

Desarrollo de un sistema de recolección, transporte y compresión de la viruta metálica que se obtiene del proceso de mecanizado de piezas en el taller de metalmecánica del Instituto

Técnico Superior de Pereira

Catalina Carvajal Marín

Universidad Católica de Pereira

Facultad de Arquitectura y Diseño

Programa de Diseño Industrial

2020

Agradecimientos

Doy gracias primeramente a Dios que me ha permitido culminar con éxito mi proyecto de grado, no fue nada fácil y sentí muchas veces que no lo lograría, pero ahí estaba él para darme las fuerzas que necesitaba para continuar.

Doy gracias a mi familia principalmente a mis padres, Héctor Mario Carvajal y Luz Adriana Marín, por apoyarme en mi decisión de estudiar diseño industrial, por ayudarme en cada una de mis entregas, por fortalecerme con sus oraciones y palabras cada vez que me pongo muy triste, y por llorar conmigo cuando es necesario. También les doy gracias por plantar en mí el amor por crear y compartir lo poquito que se con las demás personas.

Doy gracias a mi hermana Andrea Carvajal Marín por ser esa consejera y ejemplo a seguir, no es diseñadora industrial, pero es arquitecta, una carrera igual de difícil que también permite crear y diseñar a una escala diferente a la mía pero que se complementan perfectamente como uña y mugre.

Por ultimo quiero dar gracias a mi futuro esposo y licenciado en artes visuales, Andrés Felipe Mendoza Berdugo por ser un apoyo y ayuda tan grande de principio a fin en mi carrera, por trasnochar conmigo tantas veces que ya perdí la cuenta, por soportar cada lágrima derramada que también fueron muchas y por darme un poquitico de ese talento artístico y creativo tan grande que tiene.

A cada una de las personas mencionadas en estos agradecimientos quiero decirles que los amo con todo mi corazón. Les mando muchos besos y abrazos físicos a pesar de lo que estamos viviendo este año 2020.

Tabla de contenido

Introducción	10
1.Planteamiento Del Problema.....	11
Definición Del Problema.....	11
Pregunta de Investigación	14
2. Justificación	15
3. Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
4.Marco Teórico	17
4.3 Antecedentes y Estado del Arte	17
4.4 Marco Conceptual.....	19
4.4.1 Mecanizado convencional para piezas metálicas	19
4.4.2 Recuperación de residuos metálicos	22
4.4.3 Compactación/briquetas de viruta metálica	23
4.4.4 La prensa hidráulica	24
4.4.5 Ergonomía en la manipulación manual de cargas	25
4.5 Marco Legal	26
5. Metodología de Diseño.....	27
6. Análisis de Datos.....	29
7. Proceso de Diseño	35
7.1 Análisis de Tipologías	35
7.2 Requerimientos	40
7.3 Concepto de Diseño.....	43
7.4 Alternativas de Diseño	44
7.4.1 Alternativas de Recolector.	44
7.4.2 Alternativas del contenedor para la compresión.	48
7.5 Evaluación de alternativas.....	49
7.6 Diseño de detalles	50
7.7 Modelos y/o simulaciones.....	52
7.8 Propuesta Final	53
Detalles del sistema	54
7.9 Render	56

7.10 Secuencia de Uso	57
7.11 Planos Técnicos	59
7.12 Despiece	61
7.13 Proceso productivo y materiales	63
7.14 Prototipo.....	66
7.15 Costos de producción	67
7.16 Paralelo de ventajas viabilidad Comercial.....	68
7.17 Comprobación.....	69
Conclusiones	73
Referencias Bibliográficas	74
Apendice	77
Planos Técnicos.....	77
Despiece	78

Lista de figuras

Figura 1. Viruta metálica en el contenedor y el chut de basura del Instituto Técnico Superior. Fuente. Elaboración propia	13
Figura 2. Operación del torneado Fuente. Ingemecánica, 2020	21
Figura 3. Operación del fresado Fuente. Heinrich Gerling, 2006.	21
Figura 4. Operación del limado Fuente. GECOUSB, 2020	22
Figura 5. Briquetas y compactadora de viruta JVONNE Fuente. M.P.E, 2020	23
Figura 6. Briquetas y compactadora de viruta JVONNE Fuente. M.P.E, 2020	24
Figura 7. Esquema prensa hidráulica Figura. José A. Flórez, 2020	25
Figura 8. Manipulación manual de cargas Fuente. Formacurae, 2019	26
Figura 9. Metodología Proyectual, Bruno Munari Fuente. Elaboración propia	28
Figura 10. Recolección de la viruta metálica en el taller Fuente. Elaboración propia.....	30
Figura 11. Traslado de la viruta al chut de la institución Fuente. Elaboración propia	31
Figura 12. La Prensa Hidráulica de la Institución Fuente. Elaboración Propia	32
Figura 13. Cilindro y base utilizados en el ensayo de compresión de la viruta Fuente. Elaboración Propia.....	33
Figura 14. Tipología 1 recolector Carro barrendero. Fuente. Elaboración propia.....	36
Figura 15. Tipología 2 recolector carro barrendero. Fuente. Elaboración propia.	37
Figura 16. Tipología 3 recolector carro barrendero. Fuente. Elaboración propia.	37
Figura 17. Tipología 1 compactador de pasto hidráulico. Fuente. Elaboración propia.	38
Figura 18. Tipología 2 Compactador de pasto manual Fuente. Elaboración propia.....	38
Figura 19. Tipología 3 Compactador de pasto manual. Fuente. Elaboración propia.....	39
Figura 20. Propuesta de Valor del sistema a desarrollar. Fuente. Elaboración propia.	39
Figura 21. Requerimiento de Función Fuente. Elaboración Propia.....	40
Figura 22. Requerimiento de Uso. Fuente. Elaboración propia.	40
Figura 23. Requerimiento Estructural Fuente. Elaboración propia.	41
Figura 24. Requerimiento Ergonómico Fuente. Elaboración Propia	41
Figura 25. Requerimiento Formal – Estético Fuente. Elaboración Propia.....	42
Figura 26. Requerimiento Simbólico – comunicativo Fuente. Elaboración propia.....	42
Figura 27. Requerimiento Técnico – Productivo Fuente. Elaboración propia	42
Figura 28. Proceso para el concepto con el pensamiento cruzado Fuente. Elaboración propia.	43
Figura 29. Concepto de diseño Fuente. Elaboración propia.....	44
Figura 30. primeras alternativas 1 y 2 recolector. Fuente. Elaboración propia	45
Figura 31. Alternativa 3 recolector. Fuente. Elaboración propia.	46
Figura 32. Alternativa 4 recolector. Fuente. Elaboración propia	46
Figura 33. Alternativa 5 recolector Fuente. Elaboración propia.	47
Figura 34. Alternativa 1 contenedor Fuente. Elaboración propia.....	48
Figura 35. Alternativa 2 Contenedor Fuente. Elaboración propia.....	49
Figura 36. Detalles de la extensión para el pistón de la prensa hidráulica. Fuente. Elaboración propia. ..	51
Figura 37. Detalles del presionador de la viruta y el contenedor para compresión. Fuente. Elaboración Propia.....	51
Figura 38. Proceso y resultado final de la maqueta 1- recolector Fuente. Elaboración propia	52
Figura 39. Maqueta de simulación - apertura contenedor Fuente. Elaboración Propia	53

Figura 40. Maqueta de simulación – Extensión Retráctil Fuente. Elaboración Propia.....	53
Figura 41. Propuesta final con las mejoras realizadas Fuente. Elaboración Propia.	54
Figura 42. Detalles del soporte del presionador y la malla para ubicar elementos. Fuente. Elaboración Propia.....	54
Figura 43. Detalles de la base – La guía para ubicación, la bandeja con las nervaduras y el extractor. Fuente. Elaboración Propia	55
Figura 44. Detalle render - extensión retráctil y contenedor para compresión Fuente. Elaboración Propia	55
Figura 45. Render final - Sistema de recolección, trasporte y compresión Fuente. Elaboración Propia ..	56
Figura 46. Render del sistema ubicado en la prensa hidráulica. Fuente. Elaboración Propia.....	56
Figura 47. Secuencia de uso – Recolección y traslado del recolector Fuente. Elaboración propia.	57
Figura 48. Secuencia de uso - compresión de la viruta. Fuente. Elaboración propia	58
Figura 49. Plano general del recolector más el contenedor Fuente. Elaboración propia	59
Figura 50. Plano general – estructura recolector Fuente. Elaboración Propia.	60
Figura 51. Plano general – contenedor para compresión Fuente. Elaboración propia.....	60
Figura 52. Despiece – Recolector Fuente. Elaboración propia	61
Figura 53. Despiece – contenedor Fuente. Elaboración propia.....	62
Figura 54. Renderizado del sistema en el contexto. Fuente. Elaboración Propia.....	66
Figura 55. Render de comprobación – relación prototipo digital con usuario. Fuente. Elaboración propia.	69
Figura 56. Render de comprobación – relación prototipo digital con usuario Fuente. Elaboración propia	70
Figura 57. Render de comprobación – Interacción usuario con contenedor. Fuente. Elaboración Propia	71
Figura 58. Render de comprobación – Interacción usuario con la viruta comprimida Fuente. Elaboración Propia.....	71
Figura 59. Render de comprobación – posicionamiento de la viruta comprimida Fuente. Elaboración Propia.....	72
Figura 60. Render de comprobación – interacción usuaria con el presionador de viruta Fuente. Elaboración Propia	73

Lista de tablas

Tabla 1. Marco legal o normativo Fuente. Elaboración propia	26
Tabla 2. El proceso del ensayo de compresión de la viruta en la prensa Fuente. Elaboración propia	34
Tabla 3. Evaluación de alternativa de recolector. Fuente. Elaboración propia.	49
Tabla 4. Evaluación de alternativas de contenedor para compresión. Fuente. Elaboración propia.	50
Tabla 5. Proceso Productivo – Recolector Fuente. Elaboración propia	63
Tabla 6. Proceso Productivo – Contenedor Fuente. Elaboración Propia	64
Tabla 7. Proceso Productivo – Extensión Fuente. Elaboración Propia	65
Tabla 8. Costos estimativos de Producción. Fuente. Elaboración Propia	67
Tabla 9. Paralelo de ventajas viabilidad comercial maquina compactadora – propuesta de sistema Fuente. Elaboración propia	68

Resumen

El sistema se realizó buscando el servicio a la comunidad educativa del instituto técnico superior de Pereira que por mucho tiempo se tuvo la recolección de la viruta como un desecho, perjudicando así las personas que debían manipular gran peso al cargar el contenedor hasta el chut de basura de la institución y el perjuicio generado al medio ambiente al ser un metal altamente corrosivo.

El diseño del sistema se abordó en tres momentos, La recolección, transporte y compresión del residuo.

Para la recolección se diseñó una tolva que facilitara la acumulación del residuo y permitiera la direccionar del mismo hasta el interior del contenedor, y un elemento presionador que permitiera acomodar la viruta dentro del contenedor para dar mayor capacidad de llenado. Para el transporte se diseñó una estructura liviana con un sistema de rodamientos. Para la compresión se diseñó un contenedor adaptado al recolector que resistiera alta presión y una extensión retráctil adaptable a la prensa hidráulica.

Palabras Clave: Sistema, Compresión, recolección, Viruta Metálica.

Abstract

The system was carried out seeking the service to the educational community of the Higher Technical Institute of Pereira, which for a long time had the collection of the chip as a waste, thus damaging people who had to handle heavy weight when loading the container to the garbage chute of the institution and the damage generated to the environment as it is a highly corrosive metal.

The design of the system was addressed in three moments, the collection, transport and compression of the waste.

For the collection, a hopper was designed to facilitate the accumulation of the residue and allow it to be directed to the interior of the container, and a pressing element that allowed the chip to be accommodated inside the container to give greater filling capacity. For transportation, a lightweight structure with a

bearing system was designed. For compression, a container adapted to the collector was designed to resist high pressure and a retractable extension adaptable to the hydraulic press.

Key Words: System, Compression, collection, Metallic Chip.

Introducción

La industria metalmecánica es una de las más fuertes a nivel nacional con una cantidad de 600 empresas en donde se brindan diferentes tipos de servicios, ya sea de elaboración de máquinas, maquinado de piezas y/o ensamble de elementos. Dentro de estos procesos que presta la industria se generan diferentes tipos de residuos sólidos principalmente peligrosos como lo puede llegar a ser la viruta metálica especialmente de acero si no se tiene un manejo adecuado en su disposición, pues por sus características corrosivas, al tener contacto con el agua elimina gases tóxicos como el amoníaco y ácido sulfúrico que pueden producir impactos negativos en el medio ambiente.

Como público objetivo se tomó al Instituto Técnico Superior de Pereira, especialmente el taller de metalmecánica de la institución, ya que en ella se realiza la enseñanza del maquinado de piezas metálicas que produce el residuo de viruta metálica. Por más de 70 años de funcionamiento, la institución nunca ha generado un proceso de recolección diferente para la viruta, simplemente se recoge en el mismo contenedor donde se recolectan otros residuos del taller para ser llevados al lugar destinado para la basura; acortando así la vida útil de la viruta. Este residuo al ser metálico permite ser recuperado, reutilizado y/o reciclado para crear nuevos materiales en la industria o aprovechar sus características físicas en fibra para utilizarse como material constructivo.

Por lo cual, el presente trabajo busca mostrar la importancia de tener un buen manejo y correcta disposición final de un residuo como lo es la viruta metálica, a través del diseño de un sistema que permita recolectarla, transportarla y comprimirla en la prensa hidráulica con la finalidad de disminuir volumen del residuo para mayor capacidad en el almacenaje y permitir así su posterior recuperación y/o reciclaje.

1.Planteamiento Del Problema

Definición Del Problema

Los residuos peligrosos son aquellos que “por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgo o daño para la salud humana y el medio ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible , 2015)

En Colombia, según cifras del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible del 2014, produce aproximadamente 500.000 toneladas de residuos peligrosos (Respel) al año, 390.000 toneladas son provenientes de la industria, de los cuales el 23% (90.000 toneladas) son provenientes del sector metalmecánico.

La industria metalmecánica es una de las más fuertes a nivel mundial y principalmente nacional. Según el diario El Economista, en Colombia se cuenta con una cantidad aproximada de 600 empresas metalmecánicas, en su mayoría están ubicadas en la ciudad de Bogotá. Estas se desenvuelven en tres campos: Diseño de elementos y/o máquinas, proceso de fabricación y/o maquinado, Ensamble y acabado.

En el proceso de maquinado para la obtención de piezas metálicas se generan diferentes residuos sólidos denominados peligrosos (Respel), entre estos los más comunes son: polvo metálico, viruta metálica, grasas, entre otras; en su mayoría son residuos reutilizables al realizar con ellos los tratamientos adecuados, los cuales algunas empresas de este sector no realizan por desconocimiento.

En la entrevista realizada por la revista El Espectador a la empresa Ingerecuperar asegura que la escoria o viruta desechada de metales como cobre, zinc, magnesio, níquel,

titanio, hierro y acero se constituye como un “residuo peligroso” para el medio ambiente, ya que al hacer contacto con el agua generan “gases tóxicos, amoníaco y ácido sulfúrico”, llevando a la reiteración de las problemáticas ambientales que se pueden llegar a producir por una incorrecta forma de desechar dichos residuos.

Las empresas siderúrgicas en el país, para la recuperación del acero tienen la función de depositar el material recolectado en hornos a altas temperaturas, llevándolos al punto de fusión que es aproximadamente 1700°C para luego ser vertido en moldes de diferentes formas, tamaños y perfiles, para la creación de nuevos productos para la industria.

En el área metropolitana Pereira-Dosquebradas se encuentran ubicadas industrias, instituciones y talleres metalmecánicos tales como Industria y Manufactura Solomoflex, Industrias Raisan, servicio de enseñanza nacional de aprendizaje SENA, entre otras, que tienen la disciplina de recolectar los residuos que generan, separándolos adecuadamente para luego ser vendidos a empresas recicladoras quienes se encargan de enviarlas a las empresas siderúrgicas de Colombia, para ser recuperadas.

Como caso de estudio se encuentra el Instituto Técnico Superior de Pereira que tiene en su currículo educativo la especialidad de metalmecánica, el taller cuenta con maquinarias convencionales para el mecanizado como esmeriles, tornos, fresadoras, limadoras, entre otras que generan residuo como la viruta metálica especialmente de acero, este residuo es el más común dentro del taller, con una cantidad aproximada de 60 kg semanal que han sido subvalorados durante los 75 años de existencia de la institución, Lo anterior, genera una situación alarmante frente a lo estipulado en los aplicativos de generadores y desechos peligrosos propuesto por el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) ,ya que la institución podría acarrear multas, pues los generadores que produzcan

más de 10 kg al mes deben inscribirse ante la Autoridad Ambiental competente de su jurisdicción .

Esta problemática no ha sido abordada por ninguno de los actores de la comunidad educativa y demás actores competentes, ya que durante la trayectoria de funcionamiento del taller de metalmecánica; no se ha logrado plantear una solución frente al desperdicio de los residuos metálicos, puesto que lo más sencillo es recogerlos en canecas junto con los demás desechos producidos en el taller (papel, madera, plásticos, etc.) y estos son llevados al lugar destinado para la recolección de basura en la institución y después recogidos por la empresa de aseo. (Ver figura 1).



Figura 1. Viruta metálica en el contenedores y el chut de basura del Instituto Técnico Superior. **Fuente.** Elaboración propia

Asociado a lo anterior, este material no solo genera problemas en la parte ambiental por ser un material corrosivo, sino que también perjudica a las personas que deben hacer contacto con la viruta metálica. A continuación, se presentan estos aspectos negativos:

- al ser acumulado genera demasiado volumen ya que las fibras se enredan entre sí, haciendo difícil el traslado del contenedor a un recipiente como costales o bolsas.
- al ser un material con características corto punzante puede generar laceraciones y heridas en las personas al extraerlo manualmente del contenedor.

- Otro punto importante es el factor ergonómico, ya que al acumularse la viruta de varias semanas el peso que se genera en el contenedor metálico es aproximadamente de 250kg al mes, haciendo que manipular el contenedor sea complicado para una sola persona, debido a su peso y por la forma misma del recipiente.

En la institución no existen estrategias para la recolección de este tipo de residuos, ya sea para la venta del material o para ser reutilizado dentro de la misma, esto debido a que desconocen las entidades que realizan la recolección de estos residuos metálicos, a pesar de que la institución cuenta con un equipo para recuperar otros materiales como plástico, papel, etc.

