

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Máquina para fabricación de briquetas de aserrín para aserradero Lorenzi
PROYECTO DE GRADO

LAURA MARÍA ARCHILA CASTRILLO
CARNET 11309-10

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JUNIO DE 2015
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Máquina para fabricación de briquetas de aserrín para aserradero Lorenzi

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
LAURA MARÍA ARCHILA CASTRILLO

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADORA INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JUNIO DE 2015
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO: MGTR. HERNÁN OVIDIO MORALES CALDERÓN
VICEDECANO: ARQ. ÓSCAR REINALDO ECHEVERRÍA CAÑAS
SECRETARIA: MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JUAN PABLO SZARATA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. DOUGLAS OMAR RAMIREZ GOMEZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. FERNANDO ANTONIO ESCALANTE AREVALO
MGTR. JUAN PABLO SZARATA
LIC. OSCAR LIONEL QUAN LAINFIESTA



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

Facultad de Arquitectura y Diseño
Departamento de Diseño Industrial
Teléfono: (502) 24 262626 ext. 2773
Fax: 2474
Campus Central, Vista Hermosa III, Zona 16
Guatemala, Ciudad. 01016
mpandrade@url.edu.gt

Guatemala, 29 de Mayo de 2015

**Señores
Miembros del Consejo de Facultad
Facultad de Arquitectura y Diseño
Universidad Rafael Landívar**

Estimados Señores:

Me dirijo a ustedes para informarles que el Proyecto de Diseño titulado **“Máquina para fabricación de briquetas de aserrín para aserradero Lorenzi”**, elaborado por la estudiante Laura María Archila Castrillo con número de carnet **1130910**, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la PRESENTACION DEL PROYECTO DE DISEÑO.

Atentamente,

**Lic. Douglas Ramírez
Asesor**



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
No. 03319-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado de la estudiante LAURA MARÍA ARCHILA CASTRILLO, Carnet 11309-10 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0373-2015 de fecha 18 de junio de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

Máquina para fabricación de briquetas de aserrín para aserradero Lorenzi

Previo a conferírsele el título de DISEÑADORA INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 19 días del mes de junio del año 2015.




MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

- **A mi mamá**

Porque todo esto no hubiera sido posible sin tu esfuerzo diario. Gracias por el apoyo, los regaños, los desvelos y las fuerzas para siempre seguir adelante. Gracias por caminar a mi lado y compartir conmigo este sueño y este logro. Todo esto es por ti y para ti.

- **A Fernando**

Gracias por ser ese papa que siempre está dispuesto a ayudar de cualquier manera e incondicionalmente. Gracias por todo el apoyo, por estar dispuesto a ensuciarse las manos y por creer siempre en mi ingenio y mi potencial.

- **A Javier**

Por tu disposición para hacer las cosas conmigo y apoyarme a cualquier hora y cualquier momento, aunque muchas veces significara salirte de tu camino. Porque en mis momentos de duda tu siempre creíste en mí.

- **A mi hermana**

Porque sin saberlo me sacaste sonrisas y me liberaste de las preocupaciones y el stress en los momentos que lo necesitaba.

- **A Douglas y Fernando**

Por sus ideas, críticas, consejos y paciencia para que este proyecto alcanzará su mejor potencial. Gracias por compartir su conocimiento conmigo.

- **A Quan**

Gracias por contestar todas mis preguntas, aunque a veces fueran muchas. Porque más que un catedrático, se convirtió en un amigo.

- **A mis amigas**

Porque hicieron que este viaje fuera más divertido, y porque los desvelos son mejores cuando son compartidos. Porque fue una montaña rusa a la que nos subimos juntas. Gracias por aparecer en el camino y quererme a pesar de los enojos.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	11	2.4 ANÁLISIS RETROSPECTIVO.....	32
II. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	11	2.5 SOLUCIONES EXISTENTES.....	33
III. DELIMITACIÓN GRÁFICA.....	12	A. Conclusiones soluciones existentes.....	34
IV. ANÁLISIS.....	13	2.6 ANÁLISIS PROSPECTIVO.....	35
1. CONTEXTO.....	14	3. DISEÑO INDUSTRIAL.....	36
1.1 MADERA.....	14	3.1 DISEÑO SOSTENIBLE.....	36
A. Industria de la madera en Guatemala...	14	3.2 TECNOLOGÍA.....	37
B. Situación actual de la madera en		A. Tecnología Apropriada.....	38
Guatemala.....	15	3.3 SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	39
C. Proceso productivo de la madera.....	18	3.4 FACTORES HUMANOS.....	44
D. Residuos de madera.....	19	A. Antropometría.....	44
1.2 BIOMASA.....	21	B. Ergonomía.....	48
1.3 BRIQUETAS DE ASERRÍN.....	22	3.5 CONCEPTOS FÍSICOS	49
A. Proceso productivo de briquetas.....	23	A. Densidad.....	49
B. Briquetas en Guatemala.....	26	B. Presión.....	50
2. BRIEF.....	28	C. Compresión/Compactación.....	50
2.1 CLIENTE.....	28	D. Calor.....	50
2.2 NECESIDAD.....	30	3.6 MÁQUINAS.....	51
2.3 USUARIO.....	31	3.7 MECANISMOS.....	52

A. Mecanismos de transmisión de movimiento.....	52	9.1 Primera prueba briquetas.....	65
B. Mecanismos de transformación de movimiento.....	54	A. Proceso productivo.....	65
3.8 MATERIALES.....	54	B. Conclusiones proceso productivo.....	68
A. Metales.....	54	C. Quemado de briquetas.....	69
B. Mangueras.....	56	9.2 Segunda prueba briquetas.....	70
C. Acabados.....	56	A. Proceso productivo.....	70
V. CONCEPTUALIZACIÓN.....	57	B. Conclusiones.....	72
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	58	10. PROCESO DE BOCETAJE.....	73
2. ENUNCIADO.....	59	10.1 Proceso producción de briquetas.....	74
3. VARIABLES.....	59	10.2 Base molde de briquetas.....	76
4. OBJETIVOS.....	59	10.3 Pieza para aplicar presión.....	79
5. REQUERIMIENTOS.....	60	10.4 Sistema para aplicar presión.....	81
5.1 Requerimientos máquina briquetadora.....	60	10.5 Colocación de máquina.....	83
5.2 Requerimientos briquetas.....	60	11. PRIMERA PROPUESTA.....	85
6. CONCEPTO DE DISEÑO.....	62	11.1 Maqueta primera propuesta.....	88
7. MOODBOARD.....	62	12. SEGUNDA PROPUESTA.....	89
8. TÉCNICAS CREATIVAS.....	63	VI. MATERIALIZACIÓN.....	91
9. ÉTAPA DE PRUEBAS.....	65	1. MODELO DE SOLUCIÓN.....	92
		2. FOTOGRAFÍAS MODELO DE SOLUCIÓN.....	95
		3. MANUAL DE USUARIO MATERIA PRIMA.....	97

4. MANUAL DE USUARIO MÁQUINA.....	101
5. PLANOS TÉCNICOS.....	110
6. PROCESO PRODUCTIVO.....	127
7. COSTOS.....	133
7.1 Costos máquina.....	134
7.2 Costos briquetas.....	135
8. VALIDACIÓN.....	136
8.1 Validación contra requerimientos.....	137
8.2 Entrevistas a usuarios.....	142
8.3 Conclusiones validación.....	145
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	146
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	147

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento detalla el proceso de diseño utilizado para lograr crear la maquinaria adecuada para compactar aserrín y transformarlo en un biocombustible. Actualmente la situación del uso de leña en Guatemala es algo preocupante, por lo que con esta solución se busca crear un complemento que contribuya a mejorar esta situación.

Actualmente existen diferentes soluciones dentro del mercado para la transformación de estos residuos, sin embargo son soluciones poco adaptables al contexto de las industrias forestales guatemaltecas. Por medio del diseño industrial es posible llegar a una solución tecnológicamente apropiada para las industrias madereras, la cual tiene la capacidad de producir una alternativa de biocombustible para los usuarios de leña.

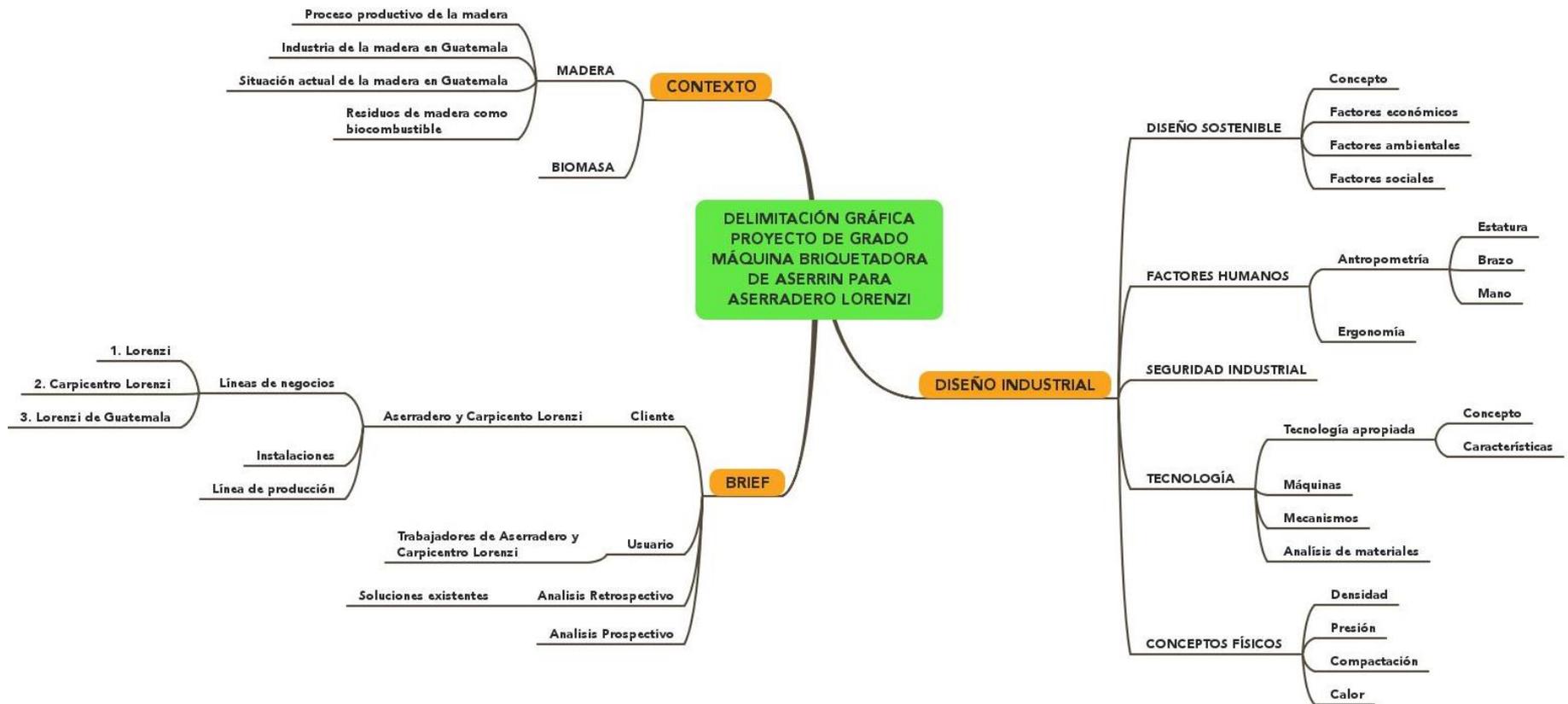
I. INTRODUCCIÓN

La industria maderera en Guatemala se puede considerar una de las industrias más grandes e importantes del país. Año con año, así como estas industrias producen una gran variedad de productos, también producen una gran cantidad de deshechos. Alrededor del mundo, los deshechos de madera están siendo utilizados como biomasa para crear combustibles amigables para el ambiente. Guatemala no debería de ser la excepción de estos países, por lo que con este proyecto se busca la creación de dichos elementos amigables para el ambiente. A continuación se presenta el proceso de diseño utilizado y creado para poder encontrar la forma de darle al material de desecho de la industria maderera de Guatemala un segundo uso.

II. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- **TEMA**
Aprovechamiento de desechos de madera.
- **SUBTEMA**
Fabricación de briquetas de aserrín.
- **CASO**
Aserradero y Carpicería Lorenzi.

III. DELIMITACIÓN GRÁFICA (MAPA CONCEPTUAL)



IV. ANÁLISIS

1. CONTEXTO

1.1 MADERA

Se considera como madera las partes de un árbol que pueden aprovecharse económicamente. La madera es uno de los materiales más antiguos utilizados por el hombre, empezando su uso como un combustible y material de construcción. En Guatemala, la madera es uno de los materiales que permite el desarrollo de diferentes productos, como muebles y papel, entre otros.

A. INDUSTRIA MADERERA EN GUATEMALA

La industria maderera en Guatemala es la encargada del proceso de transformación de la madera, por medio de procesos mecánicos y químicos. Con estos procesos la madera es transformada para sus diferentes usos como: obtención de materia prima para la industria, pequeña industria y artesanía, material de construcción y combustión, productos no maderables como papel y beneficios ambientales. En Guatemala la industria maderera es una fuente de empleo para más de 150,000

personas (citado en el Periódico). Esta industria se divide en dos:

- Industria Primaria: actividades que utilizan como materia prima productos maderables extraídos directamente de los bosques.
- Industria Secundaria: incluye las actividades que dan un valor agregado a los productos de la industria primaria.

Según la base del Registro Nacional Forestal del INAB de 1998, en Guatemala existían 534 industrias forestales registradas. Actualmente, acorde con los registros del INAB, existen más de 900 industrias forestales registradas. En el año 2012, Guatemala y Chimaltenango eran los departamentos con más aserraderos, con 63 y 66 respectivamente.

Durante los últimos años se ha aumentado la producción y exportaciones dentro de la industria forestal. Este aumento ha logrado que Guatemala sea parte de los 144 países exportadores de madera. En el año 2003 el país se ubicó en el puesto 63 con aproximadamente 45 mil

m3 de madera exportada. Dentro de los productos de exportación se encuentran (en orden de mayor cantidad): muebles, madera aserrada, puertas, tarimas, plywood y ataúdes.

Comisiones como la Comisión de Fabricantes de Muebles y Productos de Madera (COFAMA), quienes pertenecen a la Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT), han sido fundadas con el objetivo de promover en el mercado local e internacional las exportaciones de productos fabricados en Guatemala con madera, y brindar la ayuda para que las empresas puedan cumplir con los requisitos necesarios para formar parte de estas exportaciones. Con esto se incentiva a seguir produciendo y adquiriendo productos guatemaltecos hechos de madera.

El desarrollo correcto de la industria maderera de Guatemala no sería posible sin la amplia cobertura forestal del país.

B. SITUACIÓN FORESTAL ACTUAL DE GUATEMALA

La palabra Guatemala se deriva del vocablo náhuatl “Guauhtemallan” que significa “tierra de árboles”. Debido a su ubicación entre dos grandes masas continentales y las cadenas montañosas que van de Noreste a Sureste, el país cuenta con una alta variedad de ecosistemas y especies. Acorde con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), de los 108,890 km² de extensión territorial de Guatemala, en 2006 aproximadamente 39,000 km² (equivalente al 36% del territorio guatemalteco) estaban cubiertos por bosque. De este 36% de territorio cubierto de bosque:

- El 52% se encuentra en Petén, 10% en Alta Verapaz, 7% en Izabal. El 30% restante se encuentra dividido entre el resto de departamentos.
- El 54.6% son áreas protegidas, 37.8% propiedad nacional, 38% propiedad privada y el 23% propiedad municipal.

Según el Informe de Recursos Energéticos Guatemala 2012, La Agenda Forestal Nacional (INAB, 2003), definió el Sector Forestal del país como: “un subsistema del sistema económico nacional, que sobre la base de motivaciones y decisiones socioeconómicas y ambientales desarrolladas en torno de ecosistemas; con distintos grados de intervención, cuyo componente dominante son los árboles, genera múltiples bienes (maderables y no maderables) y servicios ambientales (regulación, apoyo, información), producto del desarrollo de un conjunto de actividades que se aplican de acuerdo a un régimen de ordenación con objetivos bien definidos que pueden incluir la extracción y aprovechamiento, la protección absoluta o la restauración de tierras forestales degradadas. Según sea el régimen de ordenación así será también la intensidad de actividades de cosecha, industrialización, comercialización y/o conservación de los bienes y servicios. Estas acciones descansan sobre una plataforma institucional pública y privada que incluye los ámbitos legal, financiero, académico y empresarial y que en conjunto determinan un desempeño que podría reflejarse en las cuentas nacionales”.

Durante los últimos años, según datos de la Dinámica de la Cobertura Forestal 2006-2010 (citada en MARNGT, 2012) el sector forestal ha sufrido una deforestación bruta de 132,137 hectáreas anuales, así como una pérdida neta de bosque de 39,000 hectáreas anuales. (1,321.4 km² y 390 km² respectivamente)(Dinámica de la Cobertura Forestal 2006-2010). Las principales causas de la pérdida de cobertura forestal son: avance de la frontera agrícola y ganadera, incendios forestales, plagas, urbanización y desastres forestales.

Ante la deforestación por diferentes causas, el INAB creó el Programa de Incentivos Forestales, también conocido como PINFOR. Este programa paga incentivos a propietarios de tierras, a cambio de que estos propietarios reforesten y le den mantenimiento a dichas tierras. Este programa inició en 1997 y según el INAB estará vigente hasta el 2016. Además de ayudar a la reforestación y protección de los bosques, este programa genera fuentes de empleo en el área rural del país.

Otra de las causas principales de la pérdida de bosque en el país es la utilización de leña. Según el Informe de Oferta y Demanda de Leña en la República de Guatemala 2012, no existe una cifra exacta del consumo de leña en el país, sin embargo, se sabe que aproximadamente el 65% de la población (principalmente la población rural), utiliza leña para cocinar alimentos y como medio de calefacción. La leña obtenida legalmente proviene de podas y talas de árboles en plantaciones, bosques naturales con fines productivos, podas de la sombra de cafetales y licencias de consumo familiar. La leña ilegal proviene de la extracción de bosques comunales, municipales o privados. La leña además de causar degradación ambiental, provoca problemas de salud, específicamente problemas respiratorios a mujeres y niños, debido a que las mujeres suelen cocinar dentro de la casa utilizando este material.

Durante el año 2012, acorde con la Organización Latinoamericana de Energía (citada en Maldonado 2013) el 61% del consumo energético de Guatemala fue generado por medio del fuego, colocando así al país en

el primer puesto de consumidores de leña en Centroamérica. Algunos de los proyectos que forman parte de las Políticas Energéticas del país para reducir el uso de leña incluyen el aumento de electrificación en áreas rurales y la puesta en funcionamiento de 100mil estufas ahorradoras. Ambas opciones no toman en cuenta la situación económica ni tradición cultural de los usuarios de leña en el área rural. Debido a sus escasos ingresos económicos, este tipo de población prefiere utilizar leña como fuente energética debido a que el costo de obtención del producto es más bajo que el costo de uso de energía eléctrica y el costo de adquisición de una estufa ahorradora sigue siendo elevado (aprox. Q1,000.).

A pesar de los problemas que enfrenta actualmente el sector forestal de Guatemala, el desarrollo de este sector y la gran gama de productos que se derivan de fibras vegetales y de madera no serían posibles sin una correcta transformación de la materia prima.

C. PROCESO PRODUCTIVO DE LA MADERA

Como cualquier material, la obtención de madera lleva un proceso que consta de 5 pasos: silvicultura, tala, transporte, aserrado y secado.

Silvicultura: la primera etapa de producción de madera comienza con la silvicultura. Esta etapa consta de la producción y propagación de semillas para obtención y crecimiento de árboles, así como el cuidado de los mismos durante su crecimiento.

Tala, corte o apeo: proceso donde se cortan los arboles desde su base cuando estos han alcanzado el crecimiento deseado. Al talar un árbol, el tronco debe de cortarse lo más bajo posible y así evitar un desperdicio. Después de la tala del árbol, este es desramado (se le separan las ramas) y despuntado (se le corta la copa), quedando así solo el tronco. A algunos tipos de árboles les es removida la corteza para evitar ataques de hongos o insectos. Los troncos talados se clasifican según su grosor, calidad y



División del tronco.

Imagen extraída de Nutsch, W. "Tecnología de la madera y el mueble."

aplicación o uso final. Luego de esta clasificación son transportados para ser aserrados.

Aserrado: Corte del tronco para producir así madera aserrada que se pueda utilizar como material de construcción, embalaje, muebles, etc. Al pasar por el proceso de corte, el tronco se divide en tronco de cepa, tronco del medio y tronco de copa. Este proceso es llamado troceo, y se realiza por medio de máquinas como: sierra de cinta, sierra circular o motosierra. Después de troceada, la madera se clasifica dependiendo de su uso final para realizar diferentes cortes que pueden ser: enterizos, maderos, escuadras, tablonés y tablas, entre otros.

Secado: La madera recién talada no pasa por el proceso de troceo automáticamente, ya que esta suele contener un porcentaje de humedad de más del 50%, por lo que no es apropiada para uso. Asimismo, cuando la madera es clasificada dependiendo de su uso, y antes del corte, puede que esta también contenga aún cierto porcentaje de humedad y deba de pasar también por el proceso de secado. Este proceso consiste en extraer la humedad

innecesaria en la madera para su correcta utilización. La madera seca cuenta con mejores propiedades, ya que se trabaja con más facilidad, su superficie soporta mejor los tratamientos, y es más duradera y resistente a los daños.

Existen 2 tipos de secado de madera:

- Secado Natural: secado que se realiza al aire libre sin intervención de máquinas. En este secado la madera es apilada de forma especial, secándose primero al aire libre y luego en un área techada. La duración de este tipo de secado depende del tipo de madera y el espesor de la misma.
- Secado Artificial: secado que se realiza por medio de técnicas y maquinaria industrial. Con este tipo de secado se reduce el tiempo del proceso de secado y se puede determinar el grado exacto de humedad del material. Este proceso se realiza en cámaras metálicas, de acero o de aluminio llamadas secaderos. Estas cámaras permiten graduar y regular la humedad, temperatura y circulación de aire en su interior, logrando un clima ideal para el secado de la madera.

Al terminar el proceso de secado la madera esta lista para su utilización y transformación en diferentes productos, dentro de las industrias o carpinterías.

D. RESIDUOS DE LA MADERA

Se consideran como residuos de madera aquellos desechos que se generan después de que el material ha pasado por cualquiera de las etapas de su proceso productivo (subproductos) o han terminado su etapa de uso (productos). Algunos de los residuos que se generan de la madera son:

Productos

- Pallets: tablas de madera de las cuales se realizan bases para transporte y colocación de producto.
- Envases: cajas de madera de diferentes dimensiones utilizadas para almacenamiento o transporte.
- Maderas tratadas: residuos de madera a los cuales se les aplico previamente algún

tratamiento. Debido a las sustancias aplicadas a estas maderas, su reciclaje puede ser más difícil.

- Muebles y puertas.
- Restos de construcción.

Subproductos

- Recortes: pedazos de madera en varias formas y dimensiones.
- Viruta: Partículas grandes que se generan como desperdicio al aserrar la madera.
- Aserrín: El aserrín se define como el conjunto de partículas que se desprenden de la madera cuando esta es aserrada. Este material, el cual es un residuo o deshecho es utilizado para diferentes propósitos:
 - Fabricación de tableros de madera aglomerada y tableros de fibra de densidad media.
 - Extenderse en el suelo y facilitar la limpieza del mismo en lugares donde se corre el riesgo de derrame de líquidos en el suelo.

- Base o relleno para jaulas y recintos de animales.
- Fabricación de pellets.

Durante los últimos años, dado que algunos de los usos dados al aserrín se consideran dañinos para el ambiente y tomando en cuenta la mala utilización de leña y falta de biocombustibles para uso en el hogar alrededor del mundo, con el aserrín se han desarrollado “briquetas”. Una briqueta está compuesta de aserrín comprimido en forma de “galleta” o “dona”. Las briquetas se pueden utilizar como combustible para cocinar y brindar calor.

Estos productos y subproductos se reciclan y se procesan para diferentes usos. Algunos de estos usos son: fabricación de maderas compuestas, fabricación de compost y usos energéticos.

- Maderas compuestas: “Las maderas compuestas son capas de madera de igual o distintos espesores, de virutas o fibras de madera, encoladas con un aglomerante y prensadas en forma de tableros” (Nutsch, 2000). El

contrachapado y el aglomerado son maderas compuestas realizadas con residuos.

- Contrachapado: tablero formado por chapas encoladas. Estas chapas están fijadas una sobre otra en direcciones contrarias. Una chapa es una lámina delgada de madera que se obtiene de una troza de madera previamente cortada.
- Aglomerado: “Las tablas de aglomerado están fabricadas de viruta de madera, mezclada con colas y resinas sintéticas, a las cuales se les aplica calor y presión” (Nutsch, 2000). Las tablas de aglomerado pueden llevar una o varias capas de viruta. Algunas tablas en la última capa de lado y lado se les aplica un barnizado directo o una capa de chapa.
- Compost: el aserrín es utilizado como ingrediente en diferentes tipos de abonos, aportando una mejor calidad al mismo.
- Energía: al entrar en combustión, los residuos de madera pueden producir energía eléctrica y

térmica, siendo una alternativa menos dañina para el ambiente que los combustibles fósiles.

1.2 BIOMASA

La biomasa son desperdicios orgánicos animales y vegetales, que suelen ser utilizados como fuente de combustible. La biomasa es considerada un material biológico. La energía de la biomasa proviene de la energía que almacenan los seres vivos, la cual se queda almacenada en este tipo de materia. Para poder generar energía de una biomasa, la materia orgánica debe de ser quemada en cierta manera. La quema de este material libera dióxido de carbono, sin embargo este dióxido de carbono es neutro y no dañino para la atmosfera, ya que es el carbono que la materia orgánica suele liberar de regreso al ambiente durante su ciclo de vida. La biomasa se clasifica en 5 tipos:

- Madera Virgen: madera y desperdicios de la misma, los cuales no han pasado por ningún proceso químico ni la aplicación de ningún tratamiento.

- Cultivos Energéticos: cultivos cosechados específicamente para su uso como biocombustibles.¹
- Residuos Agrícolas: residuos que se generan de actividades agrícolas como lo son desechos de animales o bagazo de caña de azúcar.
- Residuos de Comida: residuos que surgen desde la producción inicial de un alimento hasta las sobras que deja el consumidor.
- Residuos Industriales: residuos resultantes de procesos industriales y de manufactura, como por ejemplo madera tratada.

