



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

Departamento de Metal-Mecánica



INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PROYECTO:

“DISEÑO DE PLANTA PILOTO PARA LA ELABORACION DE LUCES DE
BENGALA MEDIANTE EL PROCESO DE EXTRUSION”

PRESENTA:

PEREZ MENDEZ ANGEL DE JESUS

CARRERA:

INGENIERÍA MECÁNICA

ASESOR INTERNO:

ING. IGNACIO ARRIOJA
CARDENAZ

ASESOR EXTERNO:

ING. JOSE LUIS BRAVO NAJERA

PERIODO:

ENERO-JUNIO/2017

AGUASCALIENTES,AGUASCALIENTES A 10/05/2017

1. INDICE

1.	INDICE	2
2.	INDICE DE FIGURAS.....	3
3.	INDICE DE TABLAS	4
4.	INDICE DE PLANOS	4
5.	INTRODUCCION.....	5
6.	JUSTIFICACION.....	6
7.	OBJETIVOS	7
8.	ACERCA DE LA EMPRESA.....	8
9.	AICANCES Y LIMITACIONES.	10
10.	MARCO TEORICO.....	11
11.	PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	20
12.	RESULTADOS.....	72
13.	CONCLUSIONES.....	73
14.	REFERENCIAS	74

2. INDICE DE FIGURAS.

Figura 1.- Esquema de proceso de extrusión directa.....	13
Figura 2.- Variables presentadas en el proceso de extrusión directa.....	14
Figura 3.- Dado de forma tronco - cónico	15
Figura 4.- (a) definición del ángulo del dado de extrusión directa, (b) efecto de ángulo del dado sobre la fuerza de pistón.....	16
Figura 5.- Configuraciones de los dados de extrusión.	16
Figura 6.- Defectos de extrusión.	17
Figura 7.- Mecanismo de Manivela – Biela en línea.....	19
Figura 8.- Proceso de elaboración de bengalas común utilizado por empresa solicitante de la maquinaria	23
Figura 9.- Patente del proceso de extrusión	24
Figura 10.- Maquina utilizada para elaboración de inciensos.....	24
Figura 11.- Procedimiento utilizado para elaborar bengalas por el método de extrusión.	25
Figura 12.- Mecanismo biela-Manivela-Corredera.	25
Figura 13.- Mecanismo a estudiar biela- manivela- corredera.	27
Figura 14.- datos necesarios para selección de motor eléctrico.....	31
Figura 15.- Diámetro y longitud nominal de varilla.....	32
Figura 16.- Material extruido	32
Figura 17.- Cajonera para transporte de bengalas.....	32
Figura 18.- Cajonera para transporte de bengalas.....	33
Figura 19.- Maquina extrusora de bengalas y alimentador de alambres.	34
Figura 20.- Vista frontal de maquina extrusora y maquina alimentadora de alambres	35
Figura 21.- Vista de planta de maquina extrusora y maquina alimentadora de alambres.....	35
Figura 22.- Vista isométrica de maquina extrusora	36
Figura 23.- Vista Frontal de maquina extrusora.....	36
Figura 24.- Vista lateral de maquina extrusora.....	37
Figura 25.- Vista Lateral de maquina extrusora	37
Figura 26.- Soporte PTR para montaje de mecanismo extrusor.	38
Figura 27.- Placa de anclaje del mecanismo extrusor y mecanismo de detección de alambres	38
Figura 28.- Base de alimentación e inyección de mezcla pirotécnica.....	39
Figura 29.- Paletas mezcladoras y dosificadores de material pirotécnico	39
Figura 30.- Mezclador de material pirotécnico.....	40
Figura 31.- Contenedor de alimentación y mezclado de material para bengalas	40
Figura 32.- (c)Boquilla de inyección de mezcla pirotécnica, (a)Boquilla dosificadora de mezcla pirotécnica, (b)Boquilla de alimentación de alambres, (d) Cámara contenedora de mezcla pirotécnica, (e)Tornillo liberador de presión.	41
Figura 33.- Mecanismo biela-Manivela-Corredera utilizado para la extrusión.....	42
Figura 34.- Eslabones utilizados en la extrusión, (a) Perno empujador de mezcla, (b) Dado de unión entre pernos, (c)Perno de unión, (d) Manivela.....	42
Figura 35.- Mecanismo giratorio sujeto al motor utilizado como biela	43
Figura 36.-Maquina de alimentación de alambres	43
Figura 37.-Maquina de alimentación de alambres vista lateral.....	44
Figura 38.- Maquina de alimentación de alambres vista lateral.....	44
Figura 39.-Mecanismo principal de alimentación de alambres	45

Figura 40.- Piezas utilizadas en la alimentación, (a)sujetador de leva y uñas de alimentación, (b) soporte de mecanismo.....	45
Figura 41.- Leva guía de apertura y cierre de uñas de alimentación.....	46
Figura 42.- Uña derecha de alimentación.....	46
Figura 43.- Carro de cajoneras para transporte de bengalas.....	47
Figura 44.- Cajonera contenedora de bengalas extruidas.....	47
Figura 45.- Mallado de la base de dosificador.....	49
Figura 46.- Mallado de cámara de inyección.....	53
Figura 47.- Mallado de boquilla alimentadora de alambres.....	57
Figura 48.- Mallado de boquilla de inyección de mezcla.....	61

3. INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- valores para factor tangencial ft.....	29
Tabla 2.- Valores utilizados para obtener torque máximo y mínimo.....	29

4. INDICE DE PLANOS

Plano 1.- Extensión de corredera.....	64
Plano 2.- Cuerpo de extrusor.....	65
Plano 3.- Cuerpo de alimentación.....	65
Plano 4.- Boquilla de extrusión de mezcla.....	66
Plano 5.- Boquilla alimentadora de alambres.....	66
Plano 6.- Boquilla alimentadora de mezcla.....	67
Plano 7.- Ensamble de boquilla de extrusión.....	68
Plano 8.- Estructura base de mecanismo extrusor.....	68
Plano 9.- Maquina extrusora.....	69
Plano 10.- Maquina alimentadora de alambres.....	70
Plano 11.- Maquina para producción de bengalas.....	71

5. INTRODUCCION.

El diseño industrial es una disciplina orientada a la creación y al desarrollo de los productos industriales (que pueden ser producidos en serie o a gran escala). Como toda actividad de diseño, se pone en juego la creatividad y la inventiva, forma parte del desarrollo humano, con la aplicación de nociones del diseño, el hombre ha podido evolucionar y satisfacer sus necesidades. El surgimiento de la industria implicó la aparición de una nueva área de aplicación para el diseño que siempre supone plasmar el pensamiento mediante dibujos, bocetos y esquemas que pueden ser trazados en diversos soportes. Es importante tener en cuenta que la acción de diseñar requiere tareas investigativas, de análisis, modelados y adaptaciones hasta la producción final del objeto.

Pues bien, en el siguiente proyecto nos enfocaremos al diseño de una planta piloto para elaboración de luces de bengala por el proceso de extrusión, dicha planta estará al servicio de conocida empresa del sector privado de la industria pirotécnica mexicana, dedicada a la fabricación y comercialización de dispositivos pirotécnicos de aplicación industrial y explosivos para uso en minería y construcción, desde 1960. Esta es una empresa de base tecnológica orientada a la investigación, desarrollo e innovación de productos y servicios relacionados con pirotecnia.

Dentro del ramo de la pirotecnia, dicha empresa participa en el mercado de los fuegos artificiales con la producción y comercialización de productos para pirotecnia de entretenimiento y de luces de bengala, la cual consiste en una varilla de alambre recubierta de una mezcla pirotécnica. Actualmente, está interesado en expandir su presencia en el mercado internacional, este nuevo proyecto busca un desarrollo tecnológico el cual consiste en diseñar y construir con ayuda de CIATEQ un equipo automatizado que revolucione la producción de luces de Bengala No.8 con un proceso que permita alcanzar altas razones de producción al menor costo posible con el menor uso de agua y el menor impacto ambiental posible.

El proceso tradicional es el baño de varillas de alambre en una mezcla compuesta principalmente de nitrato de bario, goma arábiga, limadura de hierro y agua. El proceso es lento y requiere relativamente mucha infraestructura para el manejo y secado del producto, adicional a una cantidad considerable de residuos y agua para limpieza.

Existe otro proceso, relativamente más rápido, de alta producción y menor consumo de agua y energía, en el cual la mezcla contiene menor cantidad de agua y se coloca en la varilla de alambre mediante un proceso de extrusión.

Este método requiere menor energía para el secado y menor espacio, por lo que aparentemente significará una mayor productividad. En esta propuesta, se busca la creación de un proceso automático de alta producción de luces de bengala, con un proceso de secado híbrido que utiliza la energía solar como respaldo para la incorporación de energías renovables en sus procesos de producción mediante la construcción de una máquina con un sistema automatizado para la producción de luces de bengala a una razón de 300,000 piezas por turno generando un nuevo proceso en línea y eliminando el proceso de lotes, con ahorros considerables de agua, incrementando la productiva de manera exponencial.

6. JUSTIFICACION

El proyecto a desarrollar es la implementación de una planta piloto que pueda hacer más eficiente la elaboración de bengalas y solucionar la problemática de baja producción de la empresa pirotécnica cumpliendo con la demanda de producción deseada 300,000 piezas por turno de 8 horas, reduciendo tiempos muertos de producción con el método tradicional, desperdicios masivos de mezcla pirotécnica, tiempos de secado y transporte de material, así como disminuir riegos de operaciones para empleados de la empresa antes mencionada, con la finalidad de cumplir con las especificaciones solicitadas por la empresa que son las siguientes:

- Producción promedio de 2 piezas/ segundo
- Tiempo de encendido promedio: 6-8 s
- Duración de chispa promedio: 30 – 44 segundos
- Diámetro de recubrimiento promedio: 3.1 mm
- Longitud de recubrimiento promedio: 85-100 mm

De mismo modo se buscará la maquinaria disponible en el mercado con la finalidad de no entrar en conflictos con las patentes existentes y vigentes, entre otros propósitos necesitaremos el uso de algunos programas computacionales tanto para el análisis y diseños de mecanismos como es el caso de WORKING MODEL y SOLIDWORKS ambos con la finalidad de hacer un diseño eficiente, tener una buena elección de los mecanismos energéticos que dicha planta necesitara.

7. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Diseñar una planta piloto para la elaboración de luces de bengala No. 8 mediante el proceso de extrusión que cumpla con regulaciones ambientales y de seguridad a una razón de 300,000 piezas por turno fundamentándose en el uso del software CAD SOLIDWORKS y sus aplicaciones, así como también satisfacer las necesidades del cliente, con un diseño de calidad y a un bajo costo.

4.2 Objetivos específicos

- Revisar literatura existente, búsqueda de procesos y equipos comerciales, analizar principios de operación, generar y evaluar alternativas como a su vez los procesos comerciales.
- Realizar los cálculos necesarios para la selección de equipos utilizados en el proceso de extrusión.
- Elaborar el modelado 3D de los mecanismos utilizados en SOLIDWORKS.
- Realizar los análisis estáticos por el método de elemento finito necesarios de piezas mecánicas para determinar la resistencia a las cargas aplicadas en el proceso.
- Simular los mecanismos utilizados con la finalidad de evitar las interferencias y verificar las interacciones que habrá entre estos.
- Elaborar planos de las piezas considerando las tolerancias dimensionales, geométricas y acabados superficiales.
- Realizar el ensamble de las piezas elaboradas y las piezas comerciales que se utilizaran en el proceso.
- Documentar todo lo realizado en el periodo de tiempo establecido, realizando un recabado de datos, fotografías y planos realizados en el programa.

8. ACERCA DE LA EMPRESA

5.1 CIATEQ, A.C. sede Aguascalientes

Las instalaciones de CIATEQ Aguascalientes con dirección en Circuito Aguascalientes Norte 135, Parque Industrial del Valle de Aguascalientes, tienen una superficie de 9,800m².

En esta sede se encuentra un Laboratorio de Construcción mecánica, área de desarrollo tecnológico, un centro de desarrollo de producto y el laboratorio secundario de metrología. Así mismo, cuenta con una nave industrial equipada con máquinas y herramientas para la fabricación, ensamble y pruebas de prototipos.

CIATEQ realiza un trabajo sistemático para la modernización, automatización, análisis y construcción de máquinas y dispositivos, ya sea con base en conocimientos existentes o a partir de investigación, diseñados a la medida de las necesidades específicas del mercado. Asimismo, cuenta con personal especializado para el desarrollo de soluciones integrales de ingeniería en sistemas de transmisiones mecánicas de potencia y turbo maquinaria.

5.2 Productos y servicios:

Diseño, fabricación y automatización de:

- Máquinas especiales y equipos para producción.
- Dispositivos de alta precisión.
- Sistemas de inspección.
- Dispositivos de sujeción, medición, soldadura y armado.

Diseño de productos.

- Vehículos especiales.
- Actuadores eléctricos de alta precisión
- Vehículos especiales

Equipos mecánicos

- Diseño, fabricación e instalación de transmisiones nuevas a la medida, incluida la construcción de prototipos y pruebas.

- Ingeniería inversa de transmisiones existentes.
- Análisis de falla de engranes y sus componentes.
- Diseño y análisis dinámicos por multicuerpos de trenes de potencia.
- Diagnostico e inspección de transmisiones, durante y fuera de su operación.
- Análisis de vida remanente de Sistemas mecánicos
- Modernización y reconstrucción de máquinas –herramientas

5.3 Misión y visión:

Misión:

“Desarrollar soluciones tecnológicas que incrementen la competitividad de nuestros clientes, generen valor para la organización y aumenten las competencias y satisfacción de nuestro personal.”

Visión:

“Ser una organización de centros de excelencia, líderes en desarrollo tecnológico e innovación, responsables con el medio ambiente y la sociedad.”

5.4 Valores:

- Trabajamos en equipo con profesionalismo.
- Hacemos nuestro trabajo con honestidad y transparencia.
- Logramos la confianza de nuestros clientes con nuestra actitud de servicio.
- Respetamos nuestro entorno.
- Valoramos las competencias de nuestro personal.
- Buscamos que nuestro trabajo trascienda y agregue valor a nuestros clientes.

9. ALCANCES Y LIMITACIONES.

6.1 Alcances

Durante el transcurso del siguiente proyecto se logró contar con el conocimiento necesario para entender el proceso de extrusión que se lleva a cabo en la elaboración de las luces de bengala, apoyándose de material existente en la red y en libros de manufactura, de mismo modo tomando algunas referencias de máquinas existentes en el mercado tanto para elaboración de bengalas como para la realización del proceso de extrusión.

Los alcances que se buscan de este proyecto es que tenga un impacto en la producción de la empresa pirotécnica Cabe aclarar que se busca que el desarrollo del mismo se refleje en la productividad y en los indicadores de Seguridad para los empleados de mismo modo se pretende optimizar el método de producción convencional y generar a corto plazo un ahorro notorio para la empresa.

6.2 Limitaciones

En la realización del proyecto, se presentaron algunos obstáculos que afectaron el curso de este, el principal fue la obtención de material visual e información detallada puesto que debido a políticas del centro CIATEQ está prohibido tomar fotografías de las maquinarias elaboradas de misma forma dibujos y piezas en 3d, pero con el consentimiento de la Gerencia y líder de proyecto del área de máquinas especiales fue posible obtener material importante para plasmar en este proyecto.

Otro de los problemas presentados fue la falta de información y la plataforma para búsqueda de las patentes que en este caso no las encontramos en el país se tuvo que investigar dicha información en páginas de China, Alemania y Estados Unidos.

10. MARCO TEORICO.

7.1 Luces de bengala.

7.1.1 Acerca de las luces de bengalas o sparklers.

Las luces de bengala son fuegos artificiales de muy bajo costo que al encenderse produce una luz muy brillante e intensa, que consta de una varilla de alambre largo y delgado que se recubre hasta la mitad con sustancias metálicas que se pueden encender con un fósforo o un encendedor. Cuando el material revestido se inflama, las chispas vuelan de ella, y trabajan su camino hasta el final de la porción revestida del alambre. El material se quema a una temperatura extremadamente alta.

Las bengalas son principalmente de clase I (Artificios pirotécnicos que presentan un riesgo muy reducido y que están pensados para ser utilizados en áreas confinadas incluyendo el interior de edificios de viviendas).

7.1.2 Descubrimiento.

Los chinos se acreditan con el descubrimiento y los fuegos artificiales de fabricación en el siglo sexto, con el paso del tiempo, los fuegos artificiales se han convertido en una manera tradicional de celebrar determinados eventos en todo el mundo, incluyendo el día de Año Nuevo, día de la Independencia de Estados Unidos y Bonfire Night de Inglaterra (también conocido como el Día de Guy Fawkes). Las luces de bengala son una forma de fuegos artificiales que se pueden mantener en el mano sujetado de un alambre libre de mezcla pirotécnica mientras que el extremo recubierto se quema.

7.1.3 Materiales utilizados para su elaboración.

Los materiales principales utilizados en la elaboración de las bengalas son:

- Aluminio de bengala
- Limadura de hierro
- Nitrato de bario
- Dextrina de trigo
- Ácido bórico

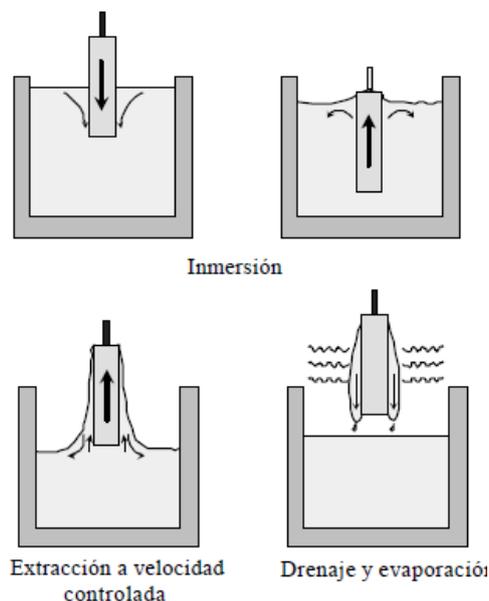
Dichos ingredientes se mezclan con agua y alguna sustancia aglutinante en diversas porciones para crear luces de bengala. Debido a que el hierro se oxida rápidamente, las limaduras se suelen mezclar con aceite de linaza y para ayudar a prevenir la oxidación.

7.2 Proceso de elaboración común (inmersión).

Comúnmente se utiliza el método de recubrimiento por inmersión para la elaboración de las bengalas consta principalmente en la deposición de un recubrimiento sobre una superficie metálica que se obtiene cuando se sumerge el componente en un baño de mezcla pirotécnica. En el proceso de inmersión (*dip-coating*) el sustrato a recubrir se introduce en la solución hasta que ésta lo recubra perfectamente, y se extrae a velocidad constante. De esta forma, una parte de la solución queda adherida al sustrato en forma de película y otra pasa de nuevo a la solución. Una vez obtenido el recubrimiento se procede a su secado. La varilla se limpia completamente y se sumerge en un baño de dicha mezcla. A este proceso también se le llama inmersión en frío, para este caso es necesario aplicar algunas sustancias aglutinantes como es el caso del engrudo, goma arábiga o dextrina esto para lograr la adhesión de la mezcla en las varillas.

El método transcurre en cuatro etapas.

1. Inmersión del sustrato
2. Extracción a velocidad constante y controlada
3. Drenaje con evaporación de disolventes
4. Consolidación de la capa



Es un método muy económico que se utiliza en general para dar un recubrimiento de un metal sobre otro. Este procedimiento da por resultado un recubrimiento superficial uniforme. Para formar un recubrimiento bien adherido y uniforme, la superficie del metal base debe de limpiarse profundamente para eliminar los materiales indeseables.

Es una muy buena manera de elaborar dichas bengalas, pero tienen inconvenientes tales como burbujas de aire que al momento de hacer el baño de mezcla se adhieren al alambre y provoca un mal acabado superficial en la bengala, otra desventaja es el desperdicio de material por escurrimiento al momento de hacer el secado, entre otros puntos negativos es la baja producción lograda y el gasto excesivo en agua para poder lograr una mezcla pirotécnica adecuada, por esta razón nos enfocaremos en el método de extrusión variando la fluidez de la mezcla y la técnica de elaboración de la misma.

7.3 Proceso de extrusión.

El proceso de extrusión consiste en hacer fluir un material plastificado a través de un dado, por el cual se le da la forma deseada. Según Kalpakjian en su libro "Manufactura, ingeniería y tecnología" dice que la extrusión y el estirado (trefilado) tienen numerosas aplicaciones en la manufactura de productos continuos y discretos a partir de una gran variedad de metales y aleaciones.

En la extrusión, una palanquilla cilíndrica se fuerza a través de un dado o matriz *figura 1* de manera similar a como se aprieta el tubo de la pasta dental.

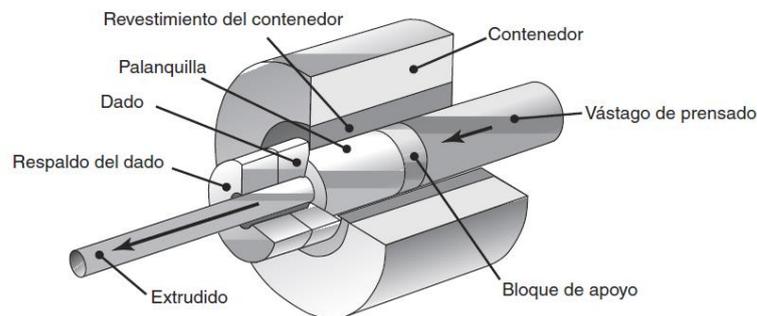


Figura 1.- Esquema de proceso de extrusión directa

Por medio de la extrusión se pueden producir una gran variedad de secciones transversales sólidas o huecas, que fundamentalmente son partes semi terminadas. Una característica de la extrusión es que pueden ocurrir grandes deformaciones sin fracturas porque el material se somete a compresión triaxial elevada. Debido a que la geometría del dado permanece sin cambios durante la operación, por lo general los productos extruidos tienen una sección transversal constante.

Los materiales comúnmente extruidos son el aluminio, cobre, acero, magnesio y plomo; también se pueden extruir otros metales y aleaciones, con diferentes niveles de dificultad. Debido a que en la extrusión existe una cámara, cada palanquilla se extruye de manera individual, así que éste es un proceso por lotes o semicontinuo. La extrusión

puede ser económica tanto para corridas de producción grandes como para las cortas. Por lo general, los costos del herramental son bajos, en particular para producir secciones transversales simples y sólidas.

7.2.2 Proceso de extrusión directa.

En el proceso más común (conocido como extrusión directa o en avance), se coloca una palanquilla en una *cámara* (contenedor) y se fuerza a través de la abertura de un dado mediante el accionamiento hidráulico de un pistón (vástago o punzón de presión), como se muestra en la figura 1. La abertura del dado puede ser redonda o tener diversas formas, lo que depende de la forma extruida deseada. La función del bloque de apoyo o ficticio es proteger la punta del vástago de presión, sobre todo en la extrusión en caliente. Como se puede ver en la *figura 2*, las variables geométricas en la extrusión son el ángulo del dado (α) y la relación del área transversal de la palanquilla con la del producto extruido ($\frac{A_o}{A_f}$), conocida como relación de extrusión \mathbb{R} . Otras variables son la temperatura de la palanquilla, la velocidad a la que avanza el pistón y el tipo de lubricante utilizado.

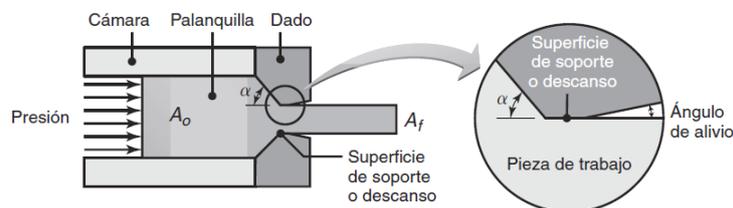


Figura 2.- Variables presentadas en el proceso de extrusión directa.

Un problema de la extrusión directa es la fricción a lo largo de la interface tocho contenedor. Este problema se puede solucionar utilizando un fluido en el interior del contenedor y ponerlo en contacto con el tocho, luego presionar el fluido con el movimiento hacia adelante del pistón, como se muestra en la figura 2. De tal manera que no exista fricción dentro del recipiente y se reduzca también la fricción en la abertura del dado. La fuerza del pistón es entonces bastante menor que en la extrusión directa. La presión del fluido que actúa sobre todas las superficies del tocho da su nombre al proceso. Se puede llevar a cabo a temperatura ambiente o a temperaturas elevadas. Para temperaturas elevadas se necesitan fluidos y procedimientos especiales.

7.3.2 Cabezal, dados y prensa de extrusión

7.3.2.1 Cabezal.

El cabezal de extrusión es el lugar de descarga de la extrusora, su función es la de dar forma al flujo de mezcla en la forma deseada del producto extruido. La zona final de un extrusor es la zona del dado, que termina en el propio dado. Este consta, generalmente, de una cámara donde se aloja el material pirotécnico que llamaremos cámara de extrusión, consta de dos boquillas una que será la guía del alambre a recubrir y la otra boquilla será la que se encargará de dar el diámetro deseado a la bengala junto con la mezcla que será el dado de extrusión

Las superficies internas del cabezal deben tener un buen acabado. De lo contrario, el producto extruido puede resultar áspero, poroso y aun tener una apariencia rayada. El cabezal debe ser fabricado de acero endurecido de alta estabilidad dimensional, y apropiado para trabajar altas velocidades y presiones. La exactitud de las dimensiones finales se logra mediante maquinados, rectificados y lapidados secuenciales y/o recubrimientos metálicos.

7.3.2.2 Dados

El dado tiene como función el dar la forma final deseada del material extruido, este debe de asegurar que el flujo de material cambie de forma suavemente desde la configuración proveniente del pistón extrusor hasta la forma del producto final en *la figura 3* se muestra la configuración que se le elabora a los dados y las siglas siguientes.

Dd = diámetro del orificio del dado.

Dg = diámetro del barril.

α = Ángulo de entrada del dado.

P = Longitud paralela del dado.

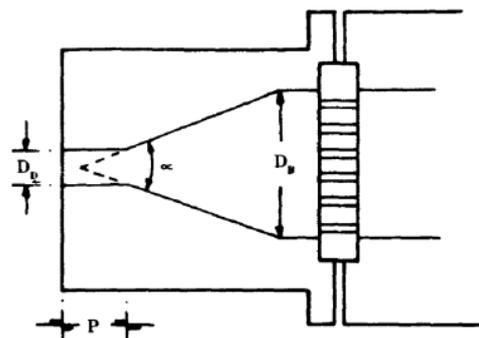


Figura 3.- Dado de forma tronco - cónico

Los factores importantes en un dado de extrusión son el ángulo del dado y la forma del orificio. El ángulo del dado, más precisamente la mitad del ángulo del dado, es el ángulo α de la *figura 4 (a)*.

Para ángulos menores, el área superficial del dado aumenta, así como también la fricción en la interface dado-tocho. Mayor fricción significa mayor fuerza en el pistón. Por otra parte, un ángulo grande del dado ocasiona mayor turbulencia del flujo de metal durante la reducción, y también incremento en la fuerza requerida del pistón. El efecto

del ángulo del dado sobre la fuerza del pistón es una función en forma de U como se muestra en la *figura 4(b)*. Existe un ángulo óptimo del dado, como lo sugiere nuestra gráfica hipotética. Este ángulo depende de varios factores como material de trabajo, temperatura del tocho y lubricación; en consecuencia, es difícil determinarlo para un trabajo de extrusión. Los diseñadores de dados usan reglas empíricas para decidir el ángulo apropiado.

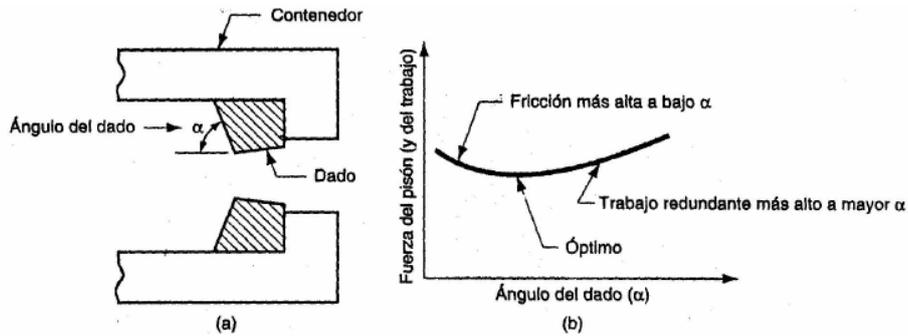


Figura 4.- (a) definición del ángulo del dado de extrusión directa, (b) efecto de ángulo del dado sobre la fuerza de pistón

En la *figura 5* se muestran las configuraciones de los dados de extrusión, las superficies de apoyo y descanso.