Pregunta de Investigación

¿Cómo generar un sistema que facilite la recolección de la viruta metálica en el taller de metalmecánica del Instituto Técnico Superior de Pereira, que reduzca su volumen para un mayor almacenamiento y posterior recuperación?

2. Justificación

En la actualidad el reciclaje de diferentes elementos, juega un papel importante en el cuidado y conservación del medio ambiente, es por ello que se debe fomentar una disciplina de aprovechamiento de materiales y su reutilización, para potencializarlos y ponerlos en marcha. Teniendo en cuenta esto, cuando se habla de un material como la viruta metálica, se está hablando de un material 100% reciclable y reutilizable; por esta razón se realizan procesos adecuados para la disposición de la viruta y permitir su recuperación, ya que existen entidades como chatarrerías que reciben este tipo de residuos porque conocen su importancia en la industria.

La desinformación que se encuentra en la institución acerca de cómo darle un buen manejo previo a la viruta metálica para su recuperación y al no contar con un proceso adecuado para la recolección de este material, se vuelve una oportunidad para abordar la disposición adecuada de este residuo durante la etapa de recolección, con la ayuda del diseño.

Teniendo en cuenta los riesgos mencionados en el planteamiento del problema alrededor de la manipulación de la viruta metálica que se obtiene del mecanizado de piezas (no con abrasión), se hace necesario realizar un proceso en el que el contacto directo con este residuo sea mínimo hasta que sus características físicas sean transformadas, como su volumen, para minimizar posibles riesgos en las personas y mejorar también la recolección del material en costales y/o bolsas. Por otra parte, está el factor ergonómico, para buscar soluciones en la reducción de cargas y desplazamientos que no perjudique la salud de las personas.

Dentro de la mecánica existen procesos que pueden ser utilizados para dar forma al material y reducir su volumen, puede ser realizado en calor o en frío; cuando se habla de proceso por calor se puede tocar el tema de la fundición para esto se hace necesario tener un horno de fundición, ya sea eléctrico o a gas, que contenga paredes refractantes para que resista las altas temperaturas; por

otra parte cuando se habla de proceso en frío se puede tocar el tema del presado o compresión sin utilizar cambios de temperatura para la transformación del material. Teniendo en cuenta la información anteriormente mencionada, dentro de la institución se hace pertinente y viable el proceso que permita transformar el material en frío presándolo o comprimiéndolo, ya que se cuenta con máquinas – herramientas adecuadas para realizar este proceso como lo es la prensa hidráulica, esto con la finalidad de trabajar con los recursos que cuenta la institución.

La novedad para el taller está en la estructuración adecuada de la disposición de la viruta metálica dentro de la institución y por otra parte al hacer uso del diseño para ayudar a revalorizar el residuo y buscar la posibilidad de dar solución a la necesidad con las herramientas adecuadas para ayudar a las personas involucradas dentro del taller.

3. Objetivo General

Desarrollar un sistema que facilite la recolección, transporte y compresión de la viruta metálica que se obtiene del proceso de mecanizado de piezas en el taller de metalmecánica de Instituto Técnico Superior de Pereira, para reducir su volumen y permitir su posterior recuperación.

Objetivos Específicos

- Identificar datos importantes en la disposición final de la viruta metálica en la institución y en la prueba de compresión del residuo en la prensa hidráulica que aporten a la solución del proyecto.
- Diseñar un recolector que facilite el transporte de la viruta hacia la prensa hidráulica y un contenedor adaptado al recolector que permita la compresión de la misma.
- Elaborar los planos e instructivos que permitan la fabricación del producto.

4.Marco Teórico

4.3 Antecedentes y Estado del Arte

La viruta metálica es un residuo que se genera por medio del proceso de maquinado de piezas o también conocido como mecanizado, este proceso se realiza con la ayuda de diferentes máquinas-herramientas que utilizan un instrumento corto punzante para arrancar material y así dar forma a la pieza, algunas de estas máquinas-herramientas son: el torno, la fresadora, el esmeril, etc. Cada máquina genera una distinta cantidad de viruta y con características físicas diferentes.

Este residuo al poseer características corrosivas es catalogado como RESPEL (Residuo Peligroso) ya que al tener contacto con el agua genera gases que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente. También, sus propiedades físicas pueden causar heridas corto punzantes en las personas que realizan su manipulación. Por otra parte, al ser un residuo metálico de acero es posible su recuperación y reciclaje para entrar nuevamente a la industria, por esta razón es necesario emplear estrategias dentro de los talleres que generan esta clase de materiales, para ayudar a mitigar el impacto tanto ambiental como laboral, y dar continuidad a residuos que pueden ser recuperados.

Dentro de las investigaciones desarrolladas durante los últimos años se encuentra un proyecto donde se da una propuesta para el uso y reducción de los desechos sólidos (Dr.C. Mariño Cala, M.Sc. Sánchez Hechavarría, & M.Sc. Granados Bisse, 2016), en esta se puede ver la importancia de tener un registro de la cantidad de viruta que se genera dentro del taller en un determinado periodo de tiempo, igualmente tener presente cuales son las máquinas que se utilizan en el taller y cuales generan mayor cantidad de residuo durante el maquinado, todo con la finalidad de buscar una estrategia apropiada para el manejo de residuos sólidos en el taller, para minimizar el impacto de estos residuos en el medio ambiente y en las personas.

Igualmente, otra investigación realizada por (Muñoz L. C., 2017), muestra como a través de un plan de gestión de residuos sólidos puede contribuir a minimizar, reducir y realizar una correcta disposición final de los residuos solidado peligrosos dentro de una empresa o taller que preste servicios metalmecánicos.

Dentro del tema de la recuperación y el reciclaje de los residuos metálicos como lo es la viruta o limalla del maquinado de piezas, se encuentra investigaciones como la realizada por (Delgado Delgado, 2017), en la que plantea la posibilidad de utilizar las fibras metálicas como componente dentro de materiales aplicados en espacios interiores como paredes, fachadas, etc. con el fin de mejorar las propiedades físicas de materiales compuestos por conglomerantes y aglomerantes para desarrollar una nueva tecnología, la fibra metálica vendría siendo lo que ayuda a estructurar como una especie de maya en el material, mostrando así formas de recuperar y reutilizar un residuo como lo es la viruta metálica.

Una investigación realizada por (Maure, Candanedo, Madrid, Bolobosky, & Marín, Fabricacion de Ladrillos a Base de Polimero PET y Virita Metálica , 2018), desarrollaron otra forma de utilizar la viruta metálica en este caso como material constructivo para realizar ladrillos a base de polímeros PET (Polietileno de Tereftalato), en este caso la viruta metálica es un elemento constructivo, que permite dar como resultado final una muy buena resistencia a la compresión en comparación con los otros ladrillos convencionales, ayudando así a reducir la contaminación ambiental al utilizar como materia prima materiales reciclados como el PET y la virutas metálicas, enseñando así la importancia de no desechar residuos que puedes ser recuperado y/o reutilizados, esto es muy importante ya en estos tiempos se está siendo más consciente de la importancia de la recuperación de los residuos no solo metálicos sino de toda clase de materiales.

Hoy en día las industrias metalmeccánicas están siendo más conscientes de fomentar y generar continuidad a residuos que posiblemente son desechados al “cumplir su vida útil”, por esta razón se han creado mundialmente maquinas briquetadoras de viruta metálica, este tipo de maquinaria se pueden encontrar en industrias metalmeccánicas muy grandes, pues son las que diariamente generan grandes cantidades de residuos metálicos principalmente viruta. La empresa Maquinaria de Producción Europea S.L. (M.P.E) fabrican las compactadoras / briquetadoras JVONNE tanto automatizadas como manuales, que son un gran referente tipológico para este proyecto, ya que cumple con los puntos clave del proyecto, la recolección de la viruta y la compresión de dicho material para reducir su volumen y mejorar tanto su almacenamiento como su manipulación, generando así una revalorización a dicho residuo.

4.4 Marco Conceptual

4.4.1 Mecanizado convencional para piezas metálicas

El mecanizado de piezas metálicas es realizado en su mayoría con aceros de diferentes características, como la dureza, resistencia a la tracción, compresión, flexión, etc. del material. Además, al conocer estas características de los aceros permitirán una mejor eficiencia al cortar los materiales en las diferentes maquinas-herramientas.

En el mecanizado convencional existen dos tipos: mecanizado por abrasión y mecanizado por arranque de viruta.

- **Mecanizado por abrasión:** También llamado arranque de viruta por abrasivos es el proceso por el cual se afilan herramientas de corte y se da forma a piezas metálicas templadas y sin temprar eliminando irregularidades en piezas redondas o planas dando gran exactitud y elevada calidad superficial. Esto se logra por desprendimiento

de pequeñas partículas de material del orden de micras a través de la herramienta principal que son las muelas o piedras de esmerilar (Gerling, 2006).

- Mecanizado por arranque de material metálico: A través de este proceso permite darles forma a las piezas por extracción de material metálico por medio de máquinas-herramientas la cuales, dependiendo de su constitución y capacidad, permite arrancar el material de forma más efectiva. (Carman, 2014)

El mecanizado por arranque de viruta se genera por tres movimientos principales que son: Corte, Avance y alimentación. Estos movimientos antes de ser aplicados son determinados por las características del acero a mecanizar.

- Corte: En este movimiento penetra la herramienta en el material y es el causante de producir la viruta, este corte puede ser circular o rectilíneo y depende de la velocidad de corte que tenga la máquina.
- Avance: Este movimiento es el realizado al desplazar el punto de aplicación del corte y se define mediante la velocidad de avance y al combinarse con la velocidad de corte permite el arranque continuo de viruta.
- Alimentación: se define como profundidad de pasada y determina el espesor de la capa de viruta a arrancar.

Cada una de las máquinas-herramientas convencionales dentro del mecanizado realizan los movimientos de corte, avance y alimentación, con resultados diferentes tanto en la obtención de la pieza como en la cantidad de residuo (viruta) generado.

- El Torno: En el torno el movimiento de corte es rotativo (circular) es dado por el cabezal de la máquina, donde se ubica la pieza a mecanizar y la herramienta de corte llamada buril realiza el avance y la alimentación o profundidad de pasada para dar

forma a la pieza. Esta máquina es la que entrega la mayor cantidad de viruta en un trabajo mecánico. (ver figura 2).

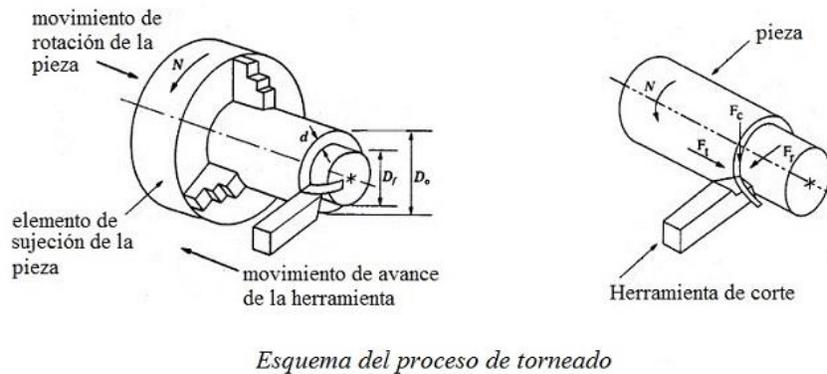


Figura 2. Operación del torneado **Fuente.** Ingemecánica, 2020

- La Fresadora: En la fresadora el movimiento de corte es generado por la rotación de la fresa (herramienta de corte), existen muchas clases de fresas y cada una con tareas diferentes. El movimiento de avance es rectilíneo que lo realiza la pieza a mecanizar y la alimentación o profundidad de pasada se da por la entrada de la fresa en el material y el desplazamiento rectilíneo dado por la pieza. (ver figura 3).

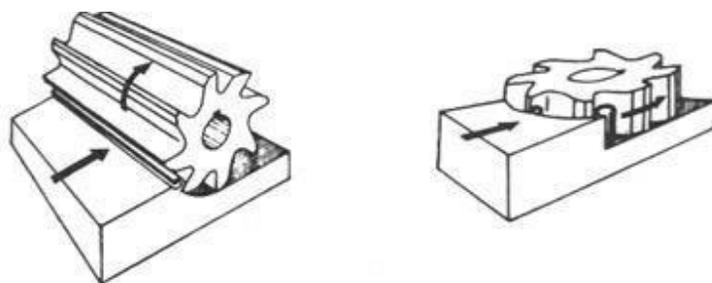


Figura 3. Operación del fresado **Fuente.** Heinrich Gerling, 2006.

- La Limadora: En la limadora el movimiento de corte es realizado por el buril (herramienta de corte) que se mueve de manera rectilínea. El avance es realizado por la pieza con un movimiento intermitente mientras la herramienta de corte entra en el

material y pasa por la superficie de la pieza generando el acabado deseado. (ver figura 4)

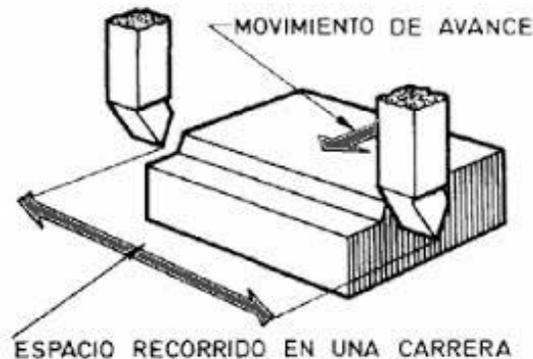


Figura 4. Operación del limado **Fuente.** GECOUSB, 2020

4.4.2 Recuperación de residuos metálicos

“La recuperación de metales como el cobre, el zinc, el aluminio, el acero o el latón..., supone reducir la contaminación del aire, el agua y los desechos de minería en un 70%” (Braceli, 2017)

Hoy en día se hace más fuerte los temas del aprovechamiento y la recuperación de materiales. El aprovechamiento de los materiales es importante ya que son recursos finitos y su obtención como materia prima se hará más difícil, por lo tanto, es necesario plantear ideas de recuperación y reciclaje para un correcto tratamiento de los residuos metálicos, contribuyendo a una economía circular.

El acero es el material más reciclado. Al reciclar el hierro y el acero, el hierro nuevo no tiene que ser extraído, lo cual produce un ahorro en costos de extracción y procesamiento, incluyendo la energía necesaria para hacerlo. (ehow.com, s.f.)

Tomando en cuenta los antecedentes, se hace referencias a diferentes maneras de recuperación de residuos metálicos como la viruta metálica, una de ellas es la fundición. se encuentran nuevas formas de reutilización del residuo la creación de ladrillos por moldes y

compresión a base de polímeros PET y virutas metálicas. Otra forma de recuperar la viruta es por presión hidráulica para disminuir volumen.

4.4.3 Compactación/briquetas de viruta metálica

Dentro de las soluciones para un tratamiento previo a la recuperación y reciclaje de la viruta metálica se encuentra el proceso de realización de briquetas (resultado de un material compactado) de este residuo con máquinas compactadora/briquetadora de viruta. (ver figura 5)



Figura 5. Briquetas y compactadora de viruta JVONNE Fuente. M.P.E, 2020

“Las virutas de acero en forma de briquetas son una fuente muy importante para la materia y la producción del acero”. (S.L, s.f.) Este proceso trae grandes beneficios para el área industrial y en las empresas metalmecánicas que son generadoras de este tipo de residuos. Las ventajas de este proceso son la reducción notoria del volumen del residuo, disminución en costos de materia prima, mayor aprovechamiento de metales importantes, permite un almacenaje apropiado mientras se obtiene un mejor precio de reciclaje, ahorros en transporte y un aspecto positivo para el ambiente. (M.P.E. Maquinaria de Productos Europeos, S.L, s.f.)

El briqueteado de la viruta “Es el sistema más efectivo de minimizado que se utiliza actualmente en la industria mundial.” (S.L, s.f.) en él se somete a la viruta a altas presiones con la finalidad de eliminar aire entre los residuos minimizando el volumen de la viruta, por otra

parte, se busca extraer completamente el fluido como taladrina o aceites con los que vienen generalmente la viruta metálica.

4.4.4 La prensa hidráulica

Una prensa hidráulica es un dispositivo que usa un cilindro hidráulico para generar una fuerza comprensiva (Núñez, s.f.) (ver figura 6)

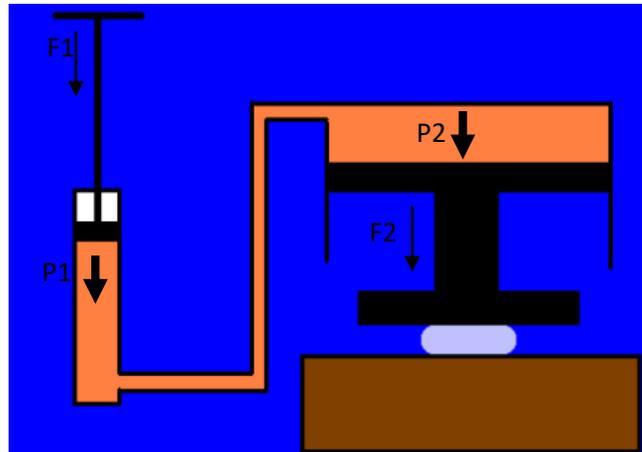


Figura 6. Briquetas y compactadora de viruta JVONNE Fuente. M.P.E, 2020

Una prensa hidráulica es un mecanismo que está formado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferente área que, mediante pequeñas fuerzas, permite obtener otras mayores. (Maquituls, 2017) (ver figura 7)

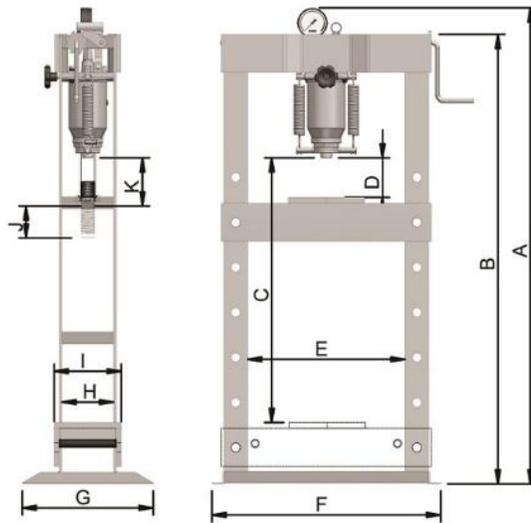


Figura 7. Esquema prensa hidráulica **Figura.** José A. Flórez, 2020

4.4.5 Ergonomía en la manipulación manual de cargas

La adecuada manipulación manual de cargas es fundamental para reducir los problemas ergonómicos en una empresa. Y es que, la mala manipulación manual de cargas puede causar desde trastornos acumulativos, consecuencia del progresivo deterioro del sistema músculo-esquelético hasta traumatismos agudos. (ErgoIBV, 2016)

Identificar la importancia de la ergonomía en las empresas y específicamente en aquellas que se manejan grandes cargas se hace necesario emplear medios visuales de información para identificar riesgos laborales y evitar posibles accidentes.