Ya que la biomasa y biocombustibles son materiales poco nocivos para el ambiente, el aprovechamiento de estos contribuye a que un diseño pueda ser considerado ecológico en sus diferentes etapas de vida.

¹ Los biocombustibles son todos aquellos combustibles creados a partir de biomasa. Este tipo de combustible es considerado un combustible “más limpio” que el petróleo o el diesel. Los biocombustibles son renovables, al contrario de los combustibles fósiles como el petróleo, los cuales están hechos de biomasa descompuesta la cual se encuentra enterrada en el suelo después del paso de millones de años y existe en una cantidad limitada.

Un ejemplo de esto son las briquetas de aserrín descritas anteriormente, las cuales son una biomasa transformada para funcionar como un biocombustible.

1.3 BRIQUETAS DE ASERRÍN

Las briquetas de aserrín están fabricadas con aserrín resultante del proceso de aserrado de la madera. Los beneficios de este tipo de briquetas son (Pantuhan, s.f.):

- Ya que las briquetas se producen comprimiendo material combustible, son más densas, fuertes y compactas, ofreciendo una forma de energía más concentrada que la leña o el carbón.
- El proceso de compresión “permite que las briquetas se quemén más lentamente que cuando se encuentra el residuo de material en su forma original.” (Pantuhan, s.f.)
- La compresión de las briquetas también “permiten un calor más intenso comparado con otros elementos de combustión” (Pantuhan, s.f.), ya que tienen un valor termal más alto y hasta 30%

menos contenido de ceniza (comparado con el carbón), y la poca ceniza que producen puede ser utilizada como abono.

- Como una propiedad única, este tipo de briquetas no produce gases o químicos tóxicos.
- La materia prima (aserrín) se encuentra disponible fácilmente.
- El tamaño y la forma de las briquetas hacen que se puedan almacenar y transportar más fácilmente que transportar la materia prima en sacos.
- Al estar fabricadas con residuos, la materia prima de las briquetas tiene un precio bastante bajo, por lo que el precio final de venta del producto resulta siendo bajo también.
- Al ser producidas con material orgánico, se crea un tipo de combustible considerado sustentable.



Imagen extraída el 10 de diciembre 2013 de spanish.alibaba.com



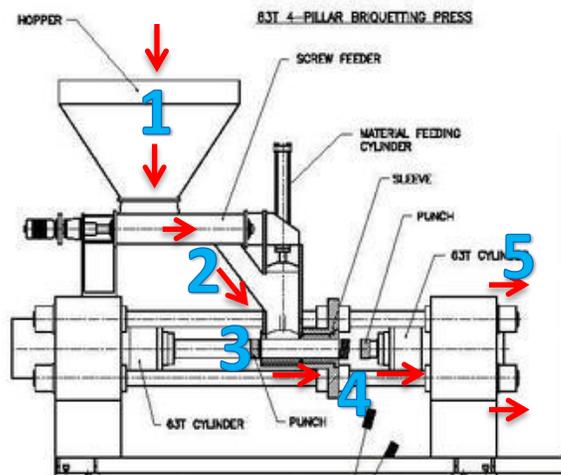
Imagen extraída el 10 de diciembre 2013 de www.jordisegusl.es

A. PROCESO PRODUCTIVO DE BRIQUETAS

Como mencionado anteriormente, las briquetas de aserrín pueden producirse de manera industrial o manual.

PROCESO INDUSTRIAL DE BRIQUETADO

1. Materia prima (en este caso aserrín) se coloca en tolva de la máquina.
2. El material utilizado se transporta a la cámara de pre-carga por medio de un tornillo giratorio.
3. En la cámara de pre-carga el material se presiona hasta una densidad controlada (dependiendo del tamaño de la briqueta).
4. La prensa principal transfiere el material al molde en donde se le da la forma y densidad final deseada a la briqueta.
5. Las briquetas son expulsadas por eyectores.



Briquette Press
 Imagen extraida el 10 de diciembre 2013 de
<http://ipl.tradelndia.com/briquette-presses-460652.html>

Estas máquinas pueden producir de 100 a 300 kg/h de producto, y su consumo energético y costo de mantenimiento es más elevado que el de otras máquinas.



Imagen extraida 10 de diciembre 2013 de <http://www.briquette-machine.com/sawdust-briquetting-machine.html>

- Máquinas briquetadoras de tornillo de 1 extrusor.

Las máquinas briquetadoras de tornillo de 1 extrusor, funcionan con el proceso explicado anteriormente, como su nombre lo dice cuentan con 1 extrusor de briquetas, y son el tipo de briquetadoras más común en el mercado. En estas máquinas la presión que se realiza sobre la materia prima para compactarla, se aplica por medio de un tornillo sin fin. Con este tipo de máquina es posible fabricar briquetas con orificios interiores (este orificio favorece a la combustión del producto), con forma cilíndrica, rectangular o hexagonal, y diámetros entre 30 y 80 mm.

- Máquinas briquetadoras de rodillo/ Máquinas hidráulicas.

Al igual que las máquinas briquetadoras de tornillo, esta máquina comprime la materia prima, pero lo hace por medio de 2 rodillos los cuales en su superficie tienen una serie de orificios en donde se deposita la materia, la cual queda compactada al ser sometida a la acción del otro rodillo. Después de esto el material es liberado por diferentes extrusores. El beneficio de las briquetadoras de rodillo, comparado con las briquetadoras de tornillo,

es que se puede producir una cantidad mayor de producto en menos tiempo.



Imagen extraída 10 de diciembre 2013 de <http://www.lippel.com.br/en/biomass-briquetting>

- Máquinas briquetadoras de pistón/Máquinas mecánicas.

Estas máquinas compactan la materia prima por medio de golpes producidos sobre la misma por un pistón accionado a través de 2 volantes (ruedas mecánicas). De la cámara de almacenaje la materia se transporta a un dosificador y es briquetada en forma cilíndrica. Estas máquinas pueden crear producciones de entre 300 y 1500 kg/h. En cuando a dimensiones, son el tipo de máquinas más grandes.



Imagen extraída 10 de diciembre 2013 de lippel.com.br

La tabla a continuación muestra los datos técnicos de las diferentes máquinas presentadas anteriormente.

TIPO DE MÁQUINA	Máquina briquetadora de tornillo de 1 extrusor.	Máquinas briquetadora de rodillo.	Máquinas briquetadora de pistón.
Capacidad Productiva	100 – 300 kg/h.	50 – 300 kg/h.	200 – 1500 kg/h (dependiendo del tamaño)
Diámetro producto final	30 – 80 mm.	60 – 70 mm.	50 – 90 mm.
Motor	11-15 kw.	7.5 – 12 kw	15 – 75 kw.
Peso	650 kg. aprox	1200 – 1800 kg.	1500 – 8000 kg.

PROCESO MANUAL DE BRIQUETADO

Así como las briquetas de aserrín pueden ser realizadas en máquinas de manera industrial, estas también se pueden producir de una manera manual y/o casera. El proceso para realizar briquetas caseras es el siguiente:

- Reunir los materiales que componen las briquetas. Este material puede ser aserrín combinado con otros tipos de biomasa como papel o cascaras de frutas.

- Triturar los materiales lo mejor posible y mezclarlos con agua, hasta conseguir un material pastoso.



Proyecto Briquetas (2009). Imagen extraída el 10 de diciembre 2013 de <http://proyectobriquetaslagopuelo.blogspot.com/>

- Introducir el material en el molde. Para este molde se puede utilizar un objeto tan sencillo como una lata, la cual le dará una forma cilíndrica a las briquetas.



Proyecto Briquetas (2009). Imagen extraída el 10 de diciembre 2013 de <http://proyectobriquetaslagopuelo.blogspot.com/>

- Prensar el material dentro del molde, hasta comprimirlo lo mejor posible.



Proyecto Briquetas (2009). Imagen extraída el 10 de diciembre 2013 de <http://proyectobriquetaslagopuelo.blogspot.com/>

- Extraer el material ya con forma del molde, y dejarlo secar bajo el sol.

B. BRIQUETAS EN GUATEMALA

En Guatemala actualmente se encuentran dos opciones de combustible ecológico:

- Leño Ecológico

"Inventado" por Ken Lou a la edad de 8 años (actualmente 19), ante la necesidad de un combustible que produjera poco humo (debido a que el joven sufría de diferentes tipos de alergias) y que fuera amigable con el medio ambiente. Estos leños están fabricados a base

de desechos de madera (aserrín y viruta) y productos ecológicos como la parafina de soya, brea y grasas vegetales. Este leño tiene un peso de 2 libras y puede arder hasta por 2 horas.

Actualmente el leño ecológico se puede encontrar en los diferentes supermercados del país bajo el nombre "Mr.Fuego".



Imagen extraída 10 de diciembre 2013 de <http://guatemaltecosilustres.com/empresarial/ken-lou-castillo/>

- Ecoleña de arveja

En el interior de país, en diferentes comunidades, las mujeres utilizan el rastrojo de la cosecha de arveja china para producir leños ecológicos. Además del rastrojo de arveja, se utiliza el rastrojo de ejote, papel y hojarasca. En una etapa de producción, la cual dura 21 días, se

pueden producir hasta mil unidades, y cada pieza de ecoleña se vende en el mercado comunitario a un precio de Q.1.00.

Esta iniciativa les ha permitido a las mujeres un ahorro monetario, ya que pueden ahorrar de Q.300 a Q.600 que antes utilizaban para comprar leña.



Productora de Ecoleña . (2013). Imagen extraída 10 de diciembre 2013 de http://www.prensalibre.com/economia/Mujeres-transforman-rastrojo-ecolena_0_1023497645.html

2. BRIEF

2.1 CLIENTE



Imagen obtenida de lorenzigt.com

Lorenzi es un aserradero y carpintero ubicado en Antigua Guatemala, quienes por más de 50 años se han dedicado a la venta y compra de madera, buscando brindar una amplia variedad de productos dentro de la industria de muebles, así como la asesoría para el diseño y uso de los mismos. Esta empresa tiene raíces italianas y guatemaltecas, ya que sus dueños provienen de familias italianas quienes vinieron a vivir en Guatemala. Al ser un negocio familiar, la forma de trabajo así como los procesos que se llevan a cabo dentro de la empresa han sido los mismos durante años, aunque siempre buscan innovar en la manera de realizar dichos procesos.



Imagen obtenida de lorenzigt.com

La empresa Lorenzi está conformada por 3 líneas de negocios, los cuales trabajan en conjunto:

1. Lorenzi: se dedica a la compra y venta de madera dimensionada de diferentes especies certificadas. También ofrece los servicios de transformación, corte, lijado, torneado, moldurado, y entrega de dicha madera. Lorenzi es la línea proveedora de madera para las otras dos líneas de negocios de la empresa.
2. Carpintero Lorenzi: dentro de los servicios que ofrece se encuentran:
 - Compra y venta de materiales conocidos como subproductos de la madera: plywood, melanina, MDF, aglomerados y enchapados.
 - Compra y venta de materiales utilizados en carpintería como herrajes, pegamentos, tintes, barnices, lijas, entre otros.
 - Líneas de puertas en diferentes materiales como MDF, laminadas, enchapadas, de madera sólida, entre otras.

- Servicio de carpintería, en donde se ofrecen productos hechos a la medida y de acuerdo al diseño del cliente.
3. Lorenzi de Guatemala: se especializa en el desarrollo y producción de piezas de diseño exclusivas, utilizando madera con mezclas de otros materiales. Estas piezas se generan bajo pedido, y suelen ser proyectos de diseño nacional o productos para exportación.

VISIÓN

“Somos una empresa familiar que ofrece sus servicios y se adapta rápidamente a los cambios y condiciones del mercado maderero de Guatemala, a través de desarrollar, producir y comercializar productos líderes logrando satisfacer las necesidades de los clientes en la región, por medio de manejo de estándares de calidad, servicios de excelencia y gestión.”

(Lorenzi, 2012)

MISIÓN

“Convertirse en la empresa líder Guatemalteca que logre satisfacer a sus clientes por medio del compromiso de

todos sus empleados, manteniendo resultados operacionales y financieros superiores al resto de la industria contribuyendo al desarrollo económico y social de la región.”

(Lorenzi, 2012)

CONTACTO

- Carlos Alberto Lorenzi

Tel: 5630-1905

Email: lorenzicar@yahoo.com

- Aserradero y Carpintero Lorenzi

Avenida la Recolección No. 1 "C", La Antigua Guatemala, Guatemala.

Tel: 7832-2121

2.2 NECESIDAD

Actualmente en la empresa Lorenzi, debido al aserrado y transformación de madera que se realiza a diario, extrae cada semana aproximadamente 100 sacos conteniendo entre 20 y 30 libras de partículas de madera, mejor conocidas como aserrín. Este material se encuentra a la venta a un costo de Q.5.00 el saco.

Con la intención de crear un producto a partir de este material y aumentar la competitividad de la empresa, la misma solicitó el diseño de una máquina que funcione por medio de tecnología apropiada para producir briquetas de aserrín. La tecnología apropiada es la tecnología que se desarrolla tomando en cuenta las condiciones económicas, ambientales y sociales del contexto y busca ser una tecnología autosuficiente que las personas puedan aplicar y administrar a nivel local. La necesidad de esta máquina surge ya que las máquinas para briquetas (también conocidas como briquetadoras) disponibles en el mercado tienen un precio de adquisición elevado para la empresa. Además debido a la cantidad de aserrín que producen, la empresa desea realizar producciones a baja escala, lo cual significa procesar 2000 libras de aserrín

semanalmente. Las máquinas briquetadoras al ser de carácter industrial pueden procesar desde 100 hasta 1,500 kg/h (dependiendo de la máquina), y la empresa no cuenta con la cantidad ideal de materia prima para explotar al máximo la capacidad productiva de una de estas máquinas briquetadoras. Por otra parte, el proceso manual o casero para realizar briquetas puede llevar bastante tiempo. Tomando en cuenta la idea de la empresa de poner en alquiler la máquina, esta debe de poder transportarse con facilidad. Debido a su gran tamaño y peso las máquinas industriales no permiten dicho transporte.

El desarrollo del presente proyecto y el resultado final se incluirán dentro de los servicios de la línea de negocios número 3 de la empresa: Lorenzi de Guatemala, creando así un producto el cual sea más rentable que vender los residuos de la madera sin procesar.



Instalaciones Aserradero Lorenzi. Imagen Propia.

2.3 USUARIO

Trabajadores de la empresa Lorenzi, quienes estarán a cargo de la producción de briquetas de aserrín y el mantenimiento de la máquina briquetadora. Los trabajadores de la empresa son personas de género masculino, de clase social media-baja y baja, y con educación a nivel primaria y secundaria.

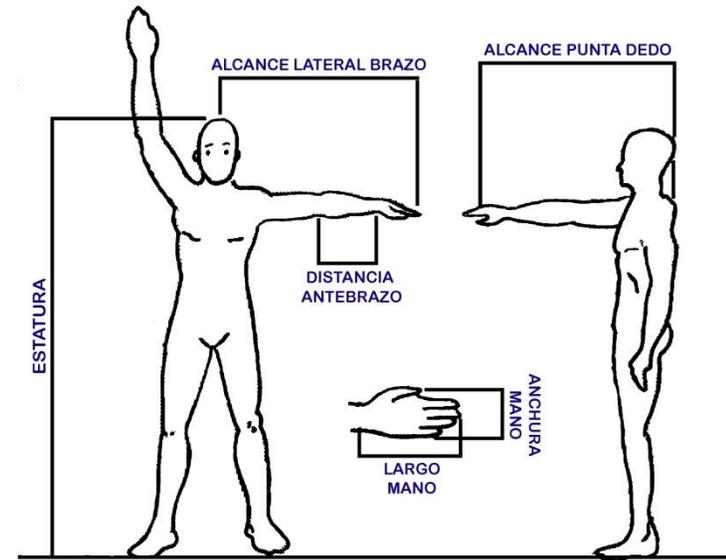
Al ser de una clase social media-baja, son trabajadores que se ven motivados por el hecho de tener un trabajo y de brindar ingresos a sus familias.

La jornada de trabajo suele ser de 6 o 7 horas al día. El tipo de trabajo que se realiza está dividido en dos: trabajo de aserradero y de carpintería. Estos trabajos suelen hacerse de forma manual con herramientas de carpintería así como máquinas, dentro de las cuales se encuentran sierras de banco, de banda, canteadoras, entre otras.

Para asegurar la seguridad industrial del usuario, al realizar el diseño de la máquina briquetadora, se deben de tomar en cuenta las siguientes medidas antropométricas:

- Distancia mano
- Distancia antebrazo

- Alcance lateral brazo
- Alcance punta dedo
- Estatura



Dimensiones Antropométricas

Extraído de <http://html.rincondelvago.com/antropometria.html>

el 11 de febrero, 2014.

Edición propia.

2.4 ANÁLISIS RETROSPECTIVO

Como mencionado anteriormente, durante las diferentes etapas de su proceso productivo, la madera genera desechos. Uno de los desechos que se puede encontrar en mayor cantidad es el aserrín. Durante mucho tiempo, el aserrín ha sido utilizado para diferentes propósitos como fabricación de tableros de madera, fabricación de pellets y relleno de jaulas. Otros usos que se le dan al aserrín son:

- Abono para plantas.
- Al estar mezclado con ciertos aditivos, se pueden obtener masillas para uso artístico o de construcción.
- Combustible utilizado en estufas de aserrín.
- En el caso de Guatemala, este se tiñe y se utiliza para realización de alfombras en festividades.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), considera que el aserrín es un residuo altamente contaminante para el suelo y el agua. Además, al generar y acumular el polvo de aserrín en el aire, se contribuye con las emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera. También puede

perjudicar la salud de los trabajadores que están en contacto con él, provocando alergias o enfermedades respiratorias.

La tala desmedida de árboles para obtención de leña por parte de personas de bajos recursos, las cuales utilizan la leña dentro de sus hogares como fuente de calor y combustión para estufas y hornos es un problema encontrado actualmente alrededor del mundo. A esto se le suma el impacto negativo del aserrín en el medio ambiente. Ante estos dos problemas, se han diseñado alternativas, las cuales se puedan realizar con residuos naturales y tengan un menor impacto en el ambiente. La solución surge en forma de briquetas de aserrín. Como mencionado anteriormente, las briquetas de aserrín están fabricadas con aserrín resultante del proceso de aserrado de la madera, creando así un combustible valioso el cual respeta a la naturaleza.

2.4 SOLUCIONES EXISTENTES

A continuación se presenta una tabla PIN, la cual detalla los aspectos positivos, negativos e interesantes de cada una de las soluciones que se encuentran actualmente para la producción de briquetas de aserrín.

Tabla 1.
Análisis PIN de soluciones existentes. (Elaboración Propia)

ANÁLISIS PIN DE SOLUCIONES EXISTENTES				
	SOLUCIÓN EXISTENTE	POSITIVO	NEGATIVO	INTERESANTE
	Máquinas briquetadoras industriales.	<ul style="list-style-type: none"> - Pueden producir grandes cantidades de briquetas en un tiempo corto. - El proceso requiere de poca intervención humana. - La briqueta es expulsada automáticamente. - Briqueta obtenida ya se encuentra seca. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo de adquisición es elevado. - Reparaciones también pueden resultar difíciles y costosas. - Peso bastante alto por lo que su transporte no es posible. - Consumo de energía que se convierte en un gasto extra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se pueden producir briquetas de diferentes formas y tamaños.
	Proceso manual de briquetado.	<ul style="list-style-type: none"> - Briquetas se pueden realizar en la comodidad del hogar. - Se utilizan materiales fáciles y baratos de conseguir. - No requiere un gran consumo de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> - El proceso para realizar una briqueta puede tomar varios minutos. - Se corre el riesgo de sufrir algún accidente (cortada o quemada) - Briquetas deben de ponerse a secar bajo el sol. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cualquier persona podría realizar el proceso. - Se pueden utilizar otros materiales de desperdicio, como por ejemplo papel.
	Leño ecológico "Mr. Fuego".	<ul style="list-style-type: none"> - Se puede encontrar en los diferentes supermercados del país. - Produce poco humo, el cual no provoca alergias. 	<ul style="list-style-type: none"> - El precio de adquisición de un leño esta entre los Q.40 y Q.50 - Para un leño de 2 libras, un tiempo de quemado de 2 horas se puede considerar como poco tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se propone que este leño se quemé junto con su empaque. - El leño contiene aditivos como parafina de soya, brea y grasas vegetales.
	Ecoleña de Arveja	<ul style="list-style-type: none"> - Briquetas tienen un precio de venta de Q.1.00 - Brinda ingresos a mujeres de diferentes comunidades del interior del país. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se producen mil unidades en 21 días. 	<ul style="list-style-type: none"> - Como materia prima se utiliza rastrojo de arveja, ejote, papel y hojarasca.

2.4.1 CONCLUSIONES SOLUCIONES EXISTENTES

Después de realizar el análisis PIN de soluciones existentes se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se pueden producir briquetas con diferentes materiales o materiales combinados.
- El proceso manual para realizar briquetas, además de poder realizarse en cualquier lugar y ser más barato, puede brindar oportunidades de trabajo.
- Realizar briquetas manualmente puede tomar considerablemente más tiempo que realizarlas con una máquina briquetadora.
- Las máquinas briquetadoras industriales representan una inversión mayor no solo al momento de la compra, sino también durante su tiempo de uso.
- El costo de la briqueta debe de ser relativo con la cantidad de tiempo que esta tarde en quemarse.
- Ambos procesos (ya sea manual o industrial) requieren de una buena capacitación para la persona que producira las briquetas.

2.6 ANÁLISIS PROSPECTIVO

La leña es una de las mayores fuentes de energía en los hogares Guatemaltecos. Según reportes de la Organización Latinoamericana de energía, en el año 2009, el 47% de los guatemaltecos utilizaban leña como una fuente de energía dentro de sus hogares, siendo la leña más consumida que la electricidad o gas propano.

Este alto consumo de leña es debido a que la mayor parte de la población guatemalteca vive en áreas rurales, y al ser de escasos recursos económicos no tienen acceso a otras fuentes de energía. Además, existen tradiciones culturales en los hábitos alimenticios, como lo es el cocinar en ollas de barro o la creencia que la comida tiene un sabor diferente al cocinarse con otro elemento de combustión que no sea leña.

Este consumo de leña ha llevado no solo a la deforestación de los suelos guatemaltecos, sino también a las constantes enfermedades respiratorias que adquieren las personas que utilizan esta fuente de combustión.

Ante este problema surge la Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña, creada por el Sistema Nacional de Información Estadística

Forestal de Guatemala, con el propósito de producir leña de manera estratégica y controlada y de promover el uso de tecnologías apropiadas para el uso eficiente de la leña, esto por medio de estufas eficientes. Esta estrategia tiene como meta a largo plazo el lograr que al menos 100,000 hogares adopten un sistema de uso eficiente de leña, tomando este como uno de los pasos para reducir en un 25% el déficit de leña a nivel nacional para el año 2024.

El diseño de la máquina briquetadora para la empresa Lorenzi, creara un producto el cual puede ayudar al uso eficiente de leña, contribuyendo así con las metas de la Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña.

3. DISEÑO INDUSTRIAL

3.1 DISEÑO SOSTENIBLE

Los problemas ambientales que se presentan en el mundo desde hace ya muchos años son resultado de la pobreza y de patrones no sustentables de producción y consumo. Ante estos problemas, con el tiempo han surgido soluciones de diseño las cuales buscan preservar y cooperar con el medio ambiente. Estas soluciones tienen diferentes grados de conservación del ambiente. En su libro “Ecological Design: A New Critique”, Pauline Madge clasifica los diferentes grados de conservación del ambiente en cuando a diseño de productos como los tonos verdes del diseño.

- Verde Claro: cuestiones ambientales resueltas de manera superficial, aprovechando influencias comerciales. No provoca cambios en las prácticas industriales ni comerciales. Es también conocido como “Green Design”.
- Verde Medio: ante la manera superficial en la que el Green Design busca resolver los problemas ambientales, se desarrolla el verde medio,

también conocido como Ecodiseño. Este busca un equilibrio con la industria, fortaleciendo la conciencia ambiental y reforzando la ética y la responsabilidad.

- Verde Oscuro: toma en cuenta y reflexiona sobre la actividad del hombre y su efecto en el ambiente. Es conocido como diseño sostenible.

El diseño sostenible (también conocido como diseño sustentable) es el diseño que busca satisfacer las necesidades del usuario así como las necesidades del medio ambiente. Su meta es cambiar el enfoque de la sociedad industrial, para que el eje principal sea la conservación del medio ambiente y no la producción y el consumo. El diseño sostenible toma en cuenta 3 aspectos:

- Ambiental: evalúa los impactos que un diseño tiene en el medio ambiente durante su ciclo de vida, y así contribuir a la mejora y preservación de dicho ambiente local y global.
- Social: diseños que más allá de ser productos, puedan convertirse en proyectos de desarrollo

para la mejora de las comunidades en donde está siendo implementado. Algunas de estas mejoras pueden ser empleos, fuentes de ingresos y crecimiento personal, entre otras. El diseño sostenible también está ligado con el aspecto social ya que si el ambiente se ve afectado, las personas que habitan en el también, ya que los daños al ambiente ocurren principalmente por la actividad humana.

- Económico: proyectos a desarrollar son rentables, creando así proyectos y productos accesibles, los cuales brindaran mejoras económicas a largo plazo para las personas que los adquieren.

En su libro “Productos del Futuro”, Rolf Kreibich establece varios principios del diseño sostenible:

- El diseño sostenible minimiza el uso de materiales con bajo porcentaje de reúso o reciclaje.
- Reduce la cantidad de componentes que forman un producto.
- Aumenta la vida útil del producto.
- Utiliza materias primas renovables y degradables.

No toda intervención humana produce una degradación ambiental, ya que el ser humano no puede dejar de intervenir y modificar dicho ambiente, ya que es parte del ciclo de vida humano, animal y vegetal. Al crear diseños sostenibles para cubrir necesidades básicas, el término sostenible no solo se estará refiriendo a un correcto manejo de recursos, sino también a la preservación de la vida.

3.2 TECNOLOGÍA

La Real Academia Española define tecnología como el conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto. Estos instrumentos y procedimientos son los que permiten satisfacer las diferentes necesidades de un usuario. La tecnología está directamente relacionada con la ciencia, y al combinarlas se tiene la capacidad de resolver diferentes problemas técnicos de diferentes ámbitos. Así como la tecnología brinda beneficios como mejoras en la productividad, también causa efectos negativos como contaminación ambiental. Ante los efectos o

características negativas que la tecnología puede tener en el mundo actual, surgen diferentes tipos de tecnologías como lo es la tecnología apropiada.