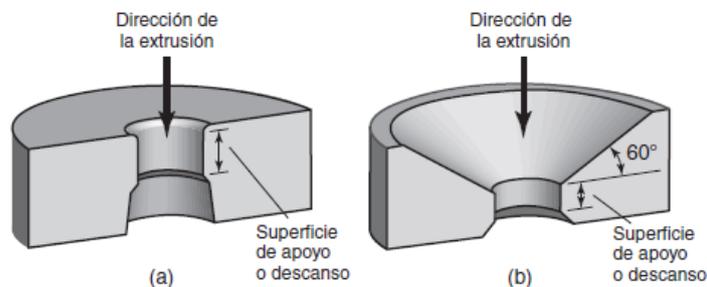


Figura 5.- Configuraciones de los dados de extrusión.

7.4 Defectos en la extrusión y como evitarlos.

Dependiendo del material de la pieza de trabajo y de las variables del proceso, los productos extruidos pueden desarrollar diversos tipos de defectos que afectarían de manera significativa su resistencia y su calidad. Algunos defectos pueden percibirse a simple vista. Existen tres *defectos de extrusión* principales: agrietamiento de la superficie, tubo y agrietamiento interno.

7.4.1 Agrietamiento de la superficie.

Si la temperatura de extrusión, la fricción o la velocidad son demasiado elevadas, las temperaturas de la superficie pueden aumentar considerablemente, lo que provocaría que la superficie se agrietase y desgarrase (agrietamiento de tipo abeto o agrietamiento a alta velocidad). Estas grietas son intergranulares (es decir, a lo largo de los límites de los granos;) y por lo general provocadas por la fragilización en caliente. En especial, estos defectos se presentan en aleaciones de aluminio, magnesio y zinc, aunque también pueden ocurrir en aleaciones de alta temperatura. Esta situación se puede evitar si se reducen la temperatura de la palanquilla y la velocidad de extrusión.

La superficie también puede agrietarse a temperaturas inferiores, lo que se ha atribuido a la adhesión periódica del producto extruido a lo largo de la cara del dado. Debido a su apariencia similar a la de la superficie de una vara tipo bambú, se le conoce como defecto tipo bambú. Cuando el producto que se está extruyendo se adhiere temporalmente a la cara del dado, la presión de extrusión aumenta con rapidez. Poco después el producto avanza de nuevo y se libera la presión. De este modo, el ciclo se repite de modo continuo, produciendo grietas circunferenciales periódicas en la superficie.

7.4.2 Tubo.

El tipo de patrón de flujo del metal en la extrusión mostrada en la *figura 6* tiende a acumular los óxidos e impurezas de la superficie en el centro de la palanquilla, de manera parecida a la de un embudo. Este defecto se conoce como *tubo*, *tubo de escape* o *cola de pescado*. Es posible que un producto extruido sufra este tipo de defecto hasta en un tercio de su longitud, por lo que debe cortarse como desperdicio. Se puede minimizar la cavidad por contracción si se modifica el patrón de flujo para que sea más uniforme, por ejemplo, mediante el control de la fricción y reduciendo al mínimo los gradientes de temperatura. Otro método consiste en maquinarse la superficie de la palanquilla antes de la extrusión para eliminar escamas e impurezas de la superficie.

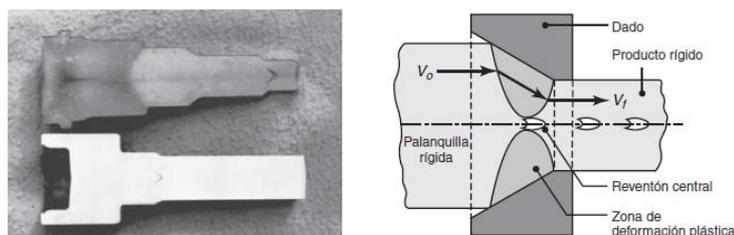


Figura 6.- Defectos de extrusión.

7.4.3 Agrietamiento interno.

El centro del producto extruido puede desarrollar grietas, conocidas como *agrietamiento central*, *reventón central*, *fractura de punta de flecha* o *agrietamiento tipo Chevron* o *en forma de V invertida* (figura 6). Estas grietas se atribuyen a un estado de esfuerzo de tensión hidrostática en el eje central de la zona de deformación en la matriz (figura 6), situación similar a la región de formación del cuello en una probeta de tensión estas grietas también se han observado en la extrusión y el rechazado de; aparecen en las superficies internas de los tubos. La tendencia al agrietamiento central aumenta con el incremento del ángulo del dado; aumenta al incrementarse la cantidad de impurezas, y disminuye al reducirse la relación de extrusión y la fricción.

7.3 Diseño de mecanismo para realizar la extrusión y accesorios utilizados.

7.3.1 Sistema biela-manivela-corredera

Según Myska en su libro "*maquinas y mecanismos*" menciona que muchas aplicaciones requieren una máquina con movimiento de deslizamiento lineal recíprocante de una componente. Los motores de gasolina y los compresores necesitan que un pistón se mueva una distancia precisa, llamada carrera, conforme la manivela gira en forma constante. Otras aplicaciones, como las máquinas de coser y las sierras de potencia para metal, requieren un movimiento lineal recíprocante similar. Esta es una forma de utilizar el mecanismo de manivela-corredera prácticamente en todas las aplicaciones.

Un mecanismo de manivela-corredera en línea tiene el pivote de la manivela en el mismo eje de deslizamiento del perno del pistón. En la *figura 7* se ilustra un mecanismo de manivela corredera en línea. La carrera $|\Delta R_4|_{max}$ se describe como la distancia lineal que recorre el eslabón que se desliza entre las posiciones extremas.

Como el movimiento de la manivela (12) y el brazo conector (13) es simétrico en relación con el eje de deslizamiento, el ángulo de la manivela requerido para realizar la carrera de avance es el mismo que el requerido para el retomo. Por tal razón, el mecanismo de manivela-corredera en línea produce un movimiento equilibrado. Si se supone que la manivela se impulsa con una fuente de velocidad constante, como un motor eléctrico, el tiempo transcurrido durante la carrera de avance es igual al tiempo de retorno.

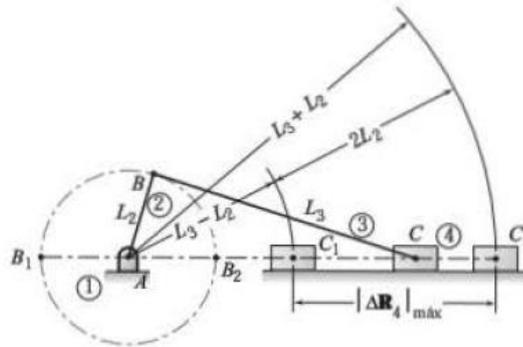


Figura 7.- Mecanismo de Manivela – Biela en línea

El diseño de un mecanismo de manivela-corredera en línea implica la definición de la longitud adecuada de los dos eslabones, L_2 y L_3 , para lograr la carrera deseada, $|\Delta R_4|_{max}$. Como se observa en la *figura 7*, la carrera del mecanismo de manivela corredera en línea es del doble de la longitud de la manivela, es decir, la distancia entre B_1 y B_2 es la misma que la distancia entre C_1 y C_2 . Por lo tanto, la longitud de la manivela, L_2 , en un mecanismo de manivela-corredera en línea se determina en la *ecuación 1* de la siguiente manera:

$$L_2 = \frac{|\Delta R_4|_{max}}{2} \quad \text{(Ec. 1)}$$

La longitud del brazo conector, 4, no afecta la carrera de un mecanismo de manivela corredera en línea. Sin embargo, un brazo conector pequeño produce mayores valores de aceleración

11. PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

En esta parte del proyecto se describirán tanto los procedimientos o métodos utilizados, así como el propio trabajo, incluyendo análisis, gráficas, resultados y evaluaciones. Durante la estancia en CIATEQ AGUASCALIENTES se realizaron diversas actividades que complementaron y reafirmaron algunos de los conocimientos adquiridos en la institución.

En este apartado se presentará el curso del proyecto en función del protocolo de diseño para cualquier mecanismo a diseñar bajo las normas de diseño establecidas, iniciando desde las especificaciones principales a considerar hasta los cálculos propios, y algunas simulaciones para comprobar que los cálculos realizados fueron correctos las actividades realizadas en este periodo fueron las siguientes:

8.1.- Revisión de estado del arte

8.2.- Calculo de requerimientos de energía para la Selección de productos.

8.3.- Modelado tridimensional de equipos.

8.4.- Análisis estático de los elementos de la Maquina.

8.5.- Simulaciones de mecanismos de extrusión.

8.6.- Elaboración de dibujos de fabricación.

8.7.- Elaboración de dibujos de ensamble.

A continuación, se define cada una de dichas actividades, anexando los resultados, diseño, planos, cálculos y simulaciones necesarias para la aprobación de dicho mecanismo.

8.1.- Revisión de estado del arte.

Al realizar la búsqueda de empresas dedicadas a la elaboración de luces de bengala se encontraron diferentes empresas con tecnologías relevantes al proyecto, Diamond Sparkler Manufacturen Co., Inc. También conocida como “Phantom Fireworks” es la única fábrica actualmente produciendo bengalas en Estados Unidos, sin embargo, su proceso por sumersión es igual al utilizado en la empresa en cuestión el cual es lento e implica un consumo de agua considerable.

Se encontró otra empresa llamada “Ltd. Steplead”, que cuenta con un equipo para la producción de incienso de manera automatizada con el método que se planea utilizar para el desarrollo del proyecto. Aunque la máquina en cuestión fue desarrollada

para producir incienso utiliza los mismos principios que se utilizarían para producir bengalas, esta máquina funciona por medio de extrusión, esto quiere decir que el operador surtirá a la maquina con la mezcla y con las varillas, las varillas serán aceleradas y se pondrán en contacto con la mezcla así aprovechando la fuerza del impacto para que la mezcla de adhiera a la varilla. Esto supone un aumento en la productividad, una reducción en los tiempos de secado y un ahorro de agua significativo.

También se encontró maquinaria de este tipo en “Soham Industrial Machinery”, una empresa ubicada en la India que se dedica a la manufactura de maquinaria para la producción de incienso, sin embargo, estas máquinas a diferencia de lo que el proyecto quiere lograr son manuales, lo que quiere decir que cada varilla debe ser introducida a la maquina por un operador y la velocidad de producción dependerá de la velocidad del operador.

8.1.1 Búsqueda de paténtentes.

Las patentes que se encontraron utilizando el buscador de “Espacenet.com” las más relevantes a este proyecto o las que mejor se adaptan a lo que se pretende diseñar son las siguientes:

- “Sparkler and process of making same.” **Patente: (US1174321A)**. 1916. Ahorro de material por la aplicación de una capa no inflamable.

Lo que se patenta es:

1. Una bengala pirotécnica que comprende una base de metal, un primer recubrimiento sobre ella, que comprende un material no combustible que tiene relativamente pobres propiedades conductoras de calor; y un segundo recubrimiento acto seguido consiste en una masa bengala.
2. Un proceso de hacer una bengala que comprende primero el recubrimiento de una base de metal con que comprende un material no combustible de relativamente pobres propiedades de conducción del calor, y aplicando después un segundo recubrimiento de la masa bengala.
3. Un proceso de hacer una bengala que comprende primero el recubrimiento de una base de metal con un material que contiene como componente esencial, polvo de asbesto, y después de eso aplicar aisecond recubrimiento de la masa bengala.
4. Un proceso de hacer una bengala que comprende primera inmersión de base al metal en una mezcla que comprende agua, un adhesivo, y un material no combustible de relativamente pobres propiedades de conducción del calor, la

eliminación de dicha base de metal de la mezcla y permitir que el mismo a secar, y sumergiendo después dicho artículo en una segunda.

- “Improvements in or relating to fireworks” **Patente: (GB687790A)**. 1953. Luces con ignición por fricción.

Se proporciona un artificio de fuegos artificiales que comprende un núcleo alargado que tiene un revestimiento de material pirotécnico que contiene polvo metálico y que tiene un cabezal de ignición por fricción que se puede encender frotando sobre una superficie adecuada para iniciar la combustión del recubrimiento. El núcleo puede ser no inflamable, p. Alambre metálico o inflamable, p. Madera o cartón. En una construcción se utilizan núcleos de madera de la misma longitud y grosor que un emparejamiento ordinario. Una vez endurecido el recubrimiento, se sumerge la punta de la esponja en una composición de ignición que puede contener clorato de potasio, dicromato sódico, arena y dextrina.

- “Sparkler composition” **Patente: (GB1362712A)**. 1974. Alternativas a la varilla metálica.

Se describe una composición pirotécnica para la producción de destellos de luz, que comprende una sustancia portadora combustible, en la que se distribuyen partículas de una mezcla de efectos que deflagra a modo de relámpago.

- “Sparklers” **Patente: (GB2358237A)**. 2001.

La punta de una chispa está provista de un material inflamable en forma de revestimiento o tapa. El material tiene una temperatura de ignición más baja e inmediata que el Sparkler. El material facilitará la ignición instantánea de sí mismo y continuará quemándose a una temperatura suficiente (cuando se retire de la fuente de calor original), de modo que el chispeante se encenderá.

- “Two-way-burning sparkler and method of manufacture”.

Patente: (US6718882B1). 2004. Proceso de manufactura de bengala numerosas capas y con igniciones separadas y en distintas direcciones.

El sparkler tiene un tiempo extendido de la exhibición de la chispa, quemando y emitiendo chispas en una dirección seguida inicialmente por la dirección de la marcha atrás de la progresión de la chispa y quemando entonces mientras que emite chispas en la dirección reversa. La construcción de chispas proporciona vainas interiores y exteriores de una composición de chispas inflamable separadas por una capa aislante de un material resistente al fuego. Las capas interna y externa están en contacto una

con otra en un extremo de la funda, para permitir el encendido de la composición inflamable interna por la chispa progresiva.

8.1.2 Análisis de procesos comerciales.

Se definió el estado del arte por medio de una investigación de patentes y/o publicaciones relacionadas. La principal es:

a) EP 2095925 A

El principal proceso existente en el mercado es por medio de inmersión, el cual consiste en colocar los alambres sobre una plataforma para posteriormente sumergirlos en la mezcla en una o dos ocasiones para tener el espesor deseado. Luego pasa a un proceso de secado que normalmente se realiza en ambientes abiertos con temperatura controlada, es decir no precisamente hornos. Este proceso puede ser utilizado en forma manual o semiautomática en la figura se muestra un ejemplo de cómo se producen las bengalas por inmersión en la figura 8 se presenta gráficamente la elaboración por inmersión.



Figura 8.- Proceso de elaboración de bengalas común utilizado por empresa solicitante de la maquinaria

Se realizó una búsqueda de equipos comerciales nacionales e internacionales, acordes a los objetivos del proyecto los cuales se describen a continuación:

Tipo sumersión:

- Proceso simple
- Muy alta demanda de espacio

- Alto número de dispositivos necesario
- Transcurso de 3 a 4 horas (alta cantidad de piezas), incluyendo secado en horno.
- Rango ancho de tamaños de luces

Se necesita secado adicional de 24 horas al medio ambiente antes del empaque.

Tipo extrusión:

- Grado de ingeniería más alto
- Poco espacio
- Sin dispositivos de transporte de alambres
- Transcurso de 0.4 s (por pieza), sin secado (2-3 horas al sol según fabricante)
- Diferentes tamaños de luces

8.1.3 Evaluación de alternativas.

Equipo desarrollado por Steplead Company Co., Ltd.

Es un equipo que basa su principio de funcionamiento en la extrusión de acuerdo a la *figura 9* en la *figura 10* se muestra la maquina desarrollada por Steplead Company para elaboración de inciensos (mismo método que el propuesto):

- DE1002229B, 1955

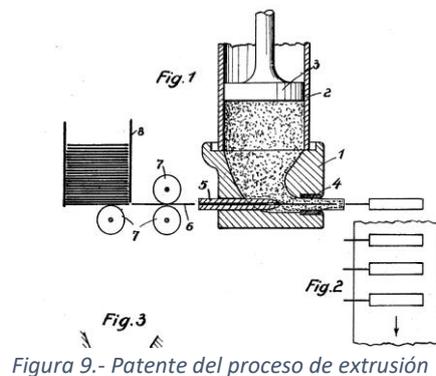


Figura 10.- Maquina utilizada para elaboración de inciensos



Figura 11.- Procedimiento utilizado para elaborar bengalas por el método de extrusión.

En la *figura 11* se muestra el proceso utilizado para la elaboración de luces de bengala por el método de “Steplead Company” Al realizar un análisis del proceso de elaboración por el método de extrusión se pudo notar que:

1. El método de extrusión permite el uso de una mezcla más espesa (20 ml de agua por 100g de polvo). La bengala se forma con el espesor requerido en una sola aplicación.
2. La forma regular de la bengala depende de una muy buena sincronización entre la presión ejercitada a la mezcla y la extrusión, respectivamente la velocidad de la bengala saliendo del dado de extrusión.
3. Una bengala que se le practica extrusión (con una mezcla de 20 ml por 100 g de polvo) seca más rápido que una con sumersión ya que solo ocupa alrededor de 2 horas.

8.2.- Calculo de requerimientos de energía para la selección de productos.

9.2.1 CALCULOS REQUERIDOS PARA EL MECANISMO EXTRUSOR BIELA-MANIVELA.

En la *figura 12* se muestra un mecanismo biela-manivela similar al que se utilizara en la extrusión como se puede observar se requiere calcular las distancias de los eslabones L_2 y L_3 para cumplir con el desplazamiento requerido para extruir las bengalas.

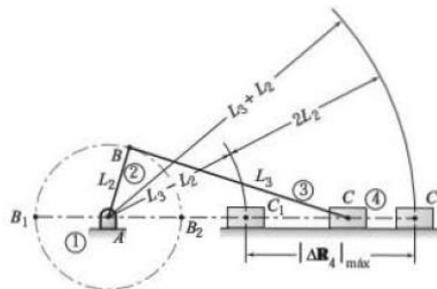


Figura 12.- Mecanismo biela-Manivela-Corredera.

Utilizando la *ecuación 2* podemos encontrar el valor del eslabón 2, tomando como dato que requerimos un desplazamiento:

$$|\Delta R_4|_{max} = 56 \text{ mm.} \quad (\text{Ec. 2})$$

Para hallar el valor de L_2 tomamos la *ecuación 3*

$$L_2 = \frac{|\Delta R_4|_{max}}{2} \quad (\text{Ec. 3})$$

Sustituyendo valores tenemos.

$$L_2 = \frac{56\text{mm}}{2} = 28\text{mm} \quad (\text{Ec. 4})$$

Sabemos que L_3 será 3 veces el valor de L_2

$$L_3 = 3 L_2 = (3) * (28\text{mm}) = 84\text{mm}$$

Comprobando los valores anteriores tenemos que:

$$C_2 = L_3 + L_2 = (84\text{mm}) + (28\text{mm}) = 112\text{mm}$$

$$C_1 = L_3 - L_2 = (84\text{mm}) - (28\text{mm}) = 56\text{mm}$$


$$|\Delta R_4|_{max} = C_2 - C_1 = 112 - 56 = 56\text{mm}$$

8.2.2 CALCULOS PARA REQUERIMIENTOS DE MOTOR EXTRUSOR.

- Calculo de torque.

Tomando como referencia el libro de "O. Parmley Robert" titulado "Illustrated sourcebook of mechanical components" en el apartado 22-19 "Factores de torsión para mecanismos manivela corredera" mostraremos la *figura 13* como referencia del mecanismo utilizado.

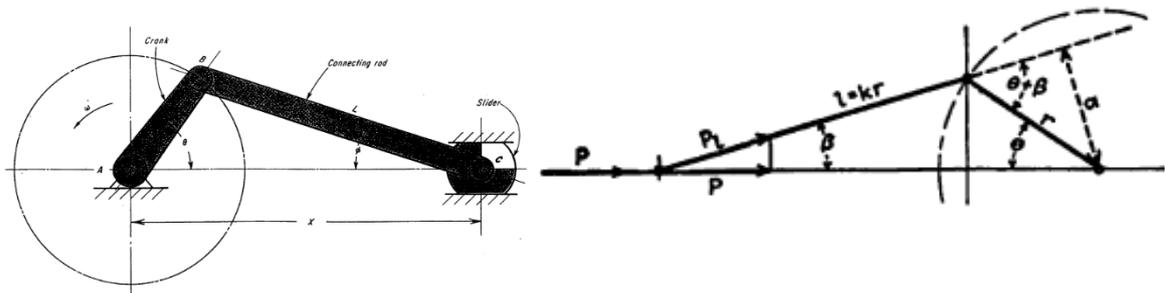


Figura 13.- Mecanismo a estudiar biela- manivela- corredera.

La tabla presentada da los valores de un factor ft para determinar el par de torsión impuesto a un cigüeñal por una fuerza actuando sobre una cruceta en la dirección de carrera.

Donde:

P = Fuerza ejercida sobre el pistón o la cruceta.

Θ = Posición del cigüeñal, desde el punto muerto del cabezal.

β = Ángulo de la biela correspondiente a Θ .

Pl = Fuerza en la biela = $P/\cos\beta$.

L = Longitud de la biela.

r = Radio de la manivela.

$K = L/r$ = Relación entre la longitud de la biela y el radio de manivela.

a = Distancia perpendicular de la línea central de la varilla de conexión al centro del eje del cigüeñal,

T = Par en el cigüeñal.

ft = Factor dado en la tabla adjunta para un valor de k específico y respecto al ángulo

de manivela, $\Theta = \text{sen } \theta \left(1 + \frac{\cos\theta}{\sqrt{k^2 - \text{sen}^2\theta}} \right)$

tenemos que:

$$T = Pl * a = \left(\frac{P}{\cos\beta}\right) * r \operatorname{sen}(\theta + \beta) = Pr[(\operatorname{sen}\theta \cos\beta + \cos\theta \operatorname{sen}\beta)/\cos\beta] \quad \text{(Ec. 5)}$$

Ya que $\frac{r}{kr} = \frac{\operatorname{sen}\beta}{\operatorname{sen}\theta}$, donde $\operatorname{sen}\beta = \frac{\operatorname{sen}\theta}{k}$, y $\sqrt{1 - \cos^2\beta} = \operatorname{sen}\frac{\theta}{k}$

O de igual manera

$$\cos\beta = \sqrt{k^2 - \operatorname{sen}^2\frac{\theta}{k}}$$

Sustituyendo esos valores en $\operatorname{sen}\beta$ y $\cos\beta$ en la ecuación 5 tenemos que:

$$T = Pr[\operatorname{sen}\theta \left(1 + \frac{\cos\theta}{\sqrt{k^2 - \operatorname{sen}^2\theta}}\right)] \quad \text{(Ec. 6)}$$

Sustituyendo a ft en la ecuación tenemos que.

$$T = Pr * ft \quad \text{(Ec. 7)}$$

El valor de ft esta dado en la tabla por k y el rango es de 3 a 5

Teniendo la ecuación podemos calcular el valor del torque de la siguiente manera
Según ecuación:

$$T = (P) * (r) * (ft)$$

Donde:

P = Es el valor de la fuerza requerida en Newton.

r = Es el valor del radio del circulo descrito por el eslabón $L2$.

ft = Es el valor del factor tangencial dado por el Angulo de inclinación entre el eje de acción y es el eslabón $L2$ y el factor k .

Dicho lo anterior en la siguiente tabla 1 se muestran los valores del constante f_t obtenida entre la división de las longitudes del eslabón l y r .

