos de la estructura.
3. Tubería de alimentación: tiene la finalidad de transportar la arena desde el contenedor hasta la tolva de alimentación, está diseñada para que en la caída de la arena desde el contenedor tenga un flujo continuo y no quede atascada, lleva un ángulo que permite su transportación sin que la arena detenga su flujo. Por tiempos determinados ira alimentado el llenado de la tolva, estará compuesta dicha tubería en su parte superior (junto al contenedor) con un mini motor vibrador eléctrico industrial el cual permitirá un mejor flujo de la arena y el proceso no cuente con cuello de botella, y en la parte final de la tubería donde se conectara con la tolva de alimentación se instalara con ayuda de un kit arduino completo y componentes para "UNO R3" (placa de desarrollo basada en el microcontrolador ATmega328P, una de las más conocidas y usadas de la extensa familia de placas Arduino) la tapa para la distribución de la arena para gato en dicha parte, con el kit uno de arduino instalado correctamente y con una varilla lisa de acero inoxidable en conjunto que atravesará la tubería con unos orificio que se harán de acuerdo a la varilla seleccionada de extremo a extremo de la tubería y con la tapa que se diseñó para dicha parte se unirán a la varilla, la tapa con la varilla rotaran 90° para que la

arena caiga a la tolva todo en conjunto con la programación de arduino se controlara el tiempo que esta tendrá que caer a la tolva e o el momento que el operador lo requiera.

4. Tolva de alimentación: permite tener la materia (arena) en su interior para que por lapsos de tiempo reciba de la tubería de alimentación la arena, así como llene las bolsas por su boquilla.
5. Boquilla de tolva de alimentación: su función es llenar las bolsas con ayuda de los sensores de peso que irán controlando la caída de la arena para llegar al contenido de peso que se requiere, se diseñó con circunferencia de diferentes medidas, una mayor y otra menor para que la parte inferior caiga correctamente sobre la bolsa abierta y no ocurra un incorrecto llenado en las bosas.

La distribución de la arena para gato en dicha parte se controlara por medio de un servomotor, el cual con una varilla lisa de acero inoxidable atravesará con unos orificio que se harán de acuerdo a la varilla seleccionada de extremo a extremo y con las tapas diseñadas se unirán a la varilla, a su vez que estará unida al servomotor por medio de una hélice (estas partes serán soldadas para su correcto trabajo). Por medio de los sensores de peso se ira descargando la arena y el servomotor por tiempos ira girando la tapa de tal modo que permita la salida de la arena así como cierre la boquilla para detener el flujo de la arena.

6. Estructura de apoyo y base de tolva de alimentación: esta parte está diseñada igual que la estructura de apoyo y base del contenedor para soportar el contenedor, con las dimensiones pertinentes las cuales tenga fija la tolva, en la base contara con una fijación sobre el piso con unos anclajes universales PTB para cargas pesadas, fijados en los cuatro extremos de la estructura. A su vez la estructura tendrá una altura la cual permita recibir dentro de la tola la arena proveniente de la tubería de alimentación, así también su altura está en consideración para un correcto trabajo del operario que le permita su movilidad en sus acciones.
7. Mesa de apoyo con báscula: la mesa tendrá incluida una báscula realizada a través de un kit de piezas de celda de carga con amplificador hx71, la cual servirá para verificar el peso en cada bolsa conforme se llena.

8. Selladora con cortadora: su función es sellar las bolsas a su vez que el sobrante de la bolsa se corta en conjunto.

Funcionamiento de la selladora con cortadora;

El prototipo cuenta con una selladora con una parte cortante integrada en dicho prototipo sin necesidad de utilizar alguna otra después de que sellen la bolsa, esta selladora con cortadora esta añadida en la parte de la estructura de apoyo de la tolva de alimentación a través de una carcasa de protección que resguarda la parte principal de la selladora.

Para realizar la función del sellado el modelo cuenta con brazos retractiles colocados sobre la carcasa de protección de la parte A y en la parte de B de la cortadora que al juntarse hacen la función del sellado y cortado, el cual es el siguiente:

La parte A de la selladora está diseñada de una forma que en la parte superior se coloque sobre su superficie una tira de cinta de PTFE siguiente de una resistencia eléctrica (de una aleación 80% níquel y 20% cromo), y una cubierta de PTFE, una vez colocadas se aseguran con unas pequeñas placas que se atornillan a la superficie del cuerpo A, a los extremos de la resistencia cuenta con un agujero en el cual se introduce un tornillo para dar alimentación de voltaje y estos extremos se cubren con un diseño de tapa que los cubre y se fijan con tornillos al cuerpo de la parte A. Cuando se le aplica voltaje en la punta de los extremos la energía eléctrica se transforma en calor.

En la parte B, su cuerpo de dicha parte cuenta en su parte superior se colocara una almohadilla de caucho de silicón / hule espuma, con el cual al juntarse con la parte A por medio de los brazos retractiles cerrara un circuito y procederán a sellar la bolsa, además en la parte trasera de la parte B se introduce una parte cortante la cual se fijara al cuerpo B con ayuda de pequeños tornillos (podrá ser desmontable) y dicha parte se introducirá en una ranura en la parte A que al momento de unir procederá al mismo tiempo del sellado a cortar la parte sobrante de la bolsa.