A. TECNOLOGÍA APROPIADA

El término de Tecnología Apropiada fue formulado por Ernest Fritz Schumacher en su libro “Lo Pequeño es Hermoso”. Se considera como tecnología apropiada aquella tecnología a pequeña escala, eficiente, amigable con el medio ambiente y que puede ser controlada por la comunidad o población hacia la que está dirigida. A esta tecnología también se le conoce como tecnología intermedia, ya que no es una tecnología “avanzada” o “de punta”, pero tampoco es una tecnología “atrasada” o “cero”. La tecnología apropiada se desarrolla ante el problema que empresas, instituciones u organizaciones en el pasado han buscado apoyar a comunidades o poblaciones rurales y de escasos recursos con tecnologías que se podrían considerarse “modernas” o “avanzadas”. A estas tecnologías eventualmente se les deja de dar uso, ya que las mismas no están diseñadas

para el contexto en donde son introducidas, ya que tienen altos costos de mantenimiento o los recursos de la población no son suficientes para explotar la capacidad productiva de las mismas. Al contrario de la tecnología avanzada que puede ser utilizada solo por expertos, la tecnología apropiada puede ser utilizada casi por cualquier persona. Esta tecnología un mejor uso de los recursos por parte de la población rural, brindándoles alternativas de producción adecuadas a su contexto.

La tecnología apropiada se basa en:

- Utilización de recursos locales para su fabricación y para obtención de materia prima.
- Operatividad y mantenimiento sencillo.
- Uso de fuentes naturales de energía: Ya que la tecnología apropiada se considera una tecnología de tipo mecánico, suele aprovechar energías naturales como la energía solar, eólica y la biomasa.
- Poco o cero impacto negativo en el ambiente, ya que no lo contamina ni destruye.

- Diseño adaptado al contexto del usuario y sus conocimientos, permitiendo un fácil acceso a la misma.

Según Schumacher, los productos realizados por medio de tecnología apropiada deben de:

- Ser de materias primas locales.
- Manufacturarse a nivel local.
- Manufacturarse mediante producciones de pequeña escala.
- Utilizar tecnologías apropiadas durante todo el proceso productivo: extracción, transporte y fabricación.
- Consumirse localmente.

El diseñar tomando en cuenta los principios de la tecnología apropiada es algo que se puede lograr siempre y cuando el diseño vaya de la mano con la verdadera necesidad del usuario y la complejidad de la misma. Pero a pesar de lograr un buen diseño, el mayor reto para la tecnología apropiada es que esta sea socialmente aceptada. Esta tecnología no debe de ser impuesta, sino ser creada a partir de un proceso

participativo con el usuario final, y así lograr una tecnología adecuada a la cultura, valores, creencias y forma de vida del usuario, logrando así una integración de la tecnología con la comunidad y su contexto.

3.3 SEGURIDAD INDUSTRIAL

Cuando una persona se encuentra realizando un trabajo, los cambios que realiza en el ambiente que lo rodea pueden afectar su estado de salud. Es decir que, no el trabajo que la persona realiza, pero las modificaciones que este trabajo produce en el ambiente, pueden significar un riesgo para su salud. Estas modificaciones son realizadas por las condiciones de desarrollo del trabajo. Las condiciones de desarrollo de trabajo se definen como cualquier característica del trabajo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador (Biblioteca Técnica, 2000). Estas condiciones pueden ser máquinas, ruidos, disolventes químicos, iluminación y relaciones interpersonales, entre otros.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, un riesgo laboral es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Estos daños no necesariamente se muestran de manera inmediata, sino que pueden presentarse a largo plazo. Los riesgos laborales se encuentran determinados por factores de riesgo, y estos son las condiciones de trabajo que puedan provocar daños a la salud. Los factores de riesgo están relacionados directamente uno con el otro. Algunos de estos factores de riesgo son:

- Condiciones de seguridad
- Condiciones ambientales físicas
- Contaminantes químicos y biológicos que puedan estar presentes en el espacio de trabajo.
- Carga de trabajo
- Organización del trabajo.

Para evitar o reducir los factores de riesgo existen dos tipos de técnicas de prevención: Las que actúan sobre el trabajador y las que actúan sobre el ambiente donde el trabajador se encuentra.

Actuación sobre el trabajador:

- Selección de personal: correcta selección de personal para posicionar al trabajador en el área adecuada según sus aptitudes y actitudes.
- Medicina del trabajo: establece condiciones médicas para evitar daños y enfermedades. Estas condiciones médicas pueden ser, por ejemplo, tratamientos preventivos, vacunaciones y educación sanitaria.

Actuación sobre el ambiente:

- Ergonomía: adapta el puesto de trabajo a la persona para evitar un mal desempeño laboral.
- Psicología: toma en cuenta la organización del trabajo y relaciones sociales que puedan provocar una insatisfacción laboral.
- Técnicas de seguridad en el trabajo: proporcionan una mayor eficacia contra accidentes que ponen en riesgo la integridad física del trabajador.
- Higiene Industrial: identificación, valoración, y corrección de factores físicos, químicos y

biológicos del ambiente de trabajo que puedan causar alteraciones de salud.

La seguridad industrial toma en cuenta los riesgos a la salud que pueda causar un trabajo específico. Estos trabajos son variados dependiendo de la industria en donde se están desarrollando. Ya que este proyecto consta del diseño de una máquina briquetadora, se deben de tomar en cuenta los criterios de seguridad industrial al trabajar con máquinas. Una máquina se define como el conjunto de piezas u elementos unidos entre sí, los cuales pueden ser piezas móviles, elementos de accionamiento, circuitos de mando y de potencia, entre otros. Estas piezas y elementos están asociados para una aplicación determinada, en particular para la fase de transformación, tratamiento, desplazamiento y condicionamiento de un material o producto (Biblioteca Técnica, 2000). Para darle uso a una máquina, el operario que la maneja debe de ser instruido correctamente en el manejo de la misma y en las medidas de prevención para realizar un trabajo sin peligro. Los peligros o riesgos de uso de máquinas se dividen en 2:

Riesgos Mecánicos

- Riesgos producidos por movimientos de rotación, traslación, oscilación, aislamiento, o una combinación. Estos tienen consecuencias como cortes, golpes, abrasiones y aplastamiento, entre otros.
- Proyección (desprendimiento/lanzamiento) de elementos de la máquina o de material con el que la máquina trabaja.

Riesgos No Mecánicos.

- Ruidos y vibraciones
- Explosiones o incendios
- Presión y vacío
- Problemas ergonómicos generales.

Para prevenir los riesgos mecánicos, existen medidas de seguridad, las cuales se van presentando en niveles dependiendo del grado de prevención que sea posible realizar.

- Medidas de Prevención Endógena: eliminar los riesgos por medio del correcto diseño de la máquina.
- Medidas de Protección General: reducen los peligros que no se evitan totalmente a pesar de un buen diseño.
- Advertencias de Seguridad: cuando la protección general no es posible en su totalidad, informan y advierten al trabajador de los riesgos del uso de la máquina.
- Medidas de Emergencia: se emplean en situaciones en que la máquina presenta un funcionamiento anormal, y son utilizadas cuando el resto de medidas no se pueden aplicar. Estas medidas son por ejemplo los dispositivos de paro de emergencia.

Además de las medidas de seguridad que se aplican a la máquina cuando está ya se encuentra lista para funcionar, existen medidas operativas de prevención, las cuales se toman en cuenta para evitar cualquier peligro que la máquina pueda presentar durante su ciclo de vida.

Estas medidas inician en la etapa de diseño de la máquina.

Etapa de Diseño

- Consideración Inicial: tomar en cuenta la seguridad del trabajador, así como futuras operaciones de mantenimiento.
- Consideraciones de Diseño: partes peligrosas de la máquina deben de ser eliminadas o protegidas, y estas partes no deben de ponerse en funcionamiento hasta que su protección sea la adecuada y no se tenga acceso inmediato con ellas.

Etapa de Instalación y Puesta en Marcha

- Distancia: los alrededores de la máquina deben tener la distancia necesaria para un fácil acceso, supervisión, mantenimiento y espacio para realizar el trabajo.

Etapa de Funcionamiento

- Formación de Personal: trabajadores deben de estar correctamente instruidos en cuanto al funcionamiento de la máquina y la forma segura de utilizarla y su mantenimiento. El trabajador debe contar con un equipo de protección individual de ser necesario.
- Consideraciones Ergonómicas: la máquina debe de estar diseñada para no provocar esfuerzos ni fatiga en el trabajador al momento de utilizarla.

Etapa de Mantenimiento

- Operaciones de Mantenimiento: inspecciones periódicas para chequear el buen funcionamiento y estado de la máquina.
- Eliminación de Residuos: después de terminada un ciclo productivo, eliminar los desechos que la máquina pueda haber producido.

Etapa de Puesta Fuera De Servicio

- Esta etapa se toma en cuenta desde la etapa de diseño, donde se diseña pensando en el

desmantelamiento de la máquina, y como lograr que sea de forma fácil y segura. También se deben considerar materiales que tengan una mejor posibilidad de reciclaje o reúso.

La seguridad industrial no solo toma en cuenta los riesgos que se generan al realizar una actividad con cierto equipo en particular, sino también toma en cuenta el ambiente de trabajo completo donde la persona se encuentra. El lugar de trabajo es el lugar donde los operarios realizan su labor de producción para una empresa. Las características de este ambiente condicionan parte de la actividad laboral y rendimiento de una persona. Algunas de las condiciones a tomar en cuenta para crear un ambiente de trabajo ideal son:

- Temperatura: una temperatura muy caliente produce fatiga, haciendo que el trabajador necesite más tiempo de descanso. Las temperaturas bajas provocan menor agilidad y precisión en el trabajador. Se considera que la temperatura ideal para un ambiente de trabajo es de 18° C. (Ramírez, 1993)

- Ventilación: importante para eliminar polvo acumulado y templar el ambiente.
- Ruido: el estar sometido a ruidos elevados por un periodo largo de tiempo puede provocar una pérdida de la audición temporal o permanente, así como dolores de cabeza y trastornos del sistema nervioso.

Todas estas condiciones ideales se pueden alcanzar tomándolas en cuenta al momento de diseñar un puesto de trabajo, y por medio del correcto uso del equipo de protección por parte del trabajador.

1.3.7 FACTORES HUMANOS

Se considera como factores humanos el proceso de diseño para el uso humano, tomándolo a este como foco central al momento de diseñar objetos, medios de trabajo o entornos. Ya que un usuario se siente decepcionado cuando un producto no está diseñado desde su punto de vista, el objetivo de los factores humanos es aplicar al diseño de objetos, medios de trabajo y entornos, las

características físicas y comportamiento humano del usuario final del producto, aumentando así la eficiencia funcional del producto y los valores humanos en su uso. Valores humanos como seguridad, salud y satisfacción. En el campo del diseño, la antropometría y la ergonomía, son las encargadas de determinar las características físicas y comportamiento humano del usuario.

A. ANTROPOMETRÍA

La antropometría mide las características físicas del cuerpo humano. Estas características son dimensiones lineales, peso, volumen y tipos de movimiento, entre otros. Las dimensiones del cuerpo se dividen en dos: estructurales y funcionales.

- Medidas Estructurales: medidas que se toman cuando el cuerpo se encuentra en una posición fija o estática.
- Medidas Funcionales: medidas que se toman a partir de la posición del cuerpo cuando este realiza cierto movimiento dentro de un espacio de trabajo.

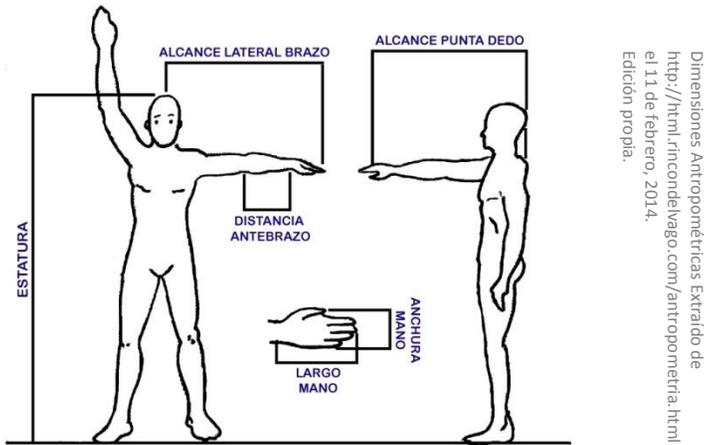
Las características físicas de los seres humanos se distinguen por ser variables. Existen dos tipos de variabilidad humana: la variabilidad interna (variaciones en un grupo poblacional) y la variabilidad externa (variaciones entre diferentes grupos poblacionales). La variabilidad antropométrica está determinada por 4 factores:

- Herencia genética: características desarrolladas por una población que son transmitidas genéticamente.
- Sexo: estructura y composición esquelética y muscular varía en el sexo femenino y masculino.
- Edad: modificaciones del cuerpo que se van presentando conforme al crecimiento.
- Condiciones Socioeconómicas: diferencias causadas por el estilo de vida y entorno de la persona.

Dependiendo del tipo de diseño a realizar, se pueden tomar medidas antropométricas a partir de 3 principios diferentes:

1. Diseño para Individuos Extremos: diseño que se acomoda a personas con alguna característica antropométrica extrema. Este diseño también se acomoda al resto de la población.
2. Diseño para Promedios Adaptables: implementos, ayudas, o accesorios adaptables a un diseño para que sea apto para personas de diferentes características estructurales.
3. Diseño para la media: el concepto de una persona con medidas “medias” es un concepto real y poco exacto. En este tipo de diseño es donde se pueden considerar aquellos diseños en los que no es necesario considerar medidas estructurales extremas.

Para esta investigación se realizaron estudios antropométricos a los futuros usuarios del producto, quienes son los trabajadores de la empresa Lorenzi. Se están tomando en cuenta las siguientes medidas:



- Estatura: distancia vertical desde la coronilla de la cabeza hasta el suelo. Medida debe de tomarse con la persona de pie, erguida y con la vista hacia el frente.
- Alcance Lateral Brazo: distancia del eje central del cuerpo hasta la superficie exterior de la mano, la cual debe de encontrarse sosteniendo una barra.

La persona debe encontrarse erguida y de pie, con los brazos estirados lo más posible sin que experimente molestias.

- Alcance Punta Dedo: al tomar esta medida la persona debe de encontrarse en contra de una pared. La distancia se mide desde la pared hasta la punta del dedo pulgar. El brazo de la persona debe de estar completamente estirado, y las puntas del dedo pulgar y medio en contacto.
- Mano: anchura y largo de la mano, estando está extendida y con los dedos juntos uno con otro.

A continuación se presentan 2 tablas. La primera contiene las medidas tomadas a los trabajadores de la empresa Lorenzi. En la segunda tabla se presenta el promedio y percentiles de las medidas tomadas, los cuales serán utilizados en la etapa de diseño de la máquina briquetadora para determinar las medidas adecuadas para su correcto uso y adaptación al usuario.

Tabla 2.

Medidas antropométricas trabajadores de Aserradero Lorenzi. (Fuente Propia)

NOMBRE	EDAD	ESTATURA	ALCANCE LATERAL BRAZO	ALCANCE PUNTA DEDO	DISTANCIA ANTEBRAZO	ANCHO MANO	LARGO MANO
Misael Rancho	16	1.68 m	91 cm	83 cm	30 cm	11 cm	19 cm
Dylan Andrade	19	1.50 m	77 cm	72 cm	24 cm	12 cm	17 cm
Angel Andrade	19	1.69 m	88 cm	82 cm	27 cm	12 cm	19 cm
Manuel Chuy	32	1.63 m	87 cm	85 cm	23 cm	11 cm	19 cm
Fredy Chun	30	1.58 m	79 cm	76 cm	23 cm	11 cm	17 cm
Orlando Ordoñez	31	1.64 m	90 cm	84 cm	27 cm	12 cm	17 cm
Carlos Valle	25	1.62	82 cm	80 cm	23 cm	11 cm	18 cm
Cesar Lopez	25	1.54	77 cm	75 cm	22 cm	11 cm	16 cm

Tabla 3.

Promedios y percentiles medidas antropométricas trabajadores de Aserradero Lorenzi. (Fuente Propia)

MEDIDA	PROMEDIO	PERCENTIL 5	PERCENTIL 10	PERCENTIL 95
Estatura	1.61 m	1.51 m	1.60 m	1.68 m
Alcance Lateral Brazo	83.88 cm	77.7 cm	84 cm	90.3 cm
Alcance Punta Dedo	79.63 cm	72.7 cm	78.5 cm	84.4 cm
Distancia Antebrazo	24.88 cm	22.4 cm	26 cm	29.6 cm
Largo Mano	17.75 cm	16.2 cm	17.5 cm	18.8 cm
Ancho Mano	11.38 cm	11.1 cm	11.5 cm	12 cm

B. ERGONOMÍA

Acorde con la Organización Internacional Del Trabajo, la ergonomía es el conocimiento de las posibilidades y límites físicos y mentales del ser humano con el fin de poder concebir útiles, procesos, y un ambiente laboral que se adapte lo mejor posible a las capacidades humanas. La ergonomía se desarrolla tomando en cuenta 5 integrantes:

- Ergonomía de la Posición y el Esfuerzo: toma en cuenta la antropometría y la mecánica, para así definir las medidas y configuración geométrica de mesas, sillas, mandos, medios de señalización, entre otros.
- Ergonomía Ambiental: luz, colores, ruido, vibraciones y temperatura del lugar de trabajo.
- Ergonomía Temporal: horarios, duración y distribución de pausas en la jornada de trabajo.
- Ergonomía Cognitiva: factores psicosociales como la satisfacción laboral y la motivación.
- Ergonomía Social: adaptación de puestos de trabajo a personas con discapacidades.

La ergonomía no solo busca reducir los riesgos de lesiones o enfermedades de una persona al realizar un trabajo, sino también mejorar su desempeño. Además debe de tomar en cuenta la conducta humana en cuanto a posibles acciones peligrosas intencionales que la persona pueda realizar para aumentar la producción o disminuir el tiempo de la misma.

Trastornos Musculoesqueléticos en el Lugar de Trabajo.

Conocidos en inglés por sus siglas WMSD (Work-Related Musculoskeletal Disorders), son las formas más comunes de enfermedades relacionadas con el trabajo en naciones industrializadas (Brace, 2009). Estos suelen ser traumas como resultado de una acumulación de la exposición a un riesgo durante un periodo de tiempo, y no solo lesiones que pueden suceder de una manera ocasional. Existen diferentes factores que contribuyen a los WMSD:

- Fuerza: cantidad de esfuerzo que se aplica para realizar una tarea.

- Repetición: número de veces que se realiza la tarea durante un periodo de tiempo.
- Posiciones Complejas: posición en donde una parte del cuerpo se encuentra fuera de posición neutral.
- Posiciones Estáticas: posición que se mantiene durante un tiempo prolongado.
- Esfuerzo por Contacto: contacto entre tejidos sensibles del cuerpo y objetos duros, como lo puede ser una superficie o una herramienta.

Además de tomar en cuenta los factores que pueden ser causa de WMSD, existen otro tipo de factores a tomar en cuenta al momento de realizar un trabajo:

- Condiciones de luz, ruido y temperatura deben de estar en límites cómodos para el trabajador.
- Aunque una tarea sea sencilla, si su repetición es constante puede provocar fatiga o posibles lesiones.
- A más fuerza para realizar un trabajo y más repeticiones, mayor será el ciclo de descanso que necesite el trabajador.

- Ejecutar un trabajo realizando movimientos horizontales es más confortable que realizarlo con movimientos verticales.
- Movimientos simétricos favorecen la precisión de una tarea y disminuyen el esfuerzo.

El trabajador debe de estar correctamente informado sobre la tarea asignada, y así el mismo pueda establecer su ritmo de trabajo.

3.5 CONCEPTOS FÍSICOS

A. DENSIDAD

La densidad es el grado de compactación que posee un material, es decir, cuanto material se encuentra comprimido en un espacio determinado. La densidad está dada en gramos o kilogramos, y se determina por la cantidad de masa de un material, dividido su unidad de volumen.

$$\text{Densidad} = \text{Masa Material} / \text{Volumen del Material}$$

En la madera se pueden encontrar dos tipos de densidad:

- Densidad: resultado de la masa de la madera dividido su volumen, sin tomar en cuenta las cavidades celulares del material.
- Densidad Bruta: resultado de la densidad, tomando en cuenta los espacios huecos o poros de la madera.

Al medir la densidad de la madera se debe de tomar en cuenta la humedad del material, ya que esta influye en la densidad bruta. Cuando la densidad de una madera es mayor, significa que esta tiene menor porosidad, y por lo tanto una mejor resistencia.

En el caso de briquetas de aserrín, una mayor densidad puede significar una briketa producida con más material o una briketa con un mayor grado de compactación.

B. PRESIÓN

La presión es la fuerza ejercida sobre un cuerpo. Cuanto mayor sea la fuerza aplicada al cuerpo, mayor será la

presión. Cuanto menor sea la superficie donde se encuentra el cuerpo, la presión también será mayor.

La cantidad de presión aplicada a una briketa va a determinar su tamaño y su grado de compactación, lo cual influirá en su densidad.

C. COMPRESIÓN/COMPACTACIÓN

Proceso manual o mecánico en el cual se reduce el volumen de un cuerpo por medio de presión. Al ejercer esta presión se eliminan los vacíos de dicho cuerpo. En el caso de un material, eliminar dichos vacíos hará que se aumente la densidad del material, aumentando también así su resistencia.

Al igual que la presión, el grado de compactación influirá en el tamaño de la briketa, y también en la resistencia de la misma. Mientras mayor compactación, tendrá una mejor estructura y resistencia.

D. CALOR

El calor es la cantidad de energía cinética que se encuentra en una molécula, y el proceso por el cual esta energía se transfiere de un cuerpo a otro.

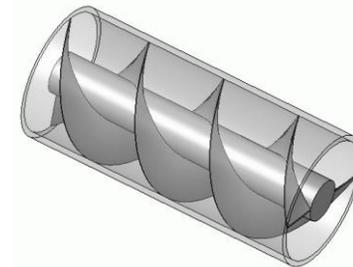
Al hablar de las propiedades térmicas de la madera, se dice que debido a que este material tiene poros llenos de aire, es un mal conductor del calor. Además, aunque sea un material inflamable con facilidad, al quemarse se carbonizan sus partes externas, haciendo que la difusión del calor hacia el interior sea más lenta. Debido a estas características, las briquetas de aserrín se queman lentamente y no con una llama intensa.

3.6 MÁQUINAS

En un principio las máquinas fueron creadas por el hombre para disminuir el esfuerzo utilizado al momento de realizar un trabajo. Las primeras máquinas desarrolladas se conocen como máquinas simples. Estas reciben su nombre ya que son consideradas sencillas y pueden realizar un trabajo en un solo paso. Dentro de las máquinas simples se encuentran:

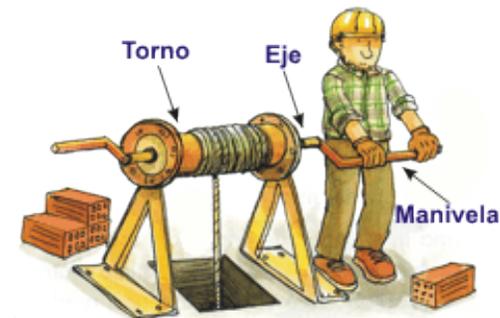
- **TORNILLO:** Se encuentran en una gran variedad de tamaños, y mientras este gira es posible levantar o movilizar cargas de manera continua.

Un ejemplo de este tipo de tornillos son los tornillos “sin fin”.



Tornillo sin fin. Imagen extraída el 11 sept. 2014 de <https://sites.google.com/site/tecnorlopez32/tema5-mecanica/01-maquinas-simples>

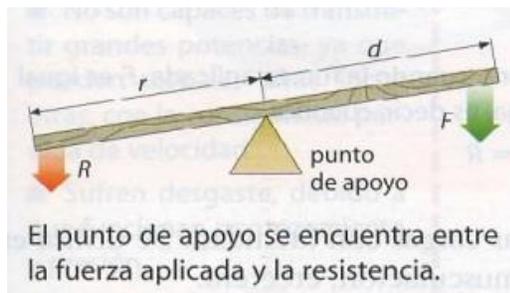
- **TORNO:** Puede ser utilizado para elevar o descender una carga. Funciona por medio de una manivela que hace girar un cilindro. Una manivela con mayor longitud permite un menor uso de fuerza.



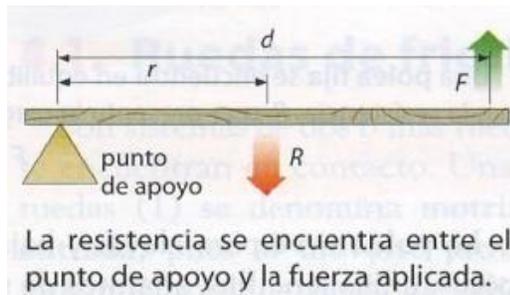
Torno. Imagen extraída el 11 sept. 2014 de <http://consdesapo.blogspot.com/2014/02/y-el-torno.html>

- **PALANCA:** Consiste en una barra sólida la cual está apoyada sobre un eje. A este eje se le llama punto de apoyo o fulcro. A la fuerza aplicada sobre la barra se le llama potencia y lo que se desea mover es la resistencia. Se pueden encontrar palancas de 1ero, 2do y 3er grado, y estas se clasifican dependiendo del punto donde se aplique la potencia. Con la palanca se pueden realizar movimientos lineales.

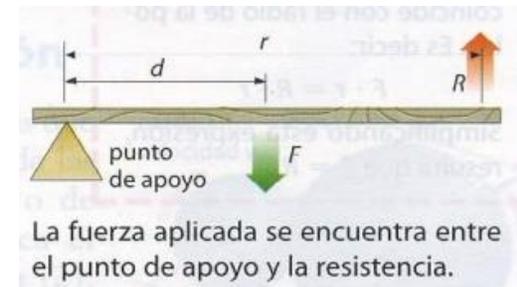
- **PALANCA 1ER GRADO**



- **PALANCA 2DO GRADO**



- **PALANCA 3ER GRADO**



Tipos de palancas. Imagenes extraidas el 11 sept. 2014 de <http://tecnologiadeeso2.blogspot.com/p/mecanismos.html>

3.7 MECANISMOS

La unión de varias máquinas simples conforma una máquina compuesta. Para su correcto funcionamiento una máquina compuesta necesitara no solo de máquinas simples sino también de mecanismos. Los mecanismos son aquellos elementos mecánicos que constituyen una máquina.