Tangential Factors f_t

Ratio of Length of Rod to Length of Crank $l/r = k$

Crank angle deg.	Ratio of Length of Rod to Length of Crank $l/r = k$																				
	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.1161	0.1152	0.1143	0.1135	0.1127	0.1120	0.1113	0.1106	0.1100	0.1094	0.1089	0.1083	0.1078	0.1073	0.1069	0.1064	0.1060	0.1056	0.1052	0.1049	0.1045
10	0.2308	0.2289	0.2272	0.2255	0.2240	0.2226	0.2212	0.2199	0.2187	0.2175	0.2164	0.2154	0.2144	0.2135	0.2125	0.2117	0.2109	0.2101	0.2093	0.2086	0.2079
15	0.3425	0.3397	0.3372	0.3348	0.3326	0.3304	0.3284	0.3266	0.3248	0.3231	0.3215	0.3199	0.3185	0.3171	0.3157	0.3145	0.3133	0.3121	0.3110	0.3099	0.3089
20	0.4499	0.4463	0.4430	0.4399	0.4370	0.4343	0.4317	0.4293	0.4269	0.4247	0.4227	0.4207	0.4188	0.4170	0.4153	0.4136	0.4121	0.4106	0.4091	0.4078	0.4064
25	0.5516	0.5473	0.5434	0.5397	0.5362	0.5329	0.5298	0.5268	0.5240	0.5214	0.5189	0.5165	0.5143	0.5121	0.5101	0.5081	0.5062	0.5044	0.5027	0.5011	0.4995
30	0.6464	0.6415	0.6370	0.6328	0.6288	0.6250	0.6215	0.6181	0.6150	0.6120	0.6091	0.6064	0.6038	0.6014	0.5991	0.5968	0.5947	0.5927	0.5907	0.5888	0.5870
35	0.7331	0.7278	0.7228	0.7182	0.7138	0.7097	0.7058	0.7021	0.6987	0.6954	0.6923	0.6893	0.6865	0.6838	0.6813	0.6788	0.6765	0.6743	0.6722	0.6701	0.6682
40	0.8108	0.8052	0.7999	0.7949	0.7903	0.7859	0.7818	0.7779	0.7743	0.7708	0.7675	0.7644	0.7614	0.7586	0.7559	0.7533	0.7509	0.7486	0.7463	0.7442	0.7421
45	0.8786	0.8728	0.8673	0.8622	0.8575	0.8530	0.8488	0.8448	0.8410	0.8375	0.8341	0.8309	0.8279	0.8250	0.8222	0.8196	0.8171	0.8147	0.8124	0.8102	0.8081
50	0.9358	0.9300	0.9245	0.9194	0.9147	0.9102	0.9060	0.9021	0.8983	0.8948	0.8915	0.8883	0.8853	0.8824	0.8797	0.8771	0.8746	0.8722	0.8700	0.8678	0.8657
55	0.9820	0.9763	0.9710	0.9661	0.9615	0.9572	0.9532	0.9494	0.9458	0.9424	0.9392	0.9361	0.9332	0.9305	0.9278	0.9253	0.9230	0.9207	0.9185	0.9164	0.9144
60	1.0168	1.0115	1.0065	1.0020	0.9977	0.9937	0.9900	0.9864	0.9831	0.9799	0.9769	0.9741	0.9714	0.9688	0.9664	0.9641	0.9619	0.9598	0.9577	0.9558	0.9540
65	1.0402	1.0355	1.0311	1.0270	1.0232	1.0196	1.0162	1.0131	1.0101	1.0073	1.0046	1.0021	0.9997	0.9974	0.9953	0.9932	0.9912	0.9894	0.9876	0.9859	0.9842
70	1.0525	1.0485	1.0448	1.0413	1.0380	1.0350	1.0322	1.0295	1.0270	1.0246	1.0224	1.0202	1.0182	1.0163	1.0145	1.0127	1.0111	1.0095	1.0080	1.0065	1.0051
75	1.0539	1.0508	1.0479	1.0451	1.0426	1.0402	1.0380	1.0359	1.0339	1.0321	1.0303	1.0287	1.0271	1.0256	1.0242	1.0228	1.0215	1.0203	1.0191	1.0180	1.0169
80	1.0452	1.0430	1.0410	1.0391	1.0374	1.0357	1.0342	1.0328	1.0314	1.0301	1.0289	1.0278	1.0267	1.0257	1.0247	1.0238	1.0229	1.0220	1.0212	1.0204	1.0197
85	1.0269	1.0258	1.0247	1.0238	1.0229	1.0221	1.0213	1.0206	1.0199	1.0192	1.0186	1.0180	1.0175	1.0169	1.0164	1.0160	1.0155	1.0151	1.0147	1.0143	1.0139
90	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
95	0.9655	0.9666	0.9676	0.9686	0.9695	0.9703	0.9711	0.9718	0.9725	0.9732	0.9738	0.9744	0.9749	0.9754	0.9759	0.9764	0.9769	0.9773	0.9777	0.9781	0.9785
100	0.9245	0.9266	0.9286	0.9305	0.9323	0.9339	0.9354	0.9369	0.9382	0.9395	0.9407	0.9418	0.9429	0.9440	0.9449	0.9459	0.9468	0.9476	0.9484	0.9492	0.9499
105	0.8779	0.8810	0.8840	0.8867	0.8892	0.8916	0.8938	0.8959	0.8979	0.8998	0.9015	0.9032	0.9048	0.9063	0.9077	0.9090	0.9103	0.9116	0.9127	0.9139	0.9150
110	0.8269	0.8309	0.8345	0.8381	0.8413	0.8444	0.8472	0.8499	0.8524	0.8548	0.8570	0.8592	0.8612	0.8631	0.8649	0.8667	0.8683	0.8699	0.8714	0.8729	0.8742
115	0.7724	0.7771	0.7815	0.7856	0.7894	0.7930	0.7964	0.7995	0.8025	0.8053	0.8080	0.8105	0.8129	0.8152	0.8174	0.8194	0.8214	0.8233	0.8251	0.8268	0.8284
120	0.7153	0.7206	0.7255	0.7300	0.7343	0.7383	0.7421	0.7457	0.7490	0.7522	0.7551	0.7580	0.7607	0.7632	0.7657	0.7680	0.7702	0.7723	0.7743	0.7762	0.7781
125	0.6563	0.6620	0.6673	0.6722	0.6768	0.6811	0.6851	0.6889	0.6925	0.6959	0.6991	0.7022	0.7051	0.7078	0.7105	0.7130	0.7154	0.7176	0.7198	0.7219	0.7239
130	0.5963	0.6021	0.6076	0.6126	0.6174	0.6219	0.6261	0.6300	0.6337	0.6373	0.6406	0.6438	0.6468	0.6497	0.6524	0.6550	0.6575	0.6599	0.6621	0.6643	0.6664
135	0.5356	0.5415	0.5469	0.5520	0.5568	0.5612	0.5655	0.5694	0.5732	0.5767	0.5801	0.5833	0.5863	0.5892	0.5920	0.5946	0.5971	0.5995	0.6018	0.6040	0.6061
140	0.4748	0.4804	0.4857	0.4907	0.4953	0.4997	0.5038	0.5077	0.5113	0.5148	0.5181	0.5212	0.5242	0.5270	0.5297	0.5322	0.5347	0.5370	0.5393	0.5414	0.5435
145	0.4140	0.4194	0.4243	0.4290	0.4334	0.4375	0.4414	0.4450	0.4485	0.4518	0.4549	0.4578	0.4607	0.4633	0.4659	0.4683	0.4706	0.4729	0.4750	0.4770	0.4790
150	0.3536	0.3585	0.3630	0.3673	0.3712	0.3750	0.3785	0.3819	0.3850	0.3880	0.3909	0.3936	0.3962	0.3986	0.4009	0.4032	0.4053	0.4073	0.4093	0.4112	0.4130
155	0.2937	0.2979	0.3019	0.3056	0.3091	0.3124	0.3155	0.3184	0.3212	0.3238	0.3263	0.3287	0.3310	0.3331	0.3352	0.3371	0.3390	0.3408	0.3425	0.3442	0.3457
160	0.2342	0.2377	0.2410	0.2441	0.2470	0.2498	0.2523	0.2548	0.2571	0.2593	0.2614	0.2634	0.2652	0.2670	0.2688	0.2704	0.2720	0.2735	0.2749	0.2763	0.2776
165	0.1752	0.1779	0.1804	0.1828	0.1851	0.1872	0.1892	0.1911	0.1929	0.1946	0.1962	0.1977	0.1992	0.2006	0.2019	0.2032	0.2044	0.2055	0.2067	0.2077	0.2088
170	0.1166	0.1184	0.1201	0.1218	0.1233	0.1247	0.1261	0.1274	0.1286	0.1298	0.1309	0.1319	0.1329	0.1338	0.1348	0.1356	0.1364	0.1372	0.1380	0.1387	0.1394
175	0.0582	0.0591	0.0600	0.0608	0.0616	0.0623	0.0630	0.0637	0.0643	0.0649	0.0654	0.0660	0.0665	0.0670	0.0674	0.0679	0.0683	0.0687	0.0691	0.0694	0.0698
180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 1.- valores para factor tangencial f_t

En la tabla 2 se muestran los datos que se utilizaran para hacer los cálculos respectivos el valor de k será 3.0 y para el ángulo se tomaran un valor máximo y un valor mínimo que para este caso serían 5 grados y 75 grados respectivamente.

Crank angle deg.	k = 3.0	
	3.0	3.1
0	0.0000	0.0000
5	0.1161	0.1152
10	0.2308	0.2289
15	0.3425	0.3397
20	0.4499	0.4463
25	0.5516	0.5473
30	0.6464	0.6415
35	0.7331	0.7278
40	0.8108	0.8052
45	0.8786	0.8728
50	0.9358	0.9300
55	0.9820	0.9763
60	1.0168	1.0115
65	1.0402	1.0355
70	1.0525	1.0485
75	1.0539	1.0508
80	1.0452	1.0430
85	1.0269	1.0258
90	1.0000	1.0000
95	0.9655	0.9666

Tabla 2.- Valores utilizados para obtener torque máximo y mínimo.

Datos:

$$P = 500 \text{ N}$$

$$r = 0.028 \text{ m}$$

$$l = 0.084 \text{ m}$$

$$k = l/r = \frac{0.084}{0.028} = 3.0$$

$$\theta_{min} = 5^\circ$$

$$\theta_{max} = 75^\circ$$

$$ft_{min} = 0.1161$$

$$ft_{max} = 1.0539$$

Teniendo los datos anteriores podemos hallar el valor del torque máximo y mínimo sustituyéndolos en la ecuación.

$$T_{min} = (500N) * (0.028) * (0.1161) = \boxed{1.6248 \text{ N} * \text{M}}$$

$$T_{max} = (500N) * (0.028) * (1.0539) = \boxed{14.7496 \text{ N} * \text{M}}$$

8.2.3 Calculo de potencia.

Para poder calcular el torque utilizaremos la ecuación en la cual necesitamos tener como dato el valor del torque y la velocidad angular.

$$\boxed{P = T * \omega} \quad \text{(Ec.8)}$$

Calculando la velocidad angular.

Para ello tenemos que necesitamos que el motor de dos vueltas en 1 min. Por ello tendríamos que:

$$\boxed{\omega = 4 \pi}$$

Datos:

$$T_{min} = 1.6248 \text{ N} * \text{M}$$

$$T_{max} = 14.7496 \text{ N} * \text{M}$$

$$\omega = 4 \pi$$

ahora podremos sustituir los valores en la ecuación, y hallar el valor de potencia máximo requerido para mover dicho mecanismo.

$$P_{max} = (14.7496NM) * (4 \pi) = \boxed{185.35 \text{ watts}}$$

8.2.4 Cálculos para selección de motor.

Tomando como referencia el valor obtenido de la potencia podemos obtener los parámetros necesarios para la selección del motor eléctrico que se adapte a las necesidades requeridas para ello utilizaremos una eficiencia de 75% en el motor con ello tenemos que:

$$\text{Eficiencia} = P_{\max} * 75\% = (185.35 \text{ watts}) * (0.75) = 139.01$$

$$P_{\text{requerida}} = (P_{\text{Max+eficiencia}}) * \text{factor de seguridad (3.5)} = (185.35 + 139.36)(3.5) \text{ watts}$$

$$P_{\text{requerida}} = 1135.26 \text{ watts, aprox} = 1.52 \text{ hp}$$

Para elegir un motor que se pueda adaptar a las necesidades requeridas nos apoyamos del “catálogo general SD03 2017” de motores eléctricos de la empresa siemens en la cual podemos localizar algunos parámetros requeridos por cuestiones de ambiente, tipo de aislamiento, factor de servicio, potencia requerida en HP, velocidad en rpm y tensión a 60 Hz. En la imagen se muestra el motor que se podría adaptar a dichas necesidades en la figura 14 se muestra una tabla y el motor que se podrá utilizar.

Motores trifásicos

Tabla de selección

Totalmente cerrados con ventilación exterior
 Montaje: Horizontal con patas (F-1)
 Aislamiento clase F
 Diseño NEMA B según Norma MG-1
 33°C temp. ambiente a una altitud de 2300 msnm
 40°C temp. ambiente a una altitud de 1000 msnm
 Factor de servicio:
 1.15 Motores GP10 y SD10

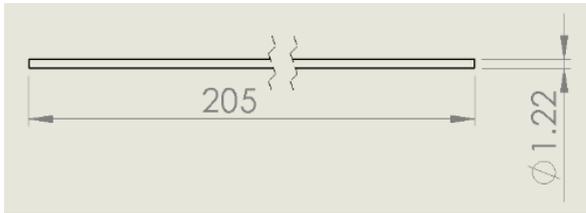


Potencia en HP	Velocidad en RPM	Descripción		Modelo	
		Tensión a 60Hz en Volts	Tamaño Armazón NEMA	GP10 Uso General Catálogo Spiridon	SD10 Uso Severo Catálogo Spiridon
0.5	900	208-230/460	143T	A7B10000048458	no disponible
0.75	1800	208-230/460	143T	A7B10000048472	A7B10000048469
	1200	208-230/460	143T	A7B10000048459	A7B10000048474
	900	208-230/460	145T	A7B10000048490	A7B10000048475
1	3600	208-230/460	143T	A7B10000012670	A7B10000047493
	1800	208-230/460	143T	A7B10000012675	A7B10000047514
	1200	208-230/460	145T	A7B10000012678	A7B10000047515
	900	208-230/460	182T	A7B10000048088	A7B10000048042
1.5	3600	208-230/460	143T	A7B10000012671	A7B10000048041
	1800	208-230/460	145T	A7B10000012676	A7B10000047516
	1200	208-230/460	182T	A7B10000012683	A7B10000048043
	900	208-230/460	184T	A7B10000048499	A7B10000048044
2	3600	208-230/460	145T	A7B10000012672	A7B10000048045
	1800	208-230/460	145T	A7B10000012677	A7B10000047517
	1200	208-230/460	184T	A7B10000012684	A7B10000048046
	900	208-230/460	213T	A7B10000048089	A7B10000048047
3	3600	208-230/460	182T	A7B10000012679	A7B10000048048
	1800	208-230/460	182T	A7B10000012681	A7B10000047518
	1200	208-230/460	213T	A7B10000012689	A7B10000048049
	900	208-230/460	215T	A7B10000048090	A7B10000048050

Figura 14.- datos necesarios para selección de motor eléctrico.

8.2.4 CALCULOS PARA DISEÑO DE CAJONERAS SEGUN CANTIDAD DE PRODUCCION.

- VARILLA



DENSIDAD = 7800 Kg/m^3

VOLUMEN = 0.239 m^3

MASA = 0.001869 gr

Figura 15.- Diámetro y longitud nominal de varilla.

- EXTRUSION DE BENGALA



MASA EN VOLUMEN DE 5ml = 0.0112 Kg

DENSIDAD = 2240 Kg/m^3

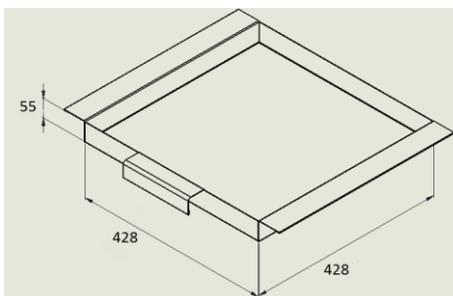
VOLUMEN = 2806.45 mm^3

MASA = 0.001653 Kg

Figura 16.- Material extruido

- CAJON CON 55mm DE ALTURA

(CANTIDAD REAL)



VOLUMEN = 0.009892 m^3

MASA = 2.70 Kg

CANTIDAD DE BENGALAS = 3220 BENGALAS

MASA TOTAL = 14 Kg

-SE NECESITARIAN 5 CARRITOS PARA UNA PRODUCCION DE 230,400 BENGALAS (51520 BENGALAS POR CARRITO)

(CANTIDAD AL 60 %)

MASA CAJON = 2.70 Kg

MASA BENGALAS = 6.8045 Kg

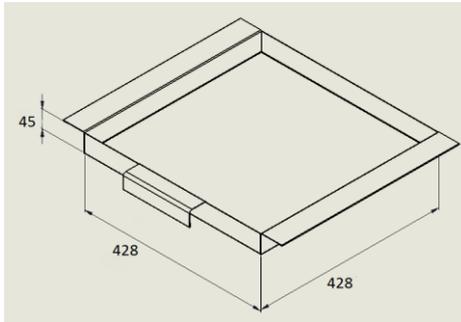
CANTIDAD DE BENGALAS = 1932 BENGALAS

MASA TOTAL = 9.5345 Kg

-SE NECESITARIAN 8 CARRITOS PARA UNA PRODUCCION DE 230,400 BENGALAS (30,912 BENGALAS POR CARRITO)

- CAJON 45 mm DE ALTURA

(CANTIDAD REAL)



MASA CAJON = 2.59 Kg MASA BENGALAS = 9.72 Kg

CANTIDAD DE BENGALAS = 2760 BENGALAS

MASA TOTAL = 12.313 Kg

-SE NECESITARIAN 6 CARRITOS PARA UNA PRODUCCION DE 230,400 BENGALAS (44160 BENGALAS POR CARRITO)

Figura 18.- Cajonera para transporte de bengalas

(CANTIDAD AL 60%)

MASA CAJON = 2.59 Kg MASA BENGALAS = 5.8324 Kg

CANTIDAD DE BENGALAS = 1656 BENGALAS

MASA TOTAL = 8.4254 Kg

-SE NECESITARIAN 9 CARRITOS PARA UNA PRODUCCION DE 230,400 BENGALAS (26,496 BENGALAS POR CARRITO)

8.3.- Modelado tridimensional de equipos.

En este punto se presentarán algunos de los modelados en 3-D elaborados para la planta piloto cabe mencionar que por cuestiones de privacidad de la empresa CIATEQ AC no se permite presentar todas las piezas, por esta razón se presentara en este apartado algunas de las piezas de mayor importancia para dicho mecanismo, dichas piezas serán las mismas que se utilizaran en apartados posteriores para representar los dibujos, las simulaciones y el análisis estático.

Como bien sabemos los sistemas CAD que permiten el diseño de objetos tridimensionales (diseño de piezas mecánicas, diseños en chapa, en plástico, etc.) pueden llegar a ofrecer al usuario las siguientes prestaciones:

- a) En un módulo de pre proceso, se define interactivamente la forma tridimensional del objeto o conjunto de objetos a diseñar. El ordenador almacena un modelo tridimensional completo del mismo, que permite la generación de cualquier vista, así como secciones, detalles y planos. Asimismo, el modelo de representación tridimensional contiene la información necesaria para el cálculo de las propiedades geométricas del objeto que se está diseñando: superficie, volumen, peso, centro de gravedad, momentos de inercia, etc.

- b) En una segunda fase de proceso, se utiliza el modelo obtenido para realizar cálculos y simulaciones más complejos, como pueden ser el cálculo de tensiones por elementos finitos, o la simulación del comportamiento aerodinámico en el caso del diseño de carrocerías, perfiles de avión, etc.
- c) En una tercera fase se pueden visualizar gráficamente los principales resultados de los programas de cálculo. Si no son correctos, el usuario incidirá sobre la forma del objeto, modificando el modelo y repitiendo el proceso; si en cambio ya son aceptables, el sistema podrá generar automáticamente una cinta de control numérico para la generación automática de un prototipo del objeto diseñado.

a continuación, se mostrará de una manera general algunas de las piezas diseñadas para poder lograr la elaboración de dicha planta piloto, se pretende elaborar 3 estaciones una estación que será la maquina extrusora, la segunda estación será la maquina alimentadora de bengalas y la tercera será la elaboración de unos racks para transporte de las bengalas.

8.3.1 Modelos 3-D de maquina elaboradora de bengalas.

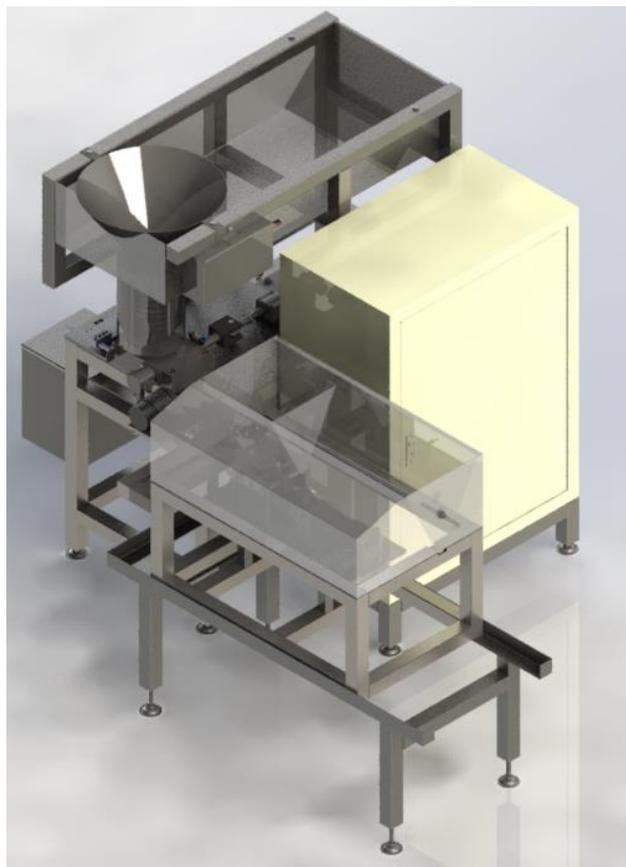


Figura 19.- Maquina extrusora de bengalas y alimentador de alambres.

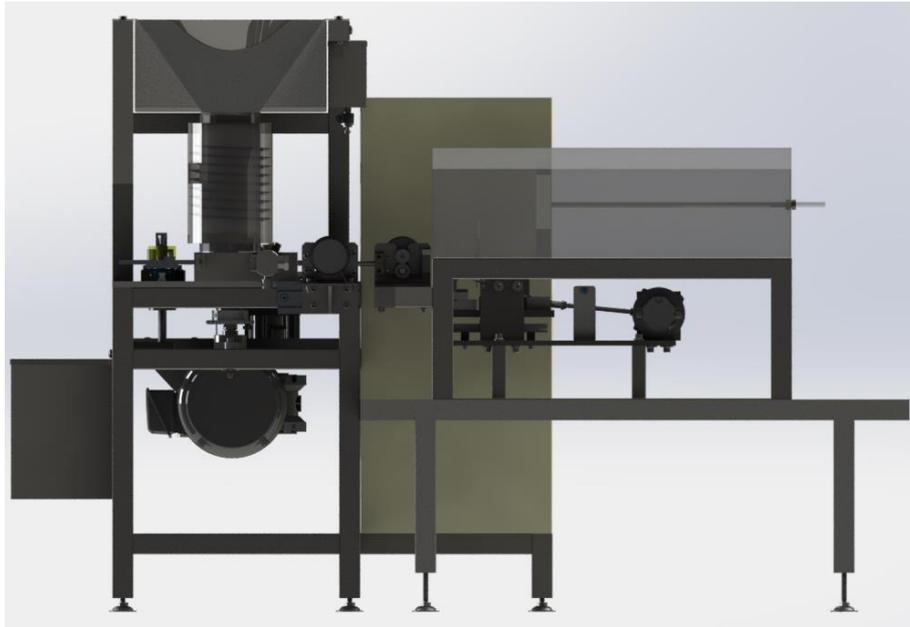


Figura 20.- Vista frontal de maquina extrusora y maquina alimentadora de alambres

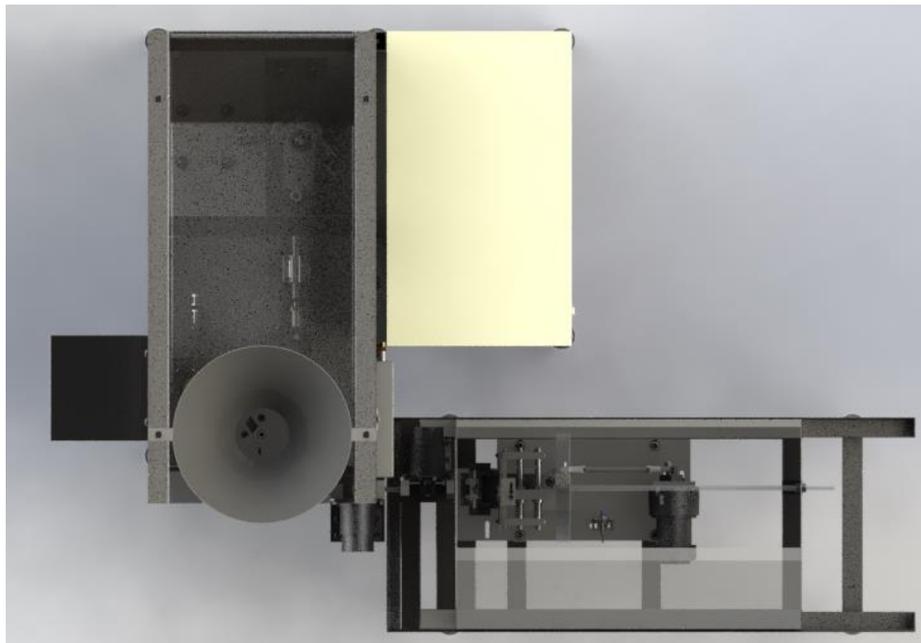


Figura 21.- Vista de planta de maquina extrusora y maquina alimentadora de alambres

8.3.1. Ensamble maquina extrusora.

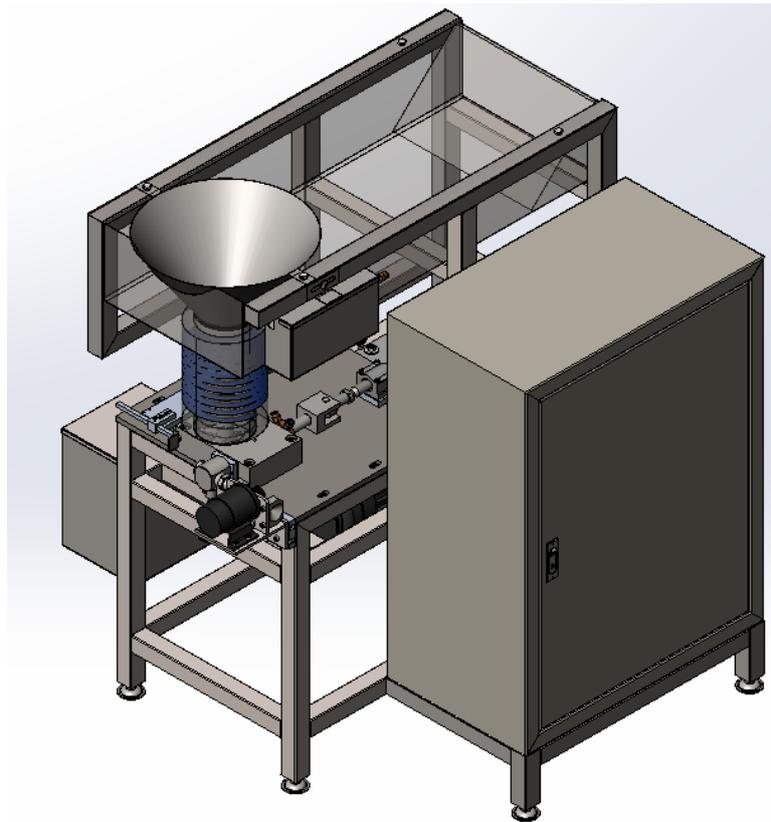


Figura 22.- Vista isométrica de maquina extrusora

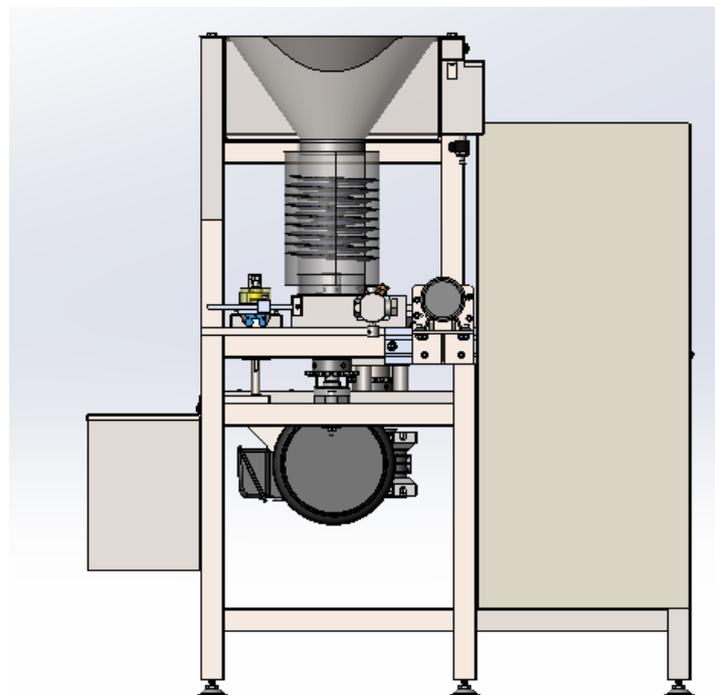


Figura 23.- Vista Frontal de maquina extrusora

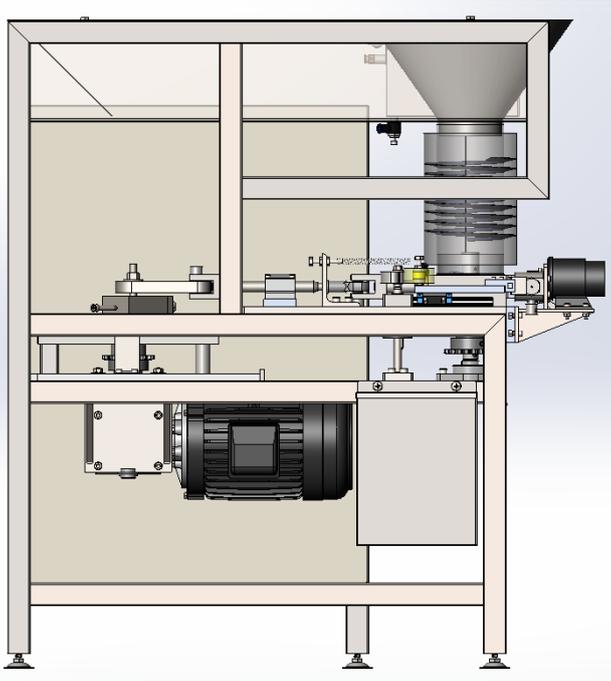


Figura 24.- Vista lateral de maquina extrusora

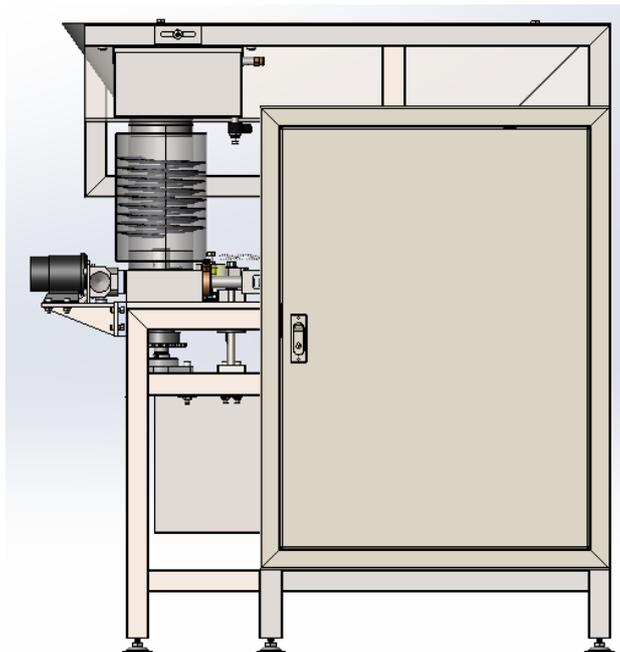


Figura 25.- Vista Lateral de maquina extrusora

8.3.1.2 Soporte de mecanismo de extrusión.

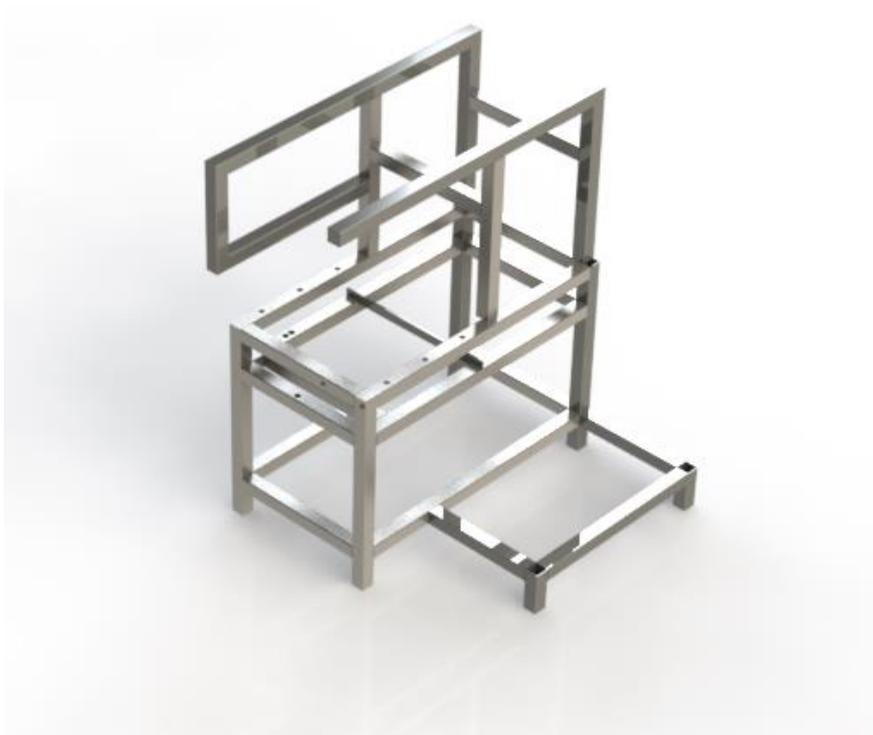


Figura 26.- Soporte PTR para montaje de mecanismo extrusor.