A la hora de manipular una carga se debe tener en cuenta el peso de la carga a manipular y la posición de la carga con respecto al cuerpo. (ver figura 8).

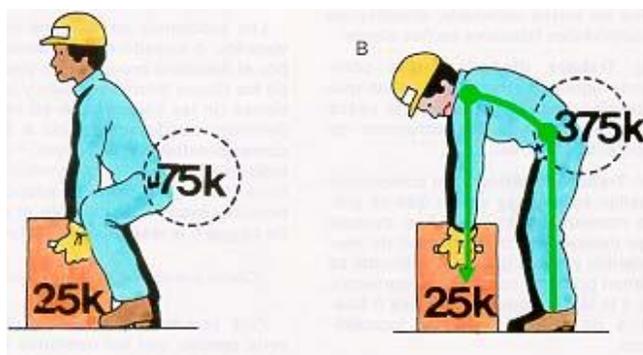


Figura 8. Manipulación manual de cargas **Fuente.** Formacurae, 2019

4.5 Marco Legal

En la tabla 1 se puede observar el marco legal del presente trabajo, donde describe los esfuerzos desarrollados a nivel nacional para reorientar las actividades en materia de disposición final de los residuos sólidos, la normatividad sanitaria y de salubridad; contribuyendo con el cuidado del ambiente y de la comunidad en general.

Tabla 1. Marco legal o normativo **Fuente.** Elaboración propia

Año	Norma	Emisor	Descripción
2005	Decreto 838	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones	Tiene por objeto promover y facilitar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos, como actividad complementaria del servicio público de aseo, mediante la tecnología de relleno sanitario. Igualmente, reglamenta el procedimiento a seguir por parte de las entidades territoriales para la definición de las áreas potenciales susceptibles para la ubicación de rellenos sanitarios
2005	Decreto 4741	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT	Establece los reglamentos correspondientes a la prevención y manejo de los residuos peligrosos por medio de una gestión integral, señala cuales son los residuos peligrosos y la clasificación de la empresa según su media móvil.
2016	Decreto 3874	CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA	De acuerdo con el Documento “CONPES” 3819 Política Nacional para la gestión

		ECONÓMICA Y SOCIAL (CONPES)	integral de residuos sólidos. Se desarrolla la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario.
2009	GTC 24	Norma Técnica Colombiana, ICONTEC	Establece la Gestión Ambiental. Residuos Sólidos y la Guía para la separación en la fuente

5. Metodología de Diseño

Para este proyecto se hará uso de la Metodología Proyectual de Bruno Munari que se encuentra en el libro Como nacen los objetos, este método consiste en una serie de puntos necesarios que se disponen en un orden claro y consecutivo como si se fuera a realizar una receta de cocina, que tienen como finalidad obtener un buen resultado, minimizando los riesgos de fallar y brindando mayor seguridad.

“Creatividad no quiere decir improvisación sin método” (Munari, 1983)

El método proyectual consiste en 12 puntos principales que para este trabajo investigativo se agruparon en 4 fases para separar cada punto por etapas con la finalidad de tener un mayor control en el cumplimiento de los objetivos del proyecto en cada punto del documento. (ver figura 9).

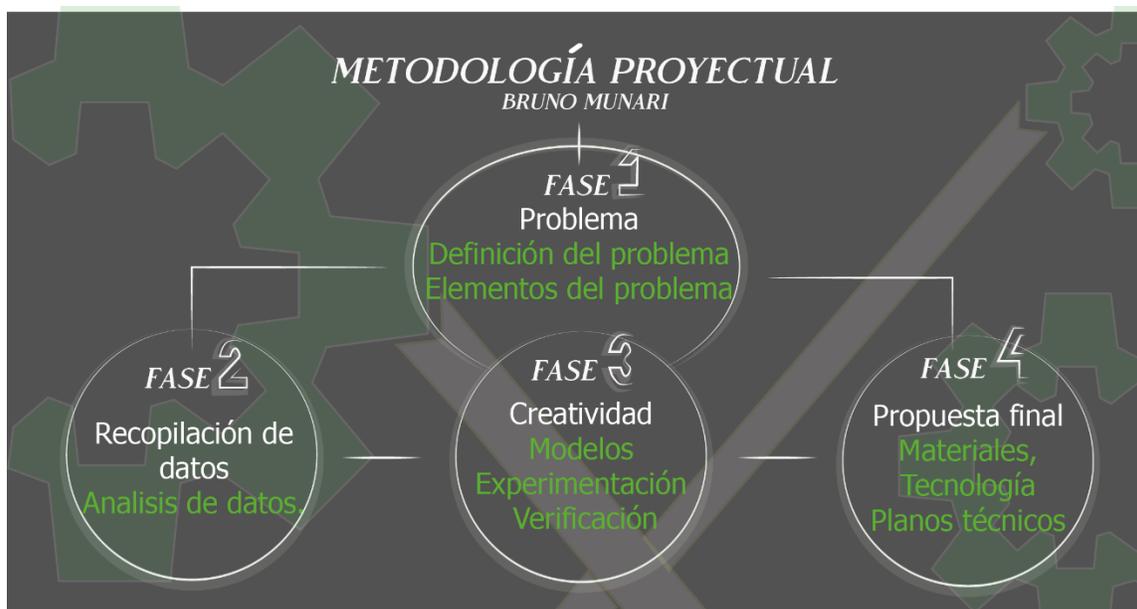


Figura 9. Metodología Projectual, Bruno Munari **Fuente.** Elaboración propia

Las fases y los puntos de solución de la metodología a trabajar son:

- Fase 1: Aquí se plantea el problema del proyecto, definiéndolo y mostrando los elementos del problema a trabajar. Esta fase se dio solución al inicio del documento, en los puntos 1 (planteamiento del problema) y 2 (justificación) y se detallará más en el punto 6 (análisis de datos).
- Fase 2: Aquí se muestran los datos obtenidos en el trabajo de campo e investigaciones y se recopilan los datos más importantes para ser analizados. Esta fase da respuesta al primer objetivo y se da solución en el punto 6 (análisis e interpretación de datos) del documento, también se enlazan los puntos 7.1 (análisis de tipologías) y 7.2 (requerimientos) ya que son una parte importante dentro del análisis de datos que dar cuerpo al proyecto.
- Fase 3: En esta fase se construye toda la parte de creación de la idea de diseño, se realizan las alternativas, los modelos para verificación, modelos, etc. Con esta fase se

da respuesta a el objetivo dos y se le da solución desde el punto 7.3 (concepto de diseño) hasta el punto 7.9 (renders).

- Fase 4: En esta fase final de plantean todos los elementos comunicativos proyectuales como planos técnicos, materiales y tecnología del producto final, para dar respuesta al objetivo número tres que se le da solución desde el punto 7.10 (secuencia de uso) hasta el punto 7.13 (proceso productivo y materiales), enlazando igualmente los puntos proyectuales desde el 7.14 (prototipo) hasta el 7.19 (paralelo de ventajas).

6. Análisis de Datos

A partir de trabajo de campo, con observación participante y no participante, desarrollado en el contexto de estudio y con el apoyo de los docentes encargados del taller de metalmecánica, Diego A. Álvarez, Rodrigo Flores y Héctor Mario Carvajal; se pudo analizar los elementos del problema y los datos de la experimentación con la compresión de la viruta.

6.1 Disposición final de la viruta en el taller

1. Recolección de la viruta metálica dentro del taller

Este proceso inicia cuando los estudiantes al terminar de trabajar en las máquinas, principalmente en los tornos, deben realizar el aseo y la recolección de la viruta con escoba y recogedor y posteriormente se lleva la viruta hasta el contenedor. (ver figura 10).



Figura 10. Recolección de la viruta metálica en el taller **Fuente.** Elaboración propia.

Análisis:

- Depositar la viruta metálica en el contenedor con otros residuos como plástico, papel, etc. hace más complicado retirarla y separarla del recipiente.
- Dificultad en el traslado de la viruta hasta el contenedor porque el recogedor no retiene de manera suficiente el residuo.
- El recorrido de traslado de la viruta hasta el contenedor es demasiado extenso.
- Cada estudiante debe esperar que otro compañero termine el aseo de su máquina para utilizar el recogedor, generando desorden y discordias por el deseo de terminar rápido.
- Al intentar recoger la viruta en estomas para desocupar los contenedores, se han presentado dificultad en su manipulación a la hora de almacenar y situaciones riesgosas como heridas en los brazos, por su característica corto punzante.

2. Traslado de la viruta al chut de la institución

Este proceso inicia cuando el contenedor donde se encuentran la viruta metálica y otros residuos se llena por completo, de ahí se encarga a un personal masculino de aseo o dos estudiantes grandes a recoger el contenedor en una carreta de carga para trasladar el contenedor por un recorrido largo con camino destapado y también escaleras al parqueadero de los trasportes escolares donde se encuentra el chut de basura de la institución, de ahí se dispone la o las personas a levantar el contenedor hasta arrojar los residuos dentro del chut. (ver figura 11)



Figura 11. Traslado de la viruta al chut de la institución **Fuente.** Elaboración propia

Análisis:

- La viruta es catalogada como basura (confirmado por los docentes).
- El recorrido del contenedor desde el taller hasta el chut es demasiado extenso y gran parte de la trayectoria es por carretera destapada.
- El peso del contenedor más el de la viruta metálica genera que la persona encargada para depositar el residuo en el chut debe hacer un esfuerzo mayor

6.2 Ensayo de compresión de la viruta en la prensa hidráulica

Para realizar la prueba de compresión con la viruta se hizo necesario utilizar los recursos disponibles dentro del taller. Entre ellos la prensa hidráulica para realizar dicha compresión y elementos cilíndricos para contener la viruta a comprimir.

Es una prensa hidráulica de pie manual de 30 Toneladas, generada por un pistón de 9cm de diámetro y con un desplazamiento vertical de 20cm, dos cilindros de presión (uno de avance lento de 20mm de diámetro para mayor presión y otro de avance rápido de 25mm de diámetro para menor presión), además posee sus respectivas placas de apoyos para la compresión que son levantadas por poleas y cable metálico, y cuenta con unas columnas de apoyo con perforaciones y guías de ubicación. (ver figura 12).



Figura 12.La Prensa Hidráulica de la Institución **Fuente**. Elaboración Propia

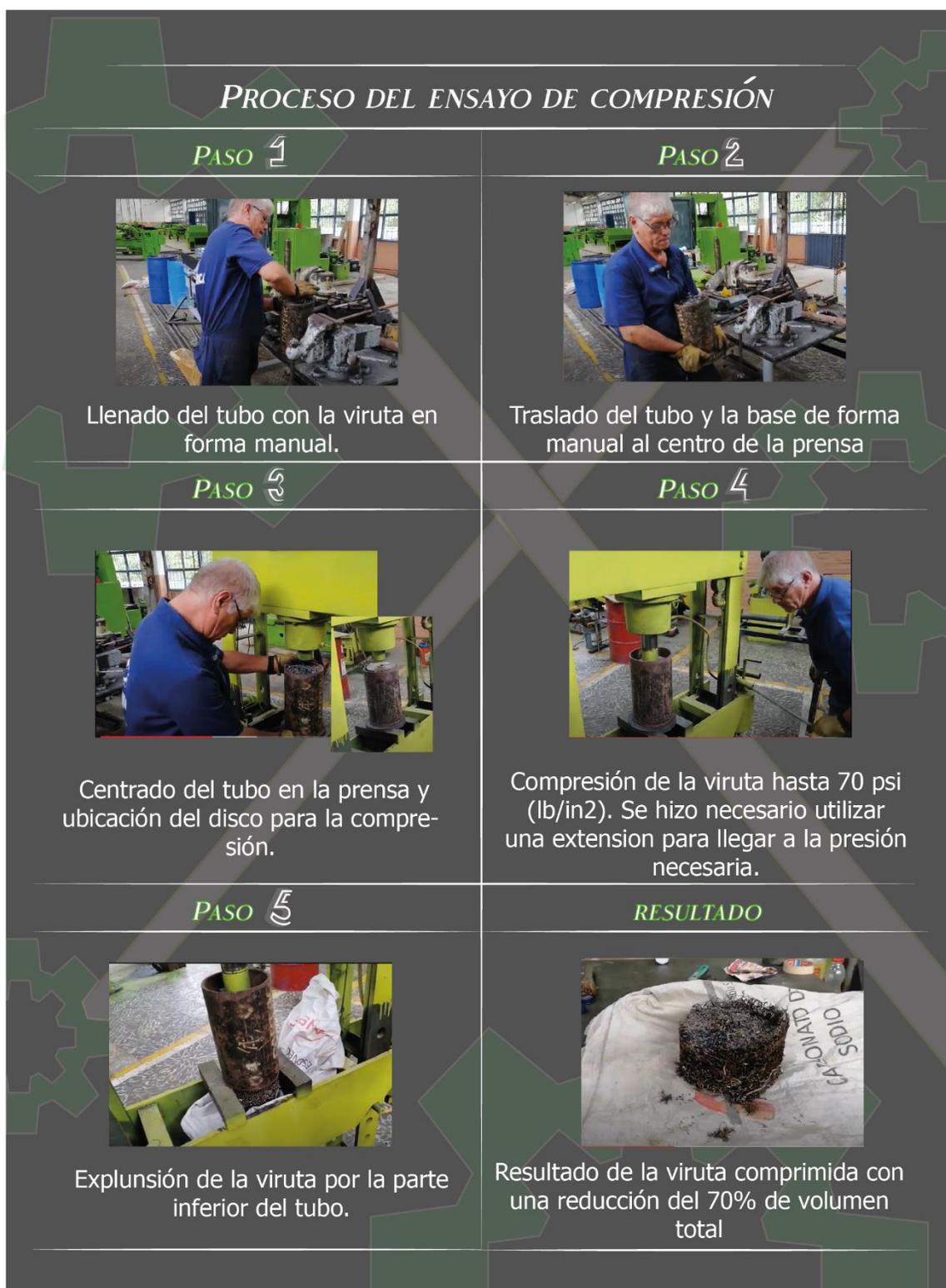
Para el desarrollo del contenedor de la viruta a comprimir se utilizó un tubo cilíndrico de acero con dimensiones 11” de alto x 6” de diámetro interno con espesor de 10mm que permitiera recolectar una buena cantidad de viruta, también se utilizó una platina circular de 2 cm de espesor para la base del contenedor que permitiera resistir la presión generada y para ayudar a presionar la viruta se utilizó un disco de acero de 2cm. (ver figura 13)



Figura 13. Cilindro y base utilizados en el ensayo de compresión de la viruta **Fuente.** Elaboración Propia.

A continuación, en la tabla 2 se puede observar el proceso del ensayo de compresión con el resultado de la viruta comprimida y los pasos que se tomaron para realizar el ensayo.

Tabla 2. El proceso del ensayo de compresión de la viruta en la prensa **Fuente.** Elaboración propia



Análisis del proceso de compresión en la prensa:

- Dificultad y riesgo en el transporte del contenedor hasta la prensa hidráulica por el peso.
- Dificultad en el acopio de la viruta por su acumulación en la parte superior del tubo siendo necesaria una presión manual o con otro elemento.
- Dificultad en el centrado del contenedor con el pistón de la prensa al no contar con una guía de centrado.
- Necesidad de prolongación del pistón compresor para lograr la presión necesaria.
- Dificultad en el retiro del material comprimido por el desplazamiento de la platina de apoyo y nuevamente el centrado.

Conclusión general del análisis de datos:

El análisis de datos demuestra una serie de inconvenientes que no permiten la realización eficaz de la recolección de la viruta metálica al no cumplir con los requerimientos de manejo, acopio y transporte de los residuos, el desconocimiento en la disposición de la viruta; por lo tanto, se hace necesario desarrollar un sistema eficaz, eficiente y apropiado para el taller de metalmecánica del Instituto Técnico Superior, y observar la posibilidad del almacenamiento y venta de los residuos.

7. Proceso de Diseño

7.1 Análisis de Tipologías

Dentro del mercado se encuentran diferentes máquinas diseñadas para la compresión de la viruta metálica procedente del mecanizado de piezas, pero ya que la finalidad del proyecto no es una máquina, aunque las máquinas briquetadoras tienen el principio de la compresión, para el

análisis de tipologías se seleccionaron productos que no están ligadas directamente en el contexto de uso del proyecto ya que tienen otros espacios de uso y es para materiales diferentes a los industriales, pero están ligados con los principios básicos del proyecto, recolección, transporte y compresión; por otra parte, se tomaron como referente ya que en su manipulación y acción no actúa la eléctrica, sino que son completamente manuales.

- Tipologías de recolectores de residuos

1

CARRO BARRENDERO

<https://www.alveo.mx/product-page/contenedor-carro-barrendero-bar-500>

RELACIÓN ANALÓGICA

Formal Estético	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid #333;"></div>	Forma de carreta - colores fríos - la forma proyecta dirección.
Practico Técnico	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid #333;"></div>	Buen espacio para acumular - espacios para ubicar elementos de apoyo - estructura de soporte metálica - compacto.
Simbólico Comunicativo	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid #333;"></div>	Indicadores de ubicación y uso por formas - comunica su función y usabilidad.

SE RELACIONA EN:

Recolección y trasporte de residuos.
Función de recolección de forma manual.
Estructura de soporte metálica en tubería cilíndrica.

USOS POSIBLES:

Formas que me indique dirección.
Secciones para ubicación de elementos complementarios.



Figura 14. Tipología 1 recolector Carro barrendero. **Fuente.** Elaboración propia.



Figura 15. Tipología 2 recolector carro barrendero. **Fuente.** Elaboración propia.