En la parte eléctrica de la selladora se cuenta con cable estañado para conexiones en las dos terminales de los extremos de la selladora del cuerpo A, que ira unida a un pulsador y aun control de temperatura módulo 12v sensor Ntc, trasformador eléctrico de 12v a 220v y a un temporizador (temporizador digital timer 12v programable arduino), los cuales podrán regular la temperatura así mismo como el tiempo de sellado, en los brazos retractiles se colocara el pulsador para que haga click en el momento que los brazos lleguen y se caliente la resisitencia para realizar el sellando. Todo el cableado que saldrá de los brazos retractiles y de la parte A se introducirá en un tubo flexible para llegar a la caja de control eléctrico donde conectara la corriente eléctrica

9. Carcasa de protección de selladora: su finalizada de su diseño es cuidar la selladora, así como tenerla fija y adherida a la estructura de apoyo y base de tolva.
10. Brazos retractiles de selladora: su función es juntarse para realizar la acción del sellado y el corte de las bolsa, los brazos con retractiles lo que permite juntar y separar, para sella correctamente.
11. Tapas de tubería y tolva de alimentación: tienen como finalidad funcionar como compuertas tanto en la tubería de alimentación así como en la boquilla de la tolva de alimentación donde se pretende ir colocadas, para así poder trasladar la arena durante el proceso, abriendo o cerrando de acuerdo a tiempos o cantidad de flujo de arena requeridos.

4.2.1.1 Propiedades físicas de los sólidos del modelo en 3D

En las siguientes 2 tablas se muestran las propiedades físicas mostradas para los sólidos del modelo en 3D del contenedor así como también de la tolva de alimentación. Las tablas contienen los siguientes puntos:

- Masa: Medida de la inercia de un cuerpo. La densidad siempre es un valor de 1,00 kg/litro, de modo que la masa y el volumen tienen el mismo valor.
- Volumen: La cantidad de espacio 3D encerrado en un sólido.
- Cuadro delimitador: Las esquinas diagonalmente opuestas de un prisma rectangular 3D que encierra el sólido.

- Centro de gravedad: Punto 3D que constituye el centro de masa de los sólidos. Se considera que la densidad del sólido es uniforme.
- Momentos de inercia: Los momentos de inercia de la masa, que se utilizan para calcular la fuerza necesaria para girar un objeto respecto a un eje determinado, como una rueda girando alrededor de un eje. La fórmula para determinar los momentos de inercia de masa cuando el eje está fuera del objeto es:

$$\text{momentos de inercia de masa} = \text{masa de objeto} * \text{radio eje}^2$$

Cuando el eje de rotación atraviesa el objeto, el momento de inercia de masa depende de la forma del objeto.

- Productos de inercia: Propiedad que se utiliza para determinar las fuerzas que originan el movimiento de un objeto. Siempre se calcula con respecto a dos planos ortogonales. La fórmula para el producto de inercia del plano YZ y del plano XZ es:

$$\text{Productos de inercia } YZ, XZ = m * D_{c.g. a YZ} * D_{c.g. a XZ}$$

$m = \text{masa}$

$D_{c.g.} = \text{distancia desde el centro de gravedad}$

Este valor XY se expresa en: $\text{unidades de masa} * \text{longitud}^2$

- Radios de giro: Constituyen otra manera de indicar los momentos de inercia de un sólido. La fórmula para los radios de giro es:

$$\text{Radios de giro} = \left(\frac{\text{momentos de inercia}}{\text{masa cuerpo}} \right)^{1/2}$$

Los radios de giro se expresan en unidades de distancia.

- Momentos principales y direcciones X,Y,Z alrededor del centro de gravedad: Cálculos obtenidos a partir de los productos de inercia y que tienen los mismos valores de unidades. El momento de inercia alcanza su máximo valor en torno a un determinado eje del centro de gravedad de un objeto y su valor mínimo en torno a

un segundo eje que es perpendicular al primero y que también atraviesa el centro de gravedad. Por último, existe un tercer valor intermedio entre ambos.

La tabla siguiente muestra las propiedades físicas para el contenedor:

Tabla 4.1 Datos del Contenedor

Fuente propia

Datos del Contenedor	
Propiedad física	Descripción:
Masa:	546762.5109
Volumen:	546762.5109
Cuadro delimitador	X: 361.2265 -- 661.2265 Y: -132.4220 -- 167.6420 Z: 212.3974 -- 402.4891
Centro de gravedad:	X: 511.2265 Y: 17.6333 Z: 307.3881
Momentos de inercia:	X: 58105395429.1215 Y: 2.0083E+11 Z: 1.5255E+11
Productos de inercia: XY:	-4928839148.3402 YZ: -2965459578.0774 ZX: -8.5921E+10
Radios de giro:	X: 325.9934 Y: 606.0638 Z: 528.2084
Momentos principales y direcciones X-Y-Z alrededor del centro de gravedad: I: 6273188454.0372 a lo largo de [0.9996 0.0266 0.0000] J: 6273188454.0345 a lo largo de [-0.0266 0.9996 0.0006] K: 9481167828.1466 a lo largo de [0.0000 -0.0006 1.0000]	

La tabla siguiente muestra las propiedades físicas para la tolva de alimentación:

Tabla 4.2 Datos Tolva de Alimentación

Fuente propia

Datos Tolva de Alimentación	
Propiedad física	Descripción:
Masa:	30641.7812
Volumen:	30641.7812
Cuadro delimitador:	X: 478.7748 -- 539.1822 Y: -342.4896 -- -282.0590

	Z: 111.6994 -- 181.7272
Centro de gravedad:	X: 508.9681 Y: -313.7914 Z: 153.6334
Momentos de inercia:	X: 3764058716.3618 Y: 8684834138.6809 Z: 10984906106.8230
Productos de inercia: XY:	4893795016.8692 YZ: 1476507189.4502 ZX: -2396023224.4484
Radios de giro:	X: 350.4864 Y: 532.3825 Z: 598.7440
Momentos principales y direcciones X-Y-Z alrededor del centro de gravedad: I: 23669493.9290 a lo largo de [1.0000 -0.0068 0.0000] J: 23802995.6271 a lo largo de [0.0068 0.9938 0.1109] K: 30130510.6946 a lo largo de [-0.0008 -0.1109 0.9938]	

4.2.2 Parte electromecánica del prototipo

El prototipo de arena para gato en su parte electromecánica cuenta con componentes que ayudara al proceso como lo son:

- Celda de carga y amplificador hx711 sensor de peso: con estos componentes se pretenderá controlar la cantidad de arena que irá cayendo sobre la bolsa a llenar y se configura con ayuda de la biblioteca de programación que cuenta Arduino.
- Controlador de pesaje digital indicador de células de carga: en él se seleccionara la cantidad de arena que deberá contener la bolsa, por medio de las células de carga colocadas en la tolva de alimentación.
- Temporizador (Temporizador Digital Timer 12v Programable Arduino): programara el tiempo de la actividad del sellado para que no se exceda o falta temperatura para sellar.
- Micro pulsador: dala inicio al sellado de la bolsa accionando el calentamiento de la selladora.
- Transformador de 12v a 220v: funcionara como fuente principal de energía para la selladora de bolsas.

- Cable estañado para conexiones: se ocupara para conecta el circuito de la selladora y dará corriente a la misma.
- W1209 Control De Temperatura Módulo 12v Sensor Ntc: regulara la temperatura de sellado de la bolsa en la selladora.
- Motorservo Monofásico con posicionador: fungirá para abrir la tapa de la boquilla de la tolva.
- Mini Motor Vibrador Eléctrico Industrial 15w: proporcionara un flujo de la arena sin que esta tenga obstrucción y sea transportada correctamente.
- Kit arduino completo y componentes para UNO R3: en conjunto con unas varillas se colocaran realizarán la actividad de abrir la compuerta para el flujo de la arena del ducto a la tolva de alimentación.
- Cable eléctrico: se utilizara para conectar algunas secciones del prototipo, y proporcionara el flujo se la corriente eléctrica al prototipo para su funcionamiento,

Con ayuda de la marca Arduino se considera realizar actividades esenciales para el proceso, como el de calibrar la báscula, configurar el cambio de peso y temperatura en las diferentes fases en el proceso. La programación de arduino es la programación de un microcontrolador y esta cuenta con una biblioteca en su página WEB, la cual proporciona códigos que son de ayuda para programar las actividades del proceso.

4.3 Análisis de costos de materiales

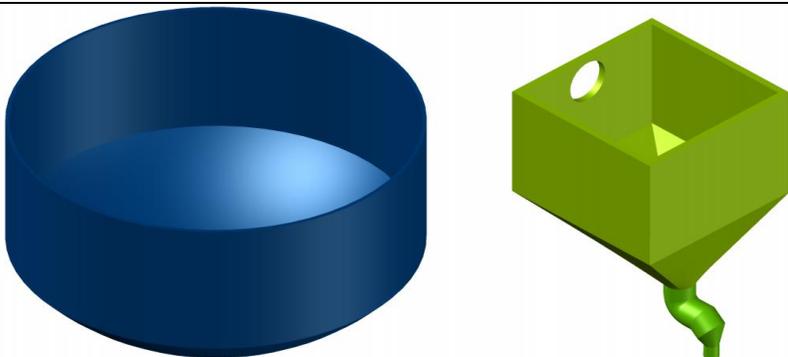
A continuación se presenta propuestas de precios de materiales y componentes que se investigaron, y se clasificaron conforme a cada parte del diseño del prototipo, así como un presupuesto general, tomando como base fundamental la economía y calidad de los materiales a utilizar:

4.3.1 Costos de materiales para contenedor y tolva de alimentación

En esta sección de muestran los costos del material para la elaboración tanto del contenedor así como de la tolva de alimentación, los cuales fueron los siguientes:

Tabla 4.3 Precios de placas/láminas de diferentes dimensiones

Fuente propia

Tipos de placas/laminas para la elaboración del contenedor y tolva de alimentación		
		
Opc.	Concepto	Precio Unitario
A	Placa/Lamina de acero inoxidable 1/4" - 50cmx130cm	\$ 8,063.00
B	Placa/Lamina de Acero Inoxidable Calibre 20, 0.89 mm espesor, Rectangular de 1.22x2mt.	\$ 2,300.00
C	Placa/Lamina Acero Inoxidable T-304 cal 18, 1.22x1mt., 1.22 mm espesor	\$ 1,515.00
D	Placa/Lamina Lisa Acero Inoxidable 304 Calibre 16 De 1.22x1mt.	\$ 1,850.00
E	Placa/Lamina de Acero Inoxidable Calibre 20, 0.89 mm espesor, Rectangular 3.05 x 1.22mt.	\$ 3,450.00

De acuerdo a los precios unitarios de las placas/laminas se calculó la cantidad más próxima a utilizar en la construcción del contenedor y la tolva de alimentación, y se calculó su precio total a necesitar en cada opción de las placas/laminas propuestas.