Figura 27.- Placa de anclaje del mecanismo extrusor y mecanismo de detección de alambres

8.3.1.3 sistema de mezclado y alimentación de mezcla pirotécnica.

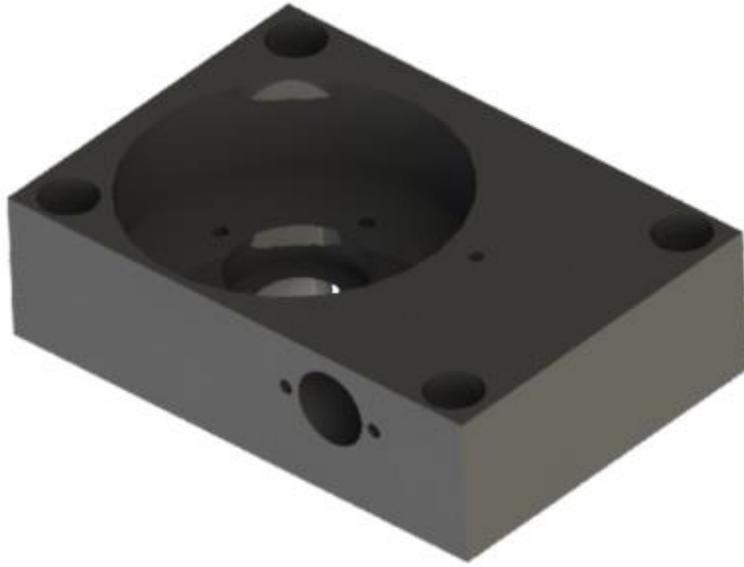


Figura 28.- Base de alimentación e inyección de mezcla pirotécnica

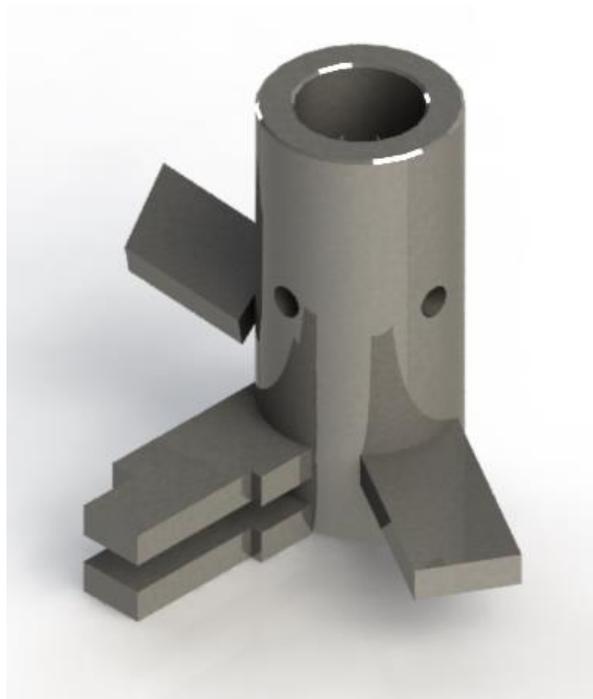


Figura 29.- Paletas mezcladoras y dosificadores de material pirotécnico

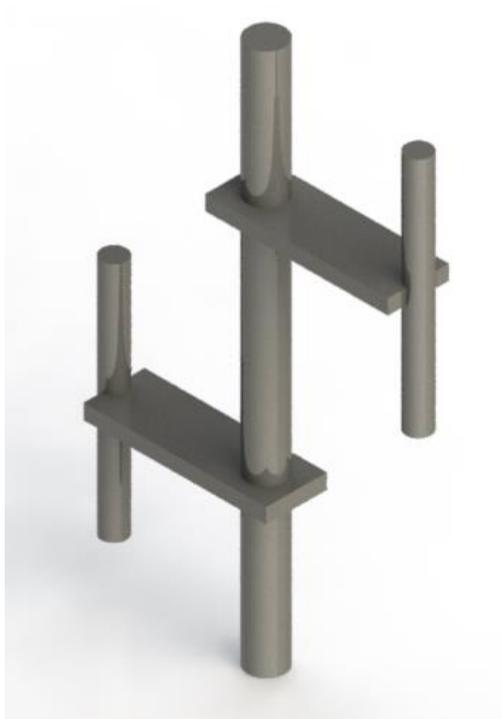


Figura 30.- Mezclador de material pirotécnico

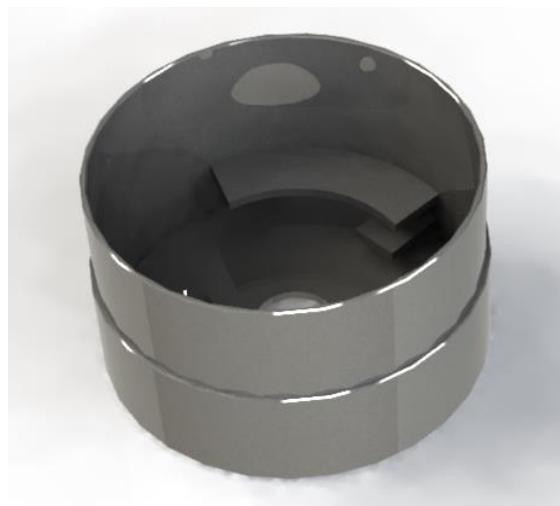
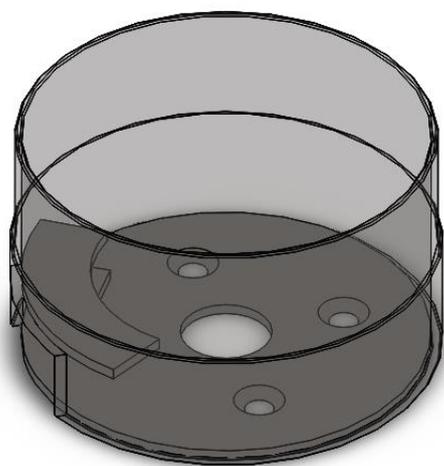


Figura 31.- Contenedor de alimentación y mezclado de material para bengalas

8.3.1.4 Sistema de inyección de mezcla pirotécnica.

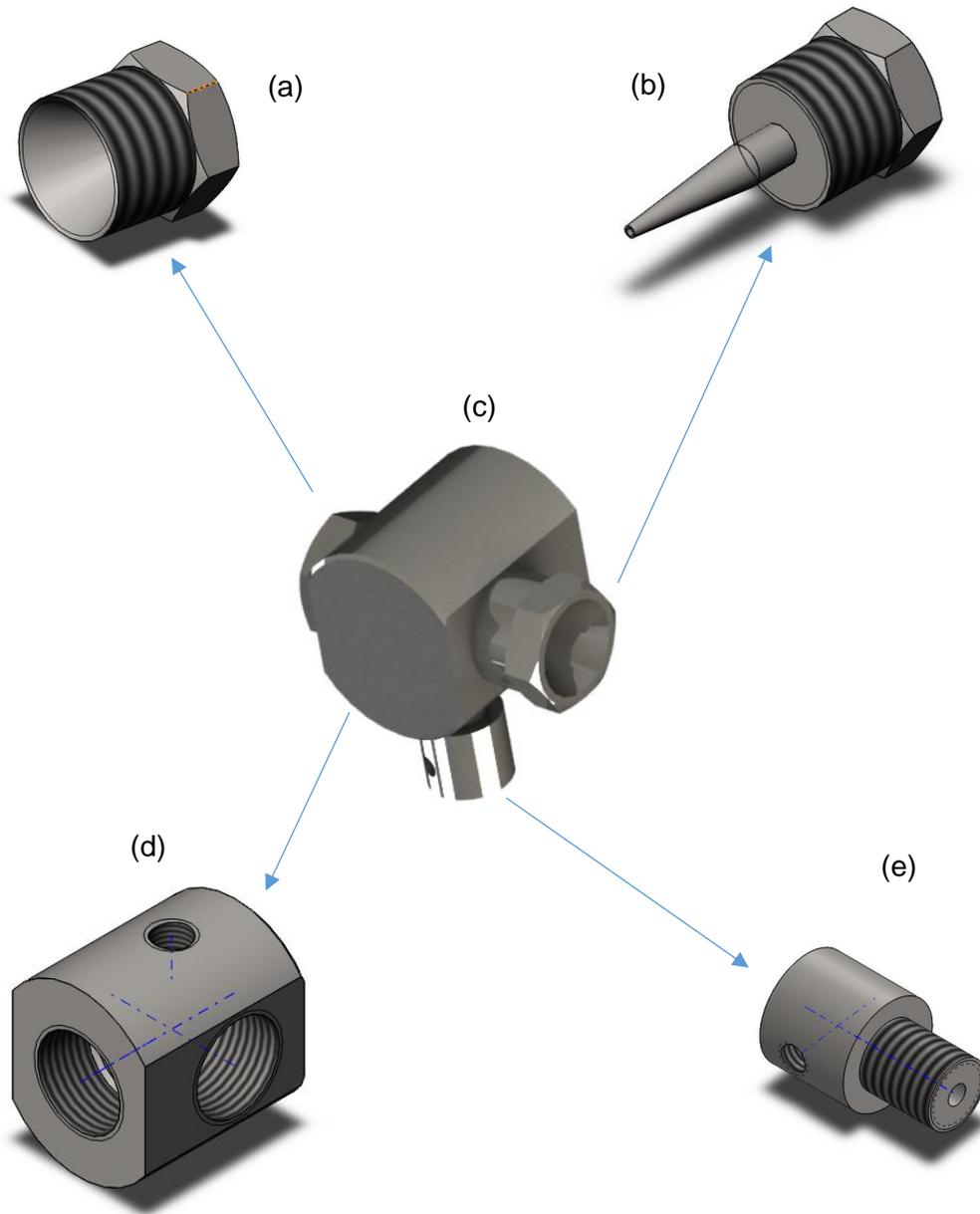


Figura 32.- (c)Boquilla de inyección de mezcla pirotécnica, (a)Boquilla dosificadora de mezcla pirotécnica, (b)Boquilla de alimentación de alambres, (d) Cámara contenedora de mezcla pirotécnica, (e)Tornillo liberador de presión.

8.3.1.5 Mecanismo extrusor.

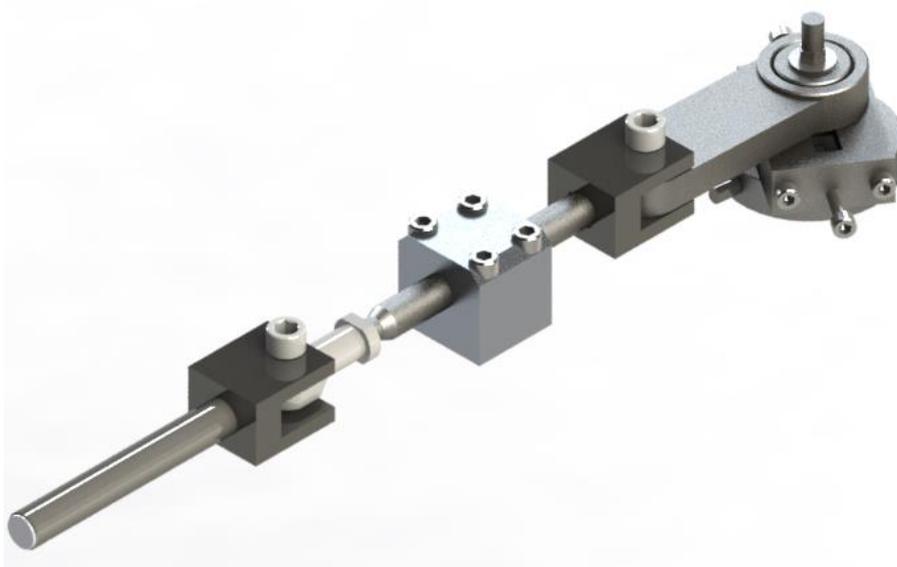


Figura 33.- Mecanismo biela-Manivela-Corredera utilizado para la extrusión.

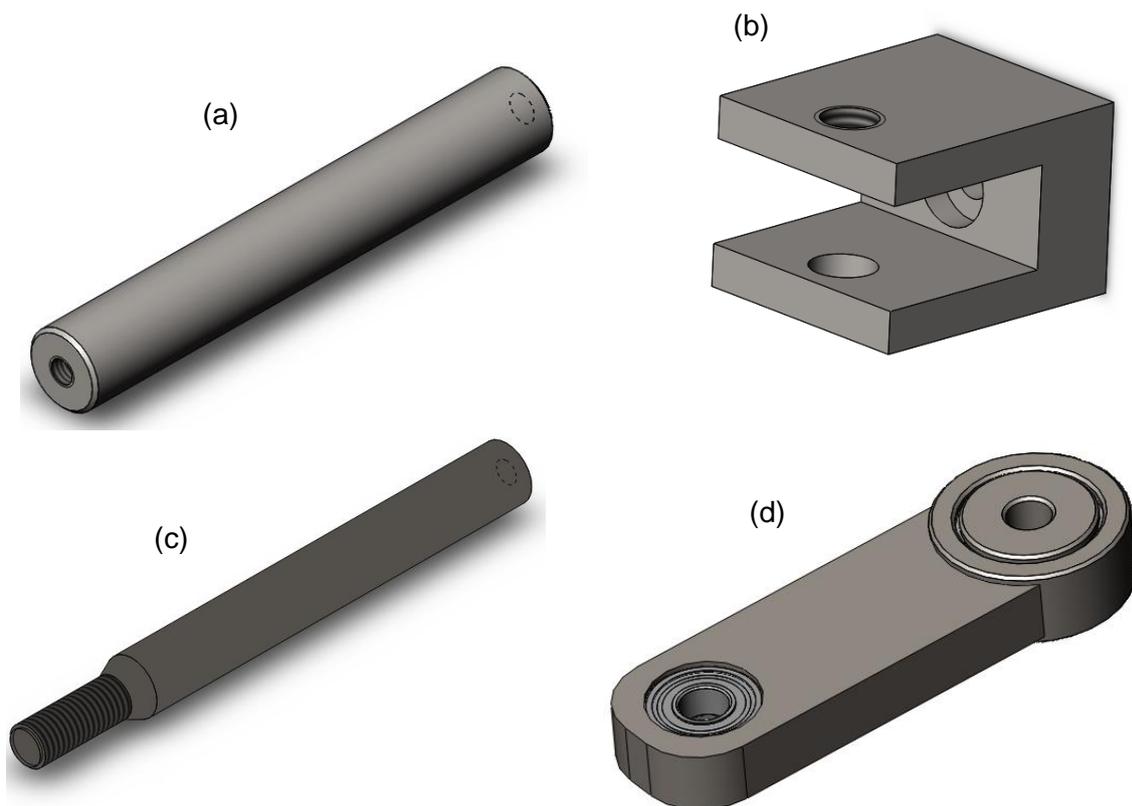


Figura 34.- Eslabones utilizados en la extrusión, (a) Perno empujador de mezcla, (b) Dado de unión entre pernos, (c) Perno de unión, (d) Manivela

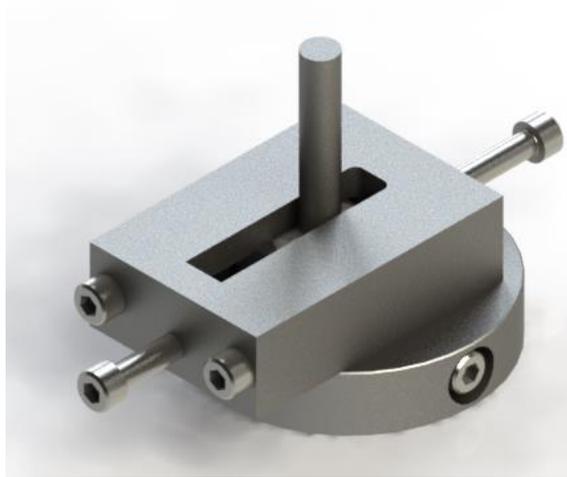


Figura 35.- Mecanismo giratorio sujeto al motor utilizado como biela

8.3.2 Máquina alimentadora de alambres.

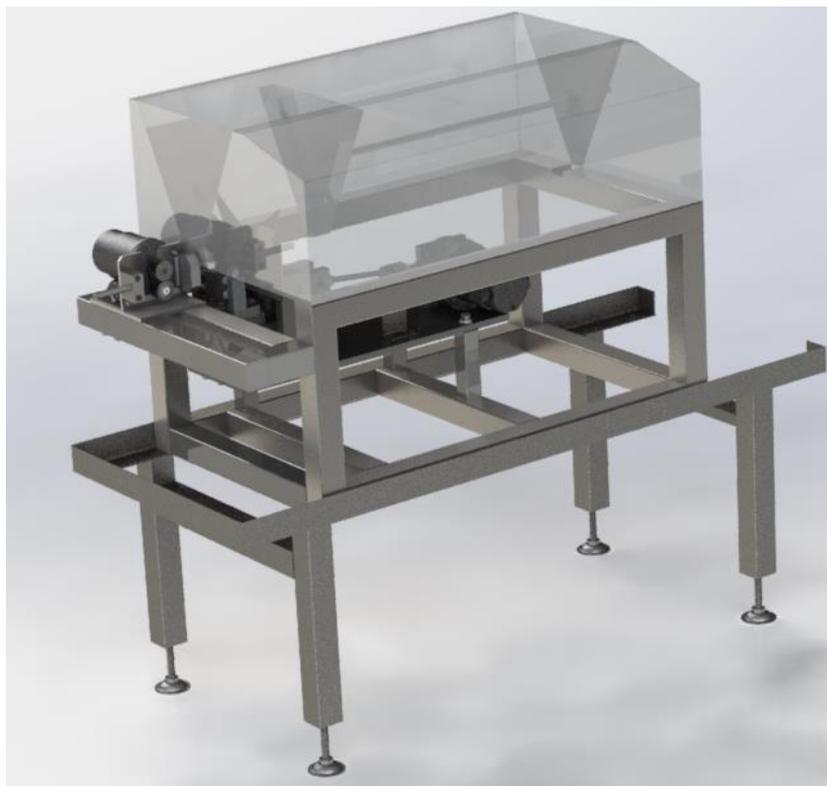


Figura 36.-Maquina de alimentación de alambres

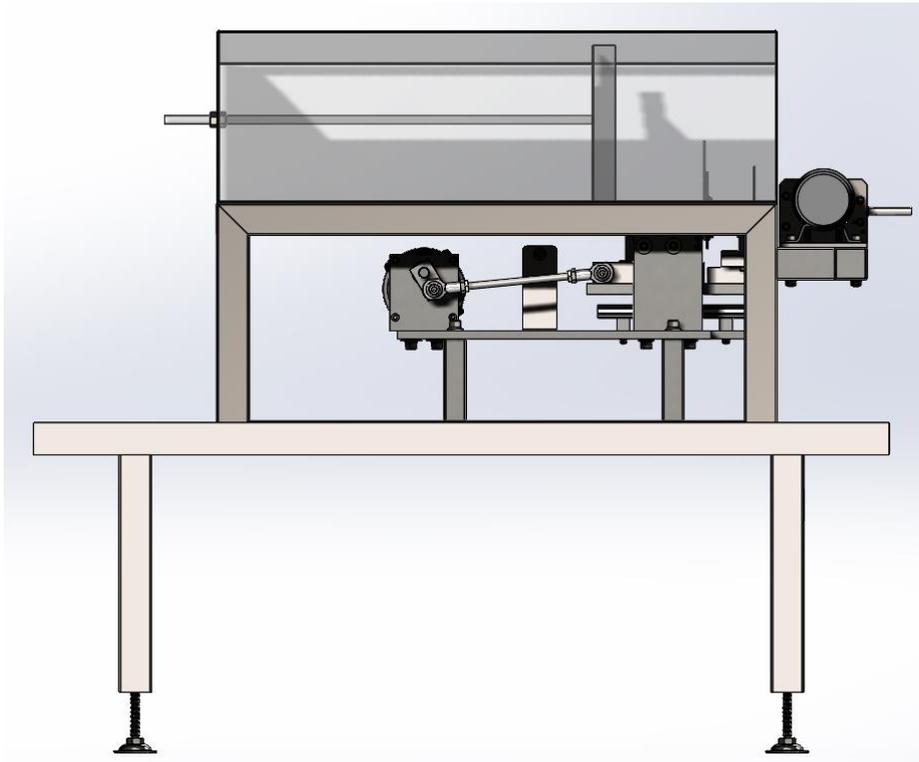


Figura 37.-Maquina de alimentación de alambres vista lateral.

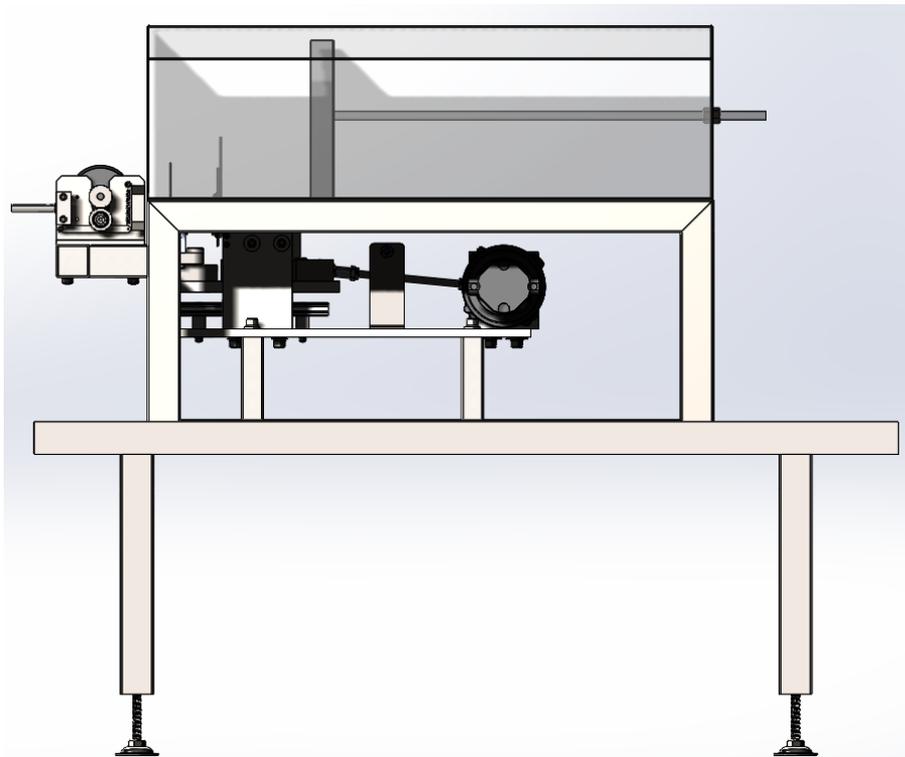


Figura 38.- Maquina de alimentación de alambres vista lateral.

8.3.2.1 Sistema de alimentación de alambres.

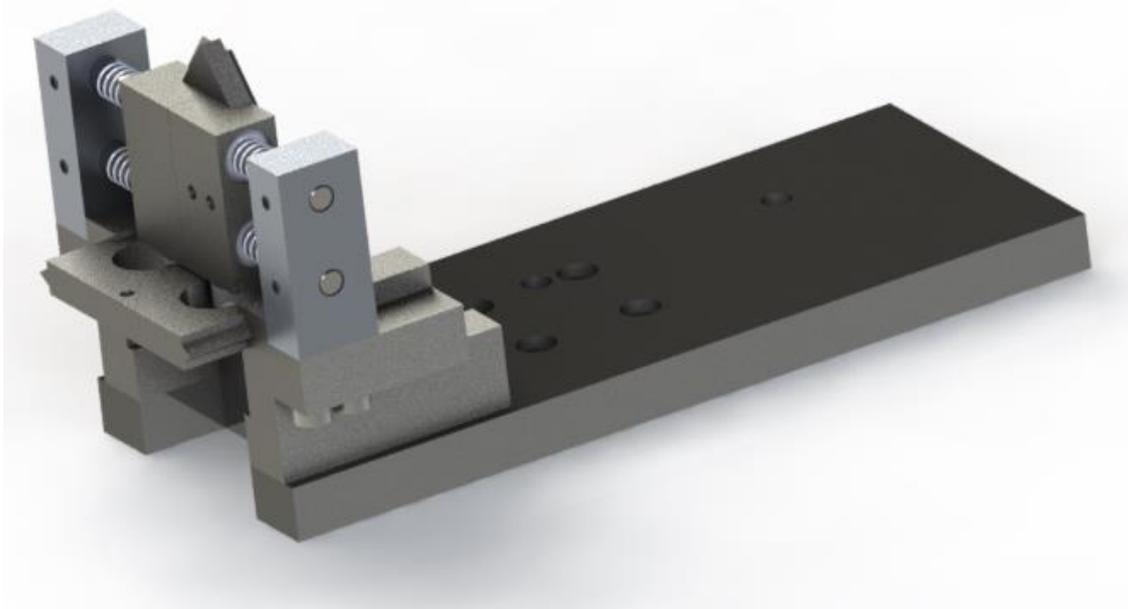


Figura 39.-Mecanismo principal de alimentación de alambres

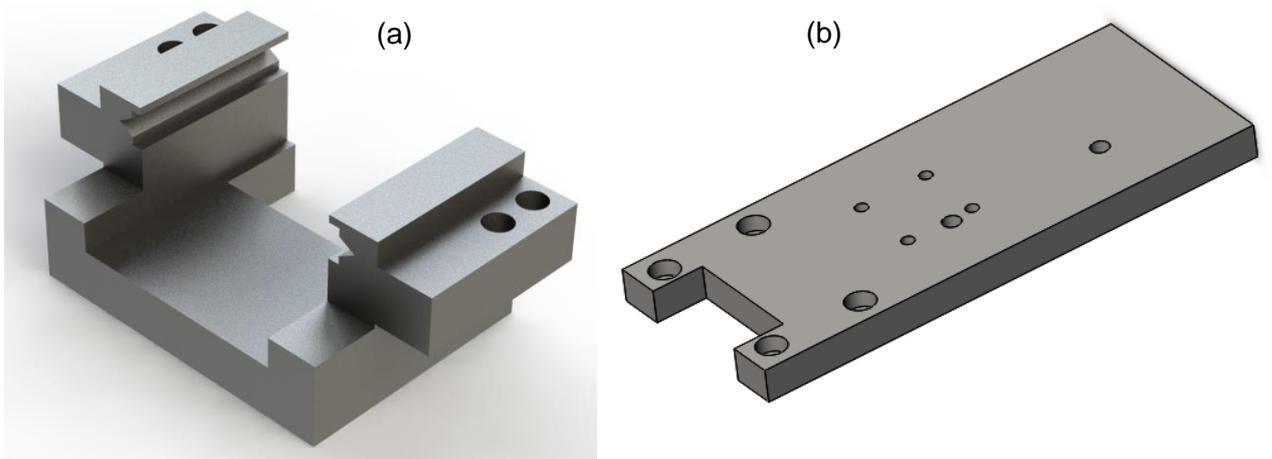


Figura 40.- Piezas utilizadas en la alimentación, (a) sujetador de leva y uñas de alimentación, (b) soporte de mecanismo

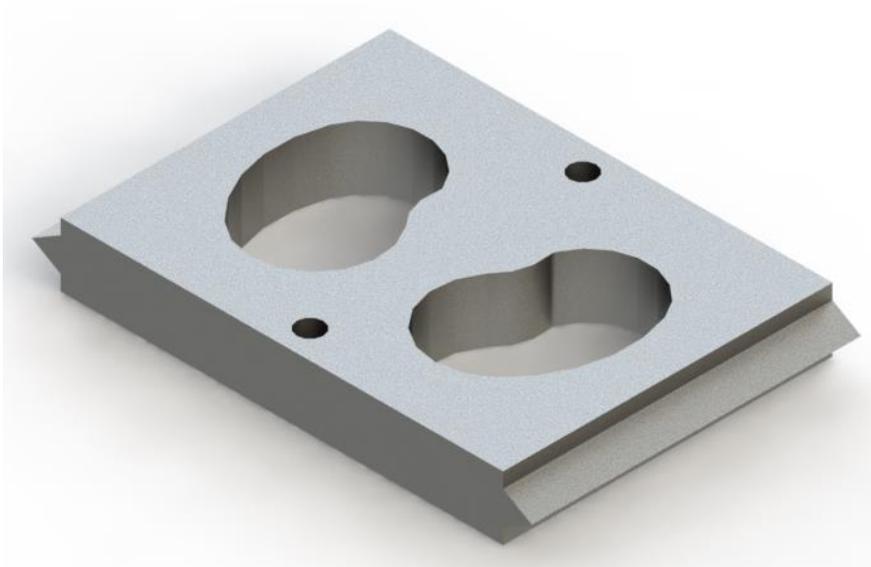


Figura 41.- Leva guía de apertura y cierre de uñas de alimentación.