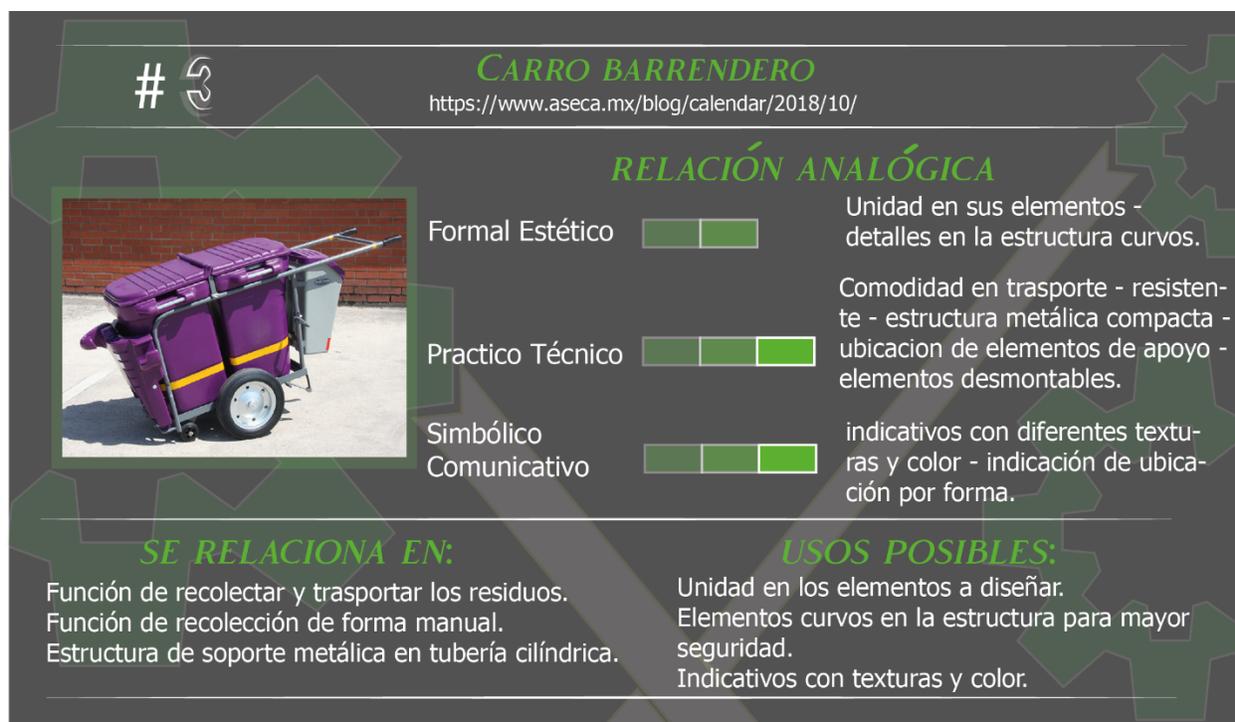


Figura 16. Tipología 3 recolector carro barrendero. **Fuente.** Elaboración propia.

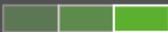
- **Tipologías de compactadoras de pasto**

1

COMPACTADORA DE PASTO HIDRÁULICA
<https://www.alveo.mx/product-page/contenedor-carro-barrendero-bar-500>



RELACIÓN ANALÓGICA

Formal Estético		Contraste de color - Forma cilíndrica para el contenedor.
Practico Técnico		Compactación hidráulica vertical - buena capacidad de recepción de material- práctico - fácil extracción del material comprimido - buena manipulación.
Simbólico Comunicativo		Separaciones de funciones por color - comunica su función de contener.

SE RELACIONA EN:
 Contenedor que permite la compresión de un residuo.
 Compresión hidráulica vertical
 Contenedor de compresión cilíndrico.

USOS POSIBLES:
 Contrastes de color para mejorar la interacción.
 Contenedor práctico y de fácil extracción de material.
 Materiales resistentes (metálicos).

Figura 17. Tipología 1 compactador de pasto hidráulico. **Fuente.** Elaboración propia.

2

COMPACTADORA DE PASTO MANUAL
<https://www.alveo.mx/product-page/contenedor-carro-barrendero-bar-500>



RELACIÓN ANALÓGICA

Formal Estético		Color usado en la industria (lo más representativo).
Practico Técnico		Cuello de entrada del residuo con pestaña para direccionar el material y evitar pérdidas - transportable - compuerta para extracción.
Simbólico Comunicativo		Se identifican los espacios de recolección y extracción.

SE RELACIONA EN:
 Contenedor que permite la compresión de un residuo.
 Mejorar el almacenaje del residuo.

USOS POSIBLES:
 Elemento que dirija el residuo al interior del elemento.

Figura 18. Tipología 2 Compactador de pasto manual **Fuente.** Elaboración propia.



Figura 19. Tipología 3 Compactador de pasto manual. **Fuente.** Elaboración propia.

Teniendo en cuenta las tipologías se construyó la propuesta de valor que busca tener una distinción en el proyecto a desarrollar con otros productos del mercado, en lo que se puede diferenciar de otros sistemas que prestar un servicio similar al del proyecto. (ver figura 20).



Figura 20. Propuesta de Valor del sistema a desarrollar. **Fuente.** Elaboración propia.

7.2 Requerimientos

- Objetivo 1: Identificar datos importantes en la disposición final de la viruta metálica en la institución y en la prueba de compresión del residuo en la prensa hidráulica que aporten a la solución del proyecto.

<i>REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN</i>		
<i>Criterios</i>	<i>Determinantes</i>	<i>Parámetro</i>
REDUCIR CARGAS	- Disminuir la carga del contenedor de la viruta al trasladarlo a la prensa.	- A través de soportes que permitan cargar el contenedor y de rodachinas para trasladarlo fácilmente.
CONFIABILIDAD	- El producto debe ser resistente para permitir la carga del contenedor y la compresión de la viruta.	- A través del uso de materiales metálicos para mayor resistencia y buenos puntos de apoyo.
ADAPTABLE	- Que el contenedor pueda ser adaptado fácilmente en el centro de la prensa	- A través de la adaptación de guías en el sistema

Figura 21. Requerimiento de Función **Fuente.** Elaboración Propia

<i>REQUERIMIENTOS DE USO</i>		
<i>Criterios</i>	<i>Determinantes</i>	<i>Parámetro</i>
SEGURIDAD	- Reducir riesgos en la manipulación de la viruta.	- Comprimir la viruta en la prensa para mejorar la manipulación de esta.
MANTENIMIENTO	- Realizar limpieza parcial al producto para mantenerlo por más tiempo. - facilitar la reparación del producto.	- Para limpiar solo la viruta metálica realizarla con elementos como cepillos o brochas, para limpiar líquidos realizarlo con trapos. - A través de elementos desmontables y de piezas de fácil acceso
PRÁCTICO	- Facilitar recolección de la viruta directamente en la máquina. - permitir mayor almacenaje de la viruta para su posterior recuperación	- Que el producto tenga rodachinas de carga pesada u otros elementos que permita el traslado hacia los lugares necesarios. - Comprimir la viruta para disminuir volumen y mejorar su almacenaje para ser recuperado.

Figura 22. Requerimiento de Uso. **Fuente.** Elaboración propia.

- Objetivo 2: Diseñar un recolector que facilite el transporte de la viruta hacia la prensa hidráulica y un contenedor adaptado al recolector que permita la compresión de la misma.

<i>REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES</i>		
Criterios	Determinantes	Parámetro
UNIÓN	- Uniones que le den resistencia al producto y otras que permitan desmontar partes del producto.	- Unión fijas con la soldadura, uniones para partes desmontables con tornillo y tuerca.
NÚMERO DE COMPONENTES	- Debe tener de 4 componentes para que el sistema pueda funcionar en conjunto.	- Recolector, contenedor para compresión, el presionador de la viruta en la recolección y la extensión para el pistón de la prensa hidráulica.
ESTRUCTURABILIDAD	- La estructura debe ser óptima para la tarea de resistencia - El contenedor debe facilitar la extracción de la viruta comprimida.	- Estructura principal hecha de tubo cilíndrico de 1" de calibre 16. el contenedor un tubo cilíndrico de calibre 8mm de diámetro 16cm. - A través de compuertas o elemento extraíble.

Figura 23. Requerimiento Estructural **Fuente.** Elaboración propia.

<i>REQUERIMIENTOS ERGONÓMICOS</i>		
Criterios	Determinantes	Parámetro
MANIPULCIÓN	- Disminuir la manipulación manual de cargas mayores de 25kg. - La manipulación del sistema en conjunto.	- Utilizar el recolector como una ayuda mecánica para trasladar las cargas fácilmente. - una persona traslada el recolector a las diferentes partes y otra recolecta y vigila el camino.
ANTROPOMETRÍA	- Tener en cuenta medidas antropométricas para el recolector relacionadas con las de la prensa	- Altura piso a codo, piso a hombros relacionadas con las alturas de los soportes de la prensa.
BIOMECÁNICA	- Movimientos controlados para evitar fatigas	- Empuje suave del producto, levantar cargas de forma correcta (doblando las rodillas).

Figura 24. Requerimiento Ergonómico **Fuente.** Elaboración Propia

<i>REQUERIMIENTOS FORMAL - ESTÉTICOS</i>		
Criterios	Determinantes	Parámetro
ACABADOS	<ul style="list-style-type: none"> - Acabados y texturas de tipo mecánico. - Para mejores acabados del producto aplicar pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dejar visibles detalles de uniones con tornillos de forma estética y material metálico. - Pintura electroestática para la estructura y en otras partes necesarias.
PERCEPCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Que el producto comunique el concepto ESTRUCTURANDO - Que el producto tenga unidad con el contexto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dejar visible la estructura del producto y darle importancia a través del color y la forma. - A través de colores usados en el taller como gris y verde.

Figura 25. Requerimiento Formal – Estético **Fuente.** Elaboración Propia

<i>REQUERIMIENTOS SIMBÓLICO - COMUNICATIVO</i>		
Criterios	Determinantes	Parámetro
FUNCIÓNES INDICATIVAS	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar ubicación de elementos. - Comunicar función 	<ul style="list-style-type: none"> - A través de formas que se relacionen a otros objetos. - A través de texturas como grafiados o por color diferente al principal.

Figura 26. Requerimiento Simbólico – comunicativo **Fuente.** Elaboración propia

- Objetivo 3: Elaborar los planos e instructivos que permitan la fabricación del producto.

<i>REQUERIMIENTOS TÉCNICO - PRODUCTIVOS</i>		
Criterios	Determinantes	Parámetro
MANO DE OBRA	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema requiere diferentes trabajos humanos para su fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Doblar tubos de la estructura, corte y doblado de lámina, soldadura para uniones, maquinado para la extensión y grafiados.
MODO DE PRODUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Se requiere un proceso de manufactura semi industrial para la fabricación del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> - llevar los planos y los instructivos a las diferentes empresas metalme-cánicas para realizar las piezas para su posterior armado.
PREFABRICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Hacer uso de elementos prefabricados y si es necesario realizar modificaciones posteriores. 	<ul style="list-style-type: none"> - tubo de acero de 16 cm de diámetro calibre 8mm para el contenedor con modificaciones para mejorar extracción. rodachinas y tornillos apropiados para el resistir cargas.

Figura 27. Requerimiento Técnico – Productivo **Fuente.** Elaboración propia

7.3 Concepto de Diseño

El concepto de diseño se desarrolló a partir de una herramienta denominada pensamiento cruzado donde se sacaron cuatro términos claves del proyecto que le dan fuerza, posteriormente se sacan sinónimos de cada uno y se unen entre sí para formar diferentes conceptos, después se realiza la unión de todos los conceptos anteriores para formar uno que se va puliendo hasta sacar el concepto definitivo. (ver figura 28).



Figura 28. Proceso para el concepto con el pensamiento cruzado **Fuente.** Elaboración propia.

ESTRUCTURANDO fue el resultado final y concepto que surgió del pensamiento cruzado, este concepto resume claramente lo que se quiere lograr con el proyecto, ya que se busca un diseño en el que la estructura sea la protagonista, por otra parte, se está estructurando un proceso adecuado en la disposición de la viruta dentro del taller y también la viruta metálica se va a estructurar al ser comprimida en la prensa. (ver figura 29)



Figura 29. Concepto de diseño **Fuente.** Elaboración propia.

7.4 Alternativas de Diseño

Para el desarrollo de las alternativas de diseño del recolector y el contenedor se tomó en cuenta los requerimientos establecidos, y las tipologías observadas y analizadas con anterioridad. Se plasmaron 5 alternativas de diseño, las que tienen como base 4 aspectos para el desarrollo de ellas, Estos aspectos son: tolva de recolección y direccionamiento de la viruta, el contenedor para la compresión, el detalle de la estructura y el transporte de los elementos.

7.4.1 Alternativas de Recolector.

Inicialmente se plantearon 2 alternativas que cumplieran con los aspectos mencionado, con similitudes en su composición, pero con diferencias en su estructura para mejorar su resistencia, pero al observar los requerimientos habían dos factores importantes y es el de reducir cargas y que sea adaptable, ya que para estas alternativas era necesario levantar el contenedor generando esfuerzo extra en la persona y realizar la ubicación del contenedor de forma manual en la prensa hidráulica, por esta razón se plantearon otras tres alternativas que tuvieran en cuenta estos factores. (ver figura 30)

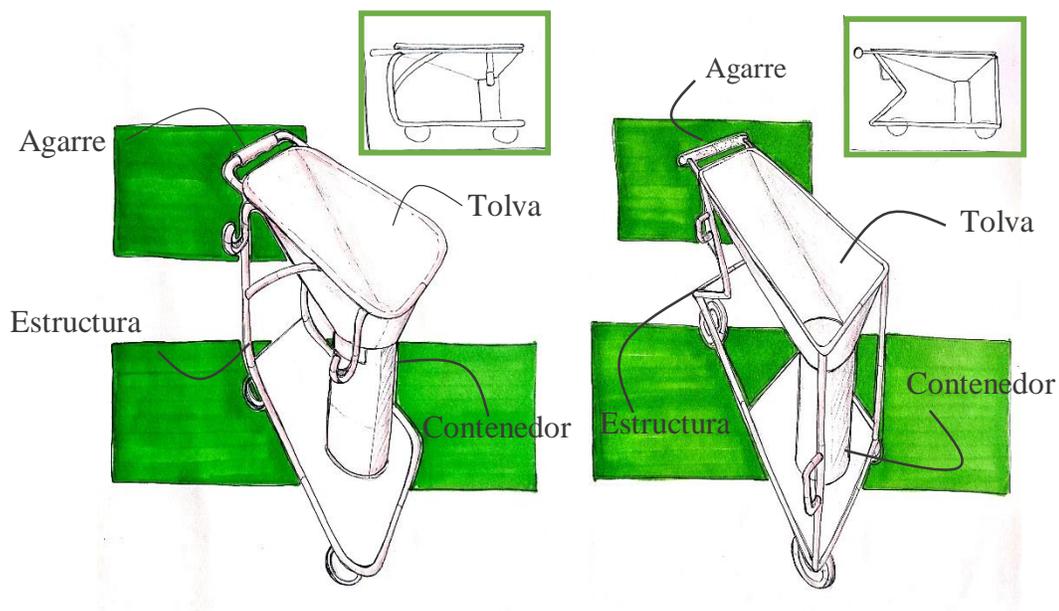


Figura 30. primeras alternativas 1 y 2 recolector. **Fuente.** Elaboración propia.

Para las 3 alternativas siguientes se realizaron cambios con el fin de mejorar los aspectos mencionados y se buscó que las propuestas fueran adaptables a la prensa para facilitar la ubicación del contenedor sin la necesidad de una manipulación directa de él.

En la alternativa 1 se observa una estructura totalmente lineal con una forma de “C” en el centro y facilitar la adaptabilidad en la prensa, cuenta con una tolva en forma de embudo para direccionar la viruta y ubicar el contenedor de bajo, cuenta con una manija completa para el agarre y el traslado del recolector, por otra parte, cuenta con un elemento adicional que permite ubicar o colgar elementos como la escoba y el recogedor. (ver figura 31).

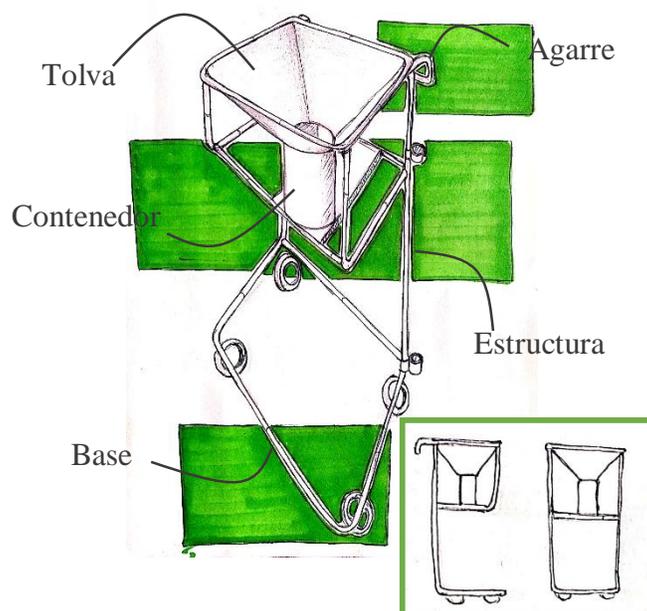


Figura 31. Alternativa 3 recolector. **Fuente.** Elaboración propia.

Para la alternativa 2 se tomó la idea de la tolva en forma de embudo y el espacio en “C” del centro de la primera propuesta, cambiando su estructura realizando una ampliación en la base para permitir que funcionaran como una especie de riel con las patas de la prensa y que la base pasara por la parte inferior de la máquina, para el agarre y el traslado del recolector se propuso dos manijas ubicadas a lado y lado de la tolva, (ver figura 32).