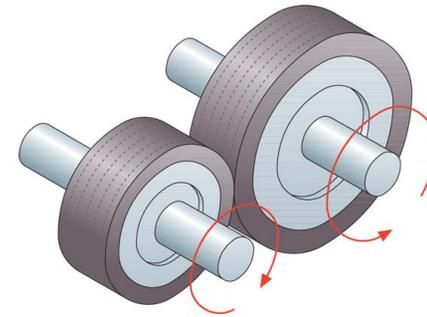
A. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO

Los mecanismos de transmisión de movimiento son aquellos que realizan un movimiento sin transformarlo. El movimiento no se transforma sino que solo se transmite. Existen diferentes tipos de movimientos:

- LINEAL: Movimiento con trayectoria en línea recta. También se conoce como movimiento rectilíneo.
- CIRCULAR: Movimiento con trayectoria en forma de circunferencia o movimiento que realiza una máquina sobre su mismo eje.
- ALTERNATIVO: Movimiento con trayectoria en línea recta, pero a diferencia del movimiento lineal, este movimiento va alternando su sentido, o va “de ida y vuelta”.
- OSCILANTE: Movimiento con trayectoria en forma de circunferencia, y al igual que el movimiento alternativo, también es un movimiento de avance y retroceso.

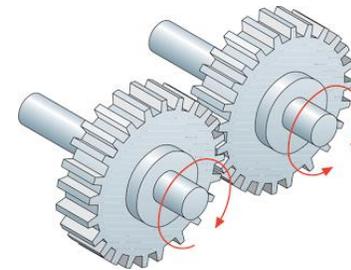
Los mecanismos que transmiten este tipo de movimientos son:

- RUEDAS DE FRICCIÓN: Dos ruedas que giran en torno a un eje y suelen encontrarse en contacto una con la otra. Estas poleas pueden girar por medio de una manivela o motor, y el sentido en que giran siempre será contrario el uno de la otra.



Ruedas de fricción. Imagen extraída el 11 sept. 2014 de http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1101/html/4_transmision_por_ruedas_de_friccin.html

- ENGRANAJES O RUEDAS DENTADAS: Dos ruedas con dientes que se ajustan entre sí, y así al girar una de las ruedas la otra girara en sentido contrario.

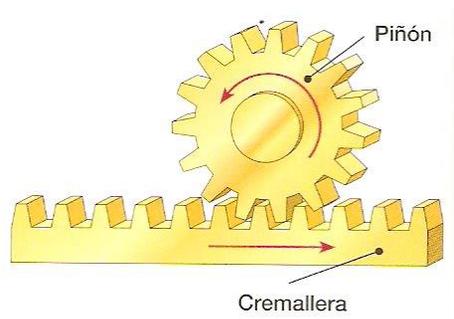


Ruedas dentadas. Imagen extraída el 11 sept. 2014 de <http://manuelavallesiearm.blogspot.com/2011/11/mecanismos-para-la-transformacion-de.html>

B. MECANISMOS DE TRANSFORMACIÓN DE MOVIMIENTO

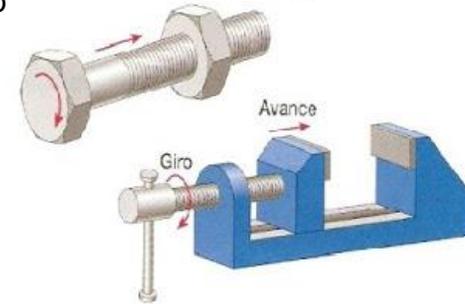
Los mecanismos de transformación de movimiento son aquellos que no solo transmiten un movimiento, sino también pueden convertir un movimiento de lineal a circular o viceversa. Dentro de estos mecanismos se encuentran:

- **PIÑÓN-CREMALLERA:** Mecanismo formado por una rueda dentada llamada piñón y una barra dentada llamada cremallera. Cuando el piñón gira, provoca un desplazamiento lineal de la cremallera. La dirección del desplazamiento de la cremallera dependerá del sentido de giro que tenga el piñón.



Piñón-Cremallera. Imagen extraída el 11 sept. 2014 de <http://tecnovehio.wordpress.com/mecanismos-de-transformacion-del-movimiento/>

- **TORNILLO-TUERCA:** Mecanismo que consta de un tornillo el cual se adapta a una tuerca o en muchos casos a otro tipo de objeto. El movimiento giratorio del tornillo produce un movimiento lineal en el ob



Tornillo tuerca. Imagen extraída el 11 sept. 2014 de <http://mecanismos1bach.wordpress.com/mecanismos-de-transformacion-del-movimiento/>

3.8 MATERIALES

A. METALES

El metal es un material extraído de minerales que se encuentran en rocas. Algunas de las propiedades que caracterizan al metal son:

- Alta densidad.
- Alta conductividad térmica y eléctrica.

- Buena resistencia mecánica.
- Maleabilidad.
- Son fundibles, conformables y reciclables.

Los metales se clasifican en ferrosos y no ferrosos. Para la construcción y diseño se utilizan metales ferrosos. Dentro de los metales ferrosos encontramos el hierro, acero y fundiciones.

ACERO

El acero es una aleación entre el hierro y el carbono, y se puede encontrar en diferentes tipos:

- Aceros al carbono: conforman la mayoría de aceros para construcción y son soldables.
- Acero galvanizado: acero recubierto por una capa de cinc, la cual funciona como protector ante la oxidación.
- Acero inoxidable: contiene otros elementos además de hierro y carbono, los cuales brindan resistencia a la oxidación.

Dentro del mercado, estos tipos de acero se encuentran de diferentes formas:

- CHAPA: producto laminado plano, también conocido como lámina.



Chapa. Imagen extraída el 11 sept. 2014 de <http://www.tododeinoxidable.com/Productos/PlacaYLaminadeAceroInoxidable/tabid/176/Default.asp>

- TUBO: piezas con secciones circulares o cuadradas. Son huecos por dentro.



Tubos. Imagen extraída el 11 sept. 2014 de <http://www.pe.all.biz/tubos-de-acero-bgc485>

- **PERFILES ESTRUCTURALES:** se nombran y diferencian por la forma de su sección transversal y su altura:

- Perfil en ángulo o L, también conocidos como angulares.



Perfil L. Imagen extraída el 11 sept. 2014 de <http://santafe-ar.all.biz/perfiles-de-acero-g56767#.VVvaKFLreSo>

- Perfil plano, también conocido como hembra.



Perfil Plano. Imagen extraída el 11 sept. 2014 de <http://www.steelpipemaker.es/3-5-flat-steel.html>

B. MANGUERAS

Una manguera es un tubo flexible, el cual tiene la función de transportar líquido a través de su interior. Estas también pueden ser utilizadas como empaques o protectores de piezas. Suelen estar hechas de materiales flexibles como caucho, goma o plástico. Existen diferentes tipos de mangueras dependiendo de su uso. Algunas son mangueras de jardín, de aire, de incendios, automotrices, etc.



Tipos de mangueras. Imagen extraída el 11 sept. 2014 de <http://www.equip4ship.com/manufacturers,catalogue,3896.html>

C. ACABADOS

Para brindar una protección ante la oxidación y agregar estética por medio del color, es necesario aplicar un acabado a las estructuras metálicas. La pintura anticorrosiva es ideal para cumplir estas tareas. Esta pintura protege de la corrosión (oxidación), es resistente a la abrasión y se puede encontrar en varios colores como rojo, negro y gris.

V. CONCEPTUALIZACIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Aserradero y carpicentro Lorenzi ha logrado ser reconocido durante su trayectoria gracias a su calidad de productos y servicios. Para ampliar la gama de productos que ofrece, está interesado en iniciar la producción de briquetas de aserrín. Alrededor del mundo, la producción actual de briquetas de aserrín se realiza de dos maneras: industrial y manualmente. De forma industrial por medio de máquinas briquetadoras, y de manera manual, por medio de diferentes técnicas que se pueden realizar en el hogar. Con ambas maneras se logra conseguir un producto funcional, independientemente del tiempo que tome realizar dicho producto.

Después del análisis de los procesos de producción de una briqueta (proceso industrial y manual), y concluir que estos procesos no son los más favorecedores para Lorenzi por cuestiones de tiempo, capacidad productiva y presupuesto, la empresa desea producir estas briquetas por medio de una máquina la cual utilice tecnología apropiada. La tecnología apropiada es definida como la tecnología que se adapta al contexto ambiental, cultural y socioeconómico del usuario. Con esta tecnología se busca lograr un diseño que sea fácil de utilizar por sus trabajadores, con precio de fabricación

considerablemente más bajo que el precio de adquisición de una máquina briquetadora industrial, y que pueda desarrollarse por medios locales, de manera que en el futuro la empresa pueda darle el mantenimiento correcto a la máquina cuando sea necesario, prolongando así su uso.

El diseño de esta máquina briquetadora solicitada por la empresa Lorenzi puede contribuir a la reducción del 25% del déficit de leña a nivel nacional, reducción planteada para el año 2024. Estas briquetas hechas de residuos de madera pueden llegar a ser sustitutos de la leña, ya que sus propiedades y beneficios son mejores, además que el residuo de madera (aserrín) es un material de fácil obtención alrededor del país. Asimismo, estas briquetas pueden ser introducidas como un complemento de las estufas eficientes, las cuales han demostrado ser una opción funcional y amigable con el ambiente.

Por otra parte, al ser la empresa Lorenzi una de las primeras en implementar esta maquinaria y fabricar este tipo de producto, se podrá dar a conocer en el mercado por un producto nuevo, y este producto significara ingresos no solo de la venta de briquetas, sino de proyectos que se generen cuando el consumidor de briquetas conozca todos los servicios que Lorenzi presta.

LIMITANTES

- Tecnología y materiales disponibles en Guatemala para fabricación del producto.
- Cantidad de aserrín producido semanalmente es constante, más no exacta.

2. ENUNCIADO

¿Cómo por medio del diseño industrial se puede diseñar una máquina para producir briquetas de aserrín para la empresa Lorenzi, la cual pueda procesar 2000 libras de aserrín semanalmente y sea elaborada tomando en cuenta los principios de la tecnología apropiada?

3. VARIABLES

INDEPENDIENTE

Máquina para producción de briquetas de aserrín.

DEPENDIENTE

Procesamiento de 2000 lb. de aserrín semanales.

CONSTANTE

Transformación de residuos de madera (aserrín).

CONTEXTO

Lorenzi de Guatemala.

4. OBJETIVOS

GENERAL

Utilizar la materia prima generada como desperdicio en la empresa Lorenzi, para iniciar la producción de briquetas de aserrín y así poder ofrecer un nuevo producto al cliente.

ESPECÍFICOS

- Dar un uso diferente al material de desperdicio/residuos de madera que se generan en la empresa semanalmente.
- Introducir un nuevo producto al mercado y así generar nuevos ingresos para la empresa.
- Realizar una inversión adecuada para la capacidad económica de la empresa.
- Generar una opción de biocombustible amigable para el medioambiente, el cual pueda utilizarse como un sustituto de leña.

5. REQUERIMIENTOS

5.1 REQUERIMIENTOS MÁQUINA BRIQUETADORA DE USO/FUNCIÓN

1. El correcto funcionamiento de la máquina debe de involucrar mínimo a 1 operario, máximo 2 operarios (usuario).
2. La máquina debe de poder transportarse con la ayuda de 3 personas (máximo).
3. La máquina debe de tener una capacidad productiva para procesar mínimo 2000 libras de aserrín a la semana.

ERGONÓMICOS

1. El uso de esta máquina no debe provocar posturas inadecuadas en el usuario, las cuales puedan provocar lesiones a largo plazo.
2. La máquina puede tener una altura máxima de 1.50 metros por 1.40 metros de ancho/largo.

DE PRODUCCIÓN

1. Costo de producción de la máquina no debe de ser mayor a Q.5,000.00
2. Los materiales y piezas utilizados para la fabricación de la máquina deben de ser encontrados en Guatemala, en caso de reposición o reparación de los mismos.

DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

1. En caso que la máquina contenga partes peligrosas, estas deben de estar protegidas.
2. En caso de ser necesario, la máquina debe de contar con advertencias de seguridad en las partes/piezas que puedan significar un riesgo de accidente al usuario.

5.2 REQUERIMIENTOS BRIQUETAS DE PRODUCCIÓN

1. Las briquetas producidas deben de tener un diámetro entre 50 y 80 mm.
2. El alto de la briqueta producida debe de tener entre 20 y 40 mm.
3. Ciclo de fabricación de una briqueta no debe de tomar más de 2 minutos.
4. El costo de producción de cada briqueta no debe de ser mayor a 50¢, para poder obtener una utilidad del 100%, ya que se tiene estimado un precio de venta de Q.1.00 por unidad.

6. CONCEPTO DE DISEÑO

TECNOLOGÍA APROPIADA

La tecnología apropiada se considera como una tecnología a pequeña escala, eficiente, amigable con el medio ambiente y que puede ser controlada por la población hacia la que está dirigida. Esta se desarrolla ya que las tecnologías que se consideran "avanzadas" o "de punta", al ser introducidas en comunidades rurales, eventualmente se les deja de dar uso debido a su alto costo de mantenimiento o falta de recursos de la comunidad para explotar la capacidad productiva de dicha tecnología.

Para que una tecnología se considere como tecnología apropiada debe de cumplir con varios principios. Los principios principales tomados en cuenta para el diseño de una máquina briquetadora para la empresa Lorenzi son:

- Utilización de recursos locales para su fabricación y para obtención de materia prima.

- Operatividad y mantenimiento sencillo.
- Poco o cero impacto negativo en el ambiente, ya que no lo contamina ni destruye.
- Diseño adaptado al contexto del usuario y sus conocimientos.

7. MOODBOARD

El moodboard es una herramienta de diseño en la cual se presentan de manera gráfica consideraciones e ideas generales que se podrían utilizar para el diseño de un producto. Estas ideas y consideraciones deben de estar basadas en la necesidad y los requerimientos ya establecidos anteriormente, y así poder realizar un proceso de bocetaje y diseño objetivo en cuanto a lo que se quiere lograr.



Moodboard.
Fuente propia.

8. TÉCNICAS CREATIVAS

- LOTUS BLOSSOM

Esta técnica creativa es llamada Lotus Blossom debido a que está estructurada como una flor en proceso de florecer. Se empieza escribiendo el proyecto de diseño en el centro. Alrededor de este se escriben los 8 requerimientos de diseño más importantes. Luego para cada requerimiento se buscan ejemplos de otros productos que cumplan con dicho requerimiento y se analiza que es lo que hace tan buenos a estos ejemplos. Estos productos no necesitan estar relacionados con el proyecto de diseño.

Se escogió esta técnica creativa ya que para los requerimientos de este proyecto de diseño se pueden encontrar diferentes ejemplos de otros productos que cumplen con dicho requerimiento, y las características de estos ejemplos se pueden considerar al momento del diseño de la máquina briquetadora.

Con esta técnica se encontraron diferentes materiales de posible uso para la máquina y diferentes mecanismos

(tomando en cuenta las características de otras máquinas) que se pueden utilizar para producir más de una briqueta a la vez y como estas pueden tener diferentes tamaños y formas.



Lotus Blossom
Fuente propia.

- IDEA SELECTION – COCD BOX

Para empezar con esta técnica se anotan todas las ideas que se tengan con respecto al proyecto, no importando que tipo de idea sea. Estas ideas se clasifican en un cuadro dividido en ideas ordinarias - originales e ideas no factibles - factibles. Con esta clasificación se generan 4 tipos de ideas:

- Ideas a olvidar
- Ideas a analizar más adelante
- Ideas generales que probablemente serán utilizadas
- Ideas que generan una diferencia

Se eligió esta técnica ya que al pensar las ideas ninguna idea puede ser considerada muy tonta, ya que hasta ese tipo de ideas pueden ser consideradas para generar mejores ideas. Además, permite iniciar la conceptualización de un proyecto tomando en cuenta las ideas que desde un principio son buenas, implementando el resto de las ideas conforme se avanza el proyecto.

Con esta técnica se determinaron diferentes mecanismos que pueden ser utilizados en el diseño de la máquina briquetadora y ciertas características que deben de tener diferentes partes de la máquina.



Ideation Box.
Fuente propia.

9. ÉTAPA DE PRUEBAS

9.1 PRIMERA PRUEBA DE BRIQUETAS

Previo a iniciar con el diseño de la máquina briquetadora se realizaron diferentes pruebas de briquetas para determinar los componentes que contienen y el mejor método para obtener la briqueta más consistente y eficiente, ya que sin saber los elementos que conforman esta briqueta no era posible saber los procesos que se deben de tomar en cuenta para el diseño de la máquina y cómo se comporta el material que se utilizara como materia prima.

A. PROCESO PRODUCTIVO

A continuación se presenta una tabla que muestra imágenes de las pruebas realizadas, con las características y métodos utilizados en cada briqueta. En cada briqueta se tomó en cuenta:

- Mezcla/Material: se utilizaron diferentes tipos de aserrín, así como diferentes tipos de materiales agregados al aserrín.

- Forma de la briqueta: se realizaron briquetas en forma cilíndrica alta, cilíndrica baja, y cilíndrica con agujero en el medio.
- Método utilizado para aplicar presión a la materia: para aplicar presión al material se utilizaron una pistola de pegamento industrial, un sargento y una prensa de banco.



Presión con sargento
Fuente propia



Presión con pistola
Fuente propia



Presión con prensa
Fuente propia

- Aplicación de calor exterior a la briqueta: por medio de un soplete cuando el material aún se encontraba adentro del molde utilizado. Se utilizaron moldes de pvc y de metal. Únicamente se aplicó calor al molde de metal.
- Tiempo de secado (secado al sol): se colocaron briquetas bajo el sol hasta que se consideraron secas.

Tabla 4. Características briquetas primera prueba.
(Elaboración e imágenes propias)

BRIQUETA	MATERIAL/ MEZCLA	FORMA	MÉTODO DE PRESIÓN	TIEMPO DE APLICACIÓN DE CALOR	TIEMPO DE SECADO AL SOL	CARACTERÍSTICAS
1. 	Aserrín Agua Linaza		Pistola de Pegamento		4 – 5 días	<ul style="list-style-type: none"> • Se desmorona con facilidad. • Se raja al sacarla del molde.
2. 	Aserrín Agua Linaza		Sargento		4 – 5 días	<ul style="list-style-type: none"> • Sale del molde con facilidad. • Tarda en secar.
3. 	Aserrín Agua Linaza		Prensa de Banco		2 - 3 días	<ul style="list-style-type: none"> • Sale del molde con facilidad. • Se desmorona poco.
4. 	Aserrín Agua		Prensa de Banco	10 min. calor con soplete.	2 - 3 días	<ul style="list-style-type: none"> • Se dejó dentro de prensa por 4 h. • Se compacto mejor. • Salió más seca del molde.
5. 	Aserrín Agua Maizena		Pistola de Pegamento		4 – 5 días	<ul style="list-style-type: none"> • Se raja al sacarla del molde.
6. 	Aserrín Agua Maizena		Sargento		4 – 5 días	<ul style="list-style-type: none"> • Buena consistencia. • Se desmorona poco.

7.		Aserrín Agua Maizena		Prensa de Banco		2 - 3 días	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor consistencia y tarda menos en secar que briqueta 6. • Se desmorona poco.
8.		Aserrín Agua Maizena		Prensa de Banco	5 min. calor con soplete.	2 - 3 días	<ul style="list-style-type: none"> • Se horneo a 350° por media hora. • Material se “expandió” al hornearse. • Aserrín tomo una consistencia “crispy”.
9.		Aserrín Agua Maizena		Prensa de Banco	5 min. calor con soplete.	2 - 3 días	<ul style="list-style-type: none"> • Buena consistencia. • Calor creo capa exterior que le da mejor estructura.
10.		Aserrín Fino Agua Maizena		Prensa de Banco	12 – 15 min. calor con soplete.	1 día	<ul style="list-style-type: none"> • Aserrín más fino. • Buena estructura y consistencia. • Aparecen rajaduras durante el secado.
11.		Aserrín Fino Agua Maizena		Prensa de Banco	12 – 15 min. calor con soplete.	1 día	<ul style="list-style-type: none"> • Buena estructura y consistencia. • Secado más rápido.
12.		Aserrín Fino Agua		Prensa de Banco	5 min. calor con soplete.	4 – 5 días	<ul style="list-style-type: none"> • Estructurada al salir del molde pero se desmorono al secarse.
13.		Aserrín Fino Agua		Prensa de Banco	10 min. calor con soplete.	1 día	<ul style="list-style-type: none"> • Buena estructura y resistencia al salir del molde. • Quebradiza al secarse.

B. CONCLUSIONES PROCESO PRODUCTIVO PRIMERA PRUEBA

Después de realizada la primera prueba de briquetas, se llegó a las siguientes conclusiones:

MATERIAL/MEZCLA:

- Con la presión correcta, el aserrín húmedo se compacta bastante bien, aunque al secarse se desmorona con facilidad.
- Aserrín más fino se compacta mejor.
- Linaza y Maizena le dan una mejor adherencia y dureza a la briqueta. Maizena da mejores resultados que la Linaza.

FORMA

- Briquetas cilíndricas largas se desmoronan con más facilidad y son más difíciles de extraer del molde que las cilíndricas chatas.
- Briquetas con forma de dona se secan con más facilidad.

MÉTODO DE PRESIÓN

- Prensa fue el mejor método manual para aplicar presión.
- Moldes en donde se realiza presión deben de tener agujeros para liberar líquido.

APLICACIÓN DEL CALOR

- Al aplicar calor al molde la briqueta se quema por fuera, creando una capa “protectora” exterior que le brinda más estructura y consistencia.
- El aplicar calor a la briqueta acelera su proceso de secado.

SECADO AL SOL

- Las briquetas a las que se les aplico calor previamente secan más rápido.
- Las briquetas de aserrín fino secan más rápido bajo el sol.
- Briquetas con agujero en el medio (donas), secan más rápido debido a que el centro se seca al mismo tiempo que el exterior.

C. QUEMADO DE BRIQUETAS

Después de fabricadas briquetas con diferentes características se procedió al quemado de las mismas para medir su tiempo de quemado. Al tratar de encender las primeras briquetas se pudo observar que estas necesitaban de bastante calor o fuego para encender, y que al lograr una llama encendida, esta se apagaba con rapidez en vez de mantenerse.

Se realizaron varios intentos de encendido utilizando (por separado) un soplete, papel periódico, ocote y hasta gasolina. En todos los intentos la briqueta en vez de encenderse manteniendo una llama, esta solo producía calor mientras se carbonizaba poco a poco.



1. Quemado de briqueta con ocote y soplete
2. Quemado de briqueta en estufa
3. Briquetas después de quemado

Imágenes obtenidas el 15 de marzo 2014. Fuente propia.

Por último se realizó una fogata colocada en una churrasquera. Esta se realizó encendiendo carbón junto con ocote. Después que el carbón se encontrara caliente (también conocido como carbón "al rojo vivo") se colocaron las briquetas en la churrasquera. Estas se empezaron a carbonizar, pero al aplicar aire (oxígeno) por medio de una aspiradora, la briqueta producía llamas. Aunque estas llamas se mantenían por algunos minutos, eventualmente cesaban, y se debía volver a aplicar aire para que la llama volviera a surgir. Con este método una briqueta se quemó en un tiempo de 50 a 60 min.



Quemado en churrasquera.
Imagen obtenida el 15 marzo 2014. Fuente Propia.

Dado que el quemado y encendido de las pruebas de briquetas resulto un proceso difícil, se realizaron más pruebas para lograr una briqueta que se encienda con facilidad y se mantenga encendida.

9.2 SEGUNDA PRUEBA DE BRIQUETAS

A. PROCESO PRODUCTIVO

Para la realización de estas briquetas se utilizaron 3 componentes/materiales básicos:

- Aserrín
- Papel periódico
- Agua

El proceso que se siguió para la obtención de estas briquetas fue el siguiente:

1. El aserrín y papel periódico (cortado en cuadritos) se mantuvieron en remojo durante algunos días. Esto se hizo con la intención de obtener una mezcla de papel pastosa, también conocida como papel maché. El aserrín se mantuvo en remojo para que este absorbiera agua en sus partículas y fuera más fácil de mezclarse con el papel.



Papel en remojo
Imagen obtenida el 15 marzo 2014.
Fuente Propia.



Aserrín en remojo
Imagen obtenida el 15 marzo 2014.
Fuente Propia.

2. Se licuaron ambos materiales por separado para obtener las consistencias deseadas.
3. Se licuaron ambos materiales juntos para que estos se mezclaran uniformemente y obtener el material final de las briquetas. Se probaron diferentes cantidades de material en cada mezcla.
4. Al igual que en pruebas anteriores, se colocó el material en moldes hechos con tubo de metal y se les aplicó presión con una prensa de banco.
5. Después de aplicar la presión se extrajeron las briquetas del molde.
6. Se dejó secar las briquetas bajo el sol durante aprox. 4 días.

Al igual que en la primera prueba de briquetas, en cada briqueta se utilizó diferente cantidad de material para realizar la mezcla, y así poder encontrar la mezcla que brindaba mejores características a la briqueta. Después de haber sido secadas las briquetas, estas fueron quemadas. En la tabla a continuación se presentan los componentes de cada briqueta y características que presentaron al momento de quemarse.

Tabla 4. Características briquetas segunda prueba.
(Elaboración e imágenes propias)

BRIQUETA	MATERIAL/MEZCLA	MEZCLA	BRIQUETA	QUEMADO
1.	1 parte de aserrín 1 parte de papel			<ul style="list-style-type: none"> • Encendido rápido con soplete • Se carboniza y se mantiene encendida • Humo moderado
2.	2 partes de aserrín 1 parte de papel			<ul style="list-style-type: none"> • Encendido rápido con soplete • Se carboniza y se mantiene encendida • Poco humo
3.	3 partes de aserrín 1 parte de papel			<ul style="list-style-type: none"> • Encendido más lento que briqueta 2 • Se carboniza y se mantiene encendida • Al soplarla surgen llamas • Poco humo
4.	2 partes de papel 1 parte de aserrín			<ul style="list-style-type: none"> • Encendido más rápido que briqueta 1 y 2 • Se carboniza más rápido que todas las demás • Produce más humo que todas las demás

B. CONCLUSIONES SEGUNDA PRUEBA DE BRIQUETAS

Después de realizar la segunda prueba de briquetas se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La mezcla de papel periódico con aserrín le brindan a las briquetas una buena estructura y consistencia sin necesidad de agregar algún pegamento natural o artificial.
2. Las briquetas se carbonizan completas sin necesidad de estarles aplicando fuego constantemente. Basta con aplicarles un poco de aire para que estas sigan ardiendo.
3. Las briquetas con mayor cantidad de aserrín producen menos humo y se queman más lento que las briquetas con mayor cantidad de papel.
4. El quemado completo de las briquetas toma entre 1 hora y 1 hora y media (dependiendo de la mezcla).