Figura 42.- Uña derecha de alimentación

8.3.3 Cajoneras para transporte de bengalas.



Figura 43.- Carro de cajoneras para transporte de bengalas.

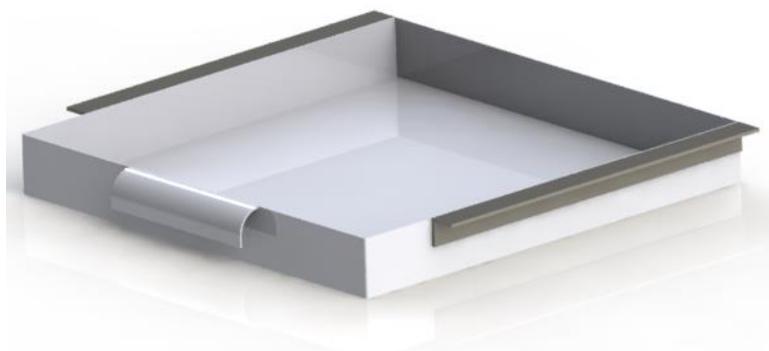
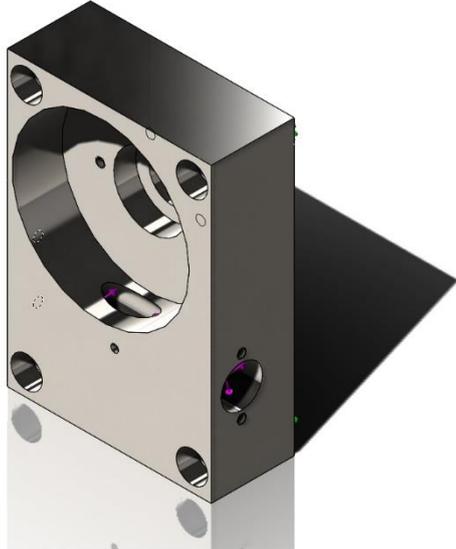
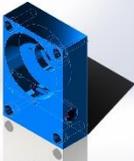


Figura 44.- Cajonera contenedora de bengalas extruidas.

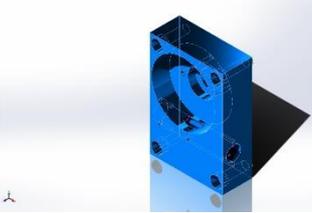
8.4.- Análisis estático de los elementos de la Maquina.

8.4.1 Análisis de base para dosificación de mezcla.

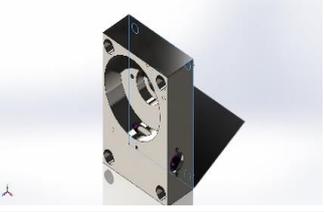
8.4.1.1 Información del modelo.

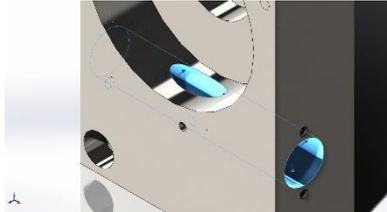
		
<p>Nombre del modelo: Base de dosificador Configuración actual: Como mecanizada</p>		
Sólidos		
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
	Sólido	<p>Masa:6.69071 kg Volumen:0.000836339 m³ Densidad:8000 kg/m³ Peso:65.5689 N</p>

8.4.1.2 Propiedades de material.

Referencia de modelo	Propiedades
	<p>Nombre: AISI 304 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Límite elástico: 2.06807e+008 N/m² Límite de tracción: 5.17017e+008 N/m² Módulo elástico: 1.9e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 8000 kg/m³ Módulo cortante: 7.5e+010 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.8e-005 /Kelvin</p>

8.4.1.3 Cargas y sujeciones aplicadas a la pieza.

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<p>Entidades: 2 arista(s), 1 cara(s)</p> <p>Tipo: Geometría fija</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.0344165	21.4165	0.945327	21.4374

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Tipo: Fuerza normal</p> <p>Valor: 500 N</p>

8.4.1.4 Elaboración de mallado.

Nombre del modelo:0401-M
Nombre de estudio:Análisis estático 1f-Default-<Como mecanizada>-f
Tipo de malla: Malla sólida

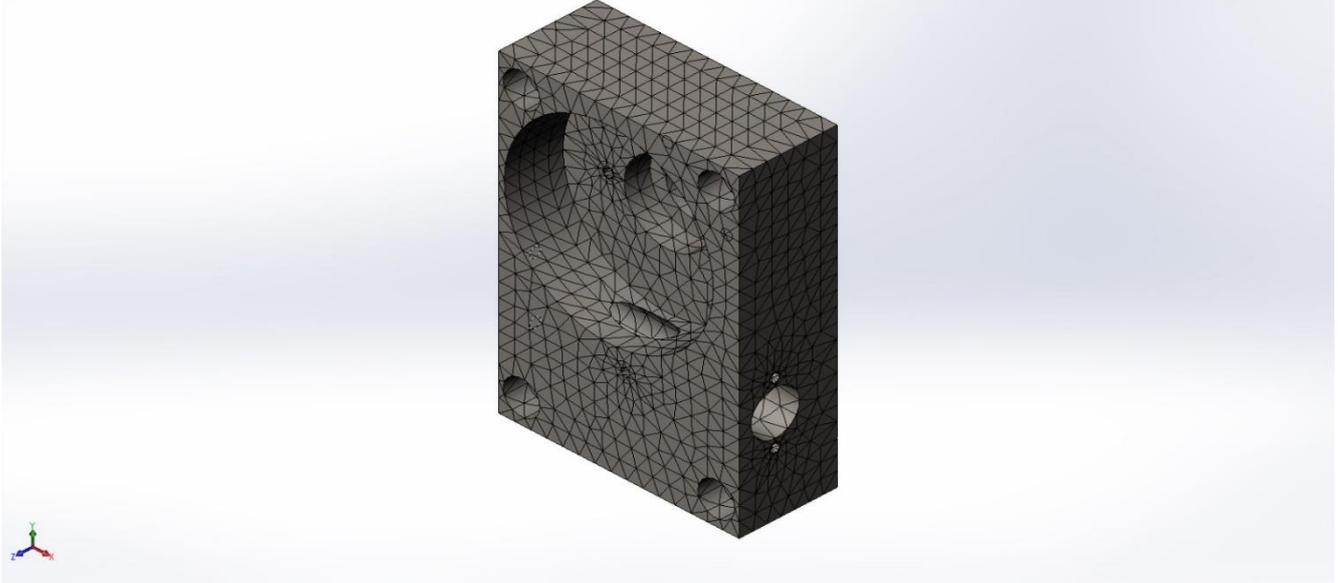
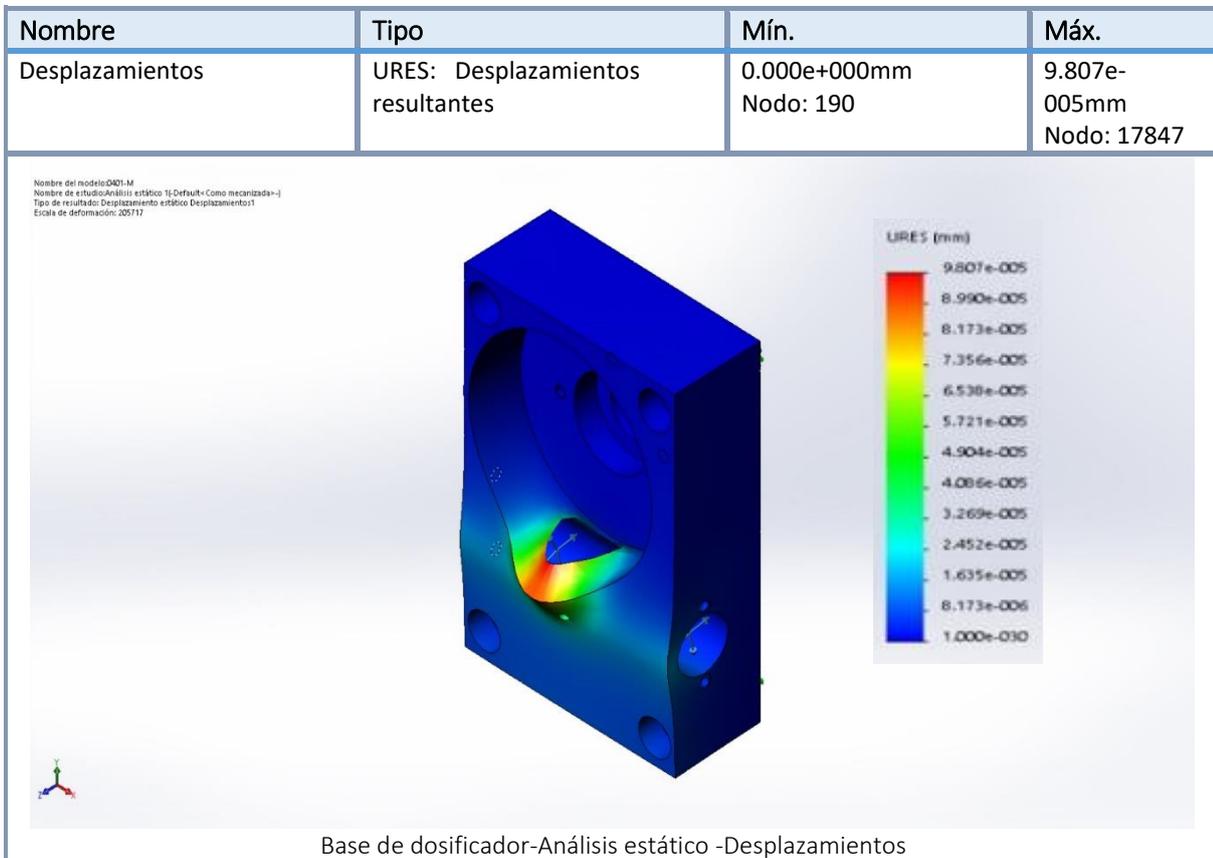
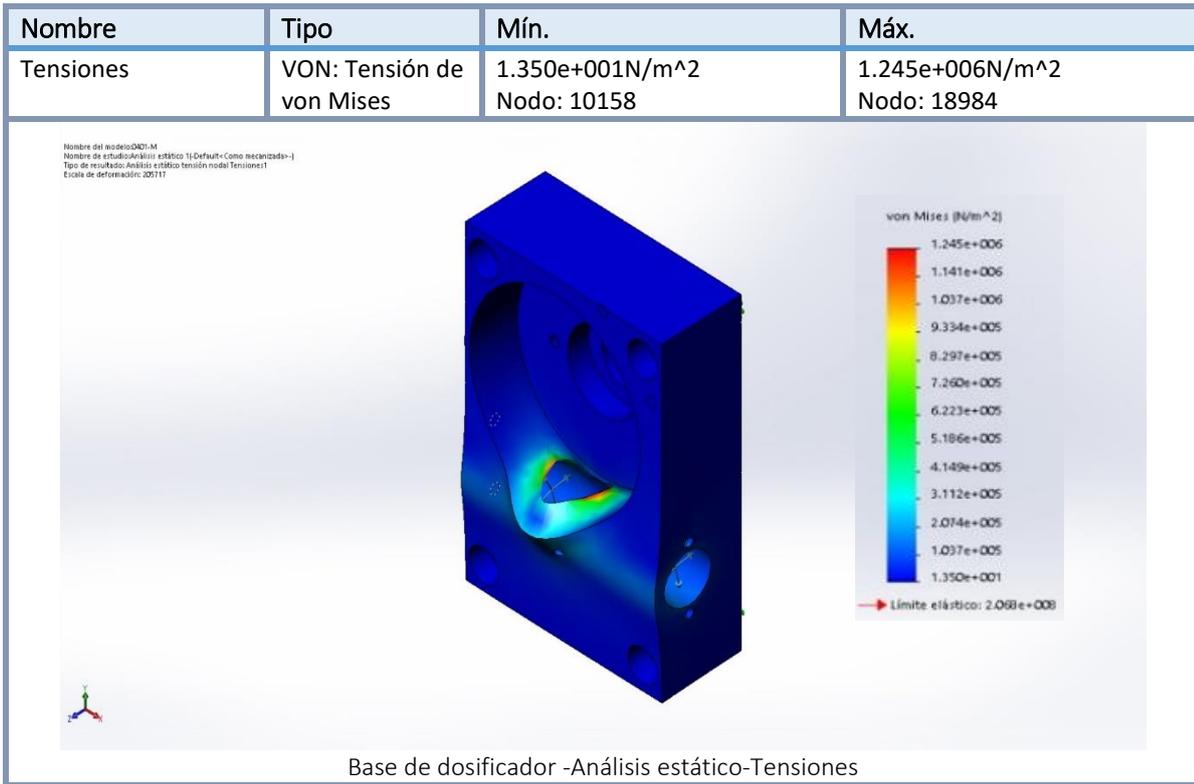


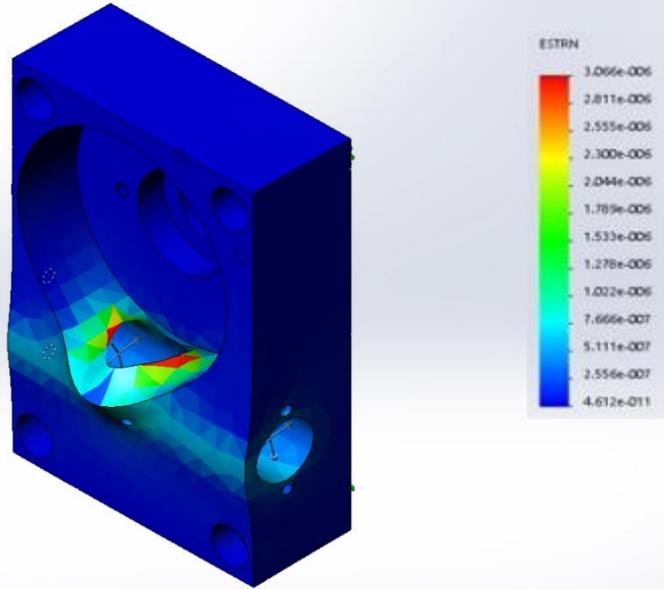
Figura 45.- Mallado de la base de dosificador

8.4.1.5 Resultados de estudio.



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	4.612e-011 Elemento: 6275	3.066e-006 Elemento: 6069

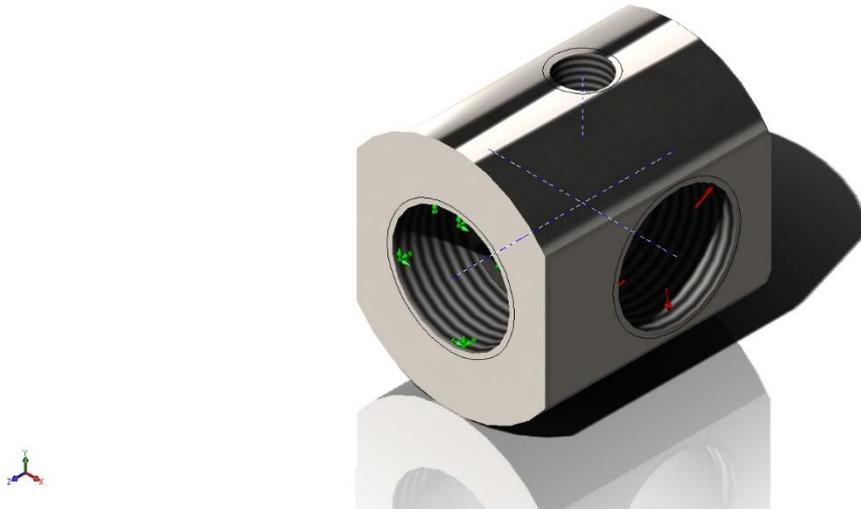
Nombre del modelo: O02-M
Nombre de estudio: Análisis estático 1-[Default-Como mecanizada-]
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 20517



Base de dosificador-Análisis estático -Deformaciones unitarias

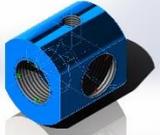
8.4.2 Análisis de cámara de inyección.

8.4.2.1 Información del modelo



Nombre del modelo: Camara de inyeccion
Configuración actual: Como mecanizada

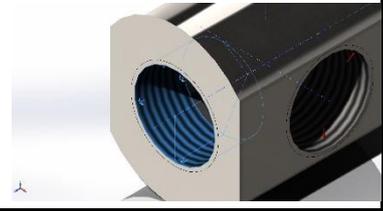
Sólidos

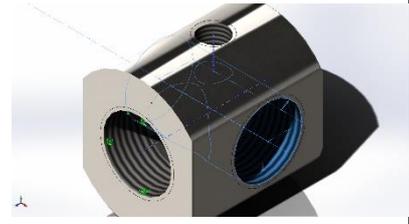
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
Camara de inyeccion 	Sólido	Masa:0.428486 kg Volumen:5.35608e-005 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:4.19917 N

8.4.2.2 Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades
	Nombre: AISI 304 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Límite elástico: 2.06807e+008 N/m² Límite de tracción: 5.17017e+008 N/m² Módulo elástico: 1.9e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 8000 kg/m³ Módulo cortante: 7.5e+010 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.8e-005 /Kelvin

8.4.2.3 Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	1.43191e-008	0.0392549	0.192784	0.19674	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga			
Presión		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: 500 Unidades: N/m^2 Ángulo de fase: 0 Unidades: deg			

8.4.2.4 Elaboración de mallado

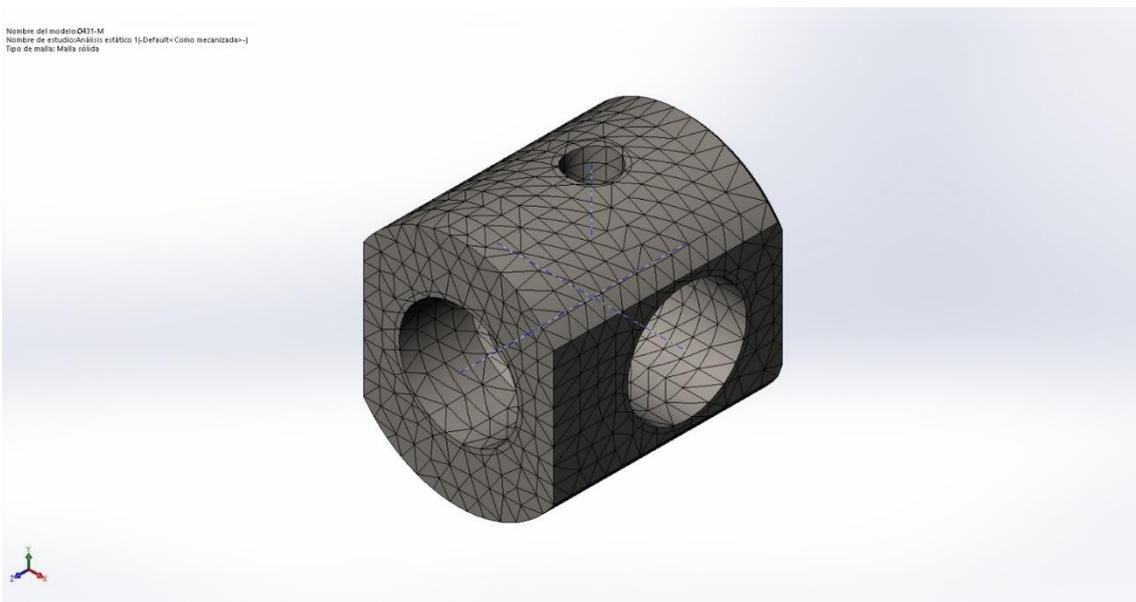
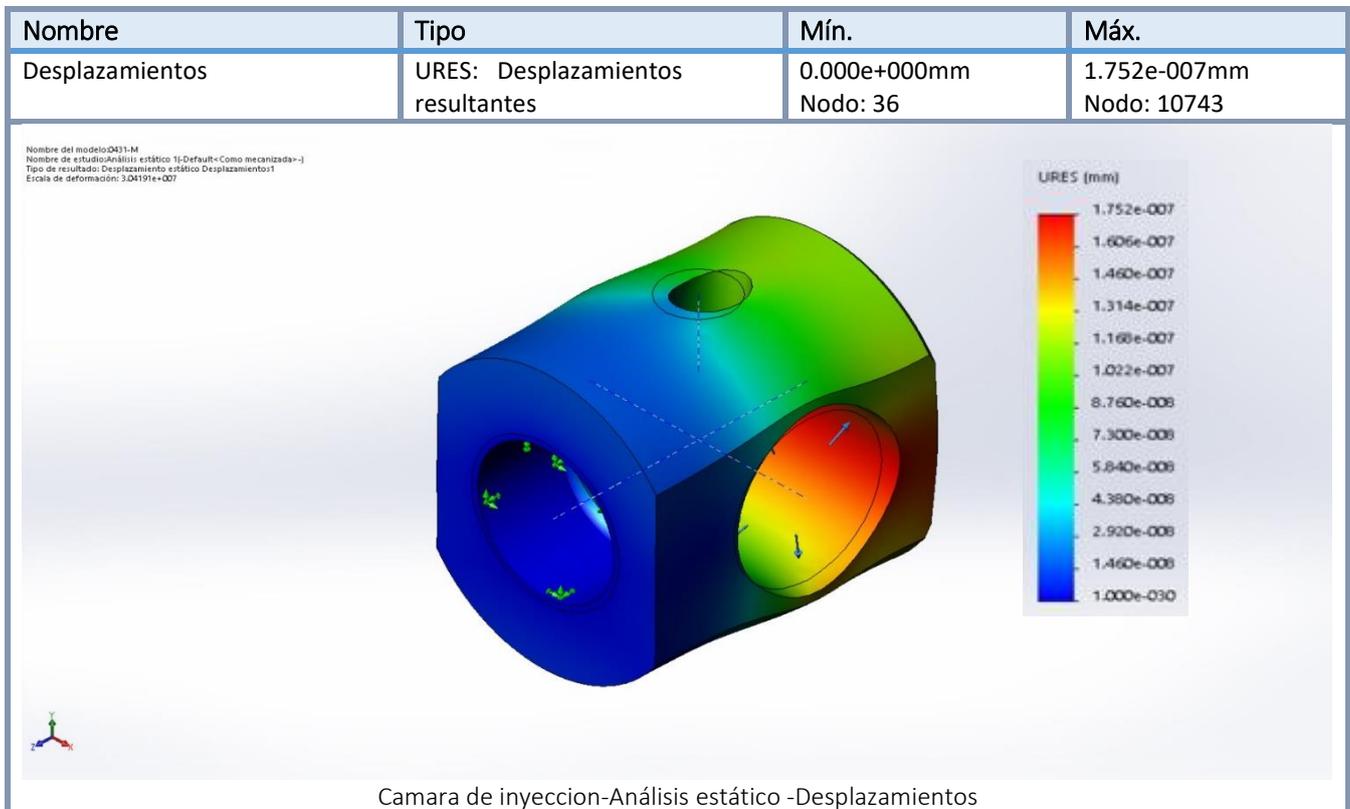
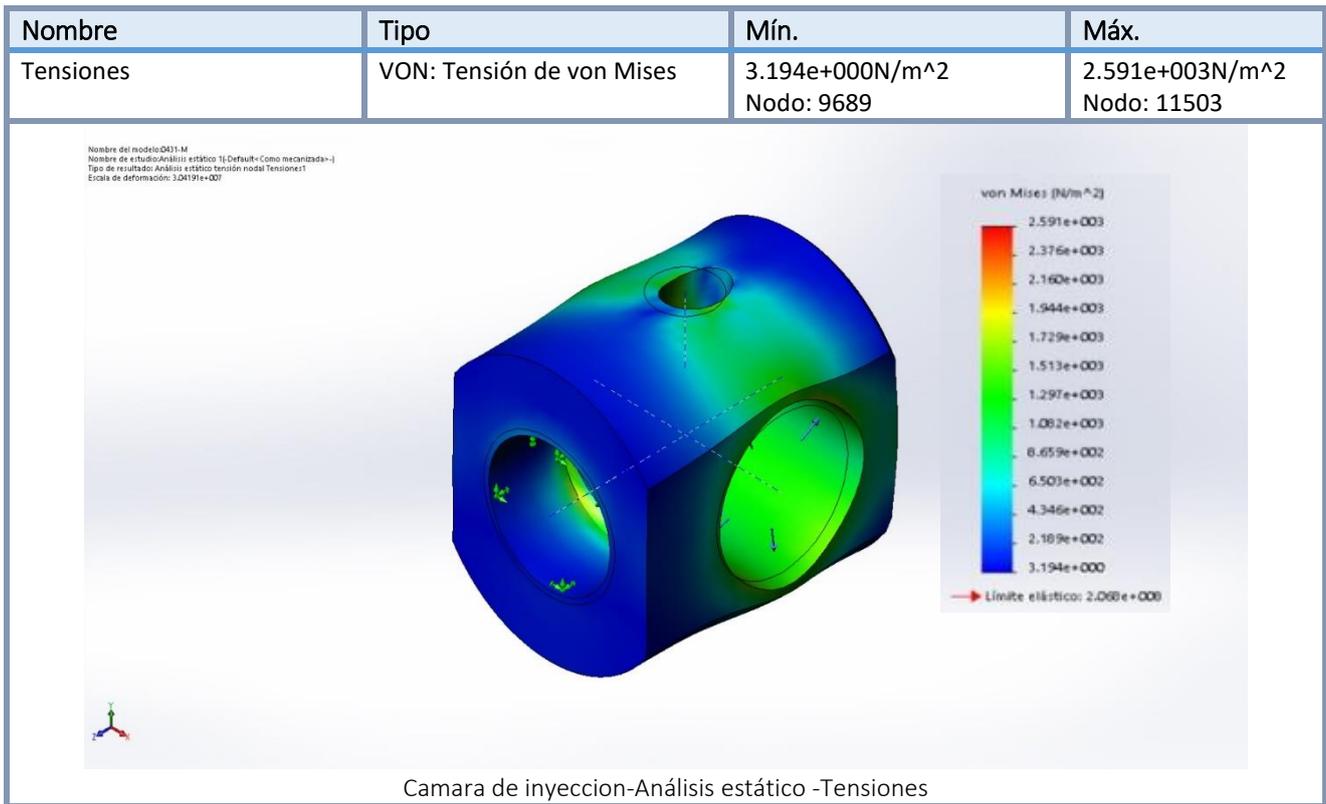