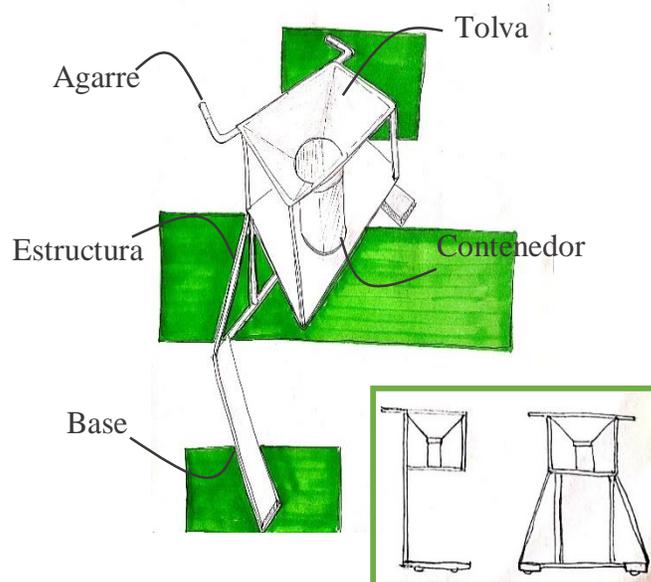


Figura 32. Alternativa 4 recolector. **Fuente.** Elaboración propia

En la alternativa 5 trato de unificar aspectos de las alternativas anteriores, para la tolva se tomó las características de las alternativas 1 y 2 donde se muestra una tolva más alargada con una caída para permitir la dirección de la viruta al contenedor. En un lateral de la estructura se realizó un ubicador de elementos complementarios como el presionados de viruta; la estructura tiene una forma más “robusta” para mejorar la resistencia y dar mayor seguridad sin dejar de tener una visual ligera, para esto se tomó la intención de la base de la alternativa 4 donde expandió más la base para generar una especie de riel con las patas de la prensa al ser ubicada en ella, pero esta vez la base de la estructura es el límite para indicarle al usuario que está bien ubicado el contenedor correctamente en la prensa y está listo para realizar la acción de la compresión; por otra parte se tiene que en la base de la estructura cuenta con una bandeja para la ubicación de la viruta después de ser comprimida. (ver figura 33).

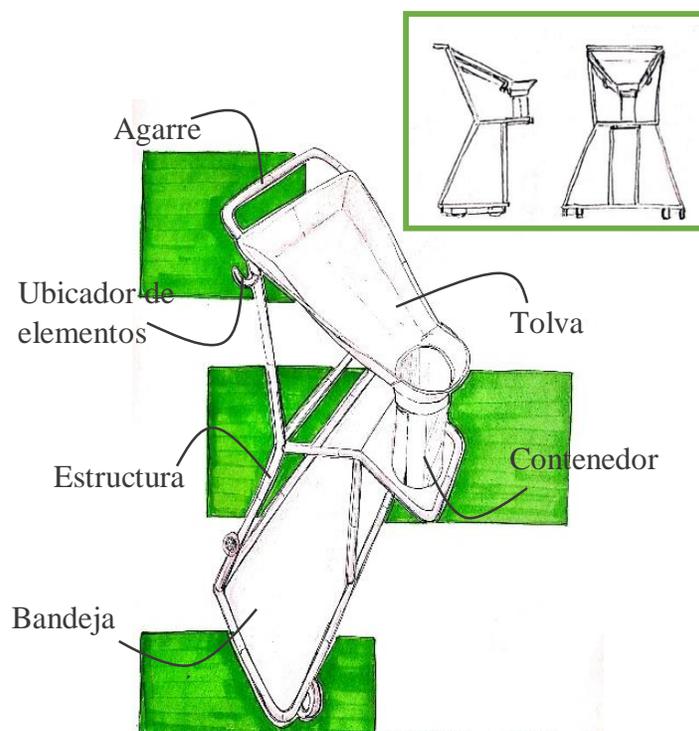


Figura 33. Alternativa 5 recolector **Fuente.** Elaboración propia.

7.4.2 Alternativas del contenedor para la compresión.

Para las alternativas del contenedor, más que tener una transformación estética y formal, se tomó por el lado funcional del elemento, ya que importa mucho la resistencia que pueda tener el contenedor en el momento de la compresión y la extracción de la viruta después de ser comprimida. Se plasmaron 2 propuestas principales con un elemento cilíndrico metálico como el utilizado en la prueba de compresión, donde se puede observar dirección de extracción del material y la forma de extracción

La alternativa 1 se observa una extracción vertical inferior de la viruta comprimida a través de una compuerta extraíble en la base del contenedor que se ubica en la prensa; el contenedor está sostenido en la parte inferior por un aro soldado a la base para evitar movimientos y cuenta con un aro superior el cual es el cuello que va puesto en la tolva del recolector. (ver figura 34)

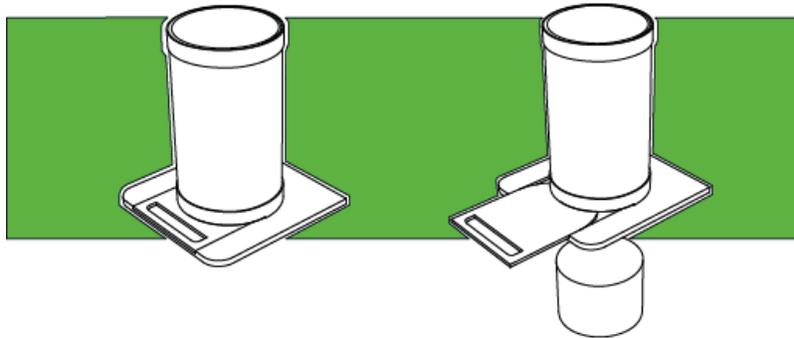


Figura 34. Alternativa 1 contenedor **Fuente**. Elaboración propia.

En la alternativa 2 se observa que la extracción de la viruta comprimida es horizontal, a través de una compuerta que permite la apertura de la mitad del contenedor para facilitar el retiro del material, para mantener cerrada la compuerta se utilizan unas pestaña metálicas que permiten la ubicación de pasadores desmontables para mantener sellado el contenedor en el momento de la compresión ya que se ejerce mucha fuerza, y aflojarlo para abrir la compuerta; para sostener el contenedor se ubica una platina delgada en la base del contenedor con perforaciones para colocar tornillos de cabeza hexagonal que permita desmontarse para su mantenimiento. (ver figura 35)

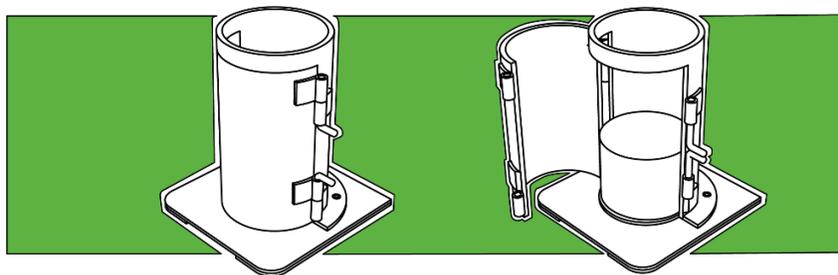


Figura 35. Alternativa 2 Contenedor **Fuente.** Elaboración propia

7.5 Evaluación de alternativas

Para la evaluación de las alternativas tanto del recolector como del contenedor se realiza a partir de una herramienta denominada Método de Objetivos Ponderados, en este método se evalúa a partir de unos parámetros de rendimientos que salen de los requerimientos anteriores, cuando se tienen esos parámetros se enumeran y cada uno se le otorga una calificación según sea el número de rendimientos a analizar, otro aspecto a tener en cuenta es que se resaltan los parámetros de mayor importancia y que por obligación debe cumplir las alternativas, si no se cumple uno de ellos se descarta por completo la alternativa.

En la tabla 3 se puede observar la evaluación de las alternativas del recolector con el método de objetivos ponderados.

Tabla 3. Evaluación de alternativa de recolector. **Fuente.** Elaboración propia.

MÉTODO DE OBJETIVOS PONDERADOS						
parámetros de rendimiento - RECOLECTOR -	Valores de las alternativas					
	1	2	3	4	5	
1. Que comunique el concepto (Estructurando).	6	-	-	6	6	6
2. Que cuente con piezas desmontables.	5	5	5	5	5	5
3. Que evite la manipulación manual del contenedor.	4	-	4	4	4	4
4. Que su estructura sea confiable y resistente.	3	-	3	-	-	3
5. Que facilite la ubicación del contenedor en el centro de la prensa.	2	-	-	-	-	2
6. Que sea transportable.	1	-	1	-	-	1
TOTAL			19			21

Con esta evaluación se puede observar que la alternativa 5 de recolector cumple correctamente con los parámetros de rendimiento establecidos. con esta alterativa se realizan los modelos que permitieron obtener los aspectos a potencializar y mejorar para la propuesta final.

En la tabla 4 se puede observar la evaluación de las alternativas del contenedor para la compresión con el método de objetivos ponderados.

Tabla 4. Evaluación de alternativas de contenedor para compresión. **Fuente.** Elaboración propia.

<i>MÉTODO DE OBJETIVOS PONDERADOS</i>			
<i>Parámetros de rendimiento - CONTENEDOR -</i>		<i>Valores de las alternativas</i>	
		<i>1</i>	<i>2</i>
<i>1. Que facilite la extracción del material comprimido.</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>4</i>
<i>2. Que sea desmontable.</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
<i>3. Que resista a la compresión.</i>	<i>2</i>		<i>2</i>
<i>4. Acabado de tipo mecánico.</i>	<i>1</i>		<i>1</i>
<i>TOTAL</i>			<i>10</i>

Con esta evaluación se puede observar que la alternativa 2 de contenedor para la compresión cumple con los parámetros de rendimiento ya que la alternativa 1 es inestable en factor de la compresión ya que la compuerta en la base podía doblarse o pegarse con el tiempo. esta será la alternativa para realizar los modelos y simulaciones para obtener aspectos por fortalecer o mejorar, y la propuesta que complementará la alternativa 5 de recolector.

7.6 Diseño de detalles

En el diseño de detalles para el proyecto, se tomó como un espacio para mostrar con mayor detalle algunos de los componentes del sistema: detalles del contenedor seleccionado anteriormente (ver figura 37), y el diseño de los elementos complementarios para el sistema como el presionador de la viruta (ver figura 37) y la extensión para el pistón de la prensa hidráulica (ver figura 36).

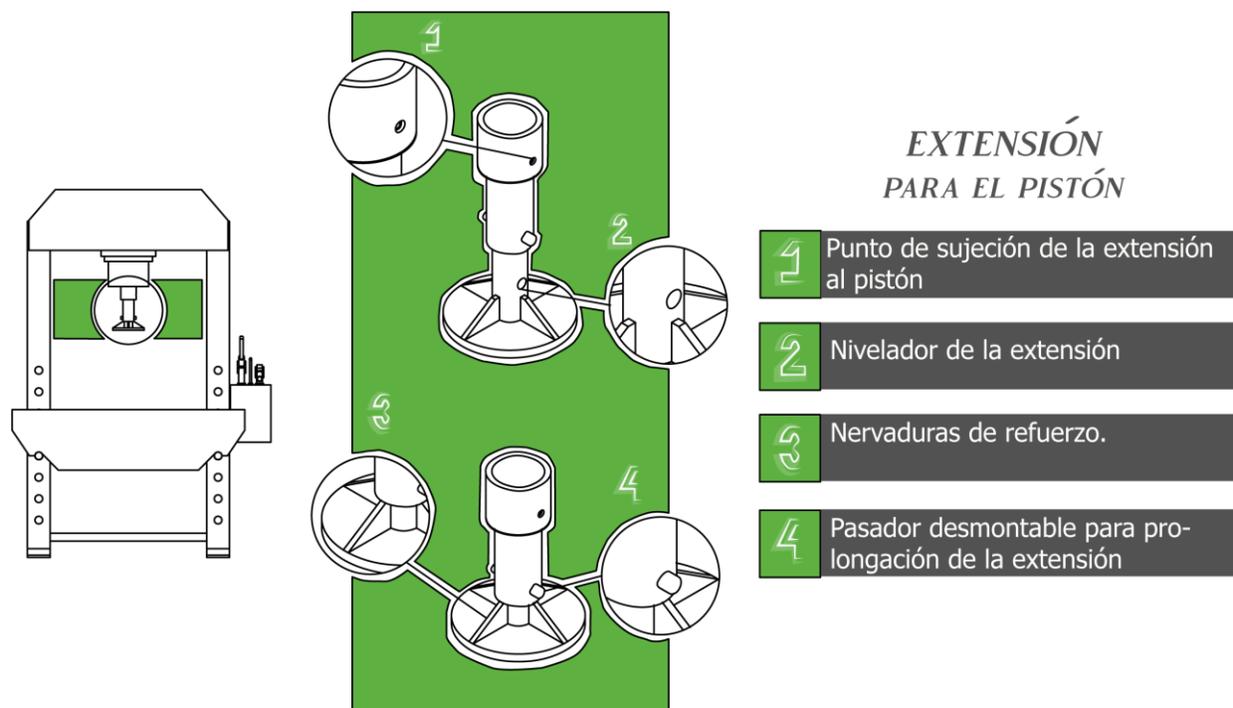


Figura 36. Detalles de la extensión para el pistón de la prensa hidráulica. **Fuente.** Elaboración propia.

Al realizar el desplazamiento del pistón en la prueba de compresión se observó que su longitud no alcanzaba para generar la compresión total de la viruta, por lo tanto, Se plantea la solución de una extensión que sea retráctil para lograr la compresión efectiva.

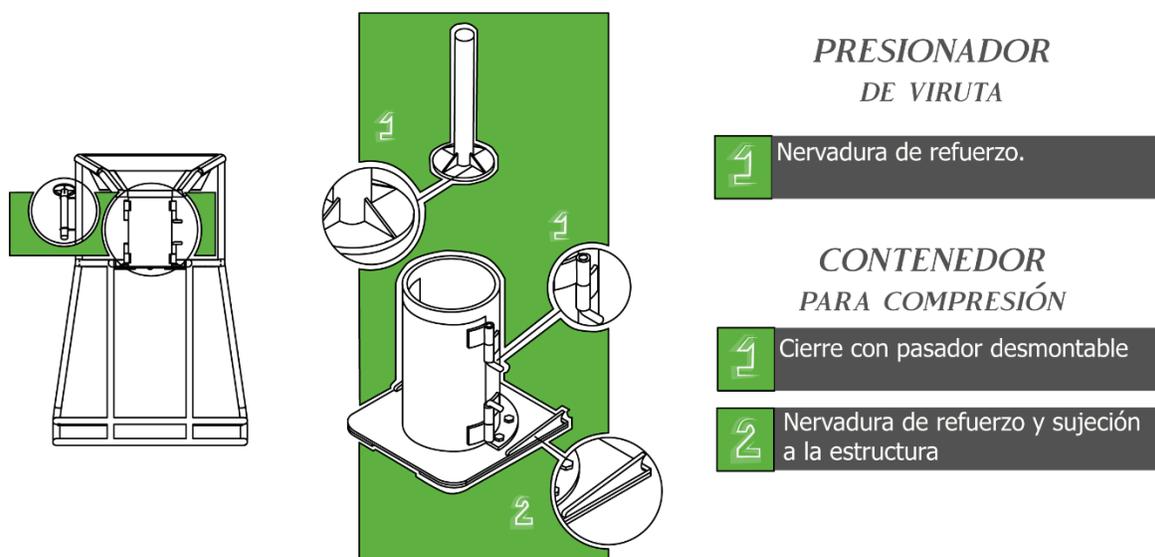


Figura 37. Detalles del presionador de la viruta y el contenedor para compresión. **Fuente.** Elaboración Propia

Se plantea un presionador de la viruta previo a la compresión final ya que en la prueba de compresión que se realizó se obtuvo que la viruta al ser recolectada en el contenedor se genera una acumulación del residuo en la parte superior de este obstaculizando el llenado. Con el presionador se podrá liberar espacio, bajando la viruta y permitiendo un mayor llenado. Se buscó que el diseño del elemento fuera simple y que se relacionara con la extensión de la prensa.

7.7 Modelos y/o simulaciones

Para tener un acercamiento tangible con el proyecto y generar mejoras para la propuesta final, se lleva a cabo el desarrollo de maquetas y simulaciones de algunos elementos del sistema.

Como primer modelo se desarrolla el recolector a escala 1/5 con la forma y los detalles de la alternativa 5 seleccionada anteriormente. se realizó con dos materiales, la estructura se construyó con alambre galvanizado y soldadura oxiacetilénica y para las otras partes como la tolva y el contenedor se construye con cartón kraft para facilitar el moldeado de las piezas. En la figura 38 se puede ver parte del proceso y el resultado de la maqueta 1.

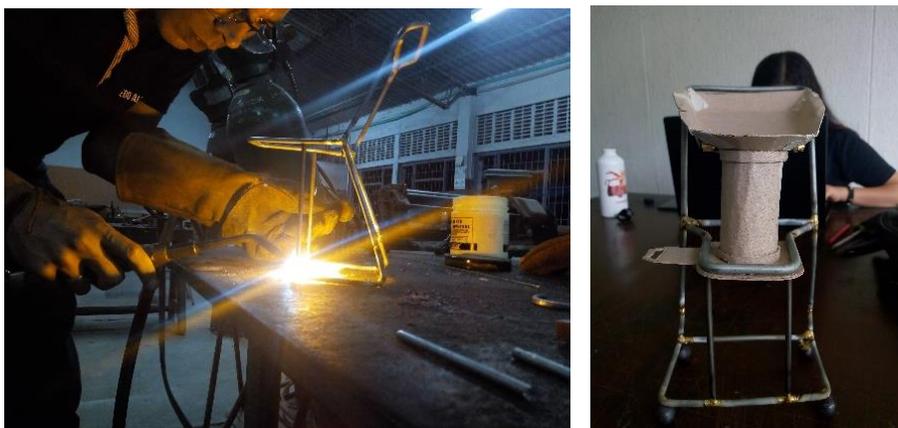


Figura 38. Proceso y resultado final de la maqueta 1- recolector **Fuente.** Elaboración propia

Para los modelos del contenedor (ver figura 39) y la extensión de la prensa (ver figura 40) se realizaron maquetas de simulación básicas con tubos de PVC, tablero de madera MDF para algunos detalles, y otros elementos de herrajes como bisagras, entre otros.



Figura 39. Maqueta de simulación - apertura contenedor **Fuente.** Elaboración Propia



Figura 40. Maqueta de simulación – Extensión Retráctil **Fuente.** Elaboración Propia

7.8 Propuesta Final

Para la propuesta final se tomó la alternativa 5 del recolector y la alternativa 2 del contenedor seleccionados anteriormente y se realizan cambios para mejorar los puntos encontrados en las. A continuación, en la figura 41 se presenta la propuesta final con los detalles de los cambios y las mejoras del sistema.



Figura 41. Propuesta final con las mejoras realizadas **Fuente.** Elaboración Propia.