10. PROCESO DE BOCETAJE

Luego de realizadas las pruebas de briquetas, y teniendo en claro cuáles son las características y proceso que lleva realizar una briqueta, se dio inicio al bocetaje de la propuesta. Por ser el diseño de una máquina, primero se determinó el proceso a utilizar para la fabricación de briquetas, y basado en dicho proceso se diseñaron cada una de las partes de la máquina. Luego de tener evaluada y seleccionada cada una de las partes, se unificaron para crear una propuesta final.

A continuación se presentan las propuestas para cada uno de los elementos de la máquina para producir briquetas. Las propuestas se encuentran acompañadas por un análisis PIN, el cual muestra los aspectos positivos, negativos e interesantes de cada una. Después de realizado este análisis, se escogieron las mejores propuestas y se evaluaron según los requerimientos establecidos para el proyecto. Los requerimientos evaluados dependerán de la pieza. Para evaluar se utilizó una puntuación de 1 a 10, siendo 1 un requerimiento no cumplido y 10 un requerimiento

cumplido al 100%. La propuesta con una mejor evaluación contra requerimientos y características más favorables en el análisis PIN fue la escogida como parte del diseño de la máquina.

10.1 PROCESO PRODUCCIÓN BRIQUETAS

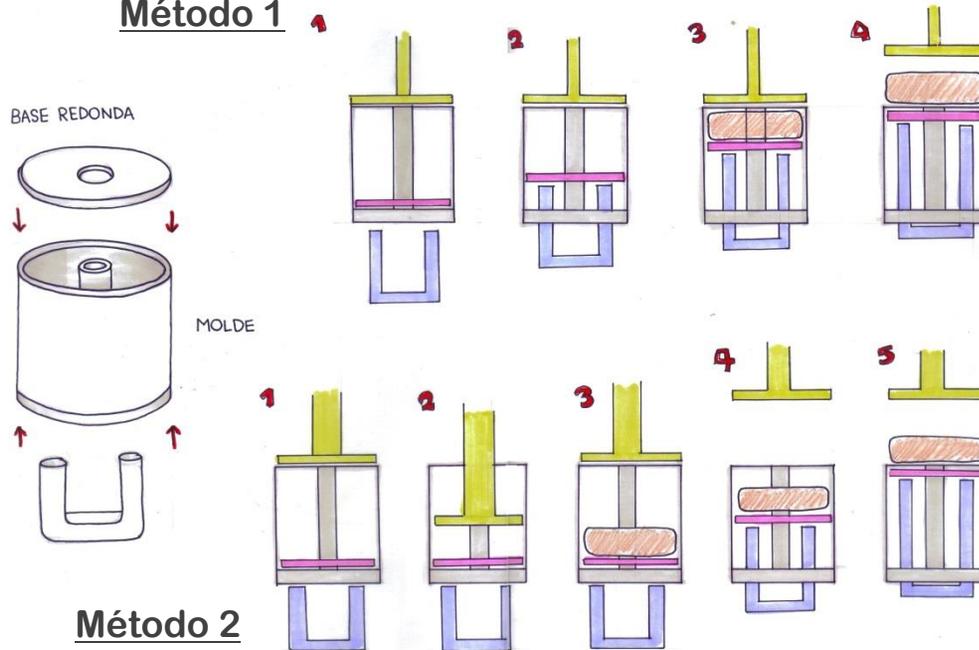
(Numeración indica pasos del método)

PROCESO/MÉTODO 1: Consta de un molde en el cual se introduce una base redonda. Luego se coloca el material dentro de este molde y se sella en la parte superior. Luego con otra pieza se aplica la presión de abajo hacia arriba para compactar el material y formar la briqueta. La briqueta se retira por la parte superior del molde.

PROCESO/MÉTODO 2: Se utilizan los mismos elementos que en el primer proceso, pero al contrario de este, la presión se aplica de arriba hacia abajo, y luego la briqueta se transporta para arriba y es retirada en la parte superior.

PROCESO/MÉTODO 3: Este proceso se realiza con una base con un tubo al centro. A esta base se le coloca el molde que le da forma a la briqueta. Se coloca el material en el molde y se compacta el material aplicando presión de arriba hacia abajo. Se retira el molde y se retira la briqueta, la cual ha quedado en la base.

Método 1



Método 2

Método 3

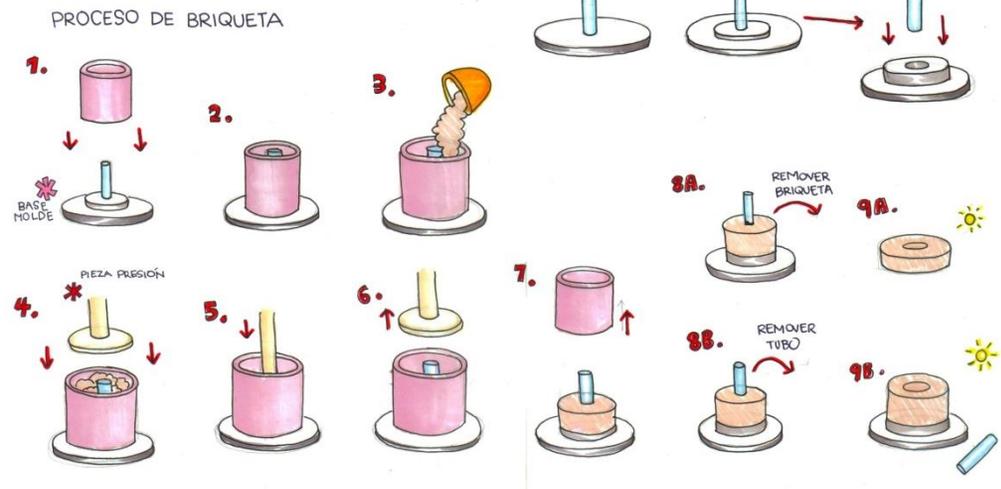
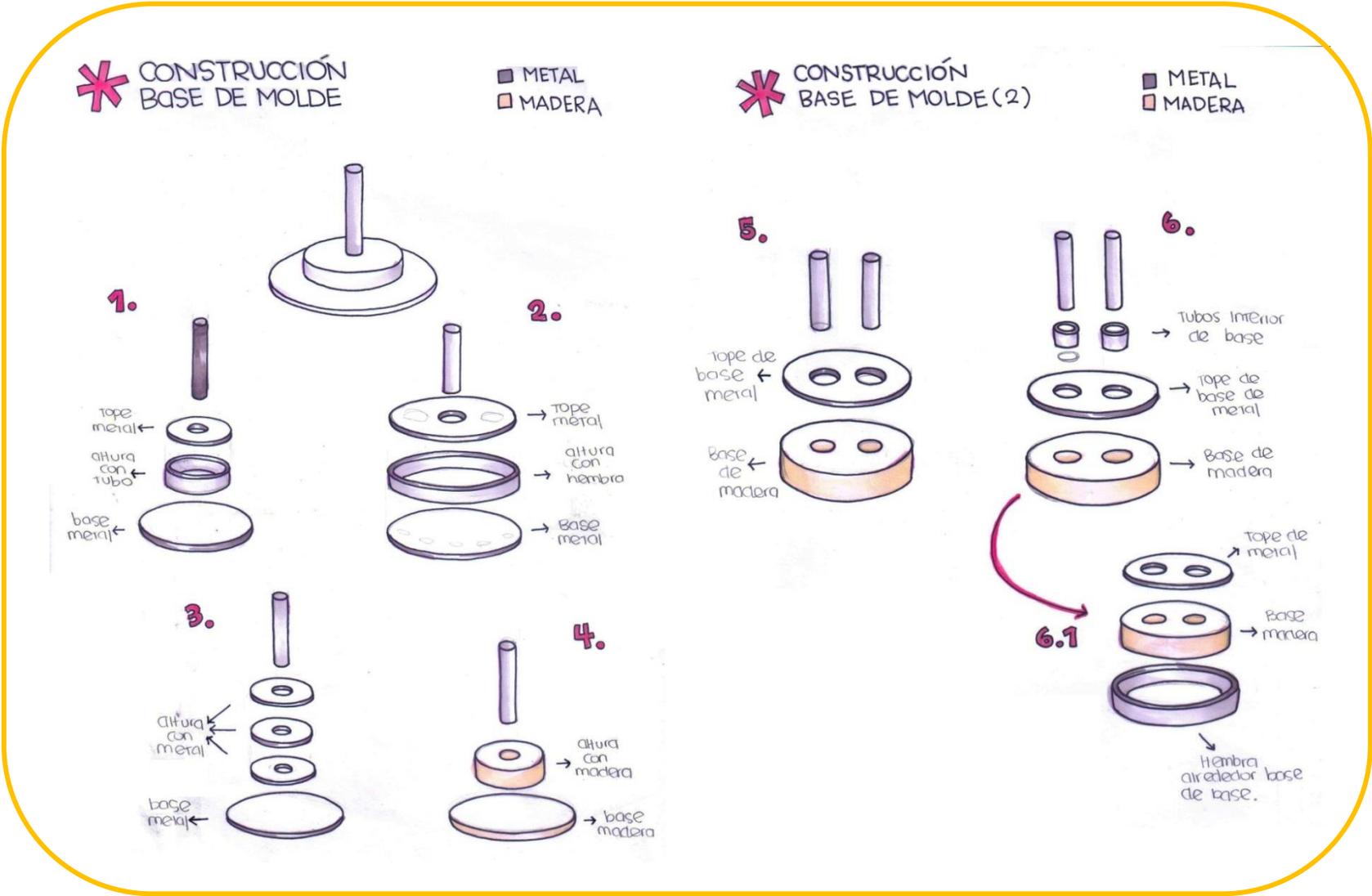


Tabla 5.
Tabla PIN proceso de producción de briquetas. (Fuente Propia)

PROCESO/ MÉTODO PARA PRODUCCIÓN DE BRIQUETAS			
PROPUESTA	POSITIVO	NEGATIVO	INTERESANTE
Método 1	<ul style="list-style-type: none"> - Briqueta sale con facilidad del molde. - Se obtiene briqueta con forma de "dona". 	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza interior de moldes puede resultar difícil. - Se aplica menos presión al presionar hacia arriba. - Base redonda interior puede quedarse atorada en molde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Con un solo proceso se le da forma a la briqueta y se extrae del molde
Método 2	<ul style="list-style-type: none"> - Briqueta sale con facilidad del molde. - Aplica la presión hacia abajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza interior de moldes puede resultar difícil. - Base redonda interior puede quedarse atorada en molde. - Construcción de máquina podría llevar más tiempo y aumentar en costo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se requieren dos procesos para darle forma a la briqueta y extraerla.
Método 3	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil limpieza de moldes. - Se aplica la presión hacia abajo. - Briqueta no pierde forma de "dona" al ser sacada del molde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se pueden perder piezas que forman parte de las bandejas. - Bandeja podría desprenderse de la máquina al momento de aplicar presión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bandejas con briquetas se pueden remover para secado.

Tabla 6.
Tabla de evaluación contra requerimientos proceso para producción de briquetas. (Fuente propia)

REQUERIMIENTO	MÉTODO 1	MÉTODO 2	MÉTODO 3
El correcto funcionamiento de la máquina debe de involucrar mínimo a 1 operario, máximo 2 operarios (usuario).	10	10	10
La máquina debe de tener una capacidad productiva para procesar mínimo 2000 libras de aserrín a la semana.	8	6	8
Costo de producción de la máquina no debe de ser mayor a Q.5,000.00	6	5	8
Las briquetas producidas deben de tener un diámetro entre 50 y 80 mm.	10	10	10
El alto de la briqueta producida debe de tener entre 20 y 40 mm.	10	10	10
TOTAL	44	41	46



Boceto base para colocar molde de briquetas.
Fuente propia.

10.2 BASE PARA COLOCAR MOLDE DE BRIQUETAS (Numeración indica número de propuesta)

Esta base será la utilizada para colocar el molde donde se presionara el material para dar forma a la briqueta. Esta base consta de 3 partes: 1) Base principal 2) Base para encajar el molde. Esta es más pequeña y se encuentra encima de la base principal (No todas las propuestas cuentan con esta base). 3) Tubo central. Este se utiliza para dar forma de “dona” a la briqueta.

Tabla 7.
Tabla PIN base para colocar molde de briquetas. (Fuente propia)

BASE PARA COLOCAR MOLDE DE BRIQUETAS			
BASE	POSITIVO	NEGATIVO	INTERESANTE
1	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil construcción. - Solo requiere soldadura. - Se puede cazar dentro del molde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Si material cae dentro del molde sería difícil de limpiar. 	- 4 piezas
2	<ul style="list-style-type: none"> - Solo requiere soldadura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción más complicada ya que hay que redondear hembra. - Más pesado debido a estructura interior necesaria. - Si material cae dentro del molde sería difícil de limpiar. 	- 4 piezas
3	<ul style="list-style-type: none"> - Solo requiere de soldadura - Limpieza más fácil ya que no tiene una estructura vacía por dentro. - Se puede cazar dentro del molde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción ligeramente más difícil por el corte de lámina 	- 5 piezas
4	<ul style="list-style-type: none"> - Costo más bajo y producción más fácil ya que la empresa trabaja con madera. - La fácil producción permite una fácil sustitución de la pieza en caso de que esta se deteriore. 	<ul style="list-style-type: none"> - Madera puede humedecerse con el uso de los moldes. - Se requieren más acabados protectores. 	- 3 piezas
5	<ul style="list-style-type: none"> - Posible producción dentro de la empresa. - La producción en la empresa permite una fácil sustitución de la pieza en caso de que esta se deteriore. - Madera cubierta por metal en la parte superior 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de acabados para madera y metal, además de uniones para los dos. - Madera puede humedecerse por los lados. 	- 3 piezas
6	<ul style="list-style-type: none"> - Posible producción dentro de la empresa. - La producción en la empresa permite una fácil sustitución de la pieza en caso de que esta se deteriore. - Tubos del interior de base permiten que madera no se humedezca por dentro. - Madera cubierta por metal en la parte superior 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de acabados para madera y metal, además de uniones para los dos. - Madera puede humedecerse por los lados. 	- 4 piezas
6.1	<ul style="list-style-type: none"> - Posible producción dentro de la empresa. - La producción en la empresa permite una fácil sustitución de la pieza en caso de que esta se deteriore. - Tubos del interior de base permiten que madera no se humedezca por dentro. - Madera cubierta por metal en la parte superior y lateral. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de acabados para madera y metal, además de uniones para los dos. - Madera puede humedecerse por los lados. - Mayor peso debido a que la base esta toda recubierta de metal. 	- 5 piezas

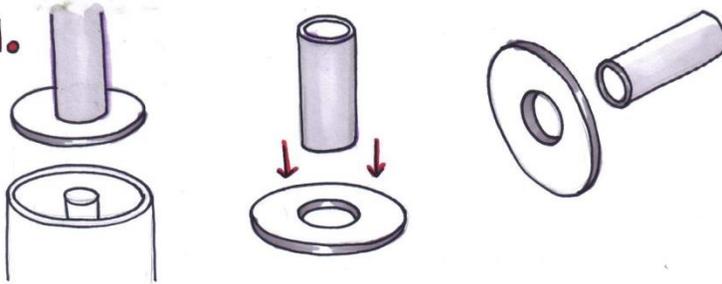
Tabla 8.

Tabla de evaluación contra requerimientos base para colocar briquetas. (Fuente Propia)

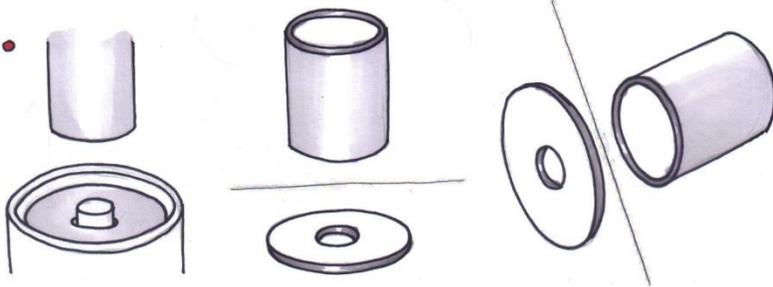
REQUERIMIENTO	MOLDE 1	MOLDE 3	MOLDE 6
La máquina debe de tener una capacidad productiva para procesar mínimo 2000 libras de aserrín a la semana.	8	8	6
Costo de producción de la máquina no debe de ser mayor a Q.5,000.00	5	8	7
Las briquetas producidas deben de tener un diámetro entre 50 y 80 mm.	10	10	10
El alto de la briketa producida debe de tener entre 20 y 40 mm.	10	10	10
TOTAL	33	36	33

* PIEZA PRESIÓN

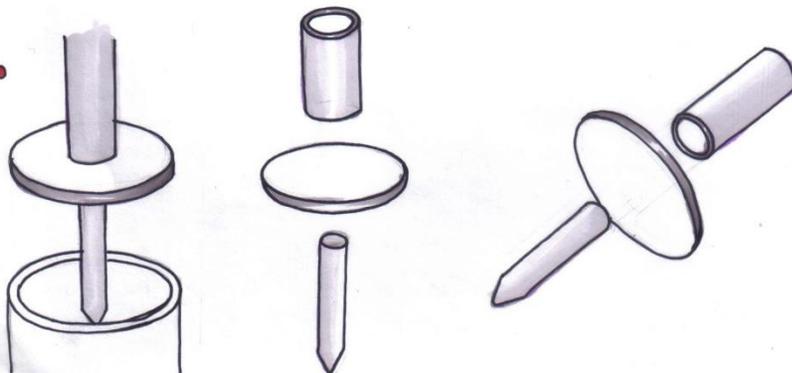
1.



2.



3.



10.3 PIEZA PARA APLICAR PRESIÓN A MATERIAL

(Numeración indica número de propuesta)

PIEZA 1: Esta pieza está conformada por un tubo y una base redonda. La base se encuentra unida al tubo. La pieza unida se introduce en el molde para aplicar presión al material.

PIEZA 2: Al igual que la pieza anterior, está conformada por un tubo y una base redonda, pero a diferencia de la pieza 1, el tubo es más ancho y los elementos no están unidos. Primero se introduce la base redonda en el molde, y luego se aplica la presión con el tubo.

PIEZA 3: Esta pieza es formada por 3 elementos: un tubo, una base redonda, y una punta. Los 3 elementos se encuentran unidos. La punta tiene la función de darle a la briqueta la forma de "dona" deseada.

Tabla 9.

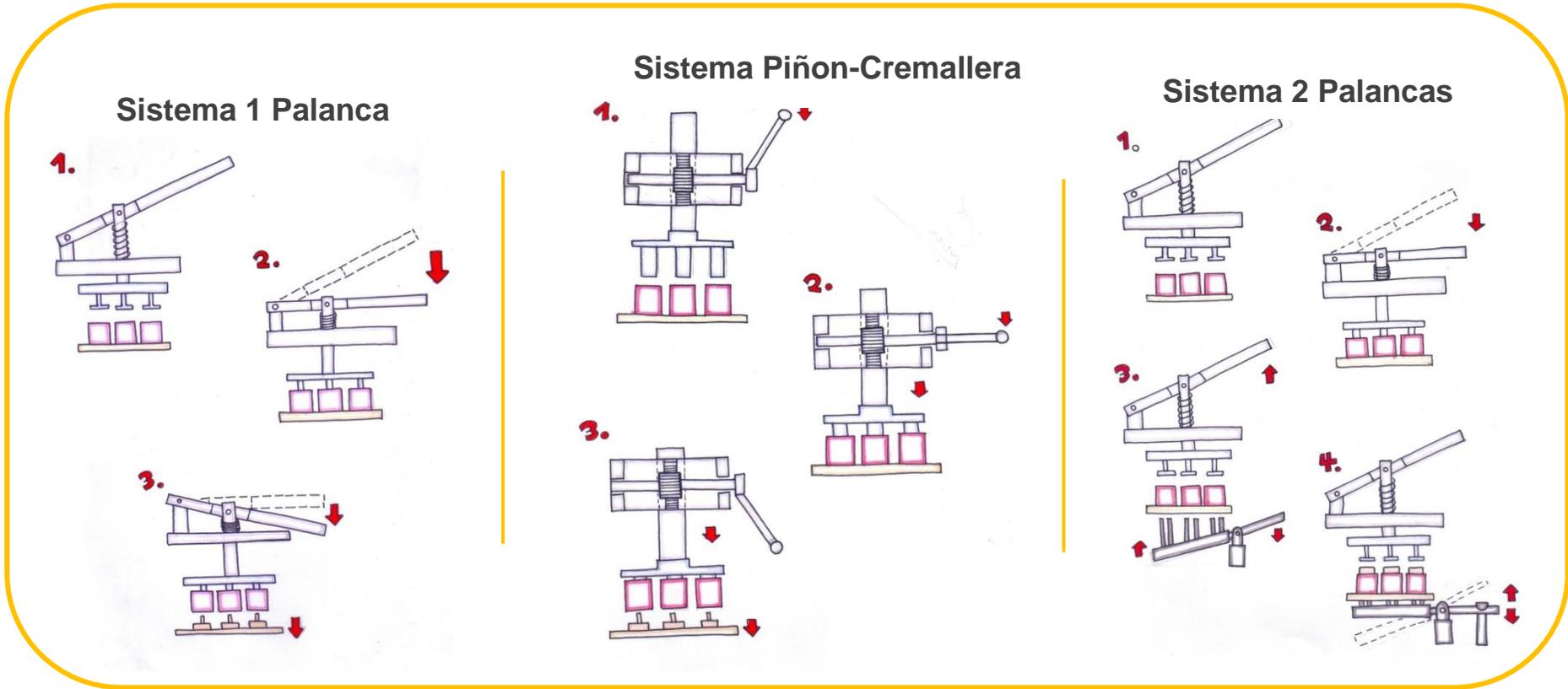
Tabla PIN pieza para aplicar presión a material. (Fuente propia)

PIEZA PARA APLICAR PRESIÓN A MATERIAL			
PIEZA	POSITIVO	NEGATIVO	INTERESANTE
1	- Aplicación uniforme de presión.	- Se requiere un tubo que encaje de manera exacta con el molde. - 2 piezas juntas soldadas más base redonda.	- 2 piezas juntas
2	- Fácil construcción (solo requiere de tubo). - Aplicación uniforme de presión.	- Se requiere colocar cada base redonda en los moldes.	- 2 piezas por separado (pieza presión y base redonda)
3	- Aplicación uniforme de presión. - No se necesita que los moldes o bases tengan tubo central para dar forma de “dona” a la briqueta.	- Podría destruir la briqueta al sacar la pieza. - Construcción más difícil debido al afilado de una de las piezas. - Base debe de tener mayor grosor para poder insertar de manera adecuada la pieza que da forma a la briqueta.	- 3 piezas juntas

Tabla 10.

Tabla de evaluación contra requerimientos pieza para aplicar presión a material. (Fuente Propia)

REQUERIMIENTO	PIEZA 1	PIEZA 2	PIEZA 3
El correcto funcionamiento de la máquina debe de involucrar mínimo a 1 operario, máximo 2 operarios (usuario).	10	8	10
La máquina debe de tener una capacidad productiva para procesar mínimo 2000 libras de aserrín a la semana.	8	8	6
Costo de producción de la máquina no debe de ser mayor a Q.5,000.00	6	9	5
Las briquetas producidas deben de tener un diámetro entre 50 y 80 mm.	10	10	8
El alto de la briqueta producida debe de tener entre 20 y 40 mm.	10	10	10
TOTAL	44	45	39



Boceto mecanismo para aplicar presión.
Fuente propia.

10.4 SISTEMAS/MECANISMOS PARA APLICAR PRESIÓN (Numeración indica pasos de funcionamiento del sistema)

SISTEMA DE UNA PALANCA: Con este mecanismo la presión a la materia prima se aplica por medio de una palanca. La palanca hace descender las piezas para aplicar presión. La palanca baja gradualmente, y en el último tramo que recorre, la presión aplicada hace que las briquetas salgan del molde.

SISTEMA PIÑÓN-CREMALLERA: Funciona por medio de un piñon y una cremallera. Al girar la manivela del mecanismo, gira el eje con el piñon, el cual a su vez hace descender la cremallera que se encuentra unida a la base con las piezas para aplicar presión. Al igual que en el sistema 1, los moldes descenden aplicando presión al material, y la manivela se gira un poco más para liberar las briquetas.

SISTEMA DE DOS PALANCAS: Este mecanismo cuenta con una primera palanca con funcionamiento igual a la palanca del sistema 1. Pero a diferencia del sistema 1, una segunda palanca en la parte inferior hace ascender las briquetas para que éstas salgan del molde.

Tabla 11.