Tabla 4.4 Placas/láminas de las diferentes opciones a utilizar contenedor

Fuente propia

Opción	Placas/Laminas a utilizar (CONTENEDOR)	Precio Unitario	Precio Total
A	21	\$8,063.00	\$169,323.00
B	8	\$2,300.00	\$18,400.00
C	13	\$1,515.00	\$19,695.00
D	13	\$1,850.00	\$24,050.00
E	6	\$3,450.00	\$20,700.00

Tabla 4.5 Placas/láminas de las diferentes opciones a utilizar en la tolva

Fuente propia

Opción	Placas/Laminas a utilizar (TOLVA DE ALIMENTACIÓN)	Precio Unitario	Precio Total
A	4	\$8,063.00	\$32,252.00
B	2	\$2,300.00	\$4,600.00
C	4	\$1,515.00	\$6,060.00
D	4	\$1,850.00	\$7,400.00
E	2	\$3,450.00	\$6,900.00

Tabla 4.6 Placas/láminas a utilizar en total y precios

Fuente propia

Opción	Placas/Laminas a utilizar (CONTENEDOR + TOLVA DE ALIMENTACIÓN)	Precio Unitario
A	25	\$201,575.00
B	10	\$23,000.00
C	17	\$25,755.00
D	17	\$31,450.00
E	8	\$27,600.00

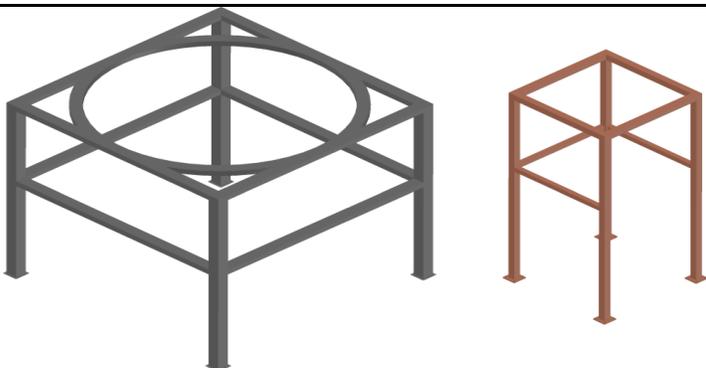
La mejor opción por economía fue la opción B de placa/lamina de Acero Inoxidable Calibre 20, 0.89 mm espesor, rectangular de 1.22 x 2m, para la contracción tanto en el contenedor y en la tolva de alimentación, con un precio total de \$23,000.00.

4.3.2 Costos de materiales para las estructuras de apoyo

En este apartado se muestran los costos para la realización de las estructuras de apoyo para el contenedor y la tolva de alimentación, así como los materiales y componentes que se propone utilizar que complementaran para realizar las actividades del proceso.

Tabla 4.7 Materiales para la construcción de las estructuras (contenedor/tolva de alimentación)

Fuente propia

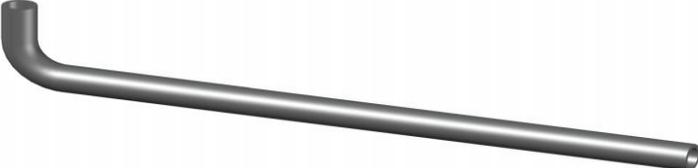
Estructuras de apoyo para contenedor y tolva de alimentación			
			
Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
PTR 1 x 1 C14 (Perfil Tubo Cuadrado 600cm- 2.54 x 2.54cm) (ESTRUCTURA DEL CONTENEDOR)	8	\$ 495.00	\$ 3,960.00
PTR 1 x 1 C14 (Perfil Tubo Cuadrado 600cm- 2.54 x 2.54cm) (ESTRUCTURA DE LA TOLVA DE PESAJE)	2	\$ 495.00	\$ 990.00
Celda De Carga De 5kg con Amplificador Hx711 Sensor De Peso	1 kit	\$ 95.00	\$ 95.00
Controlador De Pesaje Digital Indicador De Células De Carga	1	\$ 1,126.00	\$ 1,126.00
Temporizador (Temporizador Digital Timer 12v Programable Arduino)	1	\$ 174.00	\$ 174.00
Anclajes universales PTB para cargas pesadas:	Paq. De 25	\$ 876.00	\$ 876.00
M20 x 215		\$ 812.00	\$ 812.00
M12 x 220		\$ 812.00	\$ 812.00
TOTAL			\$ 8,033.00

4.3.3 Costos de material para tubería de alimentación

En este apartado se muestran los costos para la realización de la tubería de alimentación, los cuales se propone comprar solo dos materiales, los cuales son los siguientes:

Tabla 4.8 Materiales para construcción del conducto de alimentación

Fuente propia

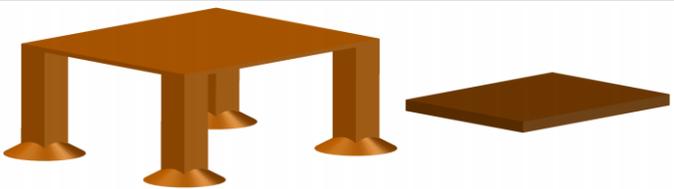
Tubería de alimentación			
			
Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Tubo 6" Pvc	3	\$ 791.00	\$ 2,373.00
Codo Pvc 6 X 90°	1	\$ 130.00	\$ 130.00
TOTAL			\$ 2,503.00

4.3.4 Costos de materiales para la mesa de apoyo con báscula

En este apartado se muestran los costos para la realización de la mesa de apoyo la cual tendrá una báscula, así mismo se muestra los componentes a utilizar para montar la báscula.