Detalles del sistema

En las figuras 42 al 44 se puede observar algunos detalles del recolector y otros detalles de sistema

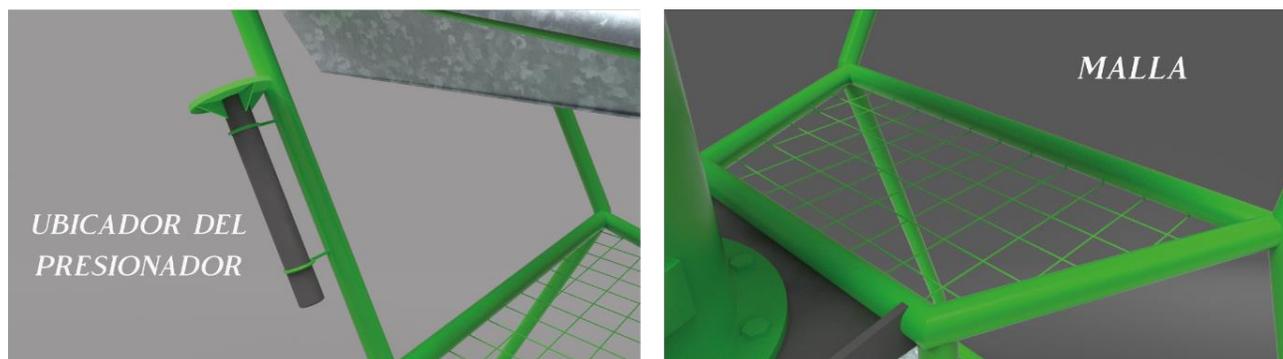


Figura 42. Detalles del soporte del presionador y la malla para ubicar elementos. **Fuente.** Elaboración Propia.

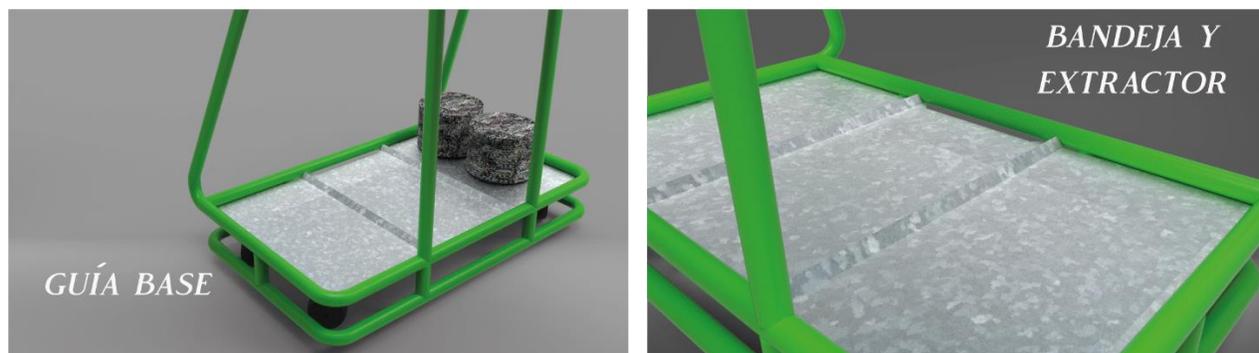


Figura 43. Detalles de la base – La guía para ubicación, la bandeja con las nervaduras y el extractor. **Fuente.** Elaboración Propia



Figura 44. Detalle render - extensión retráctil y contenedor para compresión **Fuente.** Elaboración Propia

7.9 Render



Figura 45. Render final - Sistema de recolección, transporte y compresión **Fuente.** Elaboración Propia

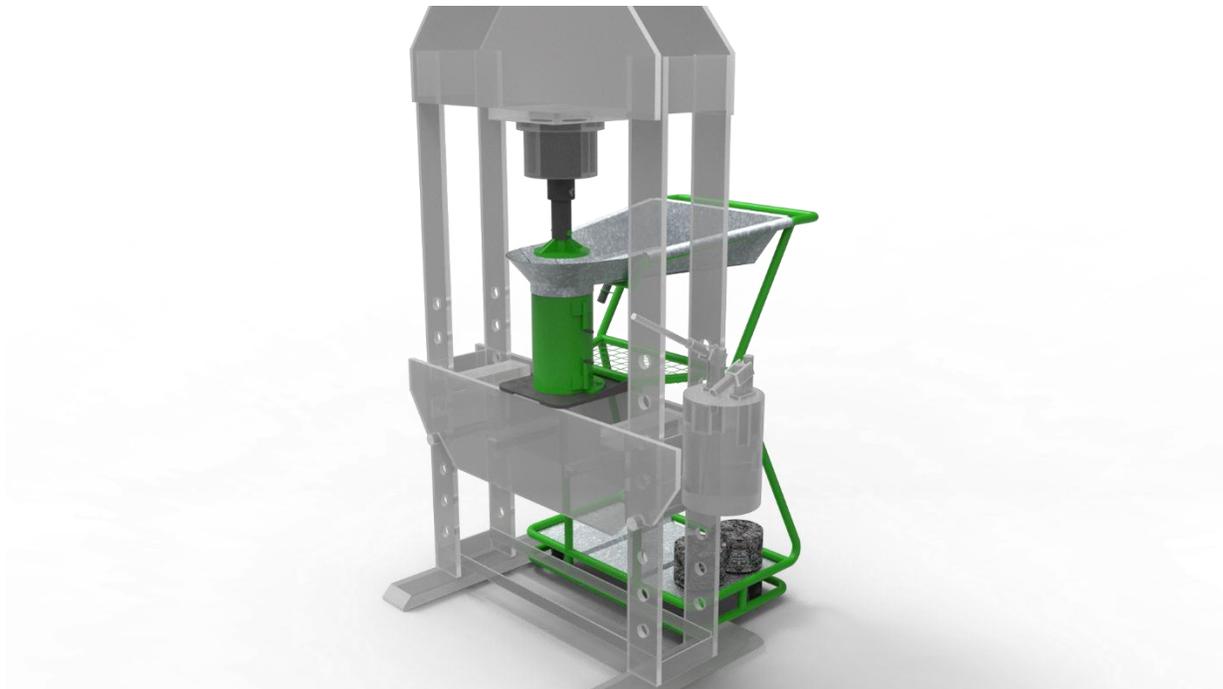


Figura 46. Render del sistema ubicado en la prensa hidráulica. **Fuente.** Elaboración Propia

7.10 Secuencia de Uso

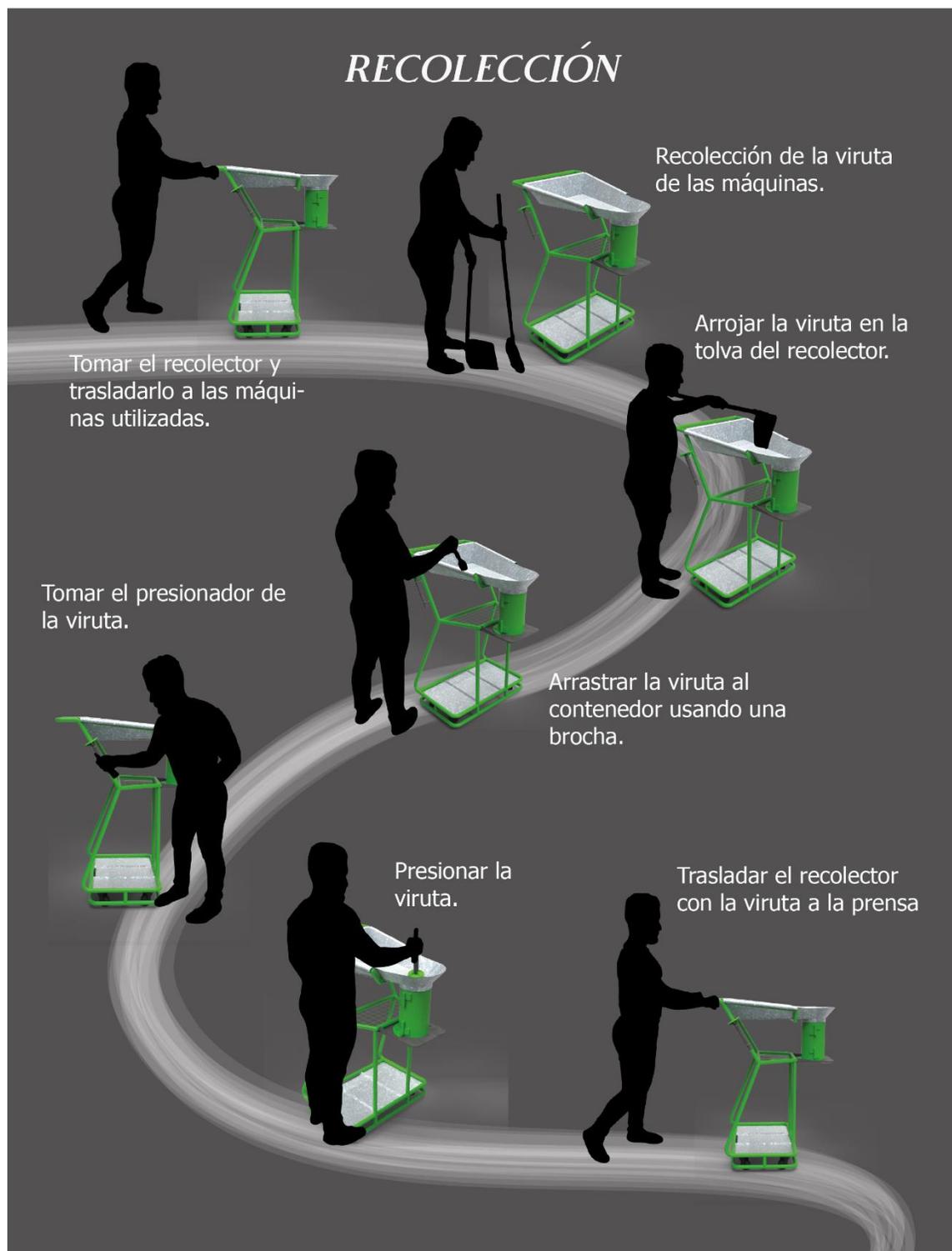


Figura 47. Secuencia de uso – Recolección y traslado del recolector **Fuente.** Elaboración propia.

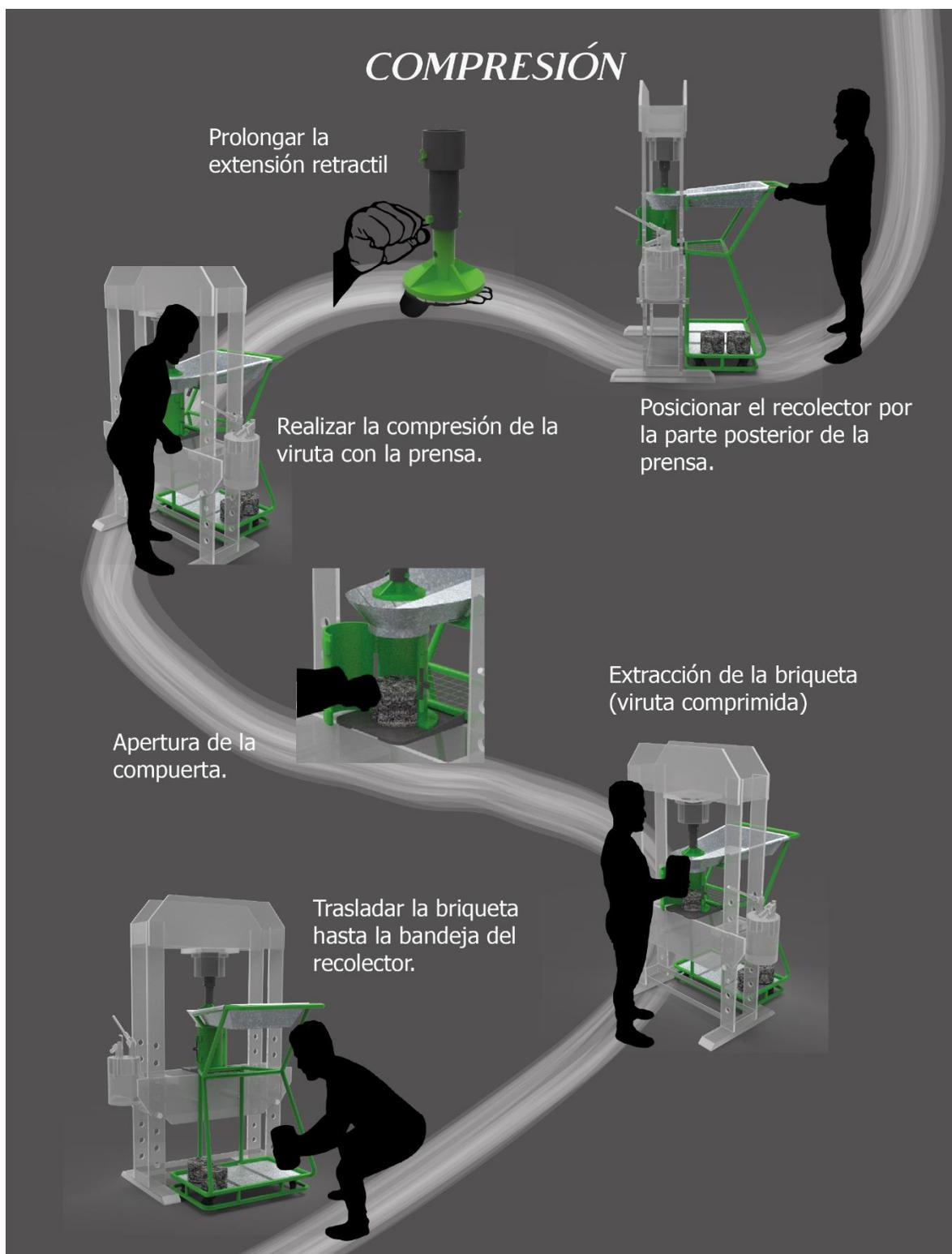


Figura 48. Secuencia de uso - compresión de la viruta. **Fuente.** Elaboración propia

7.11 Planos Técnicos

En este espacio se ubicarán los planos generales para la construcción del recolector y el contenedor (ver figura 45 a la 47), los demás planos de las piezas complementarias como la extensión y el presionador manual se pueden encontrar en los apéndices del documento.

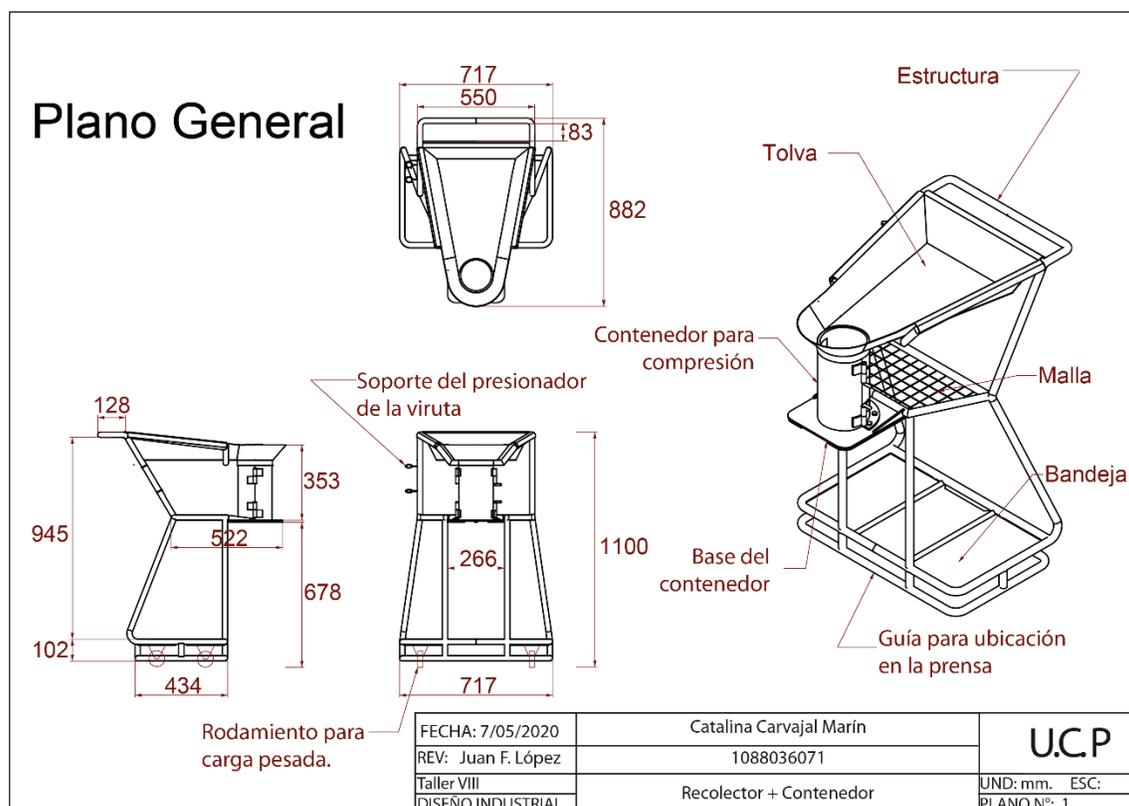


Figura 49. Plano general del recolector más el contenedor **Fuente.** Elaboración propia

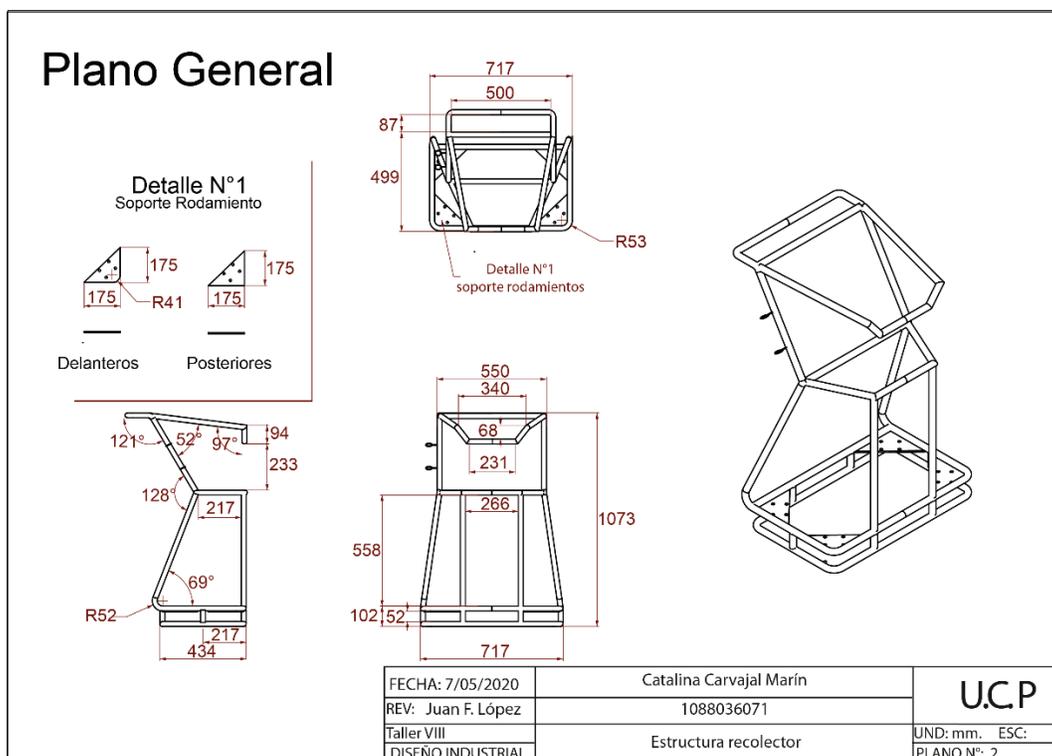


Figura 50. Plano general – estructura recolector **Fuente.** Elaboración Propia.