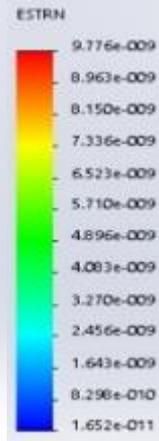
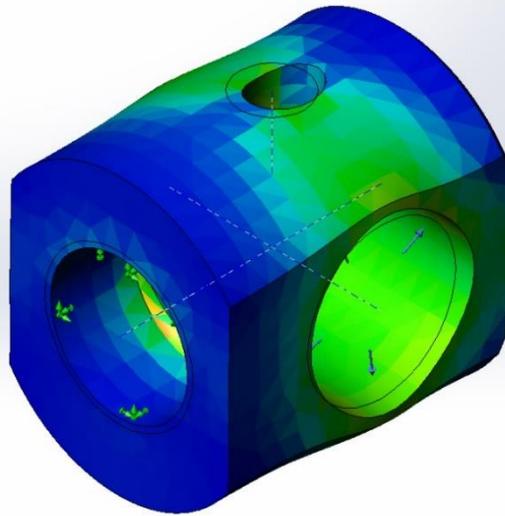
Figura 46.- Mallado de cámara de inyección

8.4.2.5 Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.652e-011 Elemento: 3603	9.776e-009 Elemento: 2828

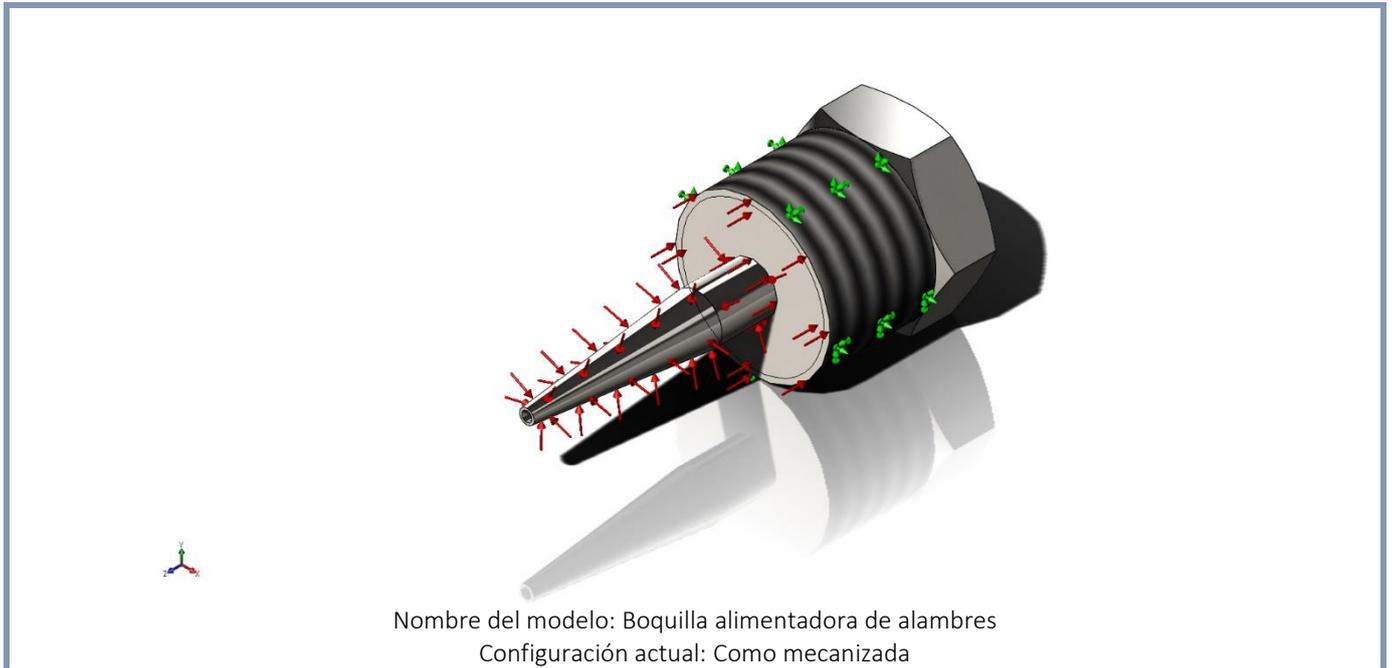
Nombre del modelo: 0431-M
Nombre de estudio: Análisis estático 1: Default < Como mecanizada >
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias
Escala de deformación: 3.04191e+007



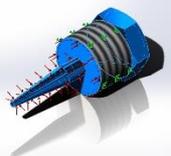
Camara de inyeccion-Análisis estático -Deformaciones unitarias

8.4.3 Análisis de boquilla alimentadora de alambres.

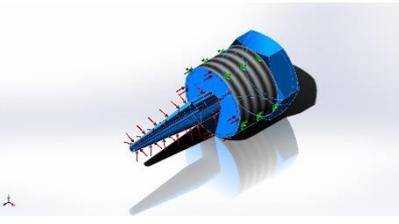
8.4.3.1 Información del modelo.



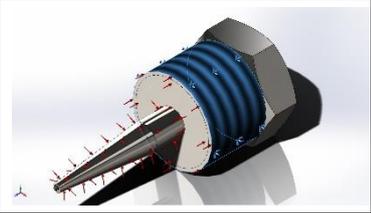
Sólidos

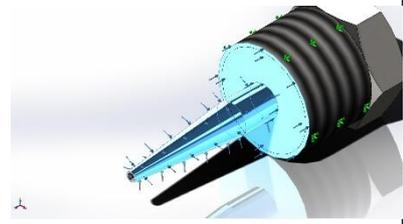
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
Boquilla alimentadora de alambres 	Sólido	Masa:0.1163 kg Volumen:1.45374e-005 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:1.13974 N

8.4.3.2 Propiedades del material

Referencia de modelo	Propiedades
	Nombre: AISI 304 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Límite elástico: 2.06807e+008 N/m² Límite de tracción: 5.17017e+008 N/m² Módulo elástico: 1.9e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 8000 kg/m³ Módulo cortante: 7.5e+010 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.8e-005 /Kelvin

8.4.3.3 Cargas y Sujeciones.

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	9.56992e-008	-1.07636e-007	0.000561099	0.000561099

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Presión		Entidades: 3 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: 1 Unidades: N/m^2 Ángulo de fase: 0 Unidades: deg		

8.4.3.4 Elaboración de mallado.

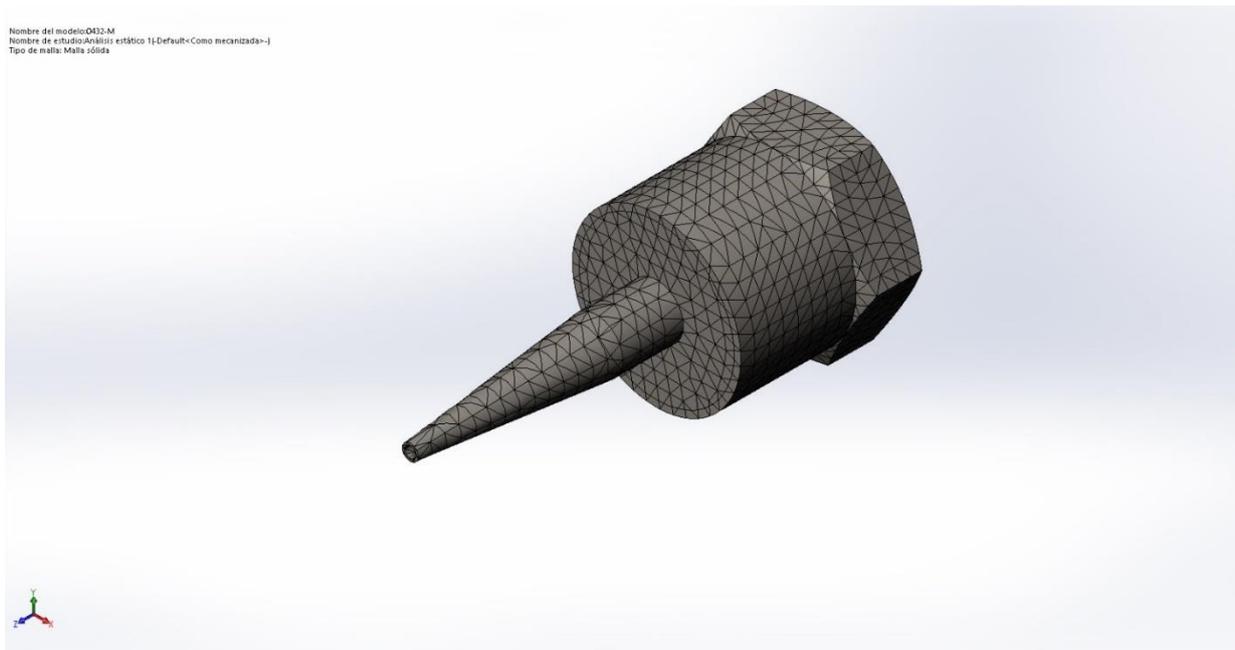
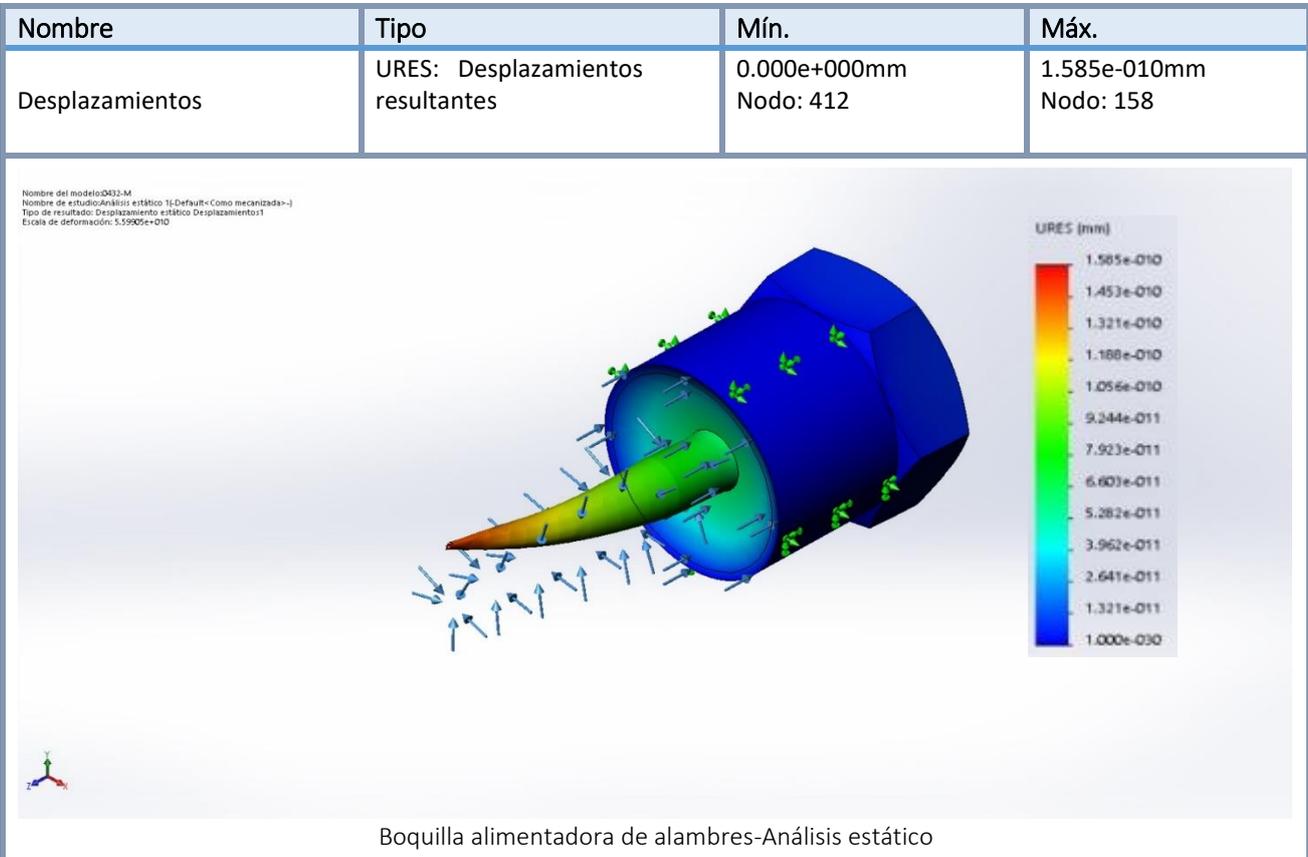
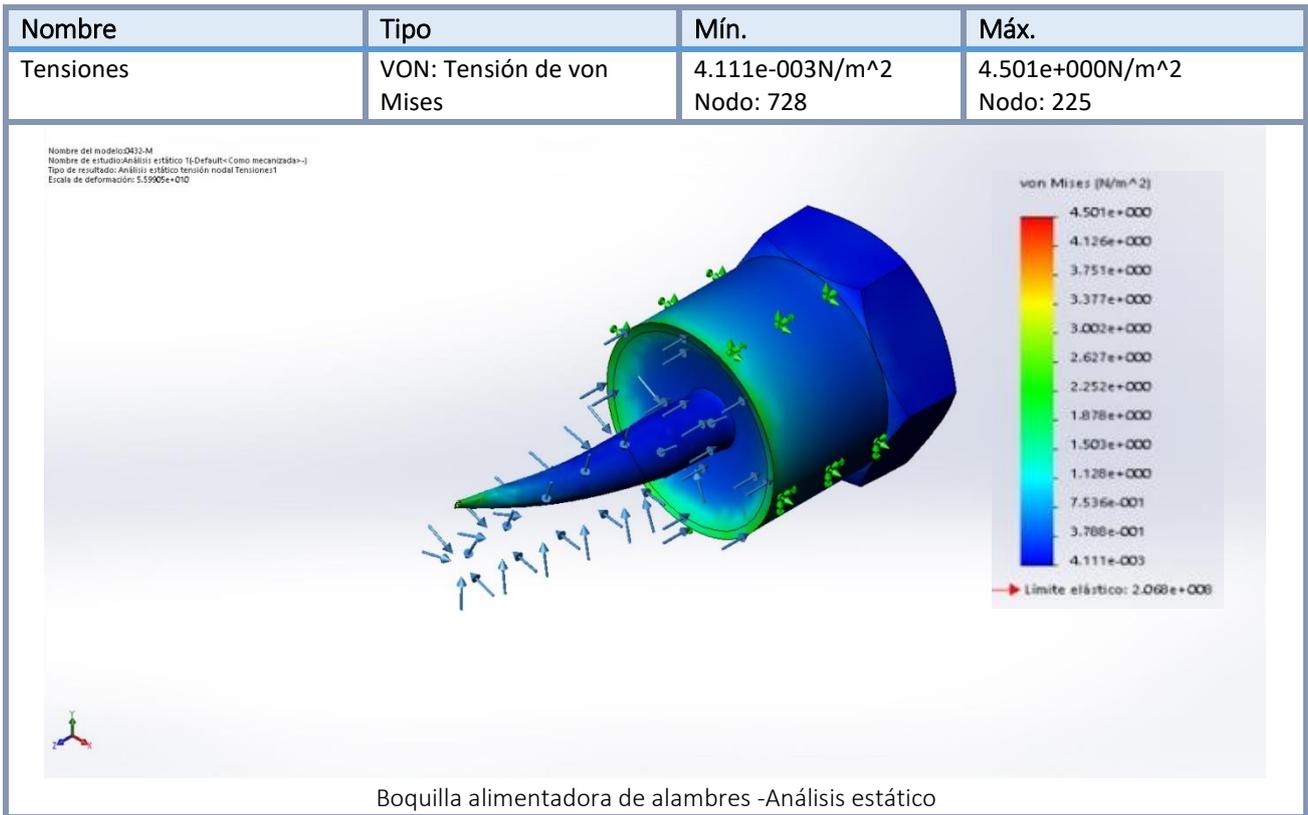


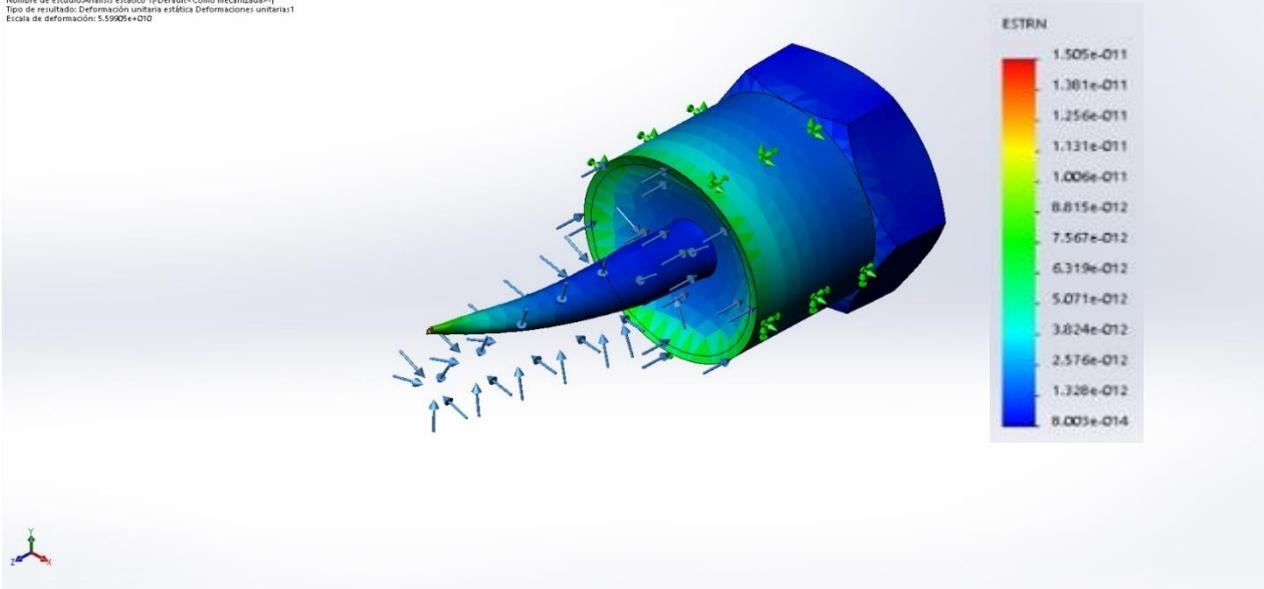
Figura 47.- Mallado de boquilla alimentadora de alambres

8.4.3.5 Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	8.003e-014 Elemento: 4607	1.505e-011 Elemento: 2466

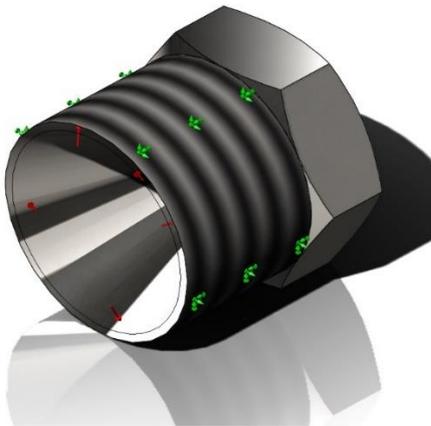
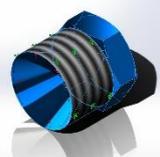
Nombre del modelo: D432-M
Nombre de estudio: Análisis estático 1f-Default< Como mecanizada->
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 5.59005e+010



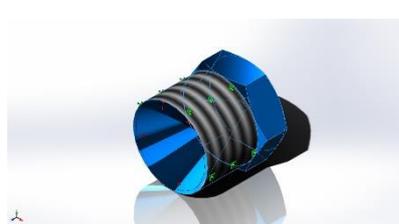
Boquilla alimentadora de alambres-Análisis estático

8.4.4 Análisis de boquilla de inyección de mezcla

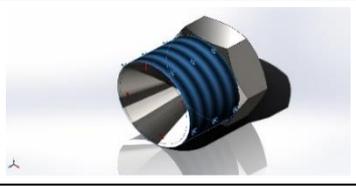
8.4.4.1 Información del modelo

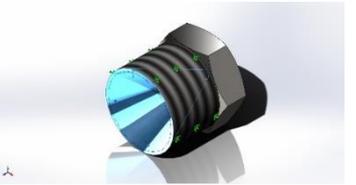
		
Nombre del modelo: Boquilla de inyeccion de mezcla Configuración actual: Como mecanizada		
Sólidos		
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
Boquilla de inyeccion de mezcla 	Sólido	Masa:0.0865098 kg Volumen:1.08137e-005 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:0.847796 N

8.4.4.2 Propiedades del material

Referencia de modelo	Propiedades
	Nombre: AISI 304 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Límite elástico: 2.06807e+008 N/m² Límite de tracción: 5.17017e+008 N/m² Módulo elástico: 1.9e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 8000 kg/m³ Módulo cortante: 7.5e+010 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.8e-005 /Kelvin

8.4.4.3 Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	1.13031e-005	-3.67226e-006	0.279586	0.279586

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Presión		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: 500 Unidades: N/m^2 Ángulo de fase: 0 Unidades: deg		

8.4.4.4 Elaboración de mallado

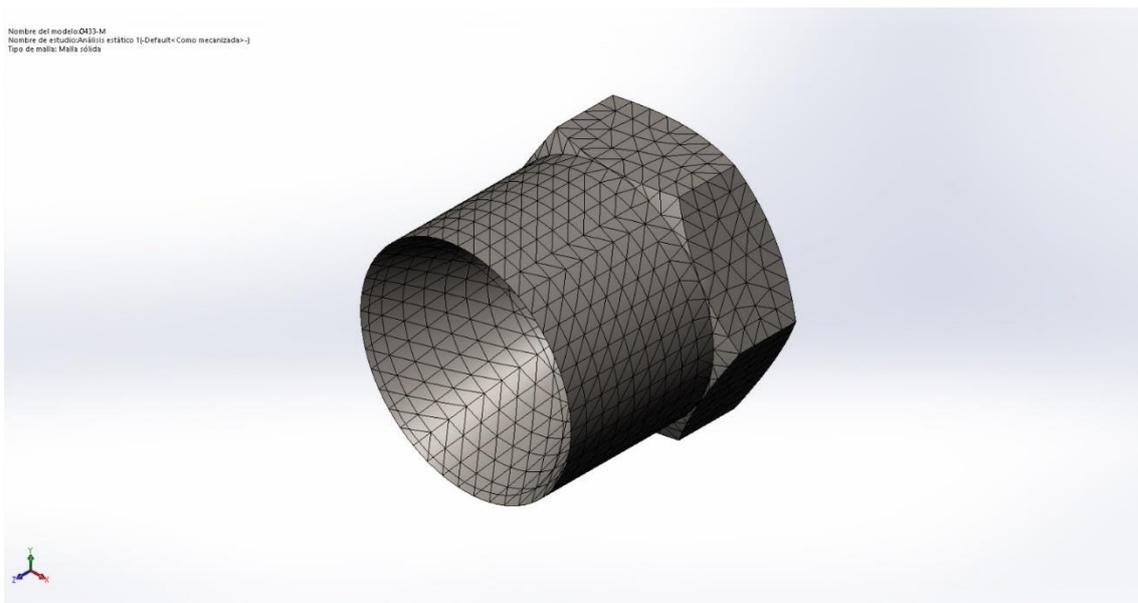
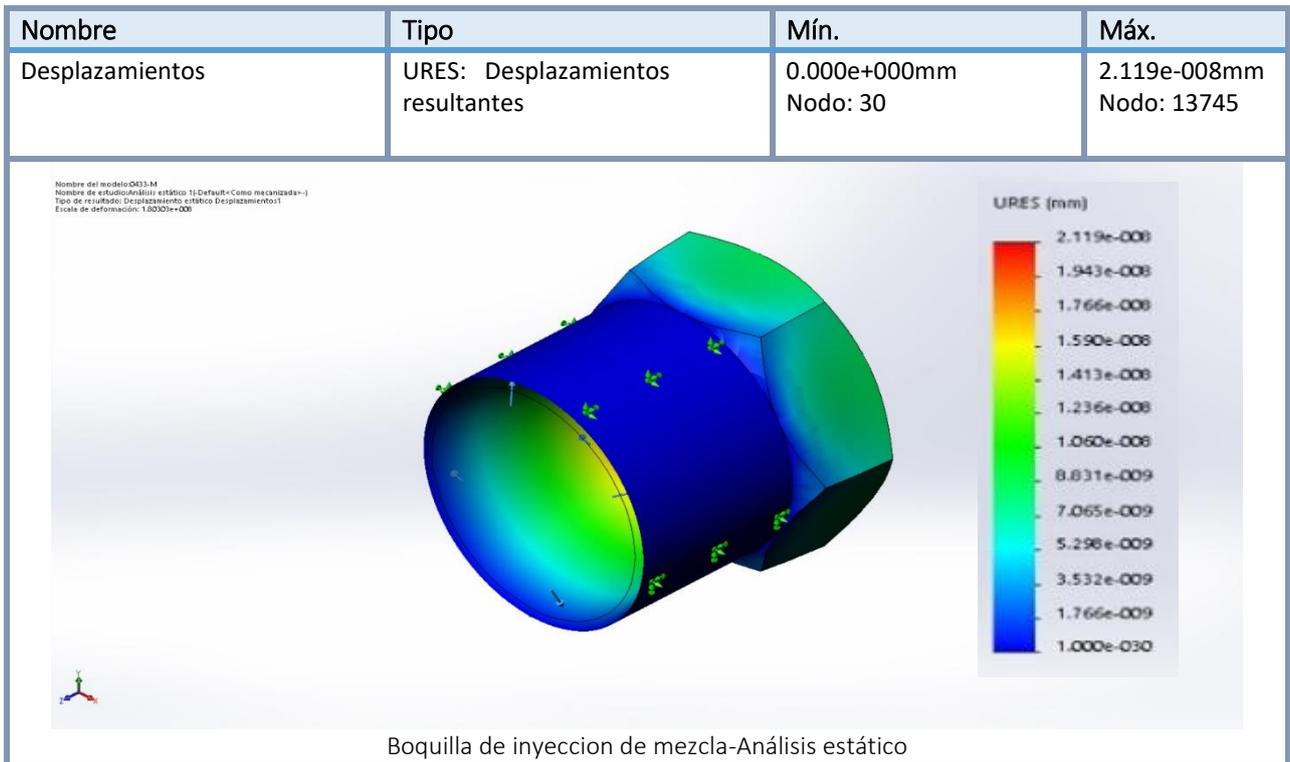
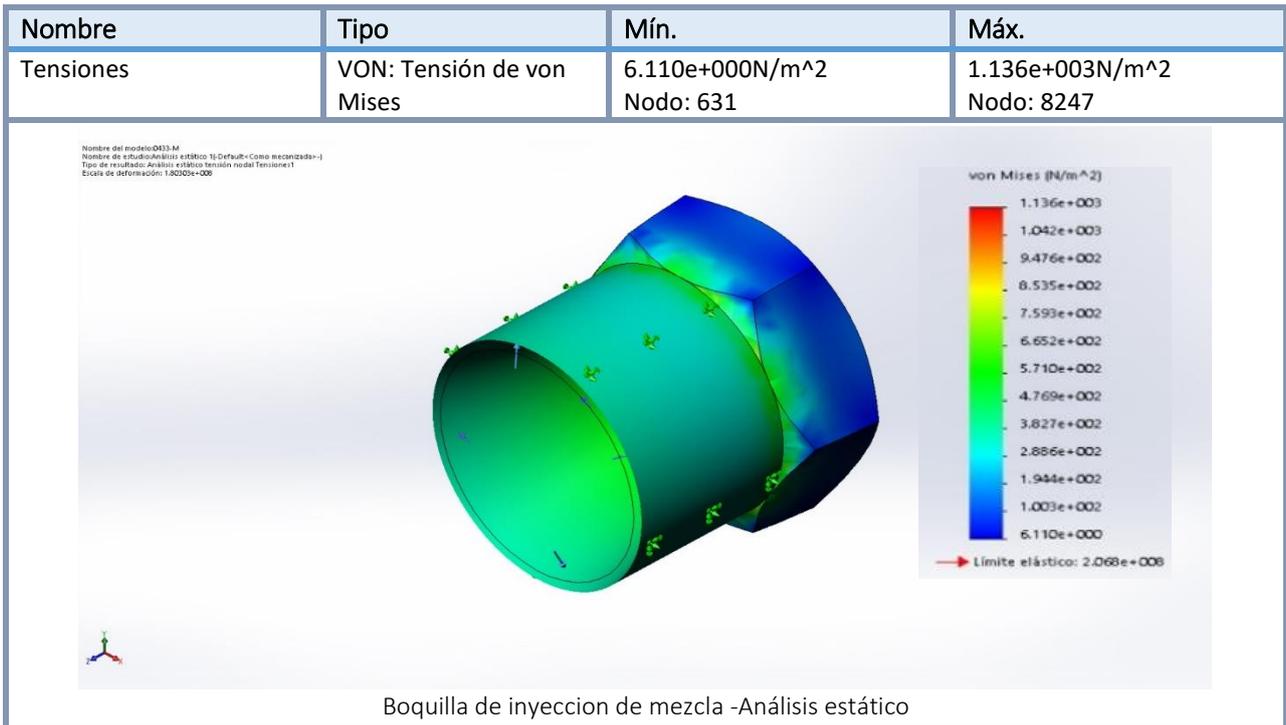
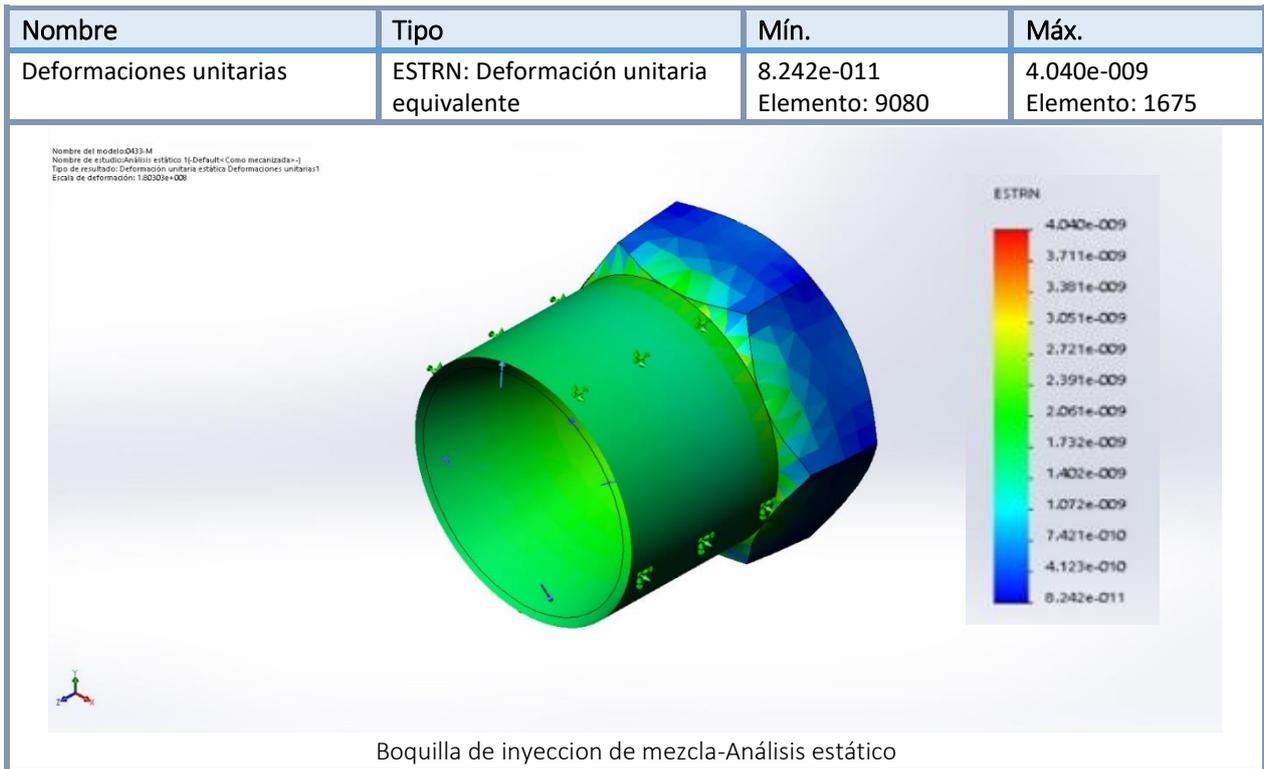