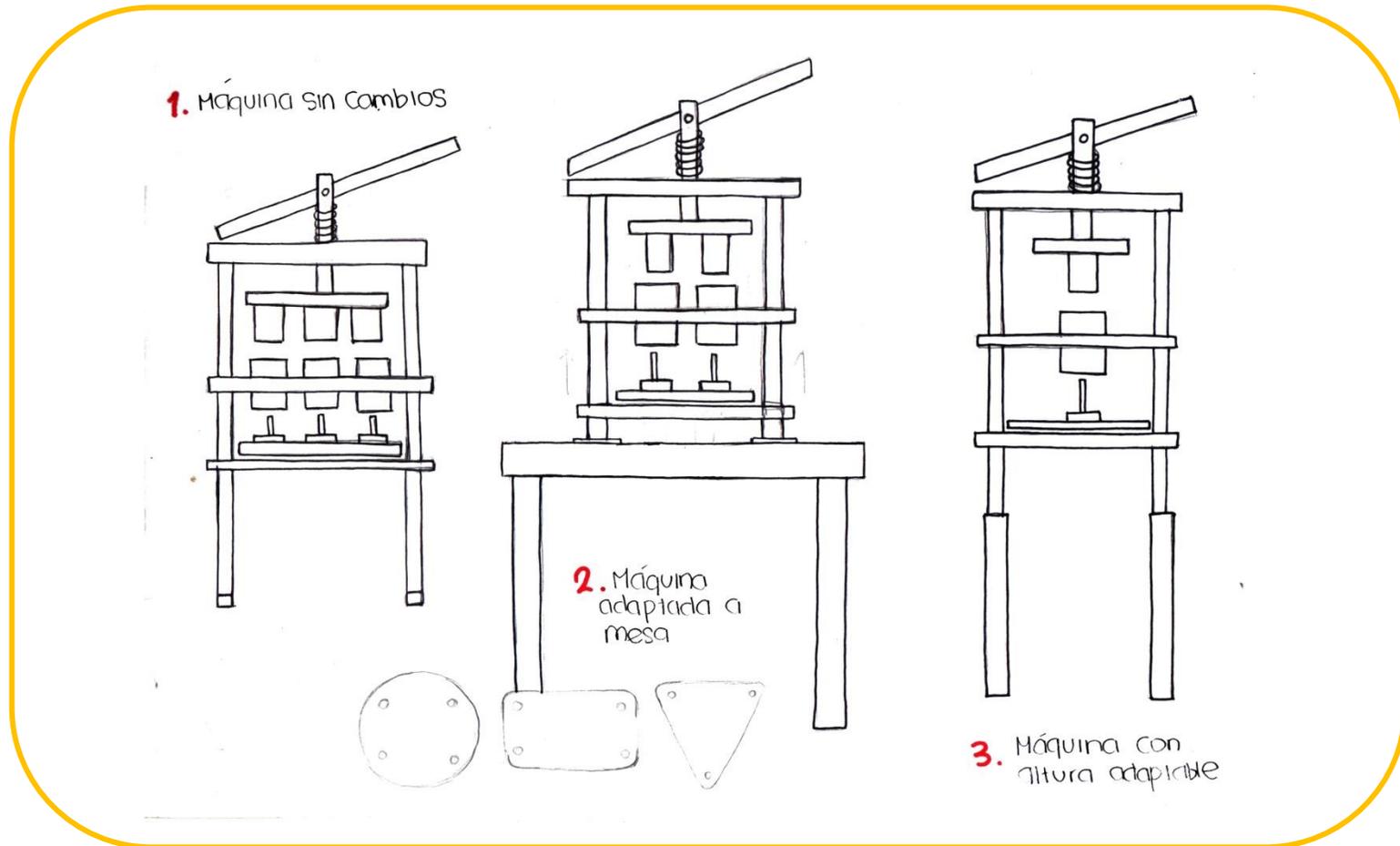
Tabla PIN Sistemas/Mecanismos para aplicar presión. (Fuente propia)

MECANISMO DE APLICACIÓN DE PRESIÓN			
PROPUESTA	POSITIVO	NEGATIVO	INTERESANTE
Mecanismo 1 palanca	<ul style="list-style-type: none"> - Mecanismo fácil y barato de construir. - Mecanismo fácil de reparar. - Uso entendible para cualquier persona. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se requiere de realizar el movimiento en la palanca 2 veces. Primero para presionar y segundo para extraer la briqueta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mientras más larga sea la palanca, se necesitara menos fuerza. - La gravedad contribuye a que se tenga que aplicar menor fuerza para bajar la palanca.
Mecanismo piñon-cremallera	<ul style="list-style-type: none"> - Se necesita de poca fuerza para hacer funcionar el mecanismo. - Se pueden encontrar piezas prefabricadas para su construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción más compleja que la de un mecanismo de palanca. - Se requiere realizar el movimiento 2 veces. Primero para presionar y segundo para extraer la briqueta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se puede aplicar la presión lentamente para una mejor compactación del material.
Mecanismo 2 palancas	<ul style="list-style-type: none"> - Permite remover las briquetas de los moldes con más facilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dos mecanismos elevan el precio de construcción de la máquina y por lo tanto su mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - A la palanca inferior se le debe de aplicar más fuerza ya que esta realiza un movimiento en contra de la gravedad.

Tabla 12.

Evaluación contra requerimientos mecanismo para aplicación de presión. (Fuente propia)

REQUERIMIENTO	SISTEMA PALANCA	SISTEMA PIÑON-CREBALLERA	SISTEMA 2 PALANCAS
El correcto funcionamiento de la máquina debe de involucrar mínimo a 1 operario, máximo 2 operarios (usuario).	9	9	6
La máquina debe de poder transportarse con la ayuda de 3 personas (máximo).	9	9	8
El uso de esta máquina no debe provocar posturas inadecuadas en el usuario, las cuales puedan provocar lesiones a largo plazo.	7	8	5
La máquina puede tener una altura máxima de 1.50 metros por 1.40 metros de ancho/largo.	8	9	7
La máquina debe de tener una capacidad productiva para procesar mínimo 2000 libras de aserrín a la semana.	7	8	6
Costo de producción de la máquina no debe de ser mayor a Q.5,000.00	9	8	5
TOTAL	49	51	37



Boceto colocación/altura de máquina.
Fuente propia.

10.5 COLOCACIÓN/ALTURA DE MÁQUINA (Numeración indica número de propuesta)

MAQUINA SIN CAMBIOS: Máquina con altura definida (dependiendo de medidas antropométricas), la cual se coloca sobre el piso en el espacio definido.

MÁQUINA ADAPTADA A MESA: Máquina de menor altura que la máquina sin cambios. Está pensada para colocarse encima de una de las mesas de trabajo que se encuentran dentro de la empresa.

MÁQUINA CON ALTURA ADAPTABLE: Máquina con alturas graduables para adaptarse a la altura de los usuarios.

Tabla 13.

Tabla PIN colocación/altura de máquina. (Fuente Propia)

COLOCACIÓN/ALTURA DE MÁQUINA			
PROPUESTA	POSITIVO	NEGATIVO	INTERESANTE
Máquina sin cambios	- Máquina se puede colocar en cualquier espacio.	- Se necesitan otros elementos (como una mesa) para poder colocar el material de trabajo.	- Máquina preferida por el cliente.
Máquina adaptada a mesa	- La mesa en donde está colocada la máquina sirve como espacio para colocar material de trabajo. - Menor costo material máquina.	- Por el agua que libera la materia prima, la mesa donde se coloque la máquina puede sufrir daños ya que esta es de madera. - La máquina no puede colocarse en cualquier espacio.	- Aunque disminuye el costo de material de la máquina, en caso de que se diseñe la mesa el costo aumentara.
Máquina con altura adaptable	- Las alturas de la máquina se gradúan para una mejor adaptación al usuario que la utilice.	- El mecanismo utilizado para graduar la altura puede aumentar costos en material o puede dañarse. - Se necesitan otros elementos (como una mesa) para poder colocar el material de trabajo.	- Se agregaría un proceso de preparación de la máquina.

Tabla 14.

Evaluación contra requerimientos colocación/altura de máquina. (Fuente Propia)

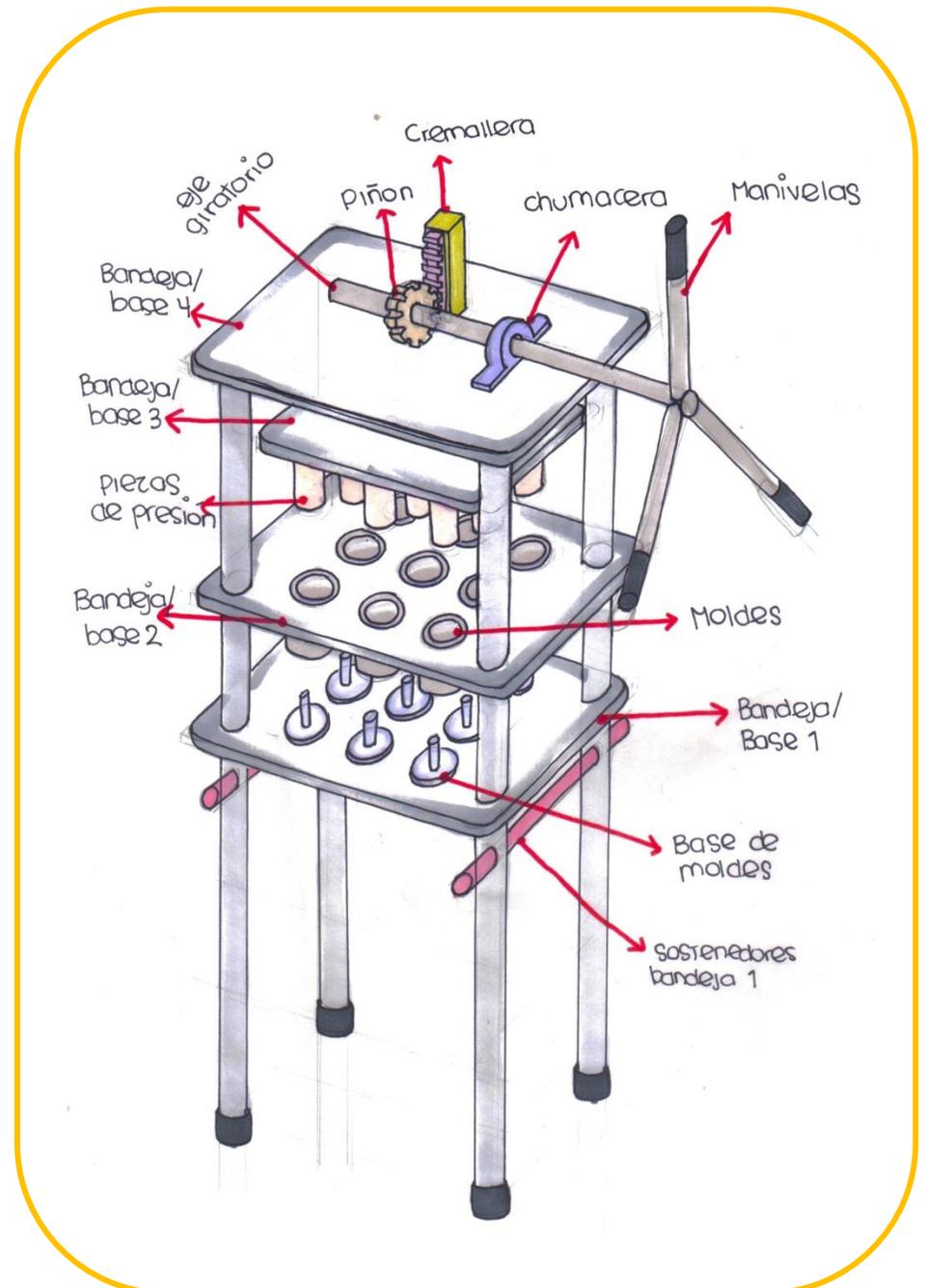
REQUERIMIENTO	MÁQUINA SIN CAMBIOS	MÁQUINA DE MESA	MÁQUINA ALTURA GRADUABLE
La máquina debe de poder transportarse con la ayuda de 3 personas (máximo).	8	9	8
La máquina puede tener una altura máxima de 1.50 metros por 1.40 metros de ancho/largo.	10	7	10
Costo de producción de la máquina no debe de ser mayor a Q.5,000.00	9	9	7
TOTAL	27	25	25

11. PRIMERA PROPUESTA

Tomando en cuenta cada una de las partes seleccionadas para el diseño de la máquina para fabricar briquetas se generó la primera propuesta. Esta máquina es un sistema que tiene como base 4 bandejas con diferente función:

Bandeja 1: Esta bandeja se encuentra en la parte inferior y contiene las bases de moldes de briquetas. Esta bandeja asciende para que las bases se coloquen dentro de los moldes. Luego de aplicar y presionar la materia prima (aserrín), la bandeja desciende con las briquetas ya formadas para ser retiradas. Ya sea que la bandeja se encuentre arriba o abajo, esta cuenta con dos sujetadores para mantenerla en su lugar.

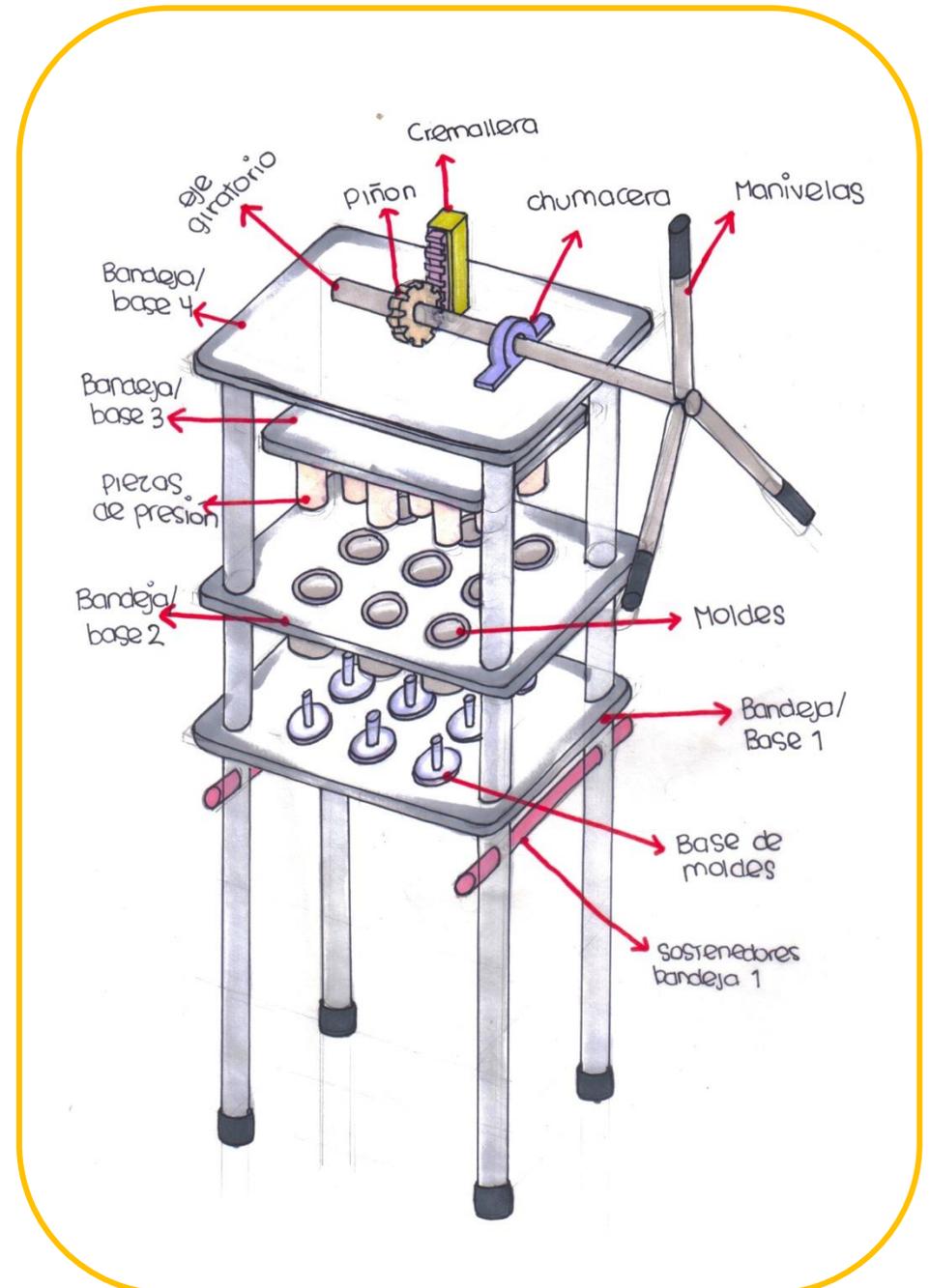
Bandeja 2: Esta bandeja se encuentra en la parte superior de la bandeja 1. En esta bandeja se encuentran los moldes que contendrán la materia prima, y los que le darán forma redonda a la briketa. Esta bandeja es fija.



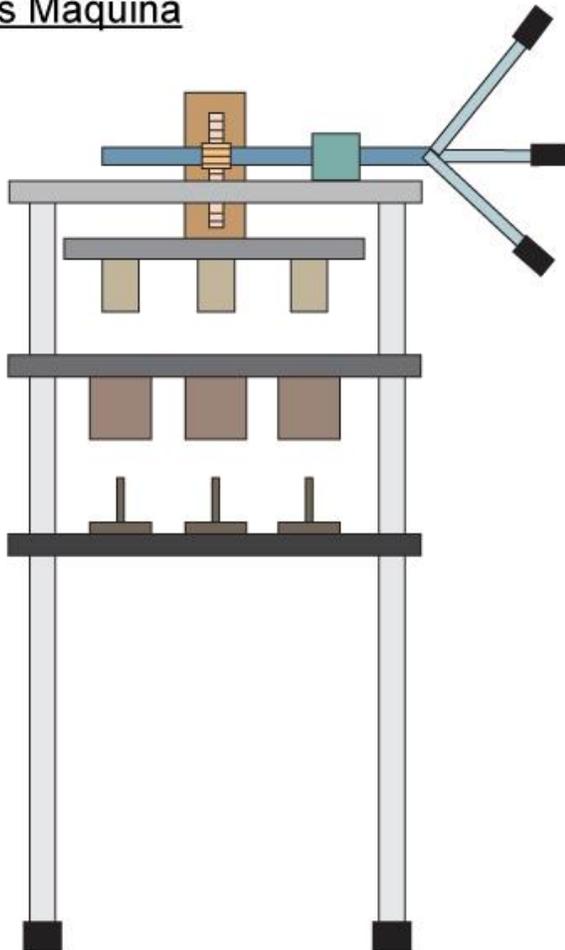
Bandeja 3: Esta bandeja se encuentra en la parte superior de la bandeja 2. Esta bandeja contiene las piezas para aplicar presión a la materia prima. Esta bandeja asciende al momento en que se colocara la materia prima a los moldes, y desciende al momento de aplicar la presión. Las piezas para aplicar presión también ayudan a retirar la briqueta ya estructurada del molde. La bandeja sube y baja por medio del mecanismo de piñon-cremallera.

Bandeja 4: Esta es la última bandeja, encontrada en la parte superior de la máquina. Esta bandeja funciona como base para el mecanismo que accionara la máquina. Este mecanismo se encuentra formado por un piñon que activa la cremallera la cual hace subir y bajar la bandeja 3, una chumacera la cual sostiene el eje que hace girar el piñon, y 3 manivelas que al girarlas activan el eje que activa el mecanismo.

A continuación se presenta un primer diagrama de las partes de la propuesta de máquina y un segundo el cual muestra los movimientos que realiza la máquina.

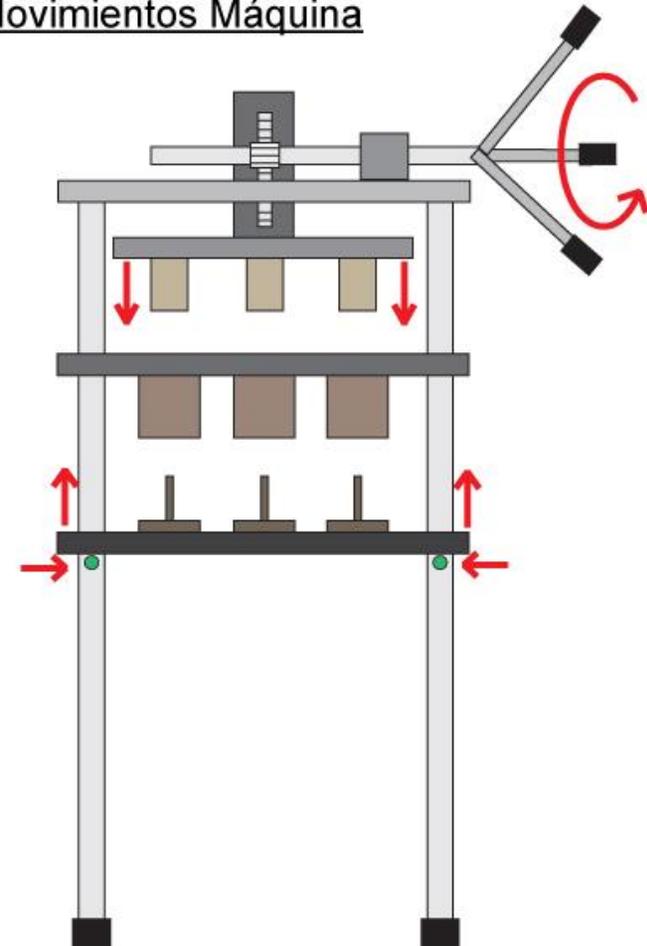


Partes Máquina



- | | | |
|--------------------|---------------------|-----------------|
| ● Bandeja/Base 1 | ● Base de Moldes | ● Piñon |
| ● Bandeja/Base 2 | ● Moldes | ● Eje giratorio |
| ● Bandeja/Base 3 | ● Piezas de Presión | ● Chumacera |
| ● Bandeja/Base 4 | ● Base Cremallera | ● Manivelas |
| ○ Tubos Estructura | ○ Cremallera | |

Movimientos Máquina

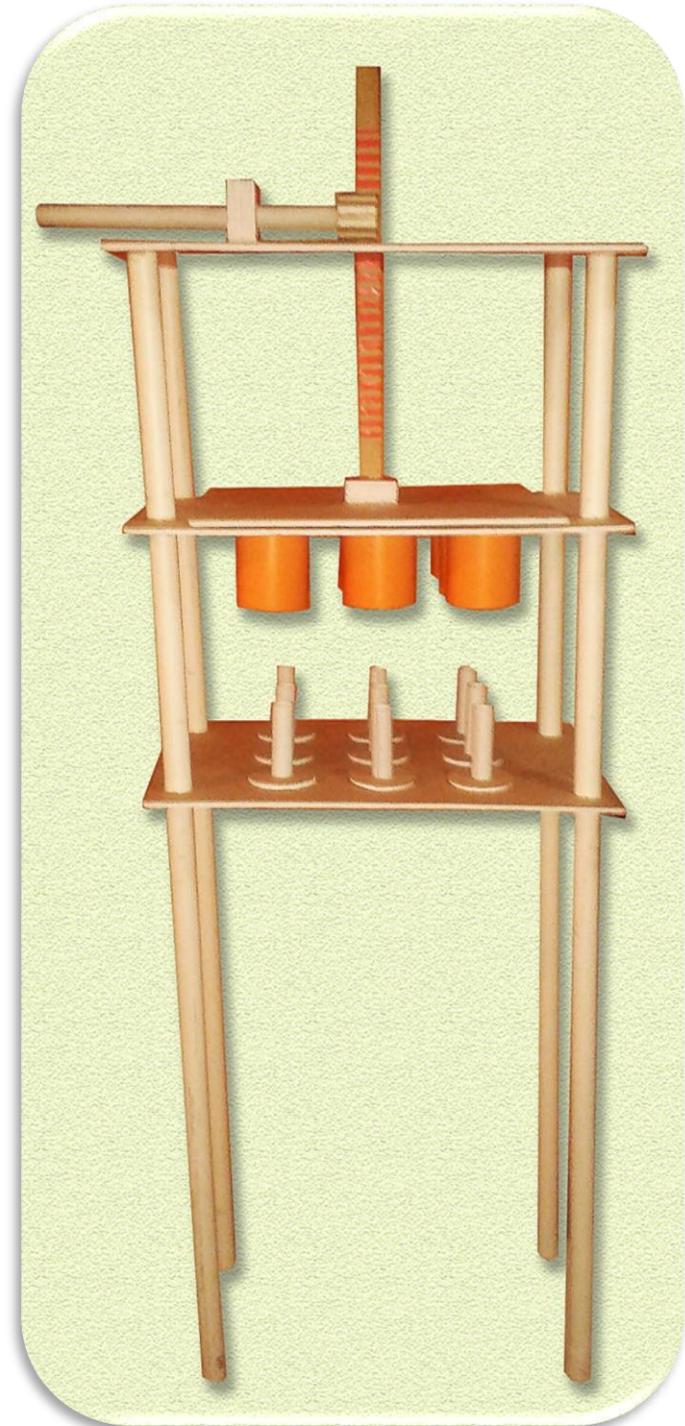


- | | | | |
|----|--|----|--|
| ↑↑ | Elevar bandeja 1. Las bases de molde de la bandeja 1 deben de caer dentro de los moldes de la bandeja 2. | ↻ | Girar manivela para hacer funcionar mecanismo piñon-cremallera y poder aplicar presión a los moldes. |
| →← | Cuando la bandeja 1 se encuentre en su lugar, colocar sostenedores de dicha bandeja. | ↓↓ | Al activar mecanismo, la bandeja 3 descendera, y las piezas de presión aplicaran la fuerza para compactar la materia |

11.1 MAQUETA PRIMERA PROPUESTA

Después de realizado el diseño de la máquina, se construyó una maqueta a escala 1:1 de la propuesta. Para esta maqueta se utilizaron materiales como tubo de PVC, cartón y cartón espuma para simular los materiales que se podrían utilizar en el diseño final. Con esta maqueta se detectaron los siguientes problemas en el diseño:

- Ya que la bandeja 1 tiende a torcerse o inclinarse, no encaja bien en los tubos de la estructura, por lo que se hace difícil subirla y bajarla.
- Bandeja 3 se tambalea al subir y bajar, por lo que al momento de bajar las piezas de presión que se encuentran en esta bandeja presentan problema para encajar en los moldes de la bandeja 2.
- Eje giratorio que sostiene piñón no es estable ya que se tambalea o se inclina en vez de mantenerse recto en posición.
- La estructura no es estable en la parte inferior, por lo que los tubos de estructura se tambalean o se abren.
- El agua que libera la materia prima al presionarse puede en los alrededores de la máquina.



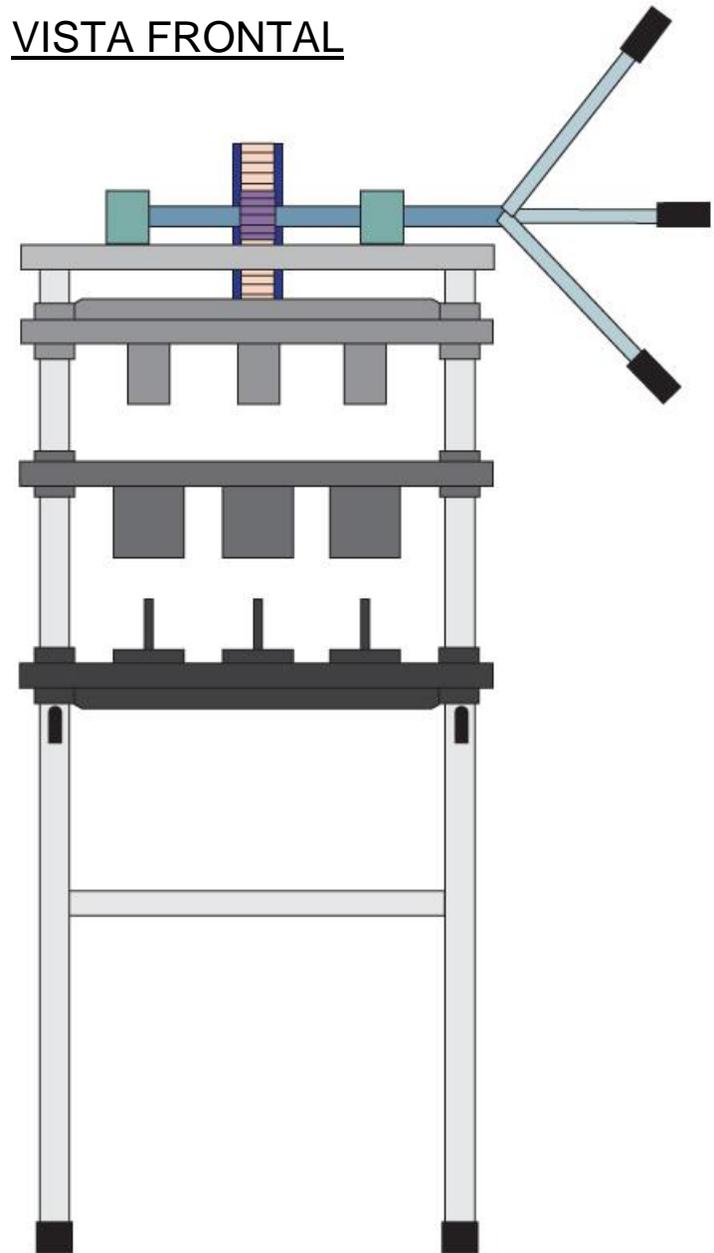
12. SEGUNDA PROPUESTA

Tomando en cuenta los errores que se presentaron en la maqueta de la propuesta, se generó una segunda propuesta, la cual tiene dichos errores corregidos y fue la propuesta final elegida.