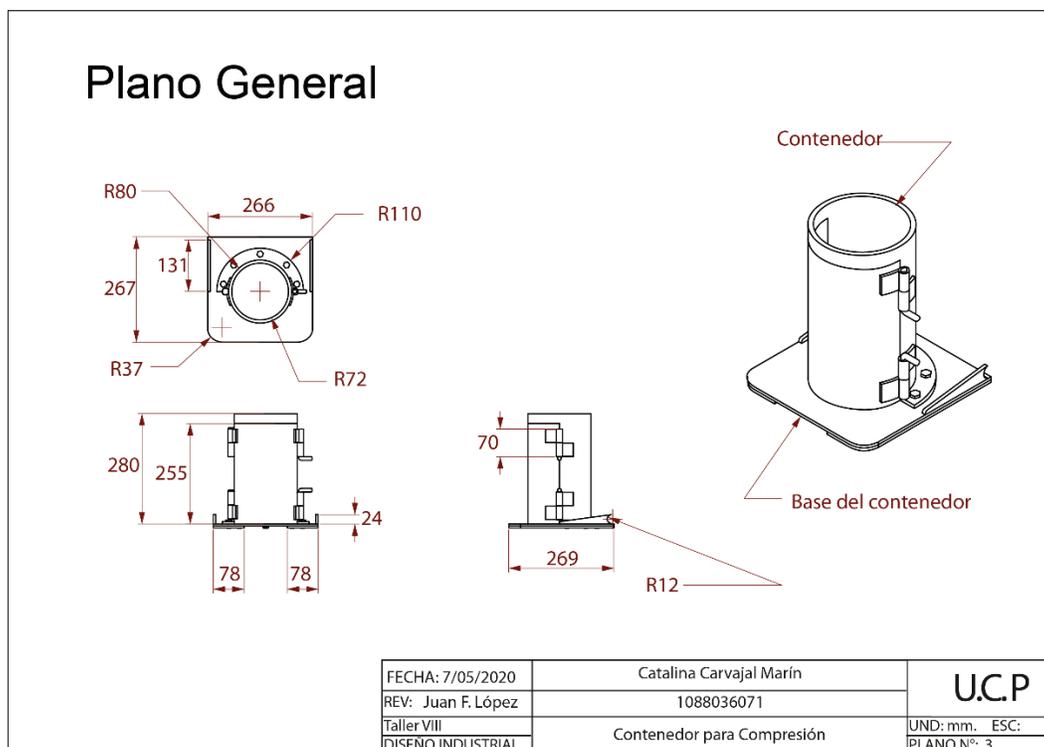


Figura 51. Plano general – contenedor para compresión **Fuente.** Elaboración propia

7.12 Despiece

En este punto se ubicarán el despiece en explosión del recolector y el contenedor para compresión (ver figura 48 y 49). Los otros despieces de los elementos complementarios se pueden ver en anexos del documento.

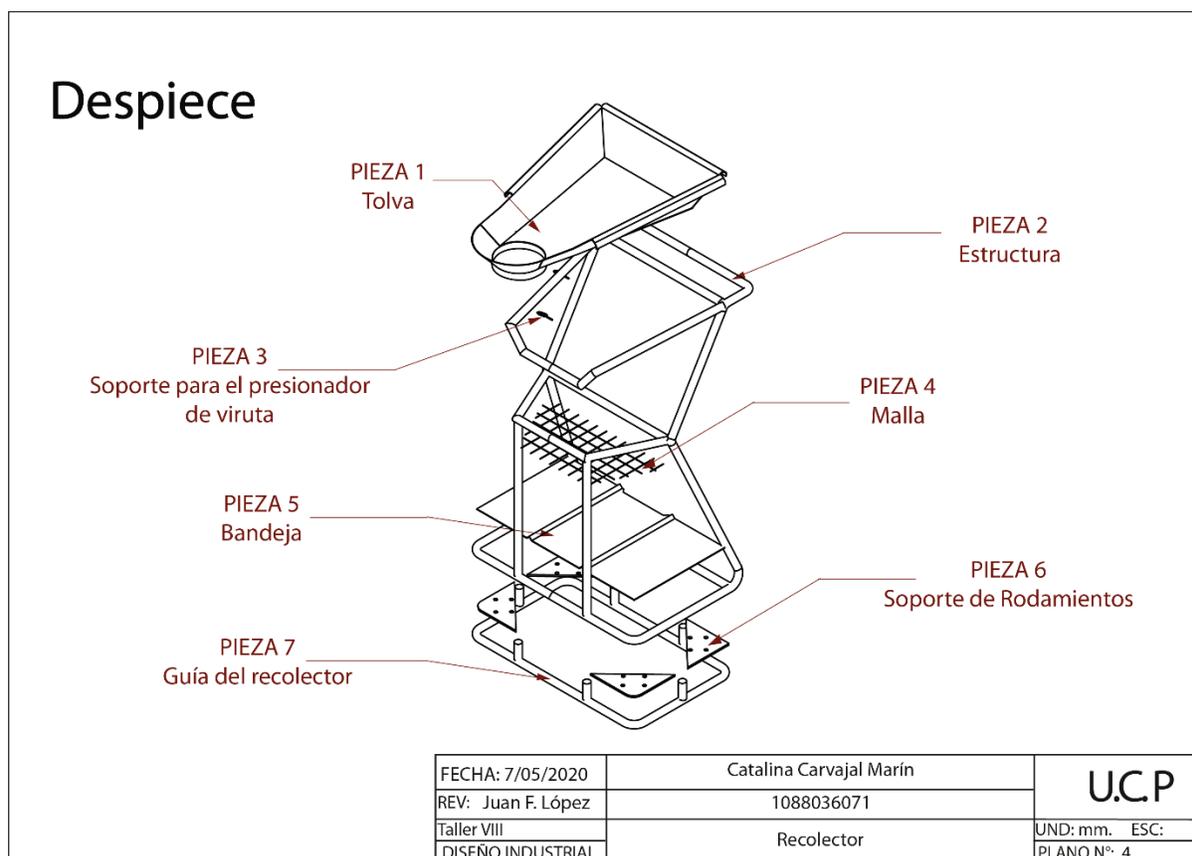


Figura 52. Despiece – Recolector **Fuente.** Elaboración propia

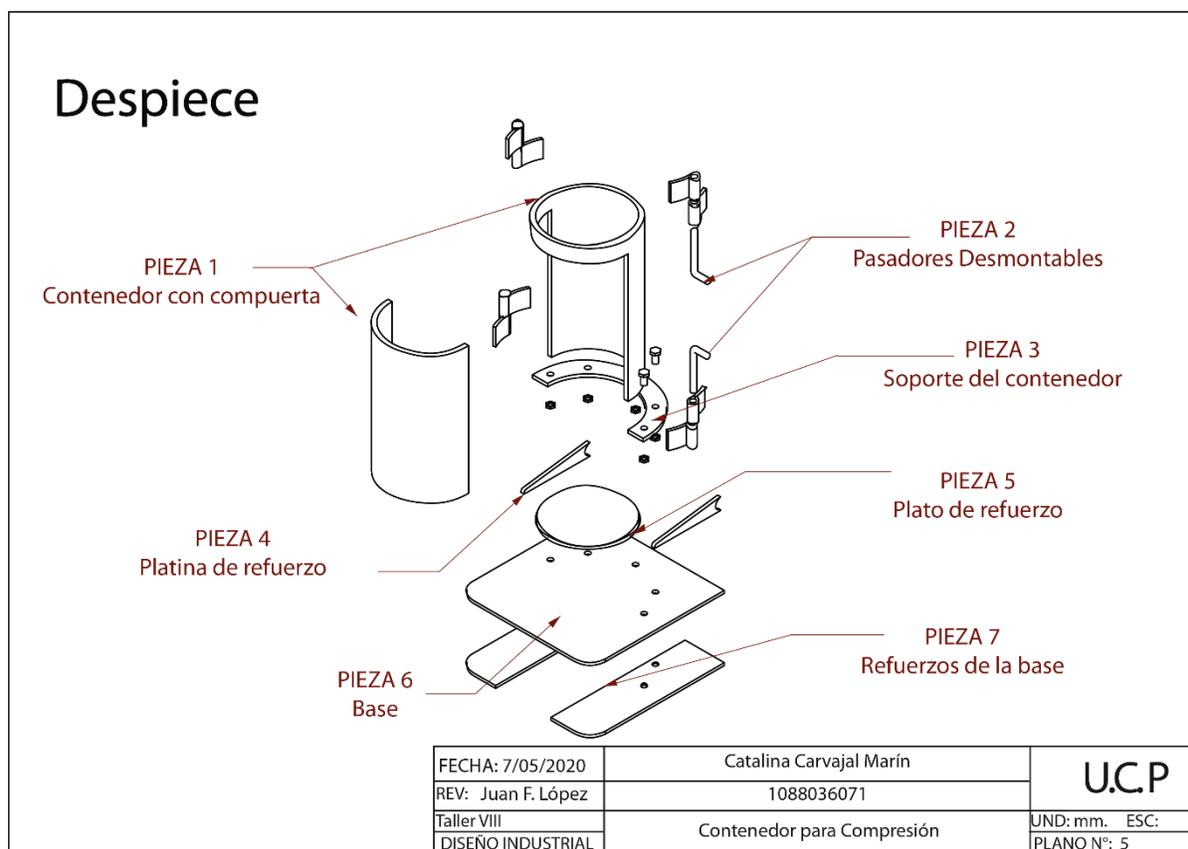


Figura 53. Despiece – contenedor **Fuente.** Elaboración propia.

7.13 Proceso productivo y materiales

Tabla 5. Proceso Productivo – Recolector **Fuente.** Elaboración propia

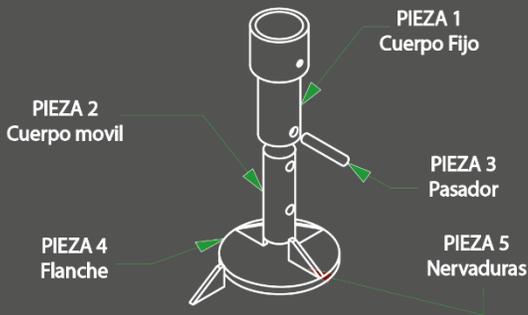
<i>PROCESO PRODUCTIVO - RECOLECTOR</i>			
<i>PIEZA</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>MATERIAL</i>
1	<i>TOLVA</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de la pieza en un programa de modelado 3D • Trazado del desarrollo de la pieza en la lámina galvanizada. • Corte de la pieza. • Doblado y curvado de la pieza. • Unión con soldadura MIG 	Lámina galvanizada calibre 14 (1.22 x 2.44)
2	<i>ESTRUCTURA</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Medición del contorno de toda la estructura tubular, según planos. • Corte de la tubería necesaria de acuerdo a las dimensiones. • Curvado de tubos a los ángulos y radios establecidos. • Unión con soldadura MIG. 	Tubos de 1" (una pulgada) calibre 16
3	<i>SOPORTE DEL PRESIONADOR</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Corte manual de la varilla. • Conformado redondo al diámetro dado. • Unión con soldadura MIG. en el sitio indicado. 	Acero redondo de ¼ de diámetro
4	<i>MALLA</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Medición del área a cubrir con la malla, según los planos. • Corte de la malla según el área. • Unión con soldadura MIG. 	Malla electrosoldada de calibre 16 (varilla de 4mm)
5	<i>BANDEJA</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el desarrollo de la bandeja en programa de modelado 3D teniendo en cuenta los dobleces de refuerzo. • Trazado en la lámina galvanizada del contorno necesario. • Conformar los dobleces en dobladora. • unión con soldadura MIG de cada varilla al tubo. 	Lámina galvanizada calibre 14
6	<i>SOPORTE DE RODAMIENTOS.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Trazado de los triángulos soportes a 45° sobre la platina. • Corte de los soportes. • Perforado de 4 agujeros de 11 mm de diámetro en cada platina soporte a distancias determinadas por los rodamientos y las inclinaciones según los planos. 	4 Platinas acero (18cms x18 cm x 6mm de espesor c/u)
7	<i>ELEMENTO GUÍA.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Medición del contorno de la base. • Corte del tubo guía de acuerdo a la base de la estructura. • Corte de 6 tubos de 1" x 5 mm de log para fijación. • Unión con soldadura MIG. 	Tubo de 1" calibre 16

Tabla 6. Proceso Productivo – Contenedor **Fuente.** Elaboración Propia

<i>PROCESO PRODUCTIVO - CONTENEDOR</i>			
<p>El diagrama muestra un contenedor cilíndrico con una compuerta en la parte superior. Se detallan los siguientes componentes: <ul style="list-style-type: none"> PIEZA 1: Contenedor con compuerta. PIEZA 2: Pasadores Desmontables. PIEZA 3: Soporte del contenedor. PIEZA 4: Platina de refuerzo. PIEZA 5: Plato de refuerzo. PIEZA 6: Base. PIEZA 7: Refuerzos de la base. </p>			
<i>PIEZA</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>MATERIAL</i>
1	<i>CONTENEDOR CON COMPUERTA.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar las dimensiones apropiadas para la compuerta de acuerdo a los planos. • Cortar con plasma la forma de la compuerta. 	Tubo shedule 40 de acero al carbón 6" de diámetro.
2	<i>PASADORES DESMONTABLES</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Cortar 2 varillas de acero de 10mm de diámetro x 11 mm de longitud. • Doblar a 90° la varilla a una longitud de 3 cm. • Pulir los bordes hasta curvar las aristas. 	Varilla de acero, 10mm de diámetro.
3	<i>SOPORTE DE CONTENEDOR.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Trazado del soporte teniendo en cuenta el diámetro del tubo contenedor y el espesor, según planos • Corte con plasma. • Realizar 5 perforaciones equidistantes (según plano) de 3/8 de diámetro • Soldar la platina soporte a la mitad del tubo el con MIG. 	Platina de 6mm de espesor.
4	<i>PLATINA DE REFUERZO</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Trazado de dimensión de la platina de refuerzo, según los planos. • Corte con plasma de la forma del refuerzo. • Unión con soldadura MIG. 	2 Platinas de 13cms x 2.5cms x 6mm de espesor
5	<i>PLATO DE REFUERZO</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Corte con plasma un círculo de 72 mm de Radio. 	Platina de 72mm de radio x 5mm de espesor.
6	<i>BASE</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Corte con plasma una platina de 26.7 x 26.7 x 5mm de espesor. • Realizar 5 Perforaciones con orientación del soporte del contenedor. • Unión a la estructura con soldadura MIG. 	Platina de acero, 5mm de espesor.
7	<i>REFUERZOS DE LA BASE</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Corte con plasma de la platina refuerzo de 7.8cm x 26.7 cm x 5mm de ancho. • Unión a la base del contenedor del contenedor con soldadura MIG. 	Platina de acero, 5mm de espesor.

Tabla 7.Proceso Productivo – Extensión **Fuente.** Elaboración Propia

PROCESO PRODUCTIVO - EXTENSIÓN



<i>PIEZA</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>MATERIAL</i>
1	<i>CUERPO FIJO</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tornear el material a 50 mm de diámetro x 10 cm de Long. • Perforar y alesar a un diámetro 57mm x 52mm de Long. • Perforar y alesar a 35mm de diámetro x 95mm de Long • Perforación lateral pasante a 3/8 de diámetro. distancias según plano. 	Acero redondo 1020 de 3" x 20 cm de Long Espesor de pared 0.280"
2	<i>CUERPO MOVIL</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tornear el material a 35cms – 0.1 de diámetro x 12.6 cm de Long. • realizar lateralmente 2 perforaciones pasantes de 3/8 de 	Acero redondo 1020 de 1" 1/2 x 14 cm de Long.
3	<i>PASADOR</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Cortar a 7 cm una varilla de 1/2" de diámetro. 	Varilla de acero de 1/2" de diámetro.
4	<i>FLANCHE</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Cortar a un radio de 7.2 cm, platina de acero 1020 x 10 mm de espesor • Soldar al cuerpo fijo con soldadura MIG. 	Platina de acero 1020, 10mm de espesor.
5	<i>NERVADURAS</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Cortar 4 triángulos en platinas de 6mm de espesor a 5 cm de alto x 3 cm de ancho. • Soldar al flanche y al cuerpo móvil, con soldadura MIG. 	Platina de acero, 6mm de espesor.

7.14 Prototipo

Debido a las adversidades de lo que se está viviendo a nivel mundial con el covid-19, la construcción del prototipo del presente trabajo se vio afectado, por esta razón no se tendrá un producto tangible, pero se tomaron otras alternativas como las digitales para representar como se vería el sistema en el contexto (ver figuras 54).



Figura 54. Renderizado del sistema en el contexto. **Fuente.** Elaboración Propia

7.15 Costos de producción

En la tabla 8 se puede observar un proceso de costos de producción estimativo realizado a partir de la información enviada desde el área de costos de la empresa Solomoflex.