Tabla 4.9 Materiales para la construcción de la mesa de apoyo / base de bascula

Fuente propia

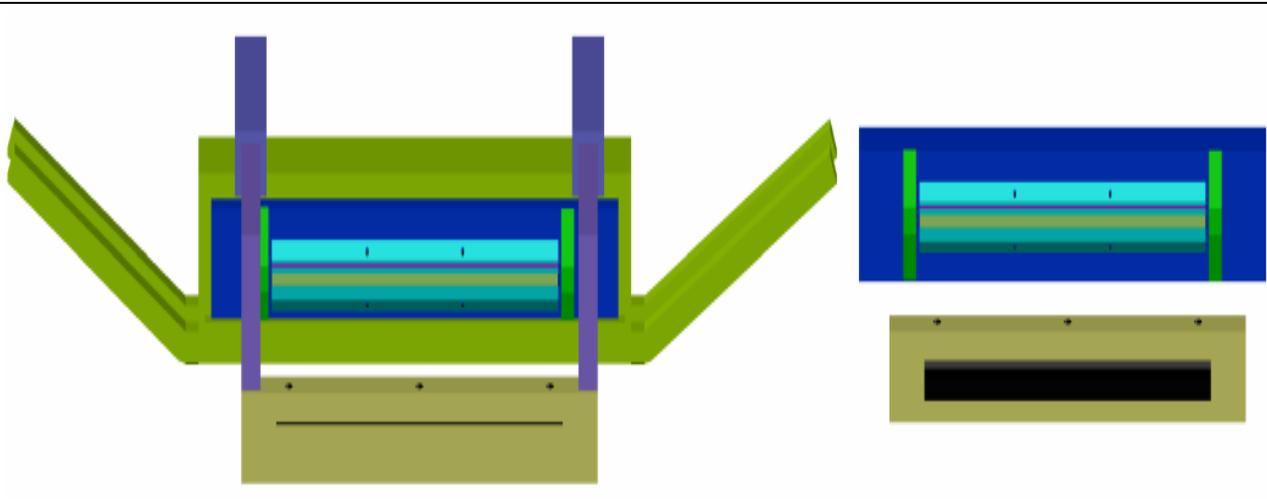
Mesa de apoyo / Base de bascula			
			
Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Tabla de pino 3/4" espesor, 2.50 mt. Largo x 30cm	1	\$ 200.00	\$ 200.00
Madera seca cepillada pino 7.62cm ancho x 2" de espesor, 243.84cm de largo	1	\$ 125.00	\$ 125.00
Polín de Madera 3" x 3" x 8' (ancho 7.62cm x 243.84cm largo)	1	\$ 95.00	\$ 95.00
Madera seca cepillada pino 2" x 2" x 8' (5.08cm x 5.08cm x 243.84 cm)	1	\$ 75.00	\$ 75.00
Kit 4 Piezas Celda De Carga De 50kg Con 1 Amplificador Hx711	1	\$ 120.00	\$ 120.00
TOTAL			\$ 615.00

4.3.5 Costos de materiales para selladora-cortadora

En este apartado se muestran los costos para la realización y montaje de la selladora de bolsas con cortadora, se propone componentes que son esenciales para que la selladora puede realizar su función (sellar y cortar), así mismo para resguarda y proteger el cuerpo principal de la selladora.

Tabla 4.10 Materiales y componentes para la construcción de la selladora-cortadora

Fuente propia

Selladora y cortadora de bolsas			
			
Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Temporizador (Temporizador Digital Timer 12v Programable Arduino)	1	\$ 174.00	\$ 174.00
Pulsador	1	\$ 40.00	\$ 40.00
Resistencias	1 Kit	\$ 220.00	\$ 220.00
Tiras de Cinta de PTFE			
Cubiertas de PTFE			
Cable estañado para conexiones	6m	\$ 4.00	\$ 24.00
Almohadilla de Caucho de Silicón / Hule espuma	1	\$ 92.00	\$ 92.00
Tornillo M3-0.5 X 6	6	\$ 0.51	\$ 3.06
Tornillo M5-0.8 X 16	2	\$ 1.20	\$ 2.40
Tronillo M8-1.25 X 12	2	\$ 1.85	\$ 3.70
Lamina Aluminio Cal.24 30cm X 90cm	1	\$ 345.00	\$ 345.00
Lamina Acero Inoxidable T-304cal 18	1	\$ 109.00	\$ 109.00
Tubo Flexible Zapa 1/2 Pulgada	1m	\$ 52.00	\$ 52.00

W1209 Control De Temperatura Módulo 12v Sensor Ntc	1	\$ 80.00	\$ 80.00
Transformador eléctrico 220v a 12v	1	\$ 553.00	\$ 553.00
TOTAL			\$ 1,698.16

4.3.6 Costos de materiales para las estructuras de apoyo

Finalmente en este apartado se muestran los costos que son primordiales, corresponden a la parte electromecánica del prototipo que dan vida al proceso del llenado de las bolsas para gato.