Figura 48.- Mallado de boquilla de inyección de mezcla

8.4.4.5 Resultados del estudio





8.5.- Simulaciones de mecanismos de extrusión.

La simulación es una técnica ampliamente usada en el diseño se utiliza para analizar y estudiar sistemas complejos. En casi todos estos modelos la meta es determinar soluciones óptimas. Sin embargo, debido a la complejidad, no todos los problemas del mundo real se pueden representar adecuadamente en forma de modelo. Cuando se intenta utilizar modelos analíticos para sistemas como éstos, en general necesitan de tantas hipótesis de simplificación que es probable que las soluciones no sean buenas, o bien, sean inadecuadas para su realización.

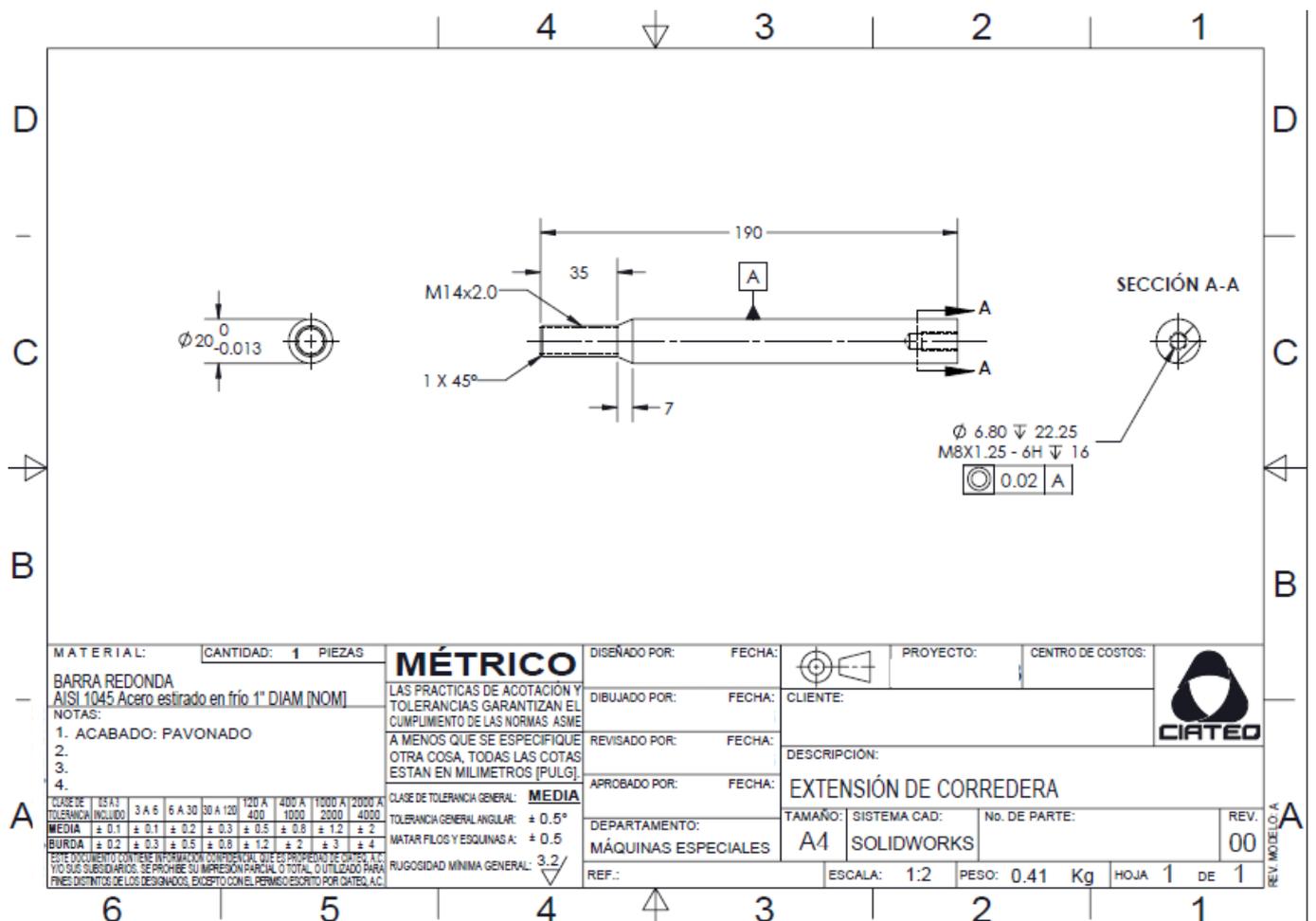
En este caso, con frecuencia la única opción de modelado y análisis de que dispone quien toma decisiones es la simulación. Simular, es reproducir artificialmente un fenómeno o las relaciones entrada-salida de un sistema. Esto ocurre siempre y cuando la operación de un sistema o la experimentación en él son imposibles, costosas, peligrosas o poco prácticas, como en el entrenamiento de personal de operación, o como en nuestro caso será utilizada para poder liberar dicho diseño tratando de asegurar que su funcionamiento será el adecuado, y de esta manera evitar interferencias al momento de correr en vacío dicha maquinaria.

8.6.- Elaboración de dibujos de fabricación.

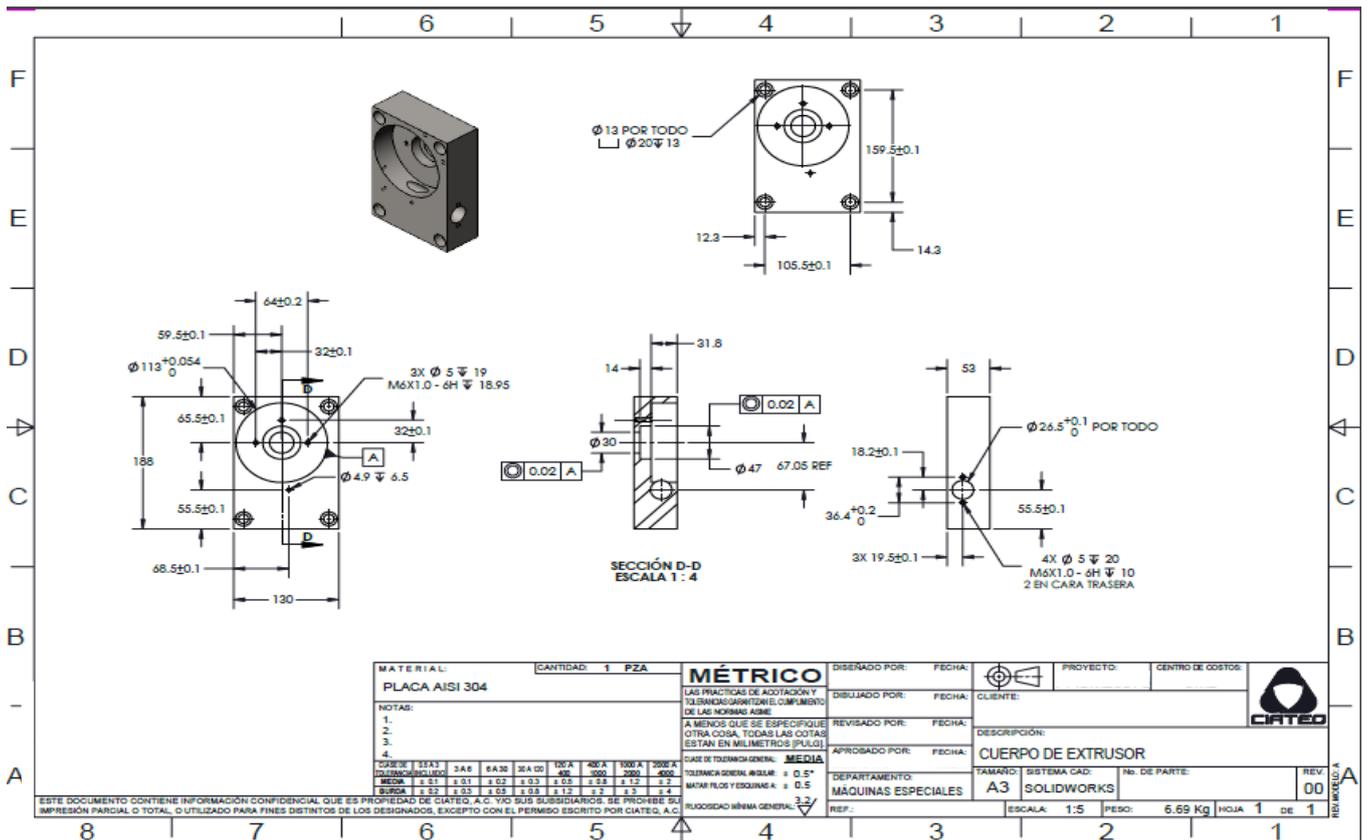
En la actualidad existe un sin número de normas que establecen los criterios técnicos para los profesionales del diseño y de la ingeniería, las cuales se convierten en herramientas fundamentales en el desarrollo de sus actividades para expresar técnicamente un proyecto.

El plano es una representación gráfica de algún objeto (dibujo gráfico de una máquina, mecanismo y pieza mecánica), diseñado a partir de un conjunto de normas establecidas y unificadas en unos criterios de presentación de los documentos gráficos, sus formatos, el dimensionamiento y sus tolerancias, facilitando la interpretación e identificación de los componentes gráficos en forma normalizada.

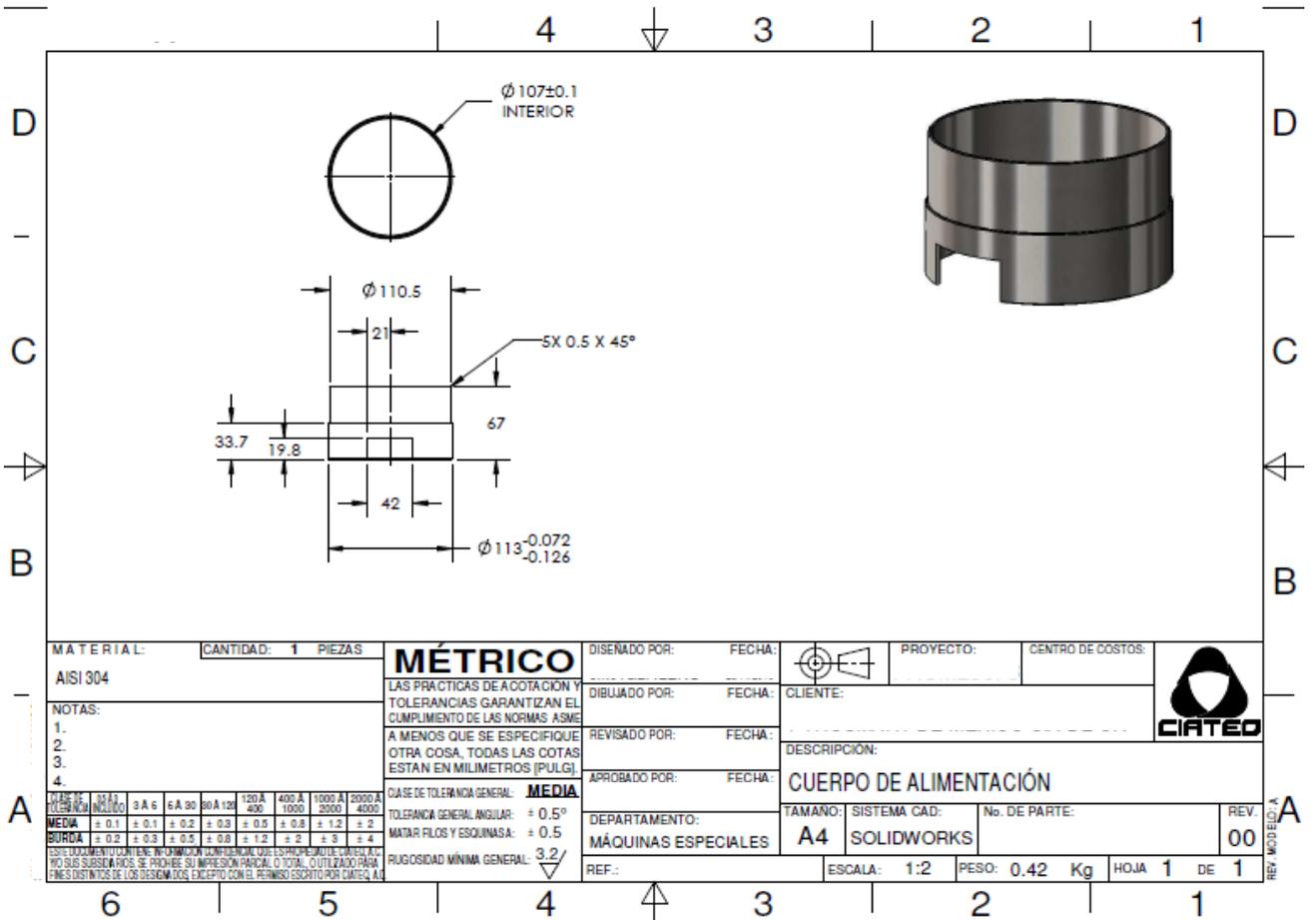
A continuación, se presentarán algunos de los planos elaborados, utilizados para la fabricación de las piezas y para anexarlos a los manuales respectivos.