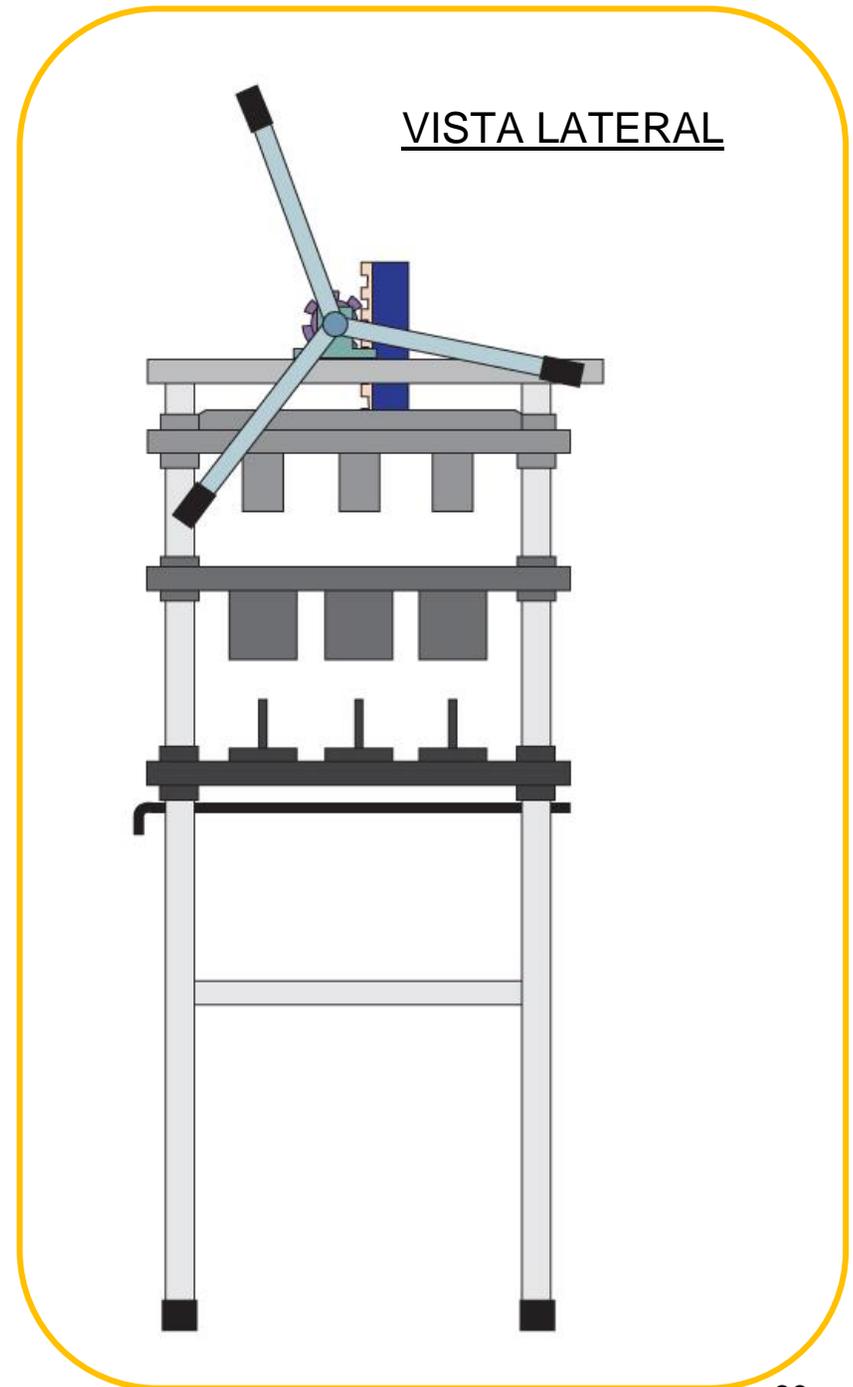
Los defectos encontrados en la maqueta se corrigieron de la siguiente manera:

- A la bandeja 1 se le agregaron tubos de un diámetro mayor que los tubos de la estructura y de una altura considerable. Estos tubos funcionan como soporte para que la bandeja pueda subir y bajar sin inclinarse. A estos tubos se les conoce como “bushings”.
- La bandeja 3 tendrá la misma medida que el resto de bandejas, ya que de esta manera se encontrara entre los tubos de la estructura, los cuales le brindaran la estabilidad necesaria para subir y bajar sin problemas. Al igual que la bandeja 1, se le agregaran bushings.
- Para estabilizar el eje giratorio se colocaran 2 chumaceras en lugar de 1.
- Para estabilizar los tubos de estructura se le agrego una estructura de tubos como refuerzo en la parte inferior de la bandeja 1.

VISTA FRONTAL



- Se agrego un borde a la bandeja 1 para evitar derrames de agua alrededor de la máquina.
- La máquina cuenta con topes de hule en los tubos de la estructura para evitar que se deslice.
- A la parte superior de la bandeja 3, y a la parte inferior de la bandeja 1, se les agregaron refuerzos para evitar que la pieza sufra accidentes (como dobleces o pandeado) al momento de aplicar presión.



VI. MATERIALIZACIÓN

1. MODELO DE SOLUCIÓN

BRIQUETMAX.

El modelo de solución se basa en la segunda propuesta generada, junto con ciertos cambios realizados para lograr un mejor diseño. El modelo final se basa en 4 bases/bandejas, las cuales se mueven de acuerdo al proceso que conlleva la fabricación de briquetas.

Bandeja 1: Bandeja en la parte inferior que contiene las bases de molde de briquetas. Esta bandeja se eleva por medio de rieles para colocarse dentro de los moldes y se mantiene en posición por medio de 2 sujetadores. Cuenta con agarradores para brindar una buena estabilidad al usuario al momento de elevarla o descenderla. Al terminar el proceso de briquetado, las briquetas realizadas se remueven de esta bandeja.

Bandeja 2: Bandeja fija en la parte media, la cual contiene los moldes donde se coloca y da forma a la materia prima (aserrín), y donde se insertan los discos complementarios de presión y las piezas que aplican la presión.



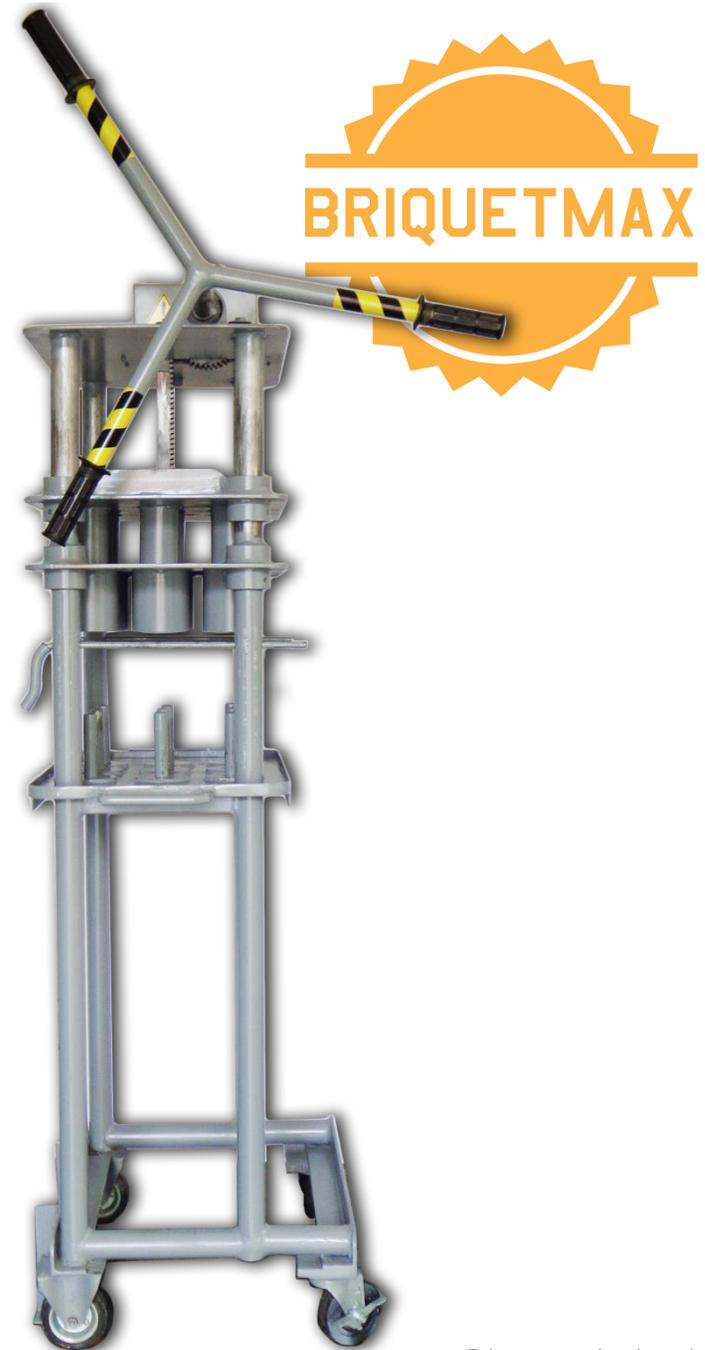
Briquetmax, vista frontal.
Imagen propia.

Bandeja 3: Bandeja con movimiento por encima de la bandeja 2, la cual sube y baja por medio de un mecanismo de piñon-cremallera que se activa al girar las manivelas de la máquina, logrando así que las piezas de presión que contiene esta bandeja compacten la materia prima contenida en los moldes.

Bandeja 4: Bandeja en la parte superior. En esta bandeja se encuentra colocado el mecanismo piñon-cremallera con sus respectivas partes.

Además de las partes mencionadas, la máquina cuenta con:

- Pieza/caja de seguridad en la bandeja 4, la cual protege el mecanismo de la máquina y es removible en caso de mantenimiento.
- Refuerzos en la parte inferior de la bandeja 1 y la parte superior de la bandeja 3, para evitar dobleces en el material mientras se aplica presión a la materia prima.
- Refuerzos colocados en la parte inferior para dar estabilidad a la máquina al momento de estar fija o de ser transportada.



- Un borde en la bandeja 1 para evitar derrames de agua en los alrededores.
- Manivela desmontable para facilitar el movimiento de la máquina en caso de transportarla, y para evitar que la bandeja 3 se mueva o sufra algún daño durante dicho transporte.
- Ruedas fijas y multidireccionales para un fácil movimiento y transporte.
- Piezas complementarias para aplicar presión (Discos de presión insertados en bandeja 3).
- Piezas complementarias para mantener la máquina fija al suelo/superficie donde se encuentre.
- Advertencias de seguridad en las partes/piezas que puedan presentar algún riesgo para el usuario.

Esta máquina está fabricada con diferentes presentaciones de acero y hierro, como lo son chapas, tubos y perfiles. Además, cuenta con un acabado de pintura anticorrosiva para evitar la oxidación.



2. IMÁGENES MODELO DE SOLUCIÓN



Detalles Briquetmax.
Imágenes propias.



Detalles Briquetmax.
Imágenes propias.



MANUAL PREPARACION MATERIA PRIMA PARA REALIZAR BRIQUETAS

REALIZADO POR: LAURA M. ARCHILA

1. Cortar papel periódico en cuadros, y dejarlo remojar en agua durante 1 día (mínimo).



2. Remojar aserrín en agua durante 1 día (mínimo).



3. Licuar papel periódico para que este se convierta en pulpa de papel.



4. Mezclar pulpa de papel con aserrín remojado.



5. Licuar las dos mezclas juntos. Para un licuado más fácil agregar suficiente agua.



6. Remover exceso de agua de la mezcla y estará lista para utilizar.



CANTIDADES DE MATERIAL A UTILIZAR

1/2 libra de aserrín = 4 páginas dobles de papel periódico.
1 libra de aserrín = 8 páginas dobles de papel periódico.
20 libras de aserrín = 160 páginas dobles de papel periódico.

CANTIDAD DE MATERIA PRIMA PARA BRIQUETAS

1 taza de aserrín = 1/2 libra de aserrín = 7 briquetas
1 taza de aserrín = 1 libra de aserrín = 15 briquetas
1 taza de aserrín = 20 libras de aserrín = 300 briquetas



RECOMENDACIONES

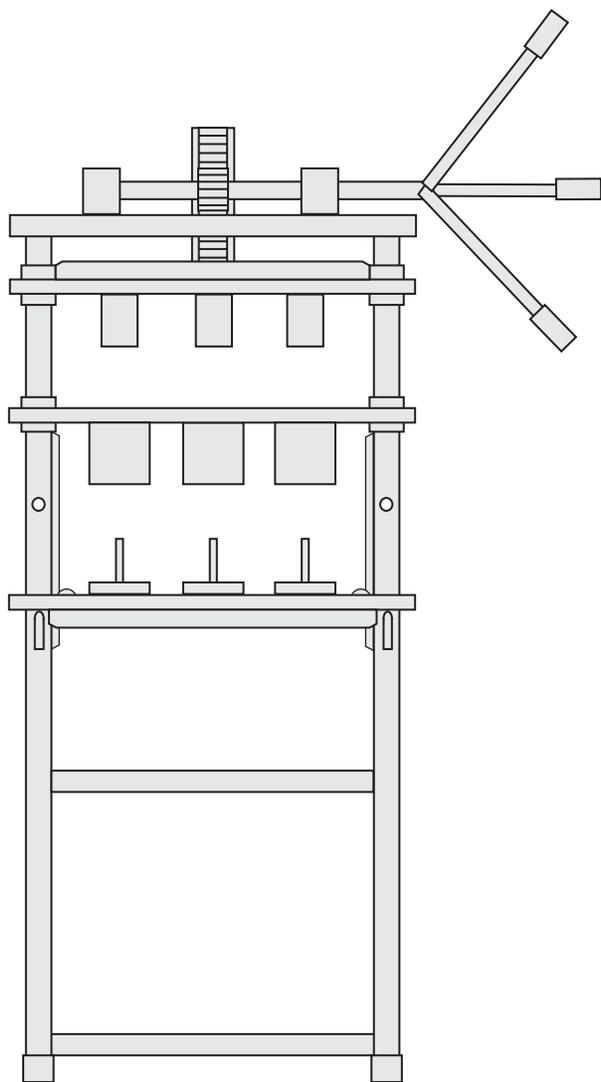
- Si es posible, dejar remojar ambos material (agua y papel periódico) de 2 a 3 días. El mínimo siempre será de 1 día.
- En caso de ser necesario, la cantidad de papel periódico por 1/2 libra de aserrín podría reducirse a 3 páginas en lugar de 4.
- En caso que el papel periódico no se pueda licuar para convertirlo en pulpa, este se podría convertir por medio de un blender, un barreno con punta adecuada, o machacarse con las manos.
- Al momento de convertir el papel en pulpa o de mezclar los materiales es bueno utilizar bastante agua, ya que esta hace la trituración o mezcla de los materiales más fácil.
- Al remover el exceso de agua de la mezcla verificar que esta siga estando húmeda, ya que esta humedad y líquido es lo que ayuda a que la