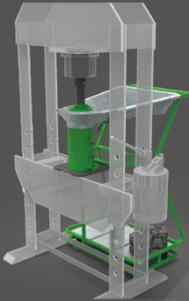
Tabla 8. Costos estimativos de producción. **Fuente.** Elaboración Propia

<i>COSTOS DE PRODUCCIÓN</i>			
<i>PIEZA</i>	<i>MATERIAL</i>	<i>COSTO MATERIAL</i>	<i>COSTO PRODUCCIÓN</i>
<i>TOLVA</i>	lámina galvanizada calibre 14	\$10.160	\$3.942
<i>ESTRUCTURA</i>	Tubo de acero 1" calibre 16	\$10.757	\$4.307
<i>MALLA</i>	Malla electrosoldada diam. 4mm	\$747	\$441
<i>BANDEJA</i>	lámina galvanizada calibre 14	\$4.319	\$766
<i>SOPORTES DE RODAMIENTOS.</i>	Platina, espesor 6mm	\$5.713	\$9.626
<i>CONTENEDOR CON COMPUERTA.</i>	Tubo shedule 40 de acero al carbón 6" de diámetro.	\$17.574	\$9.626
<i>SOPORTE DE CONTENEDOR.</i>	Platina, espesor 6mm	\$3.000	\$1.553
<i>PLATO DE REFUERZO</i>	Platina, espesor 5mm	\$4.500	\$3.568
<i>BASE</i>	Platina, espesor 5mm	\$10.317	\$4.488
<i>REFUERZOS DE LA BASE</i>	Platina, espesor 5mm	\$6.520	\$1.553
<i>CUERPO FIJO</i>	Acero redondo 1020 de 3" x 20 cm de Long Espesor de pared 0.280"	\$13.500	\$25.000
<i>CUERPO MOVIL</i>	Acero redondo 1020 de 1" ½ x 14 cm de Long.	\$9.800	\$5.000
<i>PASADOR</i>	Varilla de acero de ½" de diámetro.	\$1.500	\$500
<i>FLANCHE</i>	Platina, espesor 10mm	\$5.000	\$3.568
<i>BISAGRAS</i>	4 unidades	\$4.000	\$2.300
<i>ARMADO Y RESOLDADO</i>	Soldadura MIG	\$2.359	\$60.000
<i>TOTAL</i>		\$110.266	\$126.592
<i>TOTAL C.M + C.P=</i>		\$236.858	

7.16 Paralelo de ventajas viabilidad Comercial

En la tabla 9 se plantean las ventajas y la viabilidad comercial del proyecto a través de la comparación con una máquina compactadora de viruta metálica.

Tabla 9. Paralelo de ventajas viabilidad comercial máquina compactadora – propuesta de sistema **Fuente.** Elaboración propia

<i>PARALELO DE VENTAJAS - VIABILIDAD COMERCIAL</i>			
	<i>DIMENSIONES</i>	<i>MANUPULACIÓN</i>	<i>COSTO</i>
<p>Máquina compactadora de viruta metálica.</p>  <p>https://www.mpe.es/compactadora-de-virutas-briquetadora/</p>	<p>Estas máquinas son pensadas para la industria metalmeccánica, que generan altos volúmenes de viruta metálica, lo cual hace que su funcionamiento sea constante. Son máquinas de gran dimensión que necesitan de un buen espacio en la planta física de la empresa.</p>	<p>En su mayoría, son máquinas de control numérico. son estáticas haciendo necesario el uso de otro elemento de desplazamiento para la recolección de la viruta.</p>	<p>Manejan elevados costos que van desde los 20 hasta los 600 millones de pesos colombianos</p>
<p>Sistema de recolección, transporte y compresión de la viruta metálica.</p> 	<p>Este sistema está pensado para un contexto en específico, una institución educativa de proyección industrial donde la producción de viruta metálica es baja a comparación de una empresa de alto flujo de trabajo; permitiendo la solución de la recolección y recuperación de la viruta.</p>	<p>Es un sistema de fácil manejo. Reúne los tres factores importantes, recolección, transporte y compresión de la viruta metálica en la prensa hidráulica, haciendo que su funcionamiento sea practico y viable para dar solución a la necesidad de la institución al rededor del residuo.</p>	<p>Maneja un costo moderado para hacer adquirido por la institución ya que es sinónimo de lucro. el costo estimado para el sistema haciende a 1 millón de pesos aproximadamente.</p>

7.17 Comprobación

Se realizó la comprobación de dimensiones y parte de la usabilidad del recolector a partir de las herramientas digitales. En las figuras 55 y 56 se puede observar la interacción con el prototipo digital y sus relaciones antropométricas.



Figura 55. Render de comprobación – relación prototipo digital con usuario. **Fuente.** Elaboración propia.



Figura 56. Render de comprobación – relación prototipo digital con usuario **Fuente.** Elaboración propia

El producto permite al usuario un desplazamiento cómodo, manteniéndose con ángulo 0 en postura bípeda, posición que es contante en gran parte de la secuencia de uso (ver figuras 47 y 48), permitiendo disminuir el esfuerzo al transportar el material, brindando una postura segura para la espalda y conservando una posición de descanso para los hombros para no causar cargas musculares. El recolector cuenta con 4 rodamientos con la posibilidad de giro de 360° para facilitar la movilidad en todas las direcciones, logrando de esta manera generar estabilidad y comodidad, minimizando así la sensación de carga.

En las figuras 57 y 58 se puede observar que, en algunos puntos del proceso para manipular el contenedor y la viruta comprimida, es necesario realizar flexiones del torso de 20° aproximadamente, dicho movimiento es utilizado en la apertura de la compuerta y la extracción del material.



Figura 57. Render de comprobación – Interacción usuario con contenedor. **Fuente.** Elaboración Propia



Figura 58. Render de comprobación – Interacción usuario con la viruta comprimida **Fuente.** Elaboración Propia

En la figura 59 se observa el movimiento realizado para posicionar la viruta comprimida en la bandeja del recolector, para esta acción se debe flexionar las rodillas a un ángulo de 90° con la espalda recta para evitar cualquier riesgo a futuro.



Figura 59. Render de comprobación – posicionamiento de la viruta comprimida **Fuente.** Elaboración Propia.

Para la manipulación del presionador de viruta es necesario realizar abducción del hombro con una flexión del codo a 90° , posteriormente se flexiona el hombro a un ángulo de 125° para retirar el objeto; para tomar el presionador se hace un agarre cilíndrico con una posición neutra con la mano, esta posición de la mano se mantiene hasta el momento de presionar la viruta y ubicar nuevamente el objeto en el recolector (ver figura 60).



Figura 60. Render de comprobación – interacción usuaria con el presionador de viruta **Fuente.** Elaboración Propia

Conclusiones

- Ante la inexistencia de un buen manejo en la disposición final de la viruta metálica en la institución, el proyecto permite facilidad en la recolección de la viruta dentro del taller generando un proceso ordenado y ganancia de tiempo en este proceso; valorizando este residuo, dándole importancia a través de la transformación de la viruta con la compresión para reducir su volumen, mejorar su manipulación y reducir espacio en el almacenaje.

Dentro del análisis de la prueba de compresión de la viruta se encontró la necesidad de diseñar elementos complementarios para el sistema. Un elemento presionador para la acomodación previa de la misma y una extensión retráctil en la prensa hidráulica que permita una mayor presión y el

arrojo de briquetas cilíndricas de 14cm de diámetro y 10cm de alto, con 2kg de peso aproximadamente.

- Las ventajas que brinda el diseño son la acumulación de viruta, espacios para ubicar elementos complementarios al sistema, el desplazamiento hacia el punto de compresión y la adaptación del sistema en la prensa hidráulica permitiendo el centrado y la ubicación del contenedor para la compresión de la viruta metálica.
- Contribuir a la industria con la recuperación de residuos de materiales metálico que pueden ser reutilizados, aportando con esta recuperación y reciclaje al cuidado del medio ambiente.

- .

Referencias Bibliográficas

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (23 de Marzo de 2005). *Decreto 838 de 2005 Nivel Nacional*. Obtenido de Alcaldía mayor de bogotá :

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=16123>

Area ciencias. (s.f.). *Principios de pascal* . Obtenido de areaciencias.com:

<https://www.areaciencias.com/fisica/principio-de-pascal.html>

Braceli, G. (17 de noviembre de 2017). *Recuperacion de Metales*. Obtenido de Grupo Braceli:

<https://www.grupobraceli.com/2017/11/17/recuperacion-de-metales-reciclar/>

Carman, G. (16 de abril de 2014). *Mecanizado por Arranque de Viruta*. Obtenido de Grupo Carman :

<https://grupocarman.com/blog/2014/04/16/mecanizado-por-arranque-de-viruta/>

Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES). (21 de noviembre de 2016). *Decreto 3874*

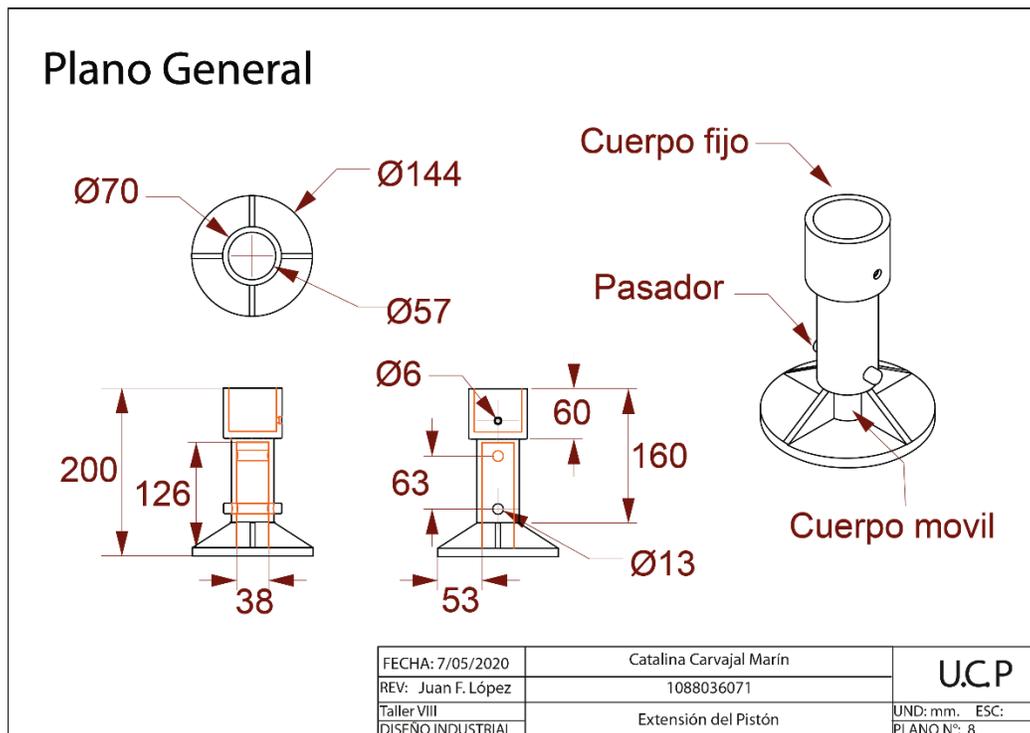
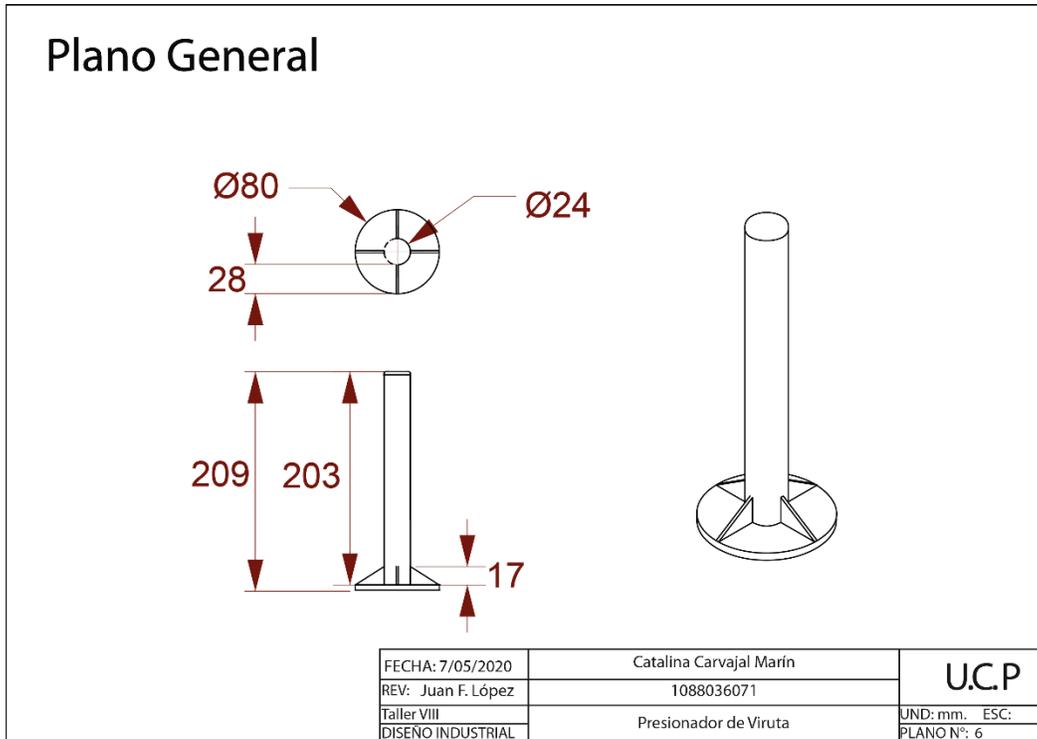
POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS . Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>

- Delgado Delgado, C. F. (2017). *Fibras metálicas como componente dentro de materiales aplicados en espacios interiores*. Cuenca, Ecuador : Universidad del Azuay .
- Dr.C. Mariño Cala, M., M.Sc. Sánchez Hechavarría, Y., & M.Sc. Granados Bisse, E. (2016). *Propuesta para el Uso de los Desechos Sólidos en los Talleres de Maquinado de La Ciudad De Santiago de Cuba*. Santiago de Cuba : Universo Sur.
- ehow.com. (s.f.). *¿Cómo se recicla el metal y se convierte en nuevos productos?* Obtenido de Foremex: <https://www.foremex.com.mx/blog/metal-reciclado-convertido-nuevos-productos.html>
- ErgoIBV. (17 de Febrero de 2016). *Recomendaciones para la manipulación manual de cargas*. Obtenido de ergoibv.com: <http://www.ergoibv.com/blog/recomendaciones-para-la-manipulacion-manual-de-cargas/>
- Florez, J. A. (s.f.). *Prensa Hidraulica Bovenau 15 ST*. Obtenido de Semar Soluciones Profecionales : <https://www.semar.com.py/producto/P15000/un/Prensa-Hidraulica-Bovenau-15-ST>
- Formacurae. (2019). *Tema 12: El traslado de documentos y objetos*. Obtenido de Formacurae. Formación en Cuidados: <https://www.formacurae.es/wp-content/uploads/2019/12/TEMA-12-TRASLADOS-DE-DOCUMENTOS.pdf>
- GECOUSB. (s.f.). *Principios De Trabajo Maquinas-Herramientas*. Obtenido de gecousb.com.ve: [http://gecousb.com.ve/guias/GECO/Dibujo%20Mec%20Alnico%20\(MC-2131\)/Material%20Te%20B3rico%20\(MC-2131\)/MC-2131%20Principios%20De%20Trabajo%20Maquinas-Herramientas.pdf](http://gecousb.com.ve/guias/GECO/Dibujo%20Mec%20Alnico%20(MC-2131)/Material%20Te%20B3rico%20(MC-2131)/MC-2131%20Principios%20De%20Trabajo%20Maquinas-Herramientas.pdf)
- Gerling, H. (2006). Alrededor de Las Maquinas - Herramientas . En H. Gerling, *Alrededor de Las Maquinas - Herramientas* (pág. 195). Barcelona, España : REVERTÉ S.A.
- Ingemecanica . (s.f.). *Fundamentos de los proceso mecámico*. Obtenido de ingemecanica.com: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn38.html>
- M.P.E. Maquinaria de Productos Europeos, S.L. (s.f.). *Compactadora de viruta JVONNE*. Obtenido de M.P.E.: <https://www.mpe.es/compactadoras-de-viruta-jvonne/>
- Maquituls. (15 de Marzo de 2017). *Prensas Hidráulicas: historia, usos, ventajas y desventajas*. Obtenido de Maquituls.es: <http://www.maquituls.es/noticias/prensas-hidraulicas-historia-usos-ventajas-y-desventajas/>
- Materiales Metrología I. (1993). *Mecánica de Taller*. Madrid, España: CULTURAL S.A .
- Maure, J. L., Candanedo , M., Madrid, J., Bolobosky , M., & Marín, N. (2018). Panamá: Universidad Tecnologica de Panamá .
- Maure, J. L., Candanedo, M., Madrid, J., Bolobosky, M., & Marín, N. (2018). *Fabricacion de Ladrillos a Base de Polimero PET y Virita Metálica* . Universidad Tecnologica de Panamá .
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (30 de Diciembre de 2005). *Decreto numero 4741 "la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestion integral"*. Obtenido de ideam.gov.co: <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/526371/Decreto+4741+2005+PREVENCION+Y+M+ANEJO+DE+REIDUOS+PELIGROSOS+GENERADOS+EN+GESTION+INTEGRAL.pdf/491df435-061e-4d27-b40f-c8b3afe25705>

- Munari, B. (1983). *¿Como nacen los objetos? El metodo proyectual* . Barcelona, España : Gustavo Gili.
- Muñoz, L. C. (2017). *Diseño del Plan de Gestión de Residuos Sólidos para la Empresa "Metalmecánica Industrial Fercoplast S.A.S", Ubicada en Bogotá*. Bogotá d.c.
- Muñoz, L. C. (2017). *Diseño del Plan De Gestión De Residuos Sólidos Para La Empresa "Metalmecánica Industrias Fercoplast S.A.S", Ubicada En Bogotá*. Bogotá D.C: Universidad DIistrital Francisco José de Caldad.
- Norma Técnica Colombiana ICONTEC. (2009). *GTC 24, Gestión Ambiental. Residuos Solidos. Guía para la separación en la fuente* . Obtenido de Bogota Turi:
<http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>
- Núñez, M. L. (s.f.). *Las 10 Aplicaciones de la Prensa Hidráulica Más Importantes*. Obtenido de lifeder.com: <https://www.lifeder.com/aplicaciones-prensa-hidraulica/>
- Planes, E. F. (4 de Octubre de 2016). *Planes*. Obtenido de <https://ferrosplanes.com/que-es-mecanizado/>
- S.L, M. B. (s.f.). *Ventajas de las Briquetas*. Obtenido de Mario Berrio S.L:
<http://www.marinoberrio.com/noticias/>

Apendice

Planos Técnicos



Despiece