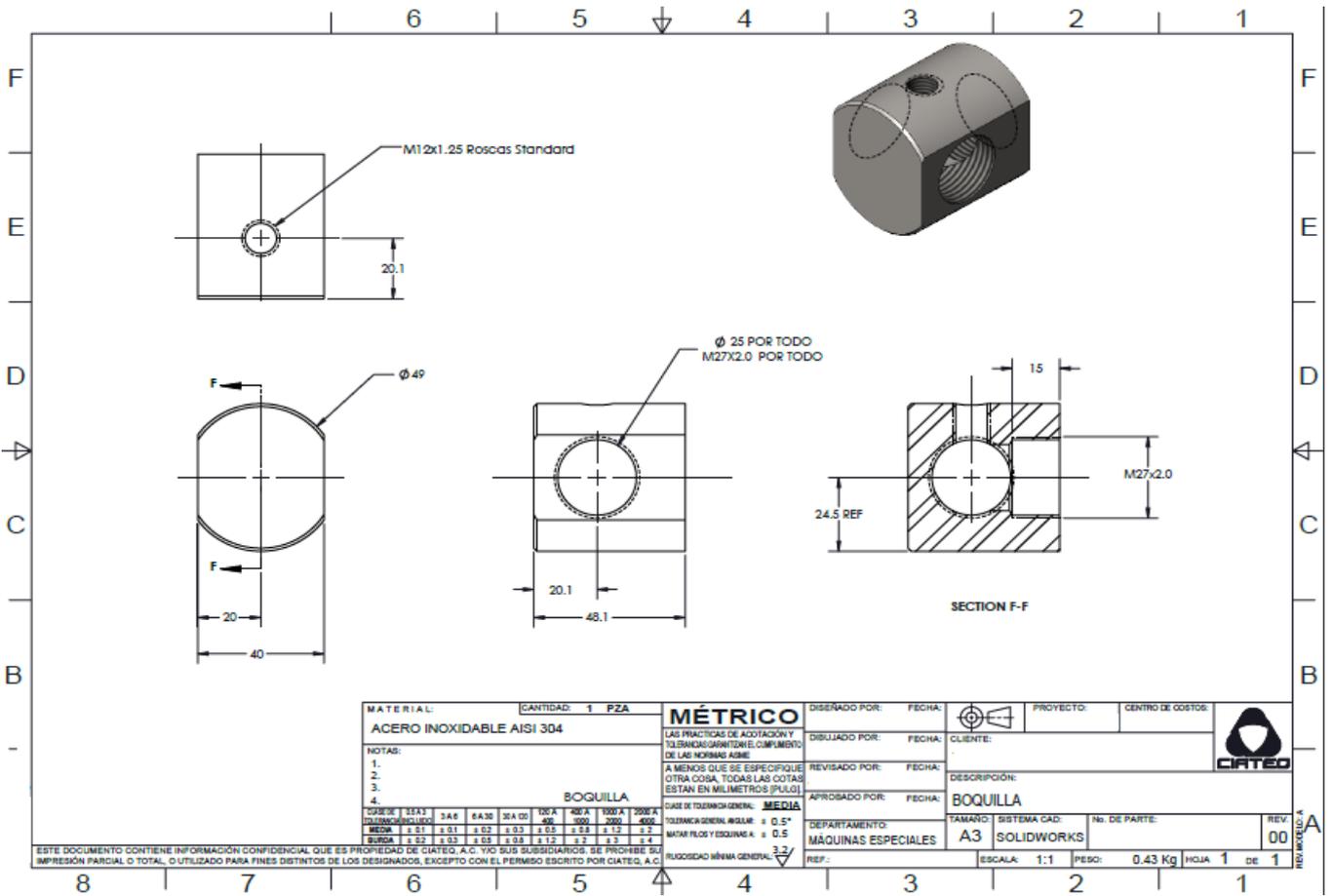
Plano 1.- Extensión de corredera



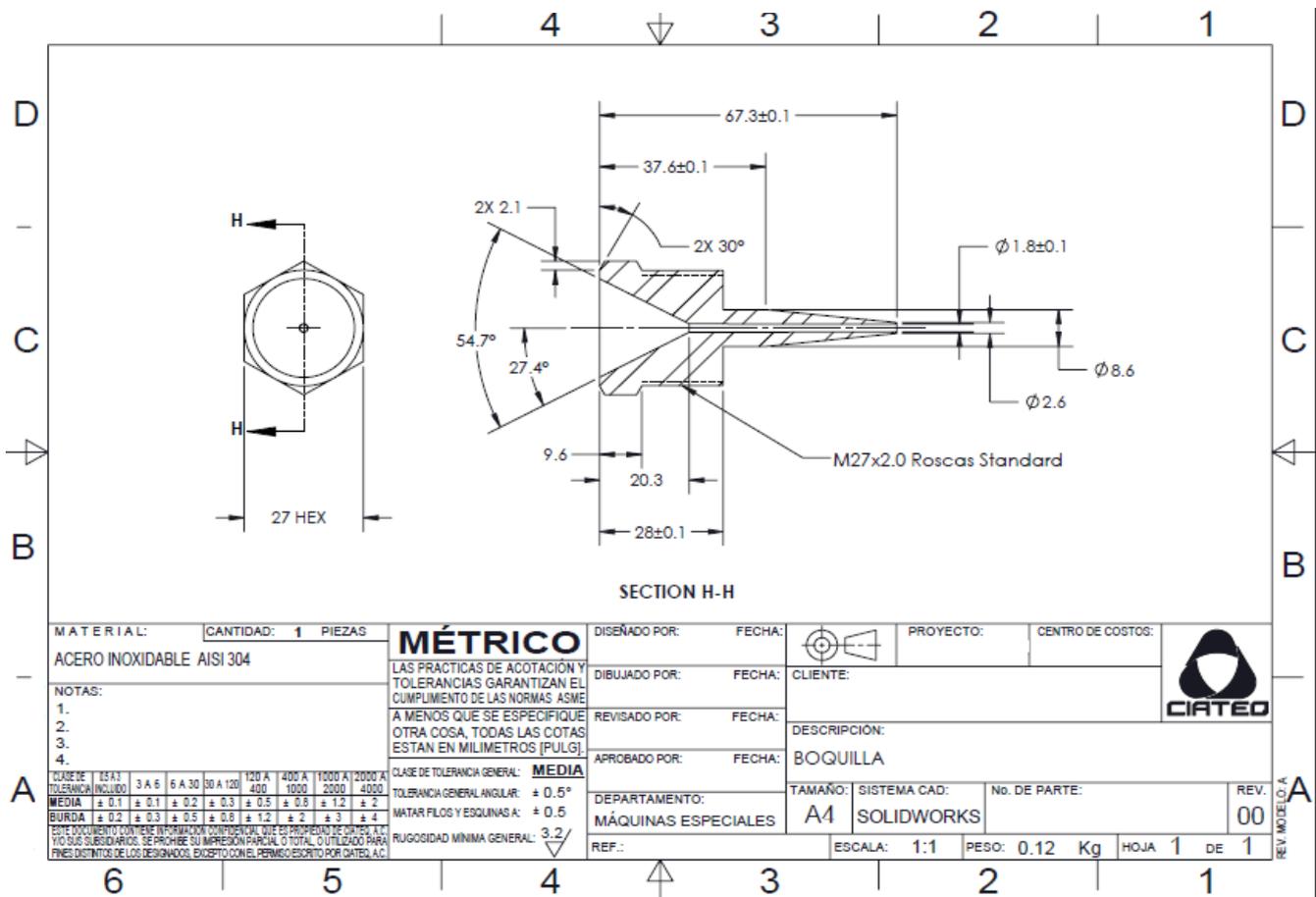
Plano 2.- Cuerpo de extrusor



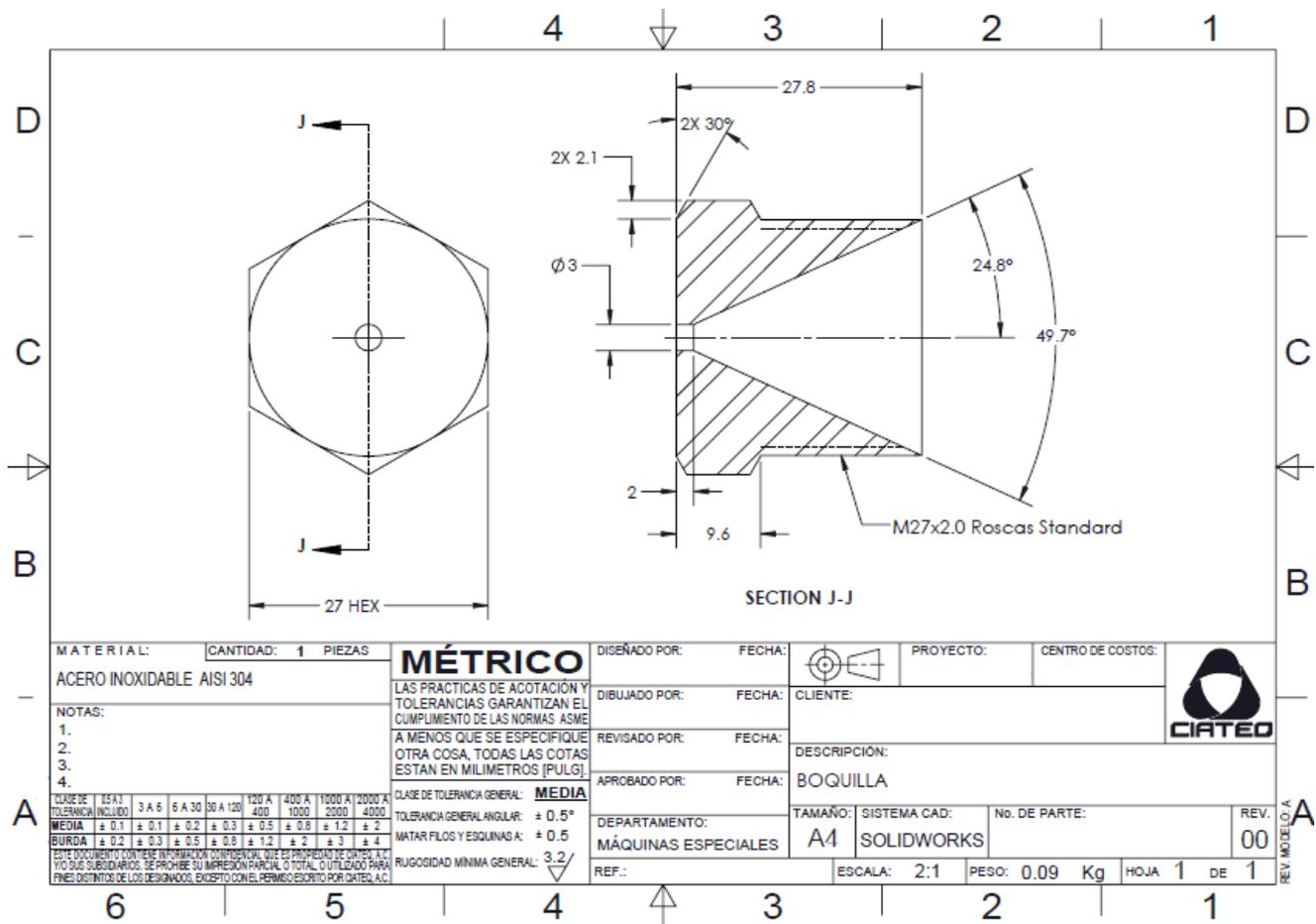
Plano 3.- Cuerpo de alimentación



Plano 4.- Boquilla de extrusión de mezcla



Plano 5.- Boquilla alimentadora de alambres

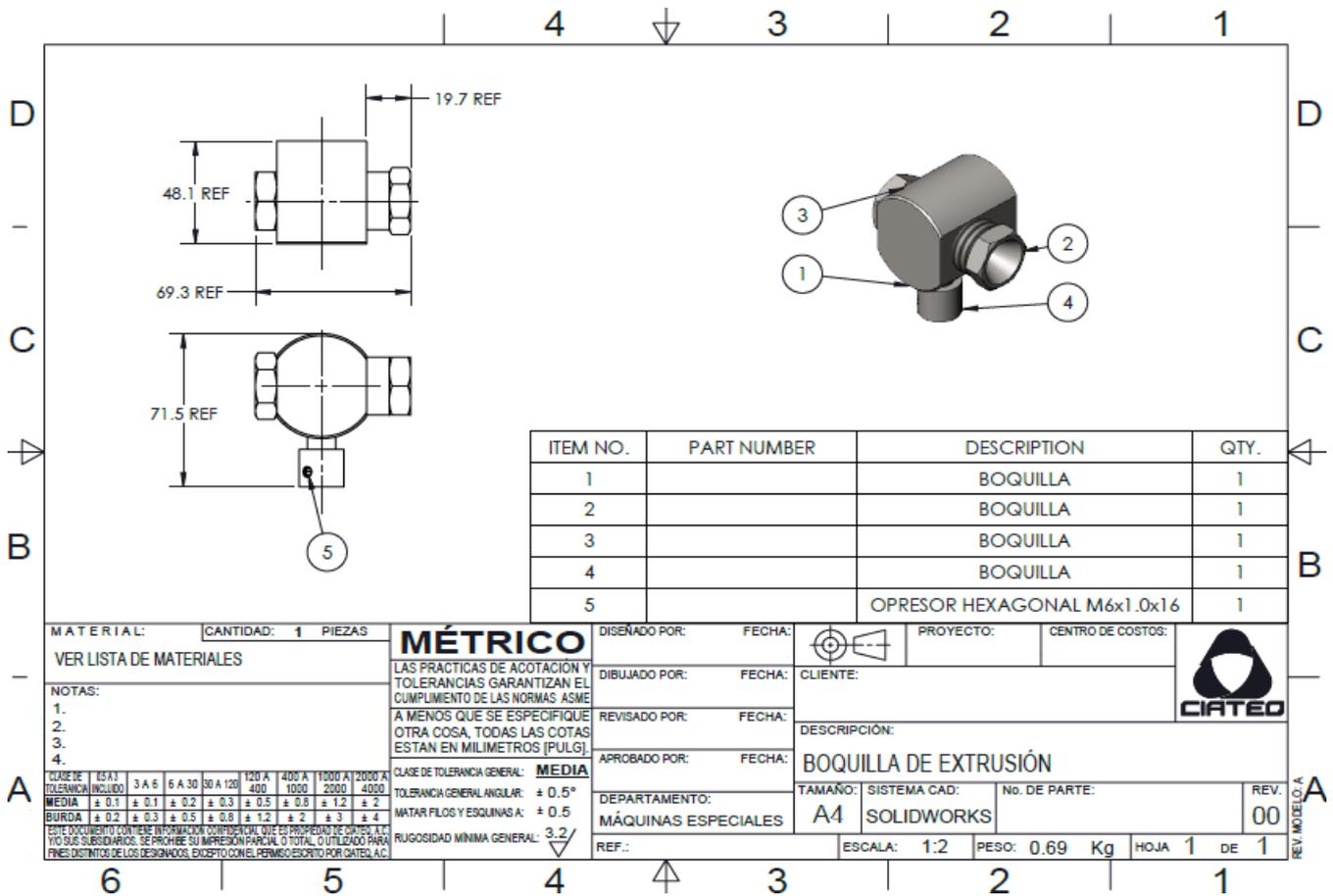


Plano 6.- Boquilla alimentadora de mezcla

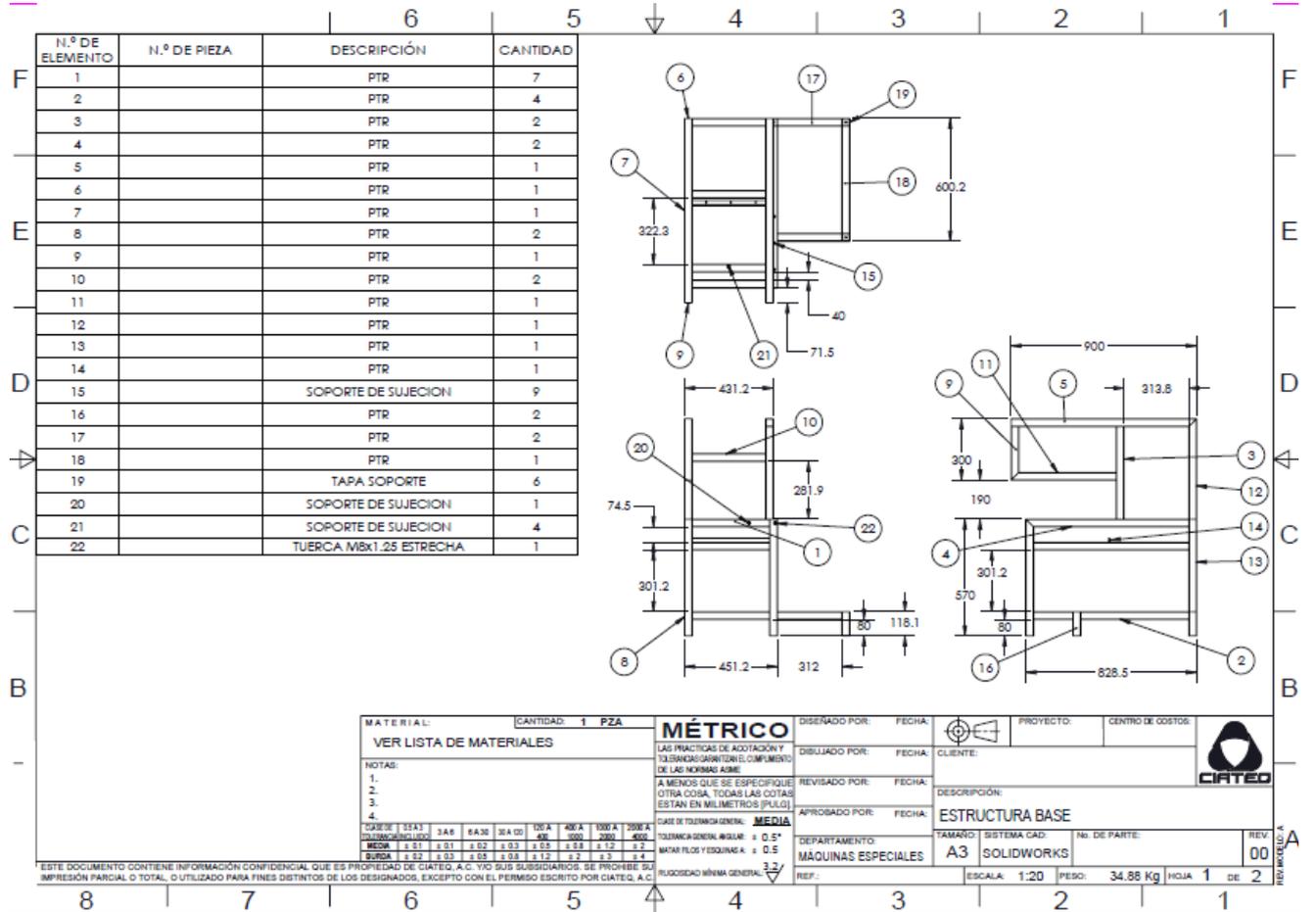
8.7- Elaboración de dibujos de ensamble.

Este tipo de dibujo se emplea en las secciones de lista de piezas de catálogos de las compañías y en manuales de instrucción. Los dibujos de este tipo son comprendidos con facilidad por personas que tengan muy poca experiencia en la lectura de dibujos con vistas múltiples ortogonales y facilita el ensamble o mantenimiento de dispositivos mecánicos.

En los dibujos de montaje o ensamblaje no suelen incluirse dimensiones de los elementos de la máquina o dispositivo, pero si se incluyen listas de partes con algunas características que se referencian con la numeración agregada al plano en cada componente. Se presentarán algunos planos de ensamble a continuación mostrando la manera de representar los planos de ensamble.

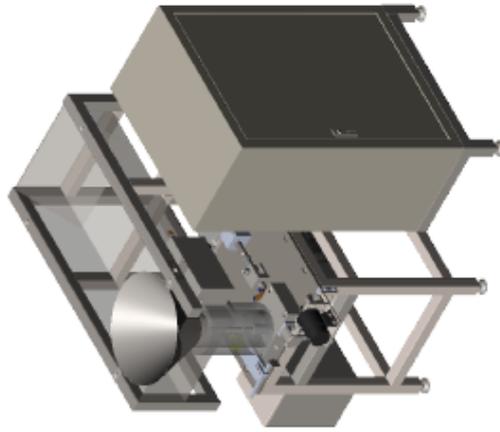


Plano 7.- Ensamble de boquilla de extrusión



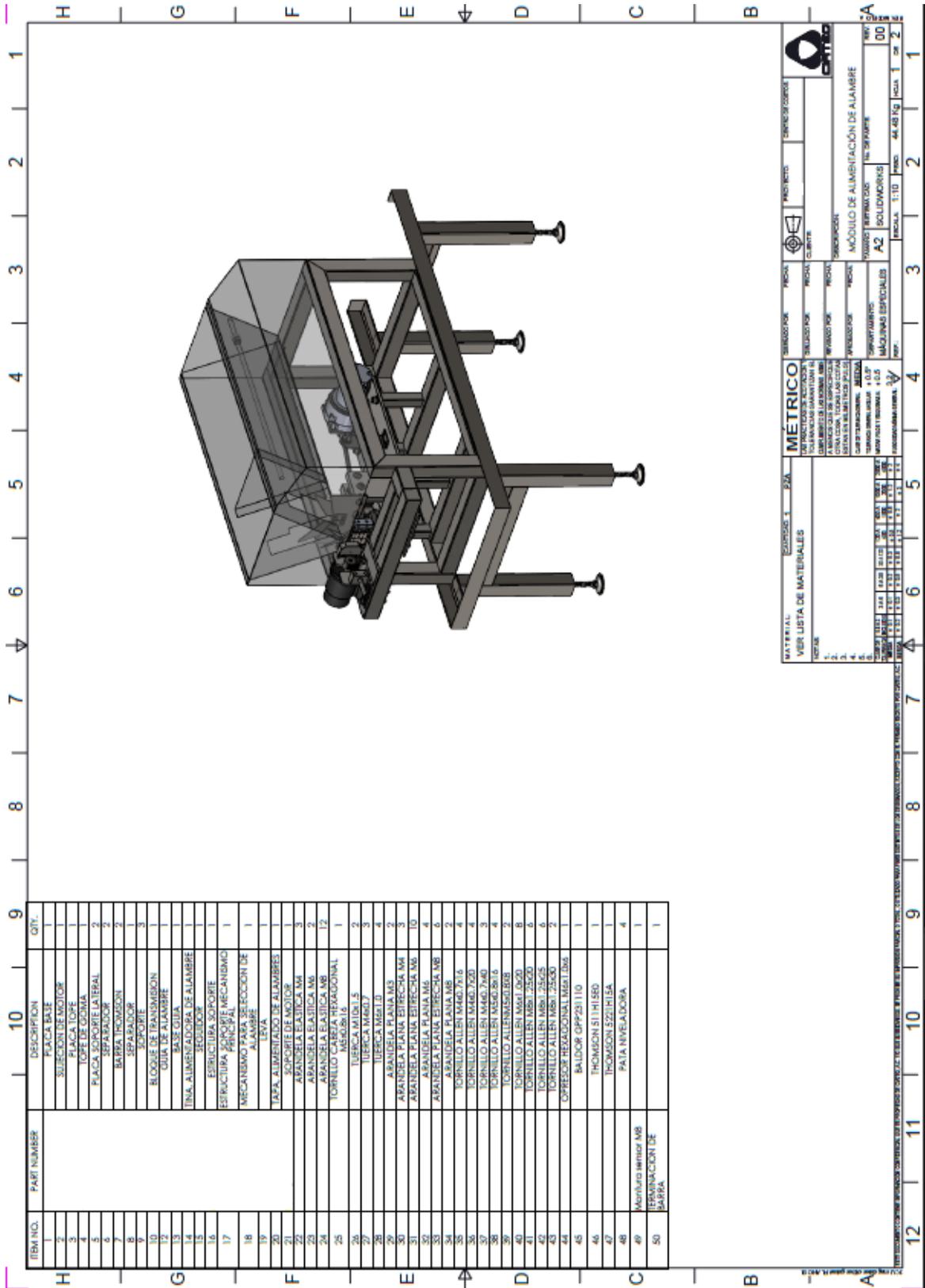
Plano 8.- Estructura base de mecanismo extrusor

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	47	BLOQUE SOPORTE	2	47	TUERCA M8x1,25	1	
2	48	SOPORTE	1	48	TUERCA M8x1,25 ESTRECHA	4	
3	49	TOVA DE ALIMENTACION	1	49	TUERCA M12x1,5	1	
4	50	FLECHA	1	50	ARANDELA PLANA M4 ESTRECHA	2	
5	51	FLECHA	1	51	ARANDELA PLANA M5 ESTRECHA	1	
6	52	FLECHA	1	52	ARANDELA ELASTICA M4	2	
7	53	LEVA	1	53	ARANDELA PLANA M6	3	
8	54	CUNA	1	54	ARANDELA PLANA M8	4	
9	55	SOPORTE DE BALERO	1	55	ARANDELA PLANA M12	1	
10	56	TAPA DE RECIPENTE	1	56	TORNILLO ALLEN M4x0,7x40	2	
11	57	INSERIDO	7	57	TORNILLO ALLEN M4x0,8x8	1	
12	58	PLACA BASE	1	58	TORNILLO ALLEN M5x0,8x20	4	
13	59	SOPORTE DE BALERO	1	59	TORNILLO ALLEN M4x1,0x10	2	
14	60	AGITADOR	1	60	TORNILLO ALLEN M8x1,25x20	2	
15	61	AGITADOR	1	61	TORNILLO ALLEN M8x1,25x25	5	
16	62	CATARINA DE TRANSMISION	1	62	TORNILLO ALLEN M8x1,25x30	2	
17	63	SOPORTE DE RESORTE	1	63	TORNILLO ALLEN M4x1,0x12	3	
18	64	CUELLO DE ALIMENTACION	1	64	TORNILLO ALLEN M4x1,0x16	13	
19	65	DEPOSITO DE REFRIGERANTE	1	65	TORNILLO ALLEN M4x1,0x45	4	
20	66	ESTRUCTURA BASE	1	66	TORNILLO ALLEN M8x1,25x30	4	
21	67	PLACA SOPORTE DE MOTOR	1	67	TORNILLO ALLEN M8x1,25x45	4	
22	68	MOTORREDUCTOR CM463	1	68	TORNILLO ALLEN M10x1,5x50	4	
23	69	TRANSMISION PRINCIPAL	1	69	TORNILLO ALLEN M12x1,75x80	4	
24	70	BELA	1	70	TORNILLO ALLEN M12x1,75x80	4	
25	71	CONO DE ALIMENTACION	1	71	OPRESOR HEXAGONAL M4x1,0x8	2	
26	72	CAJAZA	1	72	ANILLO REFRENCION EXTERNO 15MM	1	
27	73	CONEXIÓN U	2	73	SEGURO REFRENCION EXTERNO	2	
28	74	EXTENSION DE CORREBERA	1	74	SKF 6205-2Z	1	
29	75	EXTRUSOR	1	75	SKF 6211-2RS1	1	
30	76	BARRA EXTRUSORA	1	76	SKF FT11 201P	1	
31	77	CAJAZA	1	77	THOMSON S11H1540	1	
32	78	BOQUILLA DE EXTRUSION	1	78	PAJA NIVELADORA	4	
33	79	MECANISMO DE TOPE MOVIL	1	79	LINEAR RUSING A255-220	1	
34	80	PLACA DE SUJECIÓN	1	80	SKF 3K8 14F	1	
35	81	DEPOSITO DE REFRIGERANTE	1	81	Muchiluzo motor MB	1	
36		GABINETE DE CONTROL	1				
37		SOPORTE DE MOTOR	1				
38		MARIN 35R20HT 1	1				
39		THOMSON S21H154	1				
40		ARANDELA PLANA ANCHA M8	2				
41		ARANDELA PLANA ESTRECHA	2				
42		TORNILLO ALLEN M4x0,8x40	2				
43		TORNILLO CUBIERTA TRANSDUCTORAL M8x1,25x15	4				
44		TUERCA M4x0,7	2				
45		TUERCA M4x1,0	4				
46		TUERCA M8x1,25	4				

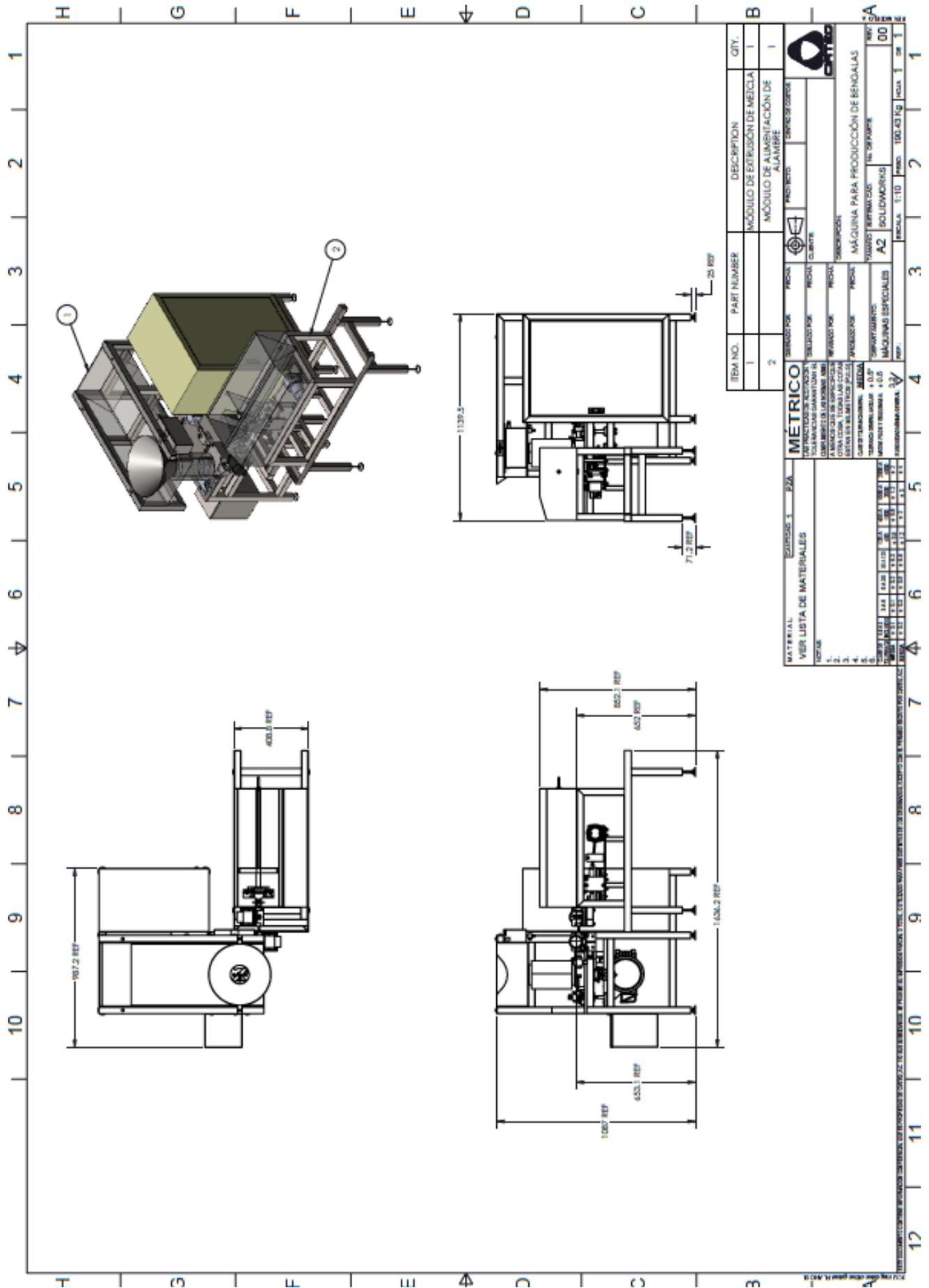


MATERIAL		Escala: 1 : 25		Escala: 1 : 10		Escala: 1 : 5	
VER LISTA DE MATERIALES							
1.	ALUMINIO	2.	ACERO	3.	PLASTICO	4.	OTROS
5.	BRONCE	6.	BAJOCOSTA	7.	ALUMINIO	8.	ACERO
9.	PLASTICO	10.	OTROS	11.	ALUMINIO	12.	ACERO
13.	BRONCE	14.	BAJOCOSTA	15.	ALUMINIO	16.	ACERO
17.	PLASTICO	18.	OTROS	19.	ALUMINIO	20.	ACERO
21.	BRONCE	22.	BAJOCOSTA	23.	ALUMINIO	24.	ACERO
25.	PLASTICO	26.	OTROS	27.	ALUMINIO	28.	ACERO
29.	BRONCE	30.	BAJOCOSTA	31.	ALUMINIO	32.	ACERO
33.	PLASTICO	34.	OTROS	35.	ALUMINIO	36.	ACERO
37.	BRONCE	38.	BAJOCOSTA	39.	ALUMINIO	40.	ACERO
41.	PLASTICO	42.	OTROS	43.	ALUMINIO	44.	ACERO
45.	BRONCE	46.	BAJOCOSTA	47.	ALUMINIO	48.	ACERO
49.	PLASTICO	50.	OTROS	51.	ALUMINIO	52.	ACERO
53.	BRONCE	54.	BAJOCOSTA	55.	ALUMINIO	56.	ACERO
57.	PLASTICO	58.	OTROS	59.	ALUMINIO	60.	ACERO
61.	BRONCE	62.	BAJOCOSTA	63.	ALUMINIO	64.	ACERO
65.	PLASTICO	66.	OTROS	67.	ALUMINIO	68.	ACERO
69.	BRONCE	70.	BAJOCOSTA	71.	ALUMINIO	72.	ACERO
73.	PLASTICO	74.	OTROS	75.	ALUMINIO	76.	ACERO
77.	BRONCE	78.	BAJOCOSTA	79.	ALUMINIO	80.	ACERO
81.	PLASTICO	82.	OTROS	83.	ALUMINIO	84.	ACERO
85.	BRONCE	86.	BAJOCOSTA	87.	ALUMINIO	88.	ACERO
89.	PLASTICO	90.	OTROS	91.	ALUMINIO	92.	ACERO
93.	BRONCE	94.	BAJOCOSTA	95.	ALUMINIO	96.	ACERO
97.	PLASTICO	98.	OTROS	99.	ALUMINIO	100.	ACERO

Plano 9.- Maquina extrusora



Plano 10.- Maquina alimentadora de alambres



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1		MÓDULO DE EXTRUSIÓN DE MEZCLA	1
2		MÓDULO DE ALIMENTACIÓN DE ALAMBRE	1

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	REMARKS
VER LISTA DE MATERIALES				
1.	ALAMBRE DE ALUMINIO	KG	100.43	
2.	ALAMBRE DE ACERO	KG	1.10	
3.	ALAMBRE DE COBALTO	KG	1.10	
4.	ALAMBRE DE NIQUEL	KG	1.10	
5.	ALAMBRE DE CROMO	KG	1.10	

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1		MÓDULO DE EXTRUSIÓN DE MEZCLA	1
2		MÓDULO DE ALIMENTACIÓN DE ALAMBRE	1

Plano 11.- Maquina para producción de bengalas

12. RESULTADOS

13. CONCLUSIONES

Al término del desarrollo del proyecto se ha determinado que los objetivos planteados en un inicio pueden ser cubiertos en un 90% de su totalidad con la implementación de este mecanismo ya que el método de extrusión permite el uso de una mezcla más espesa (20 ml de agua por 100g de polvo), la bengala se forma con el espesor requerido en una sola aplicación cabe mencionar que con el proceso de inmersión se requiere de 2 a 4 pasadas para lograr un diámetro requerido.

Otro de los parámetros observados es que la forma regular de la bengala depende de una muy buena sincronización entre la presión ejercitada a la mezcla y la extrusión, respectivamente la velocidad de la bengala saliendo del dado de extrusión de igual manera la cantidad de tiempo en la que el sensor detecta y manda la señal para accionar el motor que realizara la extrusión, un factor más y no de menor importancia es que una bengala que se le practica extrusión (con una mezcla de 20 ml por 100 g de polvo) seca más rápido que una con sumersión y por la misma consistencia de la mezcla se dañara menos al ser transportada que una echa por el método convencional.

Se podrá notar que este proceso es muy delicado en cuanto al cuidado de los parámetros antes mencionados como es el caso de la sincronización, velocidades, temperaturas y como elemento extra humedad y viscosidad de la mezcla pirotécnica.

En general este método se podrá adaptar de una manera muy productiva al mercado ya que la cantidad suministrada a la bengala es mínima y no se producirá tanto desperdicio de mezcla ya que la mezcla que se logra derramar puede ser reutilizada para extrusiones posteriores, no se necesitara un operador que esté trabajando mucho tiempo en la maquina ya que el mecanismo de alimentación de alambres es automático de mismo modo que el suministro de mezcla, el contenedor está diseñado para una carga aproximada de 3kg que en trabajo continuo podrá durar un aproximado de 2 a 3 horas en uso continuo.

14. REFERENCIAS

Bibliografía.

- Manufactura ingeniería y tecnología, 5ta edición, S. Kalpakjian, editorial Pearson.
- Ciencia de los polímeros, Fred W. Billmeyer, Jr., editorial Reverté S.A.
- Illustrated sourcebook of mechanical components, Robert o. Parmley, P.E. editorial McGraw- Hill
- Diseño de elementos mecánicos, 4ta edición, Robert L. Mott, editorial Pearson.
- Teoría de máquinas y mecanismos Joseph Shigley, McGraw-Hill

Referencias Electrónicas.

- <http://digital.csic.es/bitstream/10261/23153/1/Castro-yolanda-Tesis-2003.pdf>
- <http://manqlar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/116/92694388.pdf;jsessionid=1A9CF0395E893D2A24EC47CD340BDCE3?sequence=1>
- <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion10.PLASTICOS.Problemas.Extrusion.2005.pdf>
- http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/19818/Su%C3%A1rez_Romero_Jose_David_Tesis_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PD-GP-MA-ASIG/PD-GP-ASIG-32912/TAB42351/Tema%207%20\(Ceramica\)%20Materiales%20ETSA%20\(I\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PD-GP-MA-ASIG/PD-GP-ASIG-32912/TAB42351/Tema%207%20(Ceramica)%20Materiales%20ETSA%20(I).pdf)