Tabla 4.11 Materiales y componentes electromecánicos para la construcción del prototipo

Fuente propia

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Motor servo Monofásico Hasta 80% Ahorro Luz Con Posicionador	1	\$ 2,999.00	\$ 2,999.00
Mini Motor Vibrador Eléctrico Industrial 15w	1	\$ 2,999.00	\$ 2,999.00
Arduino Kit completo y componentes para UNO R3	1	\$ 708.00	\$ 708.00
Varilla Lisa. Redondo Solido Acero Inoxidable x Metro	1	\$ 295.00	\$ 295.00
Cable Eléctrico Calibre 12 Thw Cca 100m 600 V	1	\$ 385.00	\$ 385.00
TOTAL			\$ 7,386.00

4.4 Presupuesto General

Continuación se presenta un presupuesto general de materiales y componentes a utilizar para la realización de la construcción del diseño de prototipo para el llenado y sellado de las bolsas de arena para gato, juntando en un presupuesto todos los costos que se mostraron anteriormente.

Tabla 4.12 Presupuesto general
Fuente propia

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Placa/lamina de Acero Inoxidable Calibre 20, 0.89 mm espesor, rectangular de 1.22 x 2m.	10	\$ 2,300.00	\$ 23,000.00
PTR 1 x 1 C14 (Perfil Tubo Cuadrado 600cm- 2.54 x 2.54cm) (ESTRUCTURA DEL CONTENEDOR)	8	\$ 495.00	\$ 3,960.00
PTR 1 x 1 C14 (Perfil Tubo Cuadrado 600cm- 2.54 x 2.54cm) (ESTRUCTURA DE LA TOLVA DE PESAJE)	2	\$ 495.00	\$ 990.00
Celda De Carga De 5kg con Amplificador Hx711 Sensor De Peso	1 kit	\$ 95.00	\$ 95.00
Controlador De Pesaje Digital Indicador De Células De Carga	1	\$ 1,126.00	\$ 1,126.00
Temporizador (Temporizador Digital Timer 12v Programable Arduino)	2	\$ 174.00	\$ 348.00
Anclajes universales PTB para cargas pesadas:	Paq. De 25	\$ 876.00	\$ 876.00
M20 x 215		\$ 812.00	\$ 812.00
M12 x 220		\$ 812.00	\$ 812.00
Tubo 6" Pvc	3	\$ 791.00	\$ 2,373.00
Codo Pvc 6 X 90°	1	\$ 130.00	\$ 130.00
Tabla de pino 3/4" espesor, 2.50 mts. Largo x 30cm	1	\$ 200.00	\$ 200.00
Madera seca cepillada pino 7.62cm ancho x 2" de espesor, 243.84cm de largo	1	\$ 125.00	\$ 125.00
Polín de Madera 3" x 3" x 8' (ancho 7.62cm x 243.84cm largo)	1	\$ 95.00	\$ 95.00
Madera seca cepillada pino 2" x 2" x 8' (5.08cm x 5.08cm x 243.84 cm)	1	\$ 75.00	\$ 75.00
Kit 4 Piezas Celda De Carga De 50kg Con 1 Amplificador Hx711	1	\$ 120.00	\$ 120.00
Pulsador	1	\$ 40.00	\$ 40.00

Resistencias	1 Kit	\$	220.00	\$ 220.00
Tiras de Cinta de PTFE				
Cubiertas de PTFE				
Cable estañado para conexiones	6m	\$	4.00	\$ 24.00
Almohadilla de Caucho de Silicón / Hule espuma	1	\$	92.00	\$ 92.00
Tornillo M3-0.5 X 6	6	\$	0.51	\$ 3.06
Tornillo M5-0.8 X 16	2	\$	1.20	\$ 2.40
Tronillo M8-1.25 X 12	2	\$	1.85	\$ 3.70
Lamina Aluminio Cal.24 30cm X 90cm	1	\$	345.00	\$ 345.00
Lamina Acero Inoxidable T-304cal 18	1	\$	109.00	\$ 109.00
Tubo Flexible Zapa 1/2 Pulgada	1m	\$	52.00	\$ 52.00
W1209 Control De Temperatura Módulo 12v Sensor Ntc	1	\$	80.00	\$ 80.00
Transformador eléctrico 220v a 12v	1	\$	553.00	\$ 553.00
Motor Servo Monofásico Hasta 80% Ahorro Luz Con Posicionador	1	\$	2,999.00	\$ 2,999.00
Mini Motor Vibrador Eléctrico Industrial 15w	1	\$	2,999.00	\$ 2,999.00
Arduino Kit completo y componentes para UNO R3	1	\$	708.00	\$ 708.00
Varilla Lisa. Redondo Solido Acero Inoxidable x Metro	1	\$	295.00	\$ 295.00
Cable Eléctrico Calibre 12 Thw Cca 100m 600 V	1	\$	385.00	\$ 385.00
TOTAL				\$ 43,235.16

CONCLUSIONES

- Se diseñó un prototipo en 3D con ayuda del software AutoCad, que visualiza la automatización teórica del proceso de llenado y sellado de bolsas de arena para gatos. Al diseñar las partes se tuvo como principal meta el representar un flujo correcto de la arena para gato.
- Se modeló un prototipo en 3D con ayuda del software AutoCad, que permite la automatización teórica del proceso de llenado y sellado de bolsas de arena para gatos. En este se pensó en la ergonomía del trabajo, por lo que se buscó que cuente con un espacio de trabajo (anchura y altura del prototipo) que sea favorable para que el operador realice sus actividades correctamente durante el proceso, así también se realizó una sugerencia del proceso para el llenado y sellado de las bolsas para gato teniendo como base el modelo de prototipo visualizando como si este estuviera ya físicamente construido.
- Se realizó un análisis de costos de los materiales y componentes necesarios para su construcción a la presente fecha, donde se investigó variedad en modelos, kits, marcas de los tipos de materiales y componentes a utilizar pensando en cada parte del diseño, el modelo ya terminado, así como también en su parte electromecánica. Fue presentado el análisis de costo por partes del prototipo así como uno general.

REFERENCIAS

- Aduino . (s.f.). *Arduino* . Recuperado el 07 de Agosto de 2021, de <https://www.arduino.cc/>
- Autodesk. (2020). *Autodesk*. Recuperado el 03 de Julio de 2021, de <https://www.autodesk.mx/products/autocad/overview?term=1-YEAR>
- Avila, L. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 04 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5764-sistemas-automatizados-leonardo-avila/>
- BETWEEN, E. L. (22 de Enero de 2020). *BETWEEN Technology*. Recuperado el 8 de Mayo de 2021, de <https://impulsate.between.tech/tendencias-automatizacion-industrial-2020>
- Canto, C. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 04 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5765-automatizacion-conceptos-generales-carlos-canto/>
- Córdoba Nieto, E. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 04 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5766-manufactura-y-automatizacion-cordoba-nieto-ernesto/>
- Covarrubias, M. C. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 04 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5772-automatizacion-industrial-presentacion-mc-cesar-almazan-covarrubias/>
- DAVILA, ALEJANDRO NERI. (s.f.). *DISEÑO, ELABORACION Y EVALUACION DE UN PROTOTIPO PARA LA AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE EMPAQUETADO*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS-ESCUELA DE ESTUDIOS SUPERIORES DE XALOSTOC.
- Distancia, U. N. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 04 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5763-elementos-basicos-de-un-as-entradas-salidas-y-multiplexacion-de-senales-en-un-as-universidad-nacional-de-educacion-a-distancia/>
- Distância, U. N. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 04 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5761-funciones-basicas-caracteristicas-y-arquitectura-de-los-sistemas-automatizados-universidade-nacional-de-educacao-a-distancia/>
- INFAIMON. (22 de Enero de 2020). *INFAIMON*. Recuperado el 08 de Mayo de 2021, de <https://blog.infaimon.com/fases-y-desarrollo-de-la-automatizacion-de-procesos/>

- Jürgen Frohm, V. L. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 05 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5774-levels-of-automation-in-manufacturing-ingles-jorgen-frohm-veronica-lindstrom-and-mats-winroth/>
- Lemos, S. W. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 05 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5775-automation-a-framework-for-a-sustainable-transition-ingles-susan-winterberg-and-martin-lemos/>
- M., A. (05 de Octubre de 2020). *3Dnatives*. Recuperado el 03 de Julio de 2021, de <https://www.3dnatives.com/es/autocad-cuales-caracteristicas-del-software-020420202/#!>
- Machinery Question. (09 de Agosto de 2018). *Machineryquestion*. Recuperado el 03 de Julio de 2021, de <http://machineryquestion.com/notes/automation-1955>
- Moreno, E. G. (2001). *Automatización de procesos industriales*. México: Alfaomega Grupo editor S.A de C.V.
- Pértiga. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 04 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5762-principios-basicos-de-la-automatizacion-sistemas-cableados-y-sistemas-programados-tipologia-y-caracteristicas-tipos-de-energia-para-el-mando-tecnologias-y-medios-utilizados-articulo-pertiga/>
- REPORTERO INDUSTRIAL. (Julio de 2014). *REPORTERO INDUSTRIAL*. Recuperado el 03 de Julio de 2021, de <https://www.reporteroindustrial.com/temas/Evolucion-de-la-automatizacion-industrial+98784>
- Sonora, U. d. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 04 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5768-conocimientos-basicos-de-automatizacion-articulo-universidad-de-sonora/>
- Teacherke. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 04 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5760-introduccion-a-la-automatizacion-teacherke/>
- University, A. I. (s.f.). *InfoLibros*. Recuperado el 04 de Julio de 2021, de <https://infolibros.org/pdfview/5767-automatizacion-en-la-manufactura-atlantic-international-university/>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



Ayala, Morelos a 07 de diciembre del 2022.

Asunto: Voto Aprobatorio

DR. GREGORIO BAHENA DELGADO
DIRECTOR DE LA EESX
P R E S E N T E

Por medio del presente, los revisores de la tesis que lleva por título: **“Diseño y modelado de un prototipo electromecánico en 3D, para el llenado y sellado automático de bolsas con arena para gatos”**. Que ha realizado la pasante de la Licenciatura en **Ingeniería Industrial, Carolina González Barrera**, otorgamos nuestro voto de aprobación para su impresión por haberse realizado las correcciones consideradas pertinentes de nuestra parte.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

Dr. Fidel Benjamín Alarcón Hernández
Dra. María del Carmen Fuentes Albarrán
M.C.I. María Lucrecia Díaz Flores
Dr. José Luis Gadea Pacheco
Q.F.B. Paula Servín Villa



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

FIDEL BENJAMIN ALARCON HERNANDEZ | Fecha:2022-12-07 15:24:38 | Firmante

huLPPmTaxKrwCBTKJ0aBwz98QfbWjDEPwan97kDhEJoJXWM9layXZ6QUOMWB1Wxvw/60bPvd1F08i4TWxUp2KZfomIVRcM/nWHstVmUn5/SfONYZ981tadHsX15A/IFyYa q6oGVLp+y5T7aW8+h7C5jSSzdvo19xzYf1rOdMeZVNHUgu5kCckPzPOw49tNGdLKy+zzBtckLnr7GerDRVgmZYqiuNjqvoaU5tg+D5pW9P+p5QVshMxRjvYgNE+QjhHn9Hhqq R3DsfJgEvdPnZos5sfX2KNIDuwuh94+UVOWJfinZ65XnsOrtnqKb+F6OUwwUstwyfhYNL/w1PJtQ==

MARIA DEL CARMEN FUENTES ALBARRAN | Fecha:2022-12-08 14:39:16 | Firmante

knGpWmj4+1vbMUuS0h9HMwiOGi8XwntYIUeG5r8YH3zetJrvxIK1r6+yyBW7m/FJepB8vUzoFWfAdqsrrp0TleY3GdkSxscK06V6S2d+KXaPnvK1UUwOt6hztppqyqWmK63rvmec0 C6x1wD0ixbGGxvQrBaHV4eAdicokYnB65zFMUbcTplevSFJFFleD8kWQMmizL+KTYzCmtjfmKCRlhySkXG19liNZPgcQArab0bEV00Km0x2eU8eHQwcmB4GqSKbRiXyC15/AL5 hQEYTOlBlXDUo3p5d+irNvoazpxbcC2zaOModLjvODL4MQlpxGPQ4f2kqd6x007G8QUyxQ==

JOSE LUIS GADEA PACHECO | Fecha:2022-12-08 15:16:20 | Firmante

hYJ0YsEb5X8y+K3lvQCpbck9dAxAhTjryGYRq5vwaQC9JvkrTcgXeeAoeFklU1h0LVnmhBygKD5Wj5VZF0R+Vm05S6foWfsKCpV66OgjLVXN+xHyhBAxv/p4v/75SYg7slvMoAIFO v8vzdTwfumieULyQMvJQl/RVLPvrv1xPqcnHoyEl3+zallUWLNlo/YG6Efi4HlgKlyBIOhXs+xFnK7EZqOo1tHBllybp/SqH5PS08qj9N5S4h/N8gQv8sbpXgVx1lbSsDLC/FwwJffxt6+W yn4gJpNjmPcjV0NYjInEBj2pFOXCzVjD7/TBlv+99m/49o3/mPODFAet4unl1w==

PAULA SERVIN VILLA | Fecha:2023-01-18 08:31:33 | Firmante

RHFVvVmeLKKIqCj+VUIxt+L2e0qu41BtCzzB+PRJ+EqlHraGHS90/0UUAAMfhJqbMF8Jks1W+Pdt83DIBkzj2hkfDI+7f9aATcujDFY4a6OhcNqwnJQv7fwK8JDF580I6brp42sJe8v0 AXdC8WM/YvWYd3nQo68tubt9+8UU4tdMOooufkMP7mGFNZMcDqJZIAG/NNpfwpn0gQb2dc/DLRYz9J/zk/aiBQilEPVHbIDvtvP17OyMLTk6bWX3y1/+2m6TdiuZ4b4nnHtN+E XJAZVaSMKB5wXoHdPWlwFwhGxtCxGQg+s4RHU/jcmkq/xE+e9DTIXni7MdlL0n8tQ==

MARIA LUCRECIA DIAZ FLORES | Fecha:2023-02-03 15:47:55 | Firmante

QrDcH1gd4J3PYS8MKZwCnfiTO8oZaKjhrWHp/wXrlEIXNJF9VRWgixiYjMZ06OHySqiSPZnamLLBGvB7ejVE5l9CrUHAiLLQ2sym7cD50hn6qLAQeJnPTB+W1jTvkp1hneZozsD0/zrg97XLrzVK+7NsxVqcds58lVTbOoYqsZVx61AOY0+XA8gYgnCq9zzEJqESe6EYjKpVYsyB17PC6F8C413GIEoEAzghpQy9o9LcopKdsy1HpUGSo//7Rf7HSps5q5h6jox6lhFmj4F KRV3q2kv8+QbFqYMB/DJnAG+p7VNrRz45WDeUaUt02cC3z/+COhNbbtH37oB9CyQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



XT8gH2wuK

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/7Bs3HCmhG3k5fy0Wnei1R6jYQahJWpG>