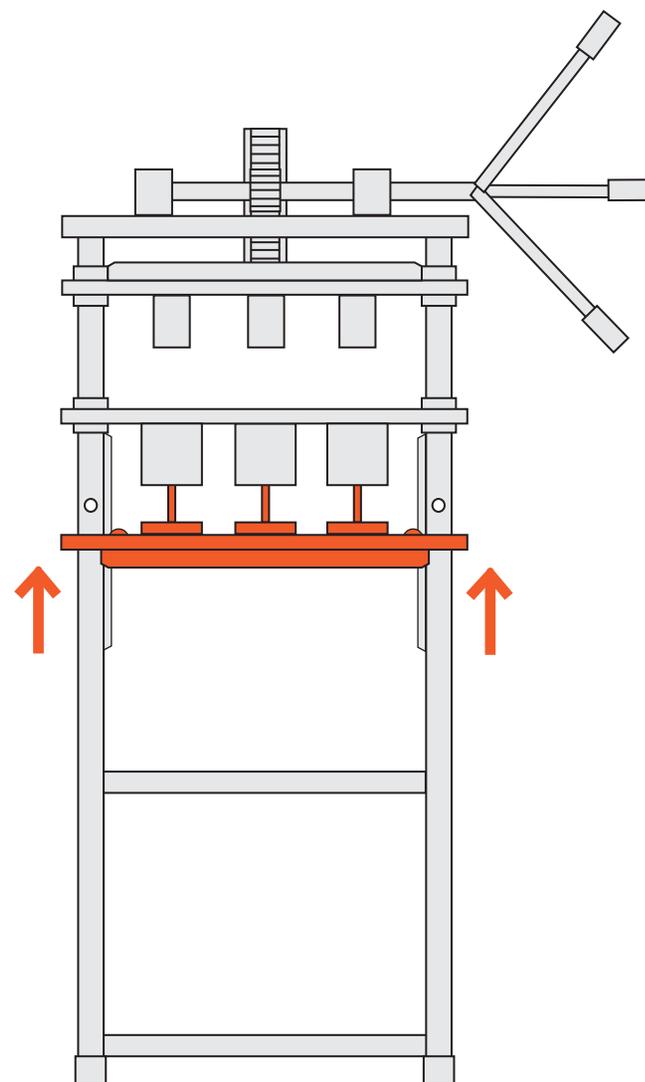


MANUAL DE USUARIO

REALIZADO POR: LAURA M. ARCHILA

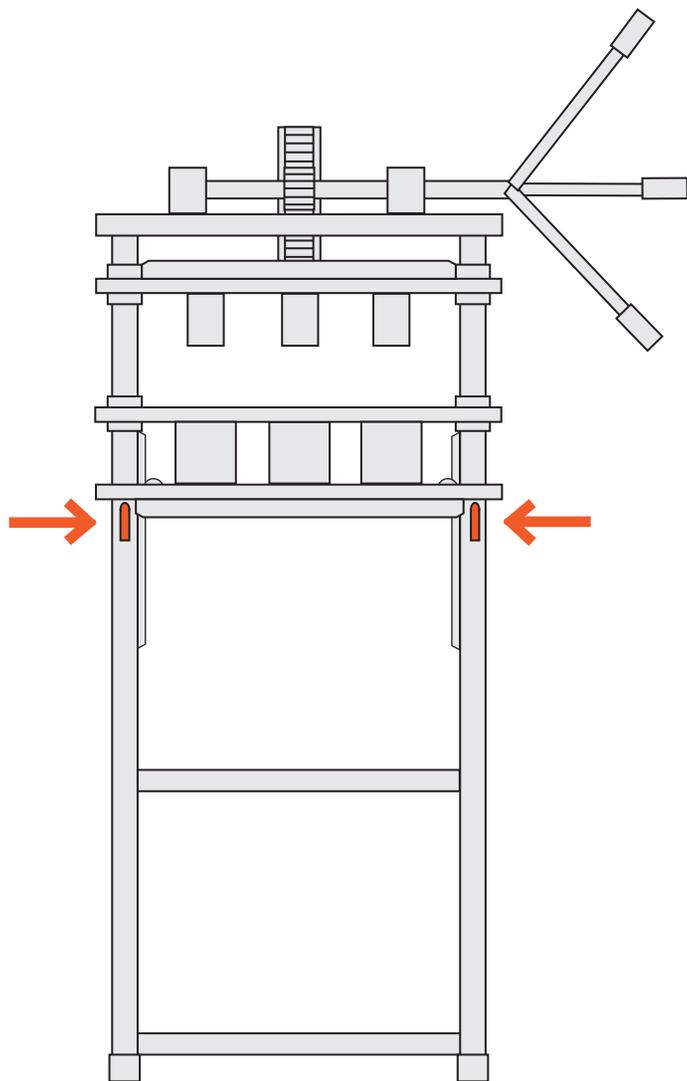


1. Posición inicial máquina

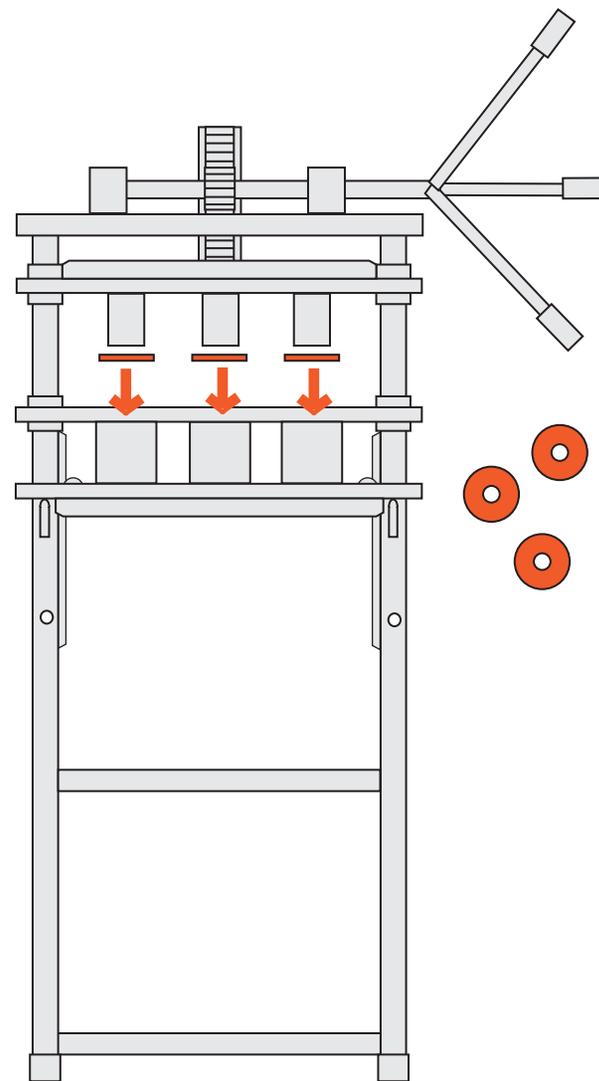


2. Elevar bandeja 1 (bandeja inferior) y colocarla de manera en que encaje dentro de los moldes en la bandeja 2.



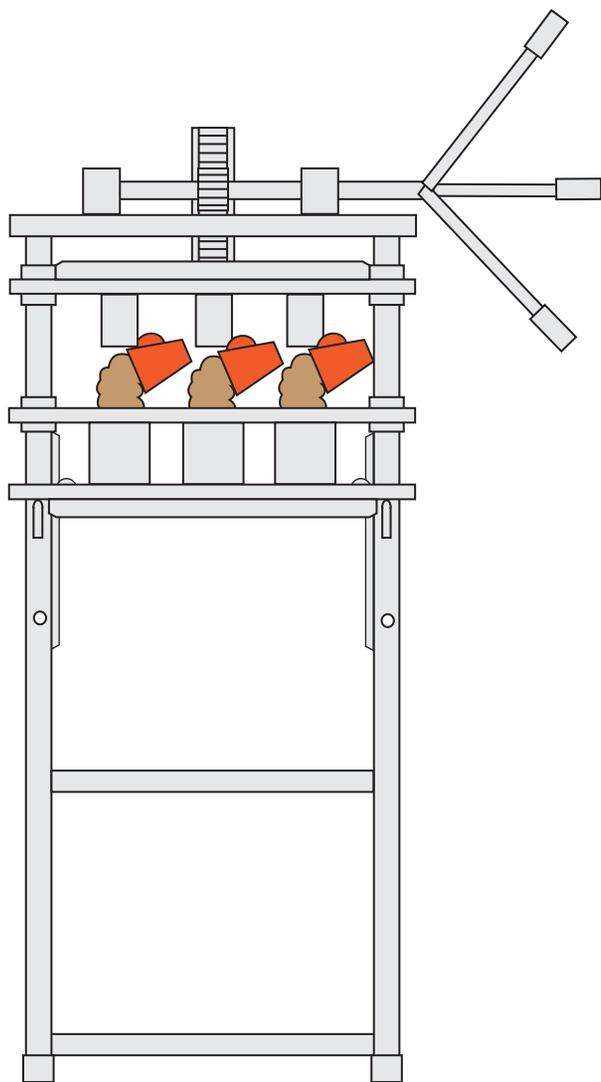


3. Cuando la bandeja 1 se encuentre en posición, colocar los sostenedores de dicha bandeja también en posición.

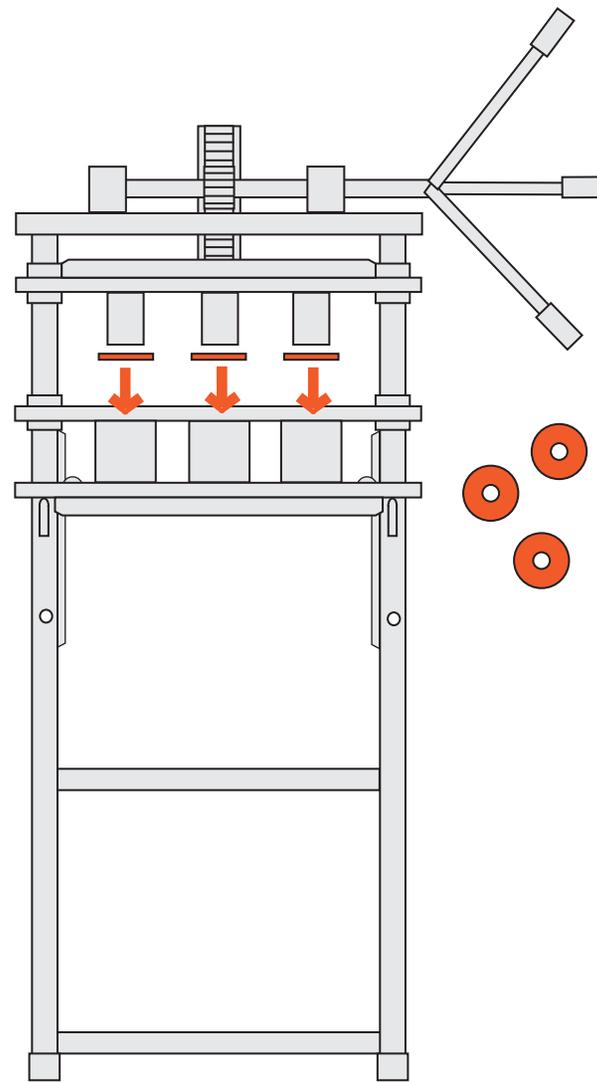


4. Colocar discos inferiores para aplicar presión dentro de moldes.



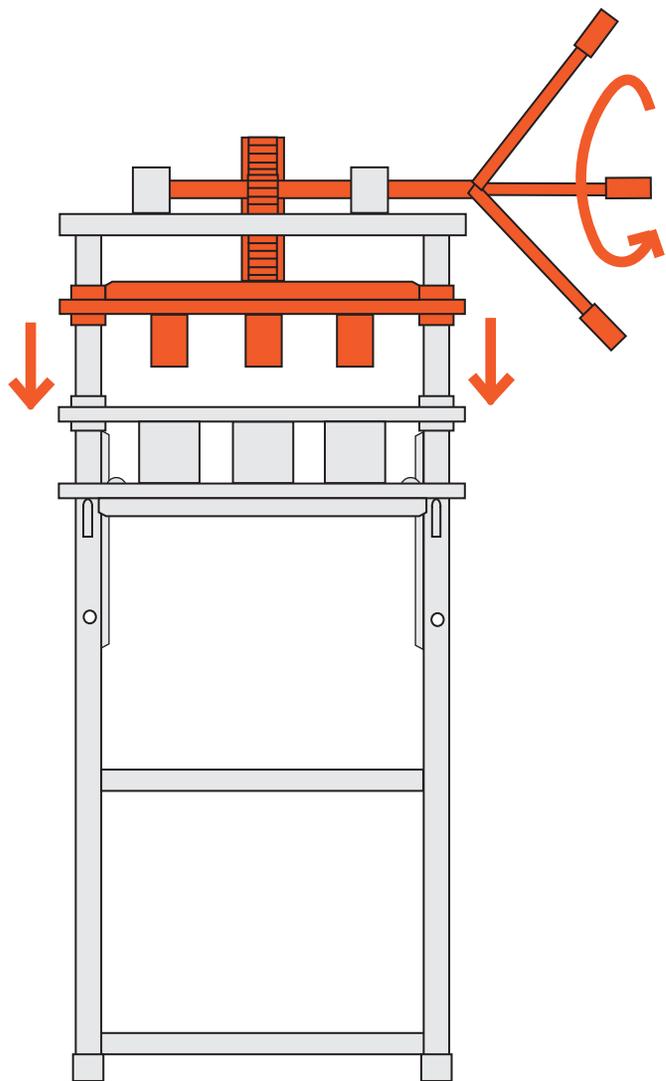


5. Colocar materia prima (mezcla de aserrín) dentro de moldes.

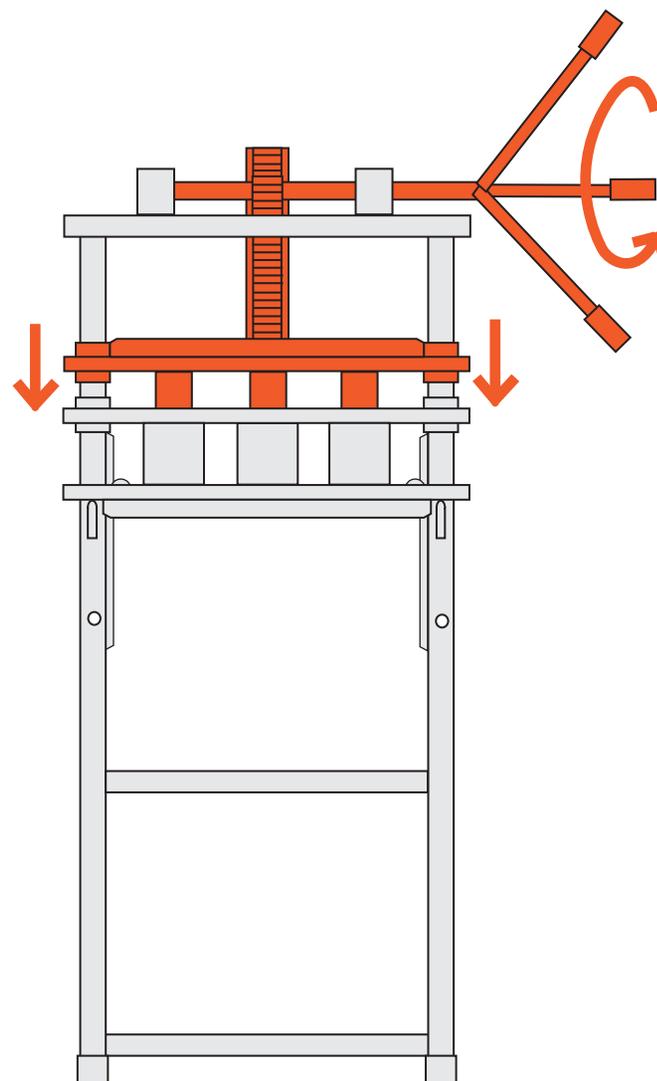


6. Colocar discos superiores para aplicar presión dentro de moldes.



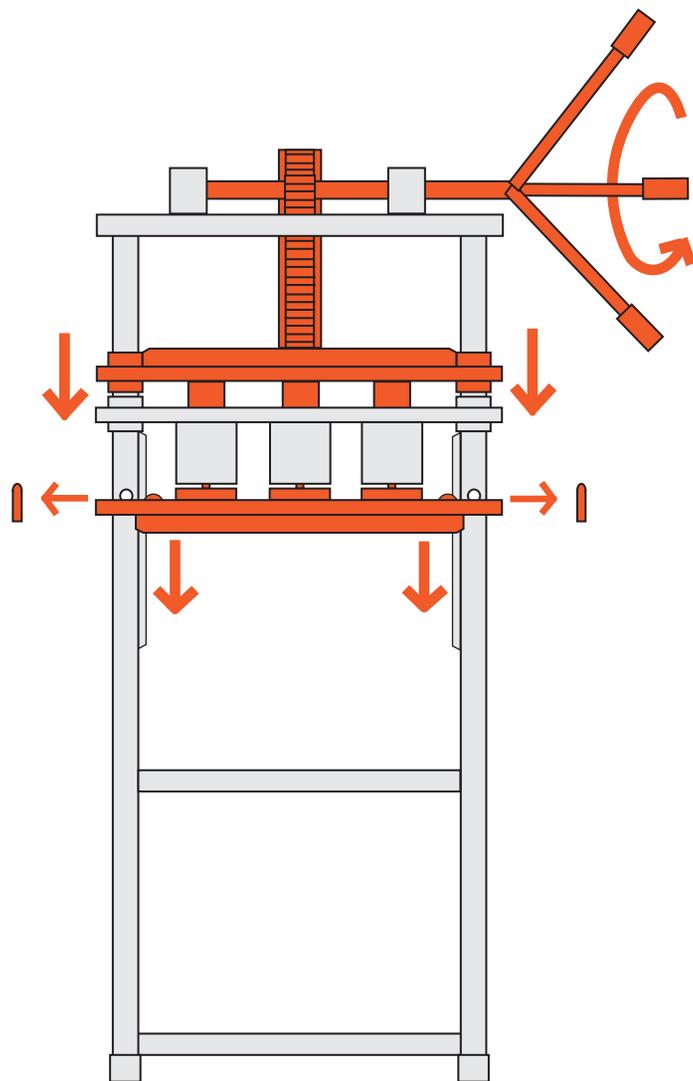


7. Girar manivelas para activar mecanismo y así descender bandeja 3 (bandeja superior) para aplicar presión.

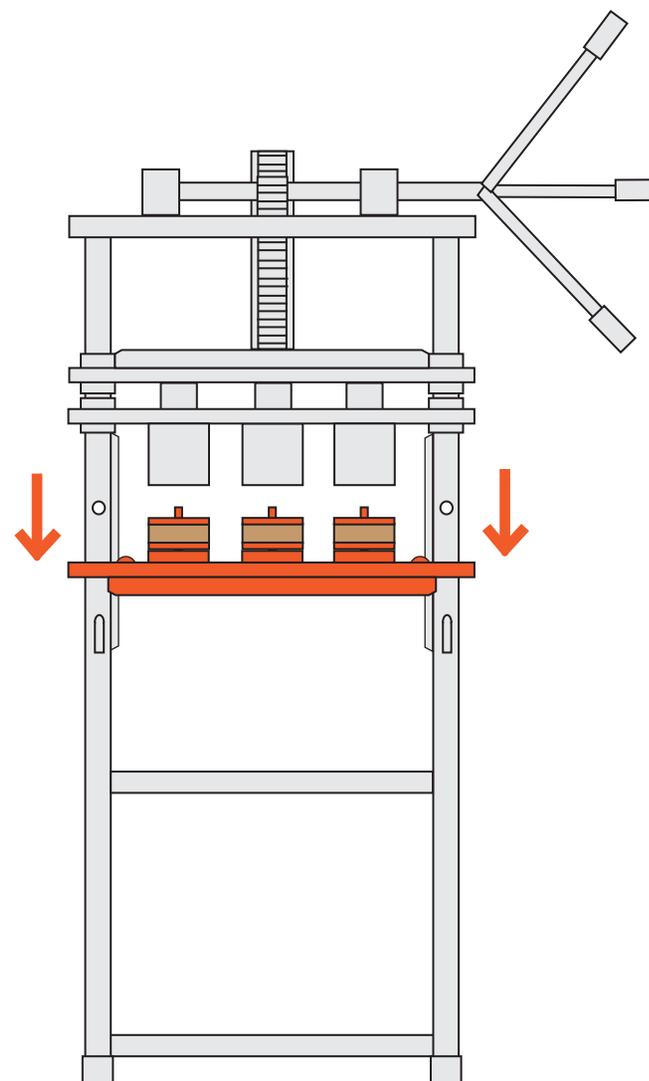


8. Girar manivela, descender bandeja 3 y aplicar presión a la materia prima dentro de los moldes hasta estar compactada.



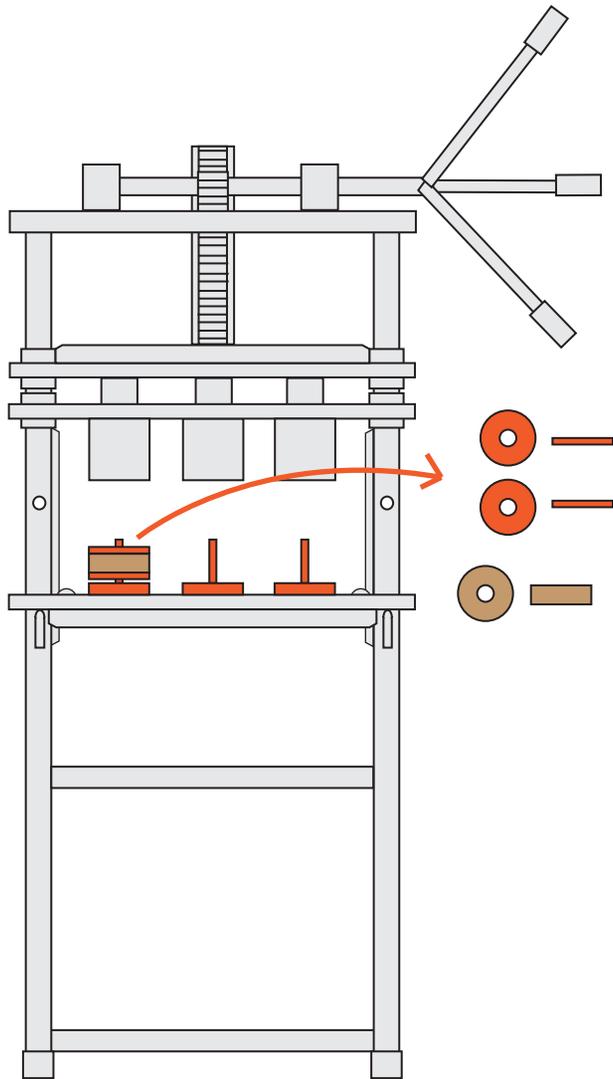


9. Retirar sostenedores de la bandeja 1 y continuar girando manivela, y así descender bandeja 3 y al mismo tiempo poder retirar de los moldes la bandeja 1.

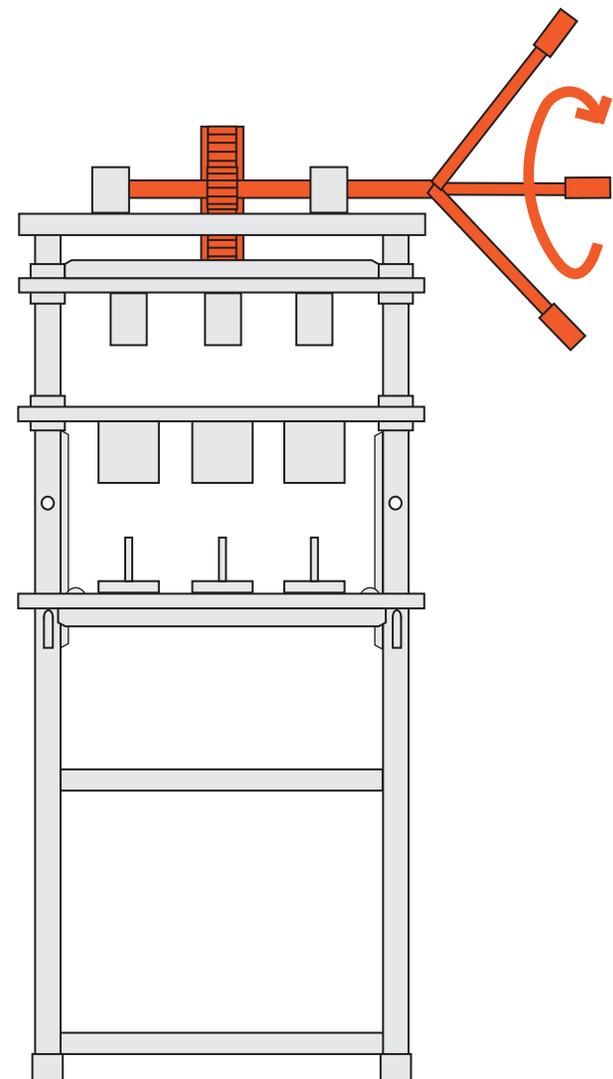


10. Colocar bandeja 1 en su posición inicial.





11. Retirar piezas de presión y briquetas de bases de moldes.



12. Girar manivela en sentido contrario para regresar la máquina a su posición inicial. Repetir proceso.



DIVISIÓN DEL TRABAJO DURANTE PROCESO DE BRIQUETADO Y USO DE MÁQUINA BRIQUETADORA

PASOS /PROCESOS USUARIO 1			PASOS /PROCESOS USUARIO 2
PASO 2: Elevar bandeja 1.			PASO 2: Elevar bandeja 1.
PASO 3: Colocar sujetadores de bandeja.			PASO 3: Colocar sujetadores de bandeja
PASO 4: Colocar discos de presión			*Sostener manivela
PASO 5: Colocar material en moldes			*Sostener manivela
PASO 6: Colocar discos de presión			*Sostener manivela
			PASO 7 Y 8: Girar manivela y aplicar presión a material.
PASO 9: Retirar sostenedores de bandeja.			PASO 9: Retirar sostenedores de bandeja.
PASO 10: Colocar bandeja 1 en posición.			PASO 9: Girar manivela para descender bandeja.
PASO 11: Retirar piezas de presión y briquetas.			PASO 11: Retirar piezas de presión y briquetas.
			PASO 12: Regresar manivela a posición inicial.

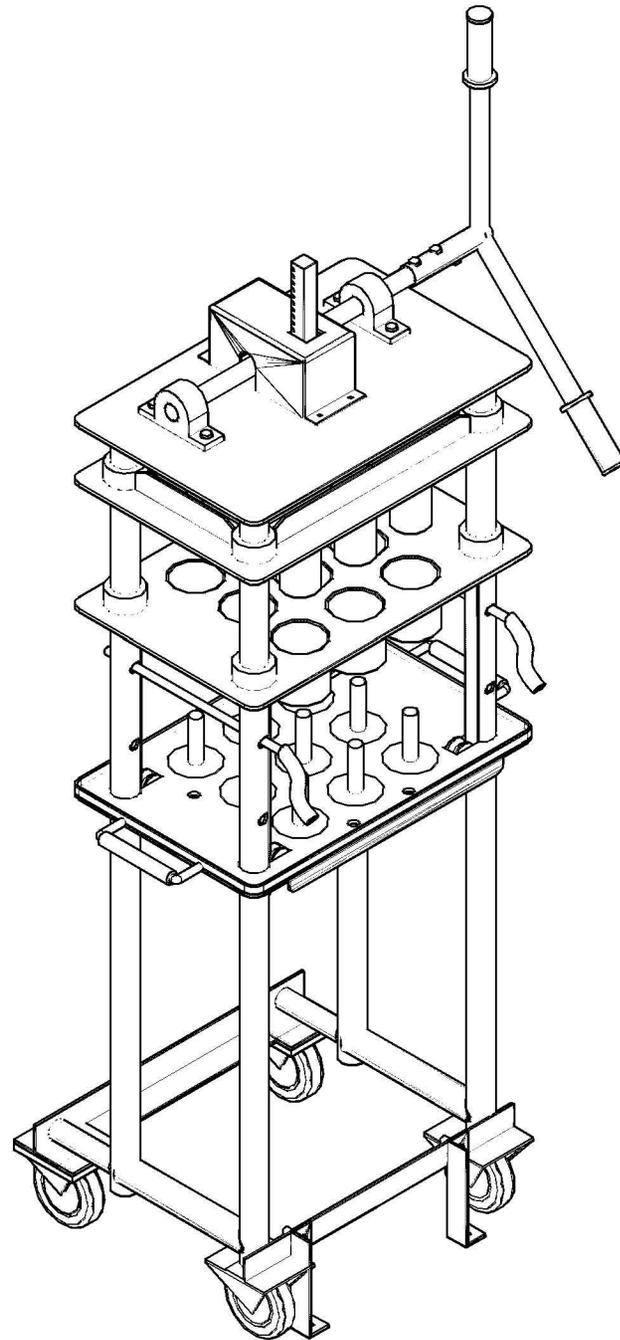


RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los usuarios de la máquina alternen los pasos del proceso de briquetado, y así tener una distribución de trabajo más equitativa.
- Después de cada ciclo de trabajo limpiar la máquina con agua, removiendo así cualquier resto de materia prima. La materia prima al secarse se endurece, por lo que si quedan partículas en la máquina será más difícil removerlas ya secas.
- Después de determinado el espacio en donde la máquina estará colocada, la máquina debe de fijarse al suelo (piezas para fijarla están incluidas). Esto se recomienda para evitar que la máquina se mueva al momento de utilizarla.
- Siempre que la máquina no esté en uso o que esta se termine de usar, la bandeja 3 debe de quedar en forma descendiente, hasta llegar a su tope, y así evitar que esta se mueva si la manivela se mueve de forma accidental.

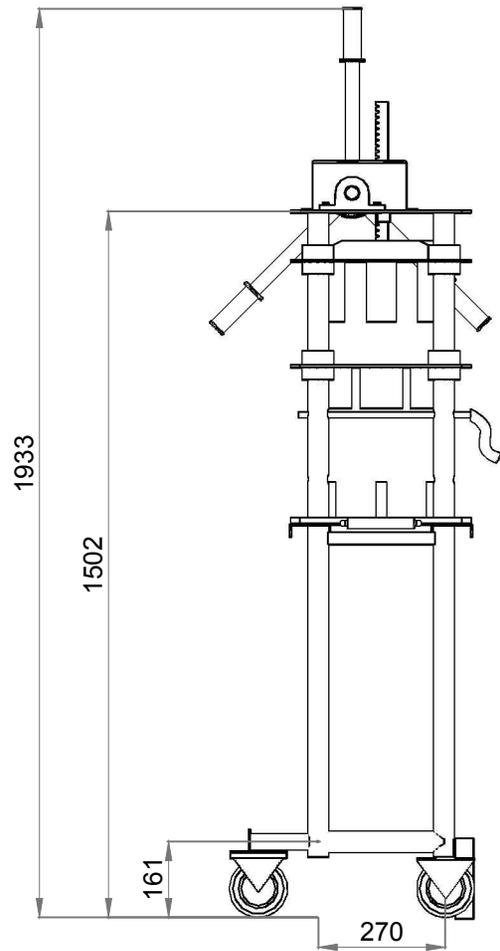


Vista General Isométrica

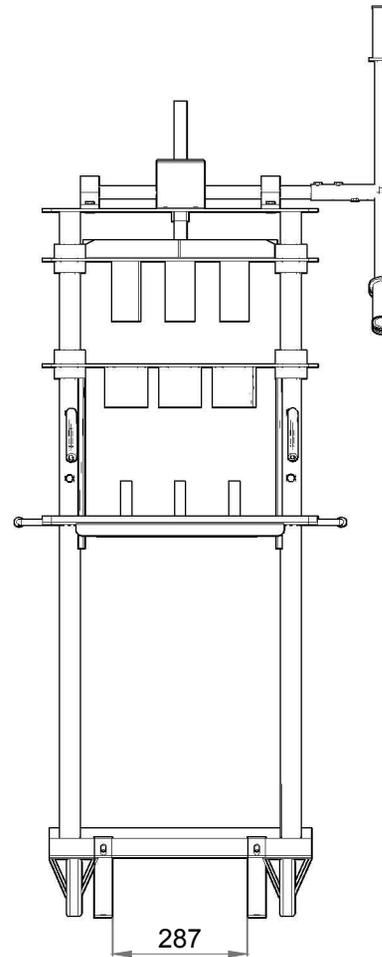


	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vista General	Plano 1/17
	Proyecto de Grado	Isométrica	Esc. 1:11
	Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.

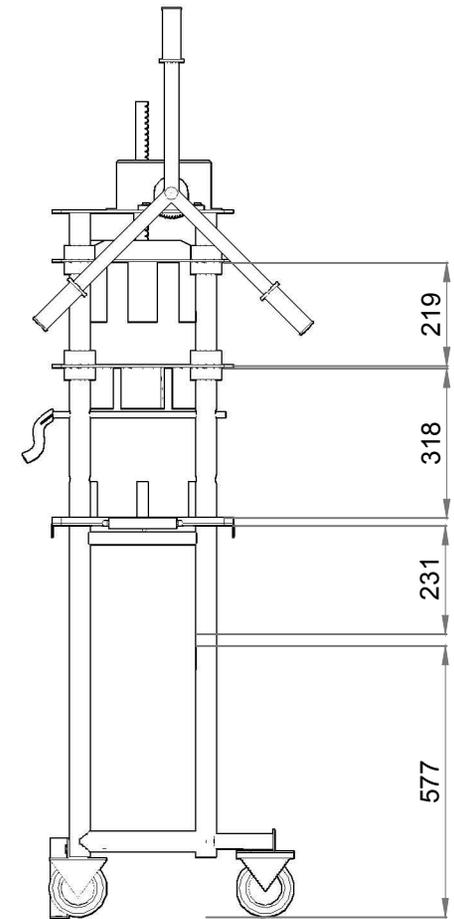
Vistas Generales 1



Vista Lateral Izquierda



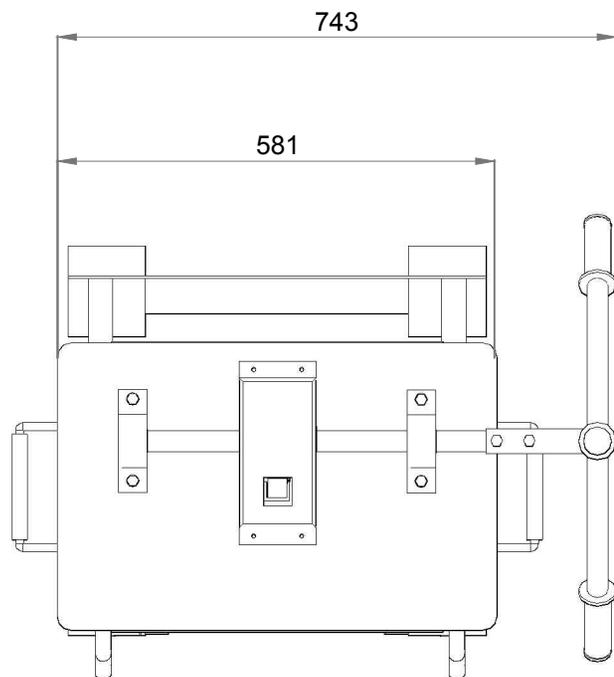
Vista Frontal



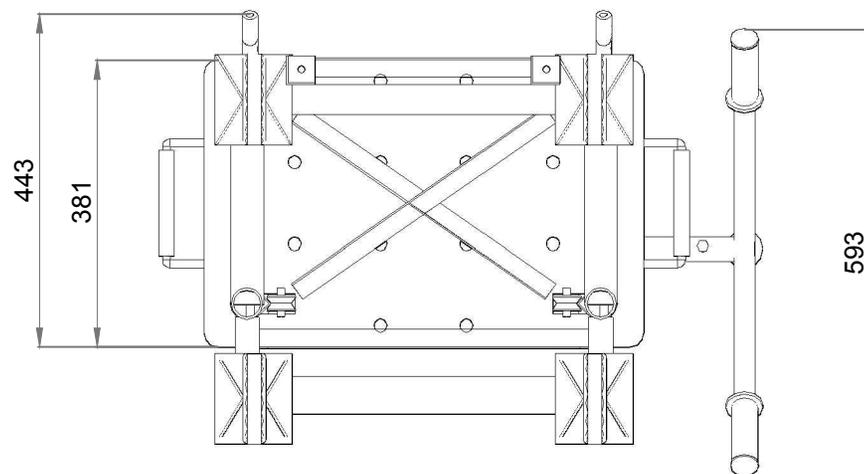
Vista Lateral Derecha

	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vistas Generales 1	Plano 2/17
	Proyecto de Grado		Esc. 1:16
Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.	

Vistas Generales 2



Vista Superior



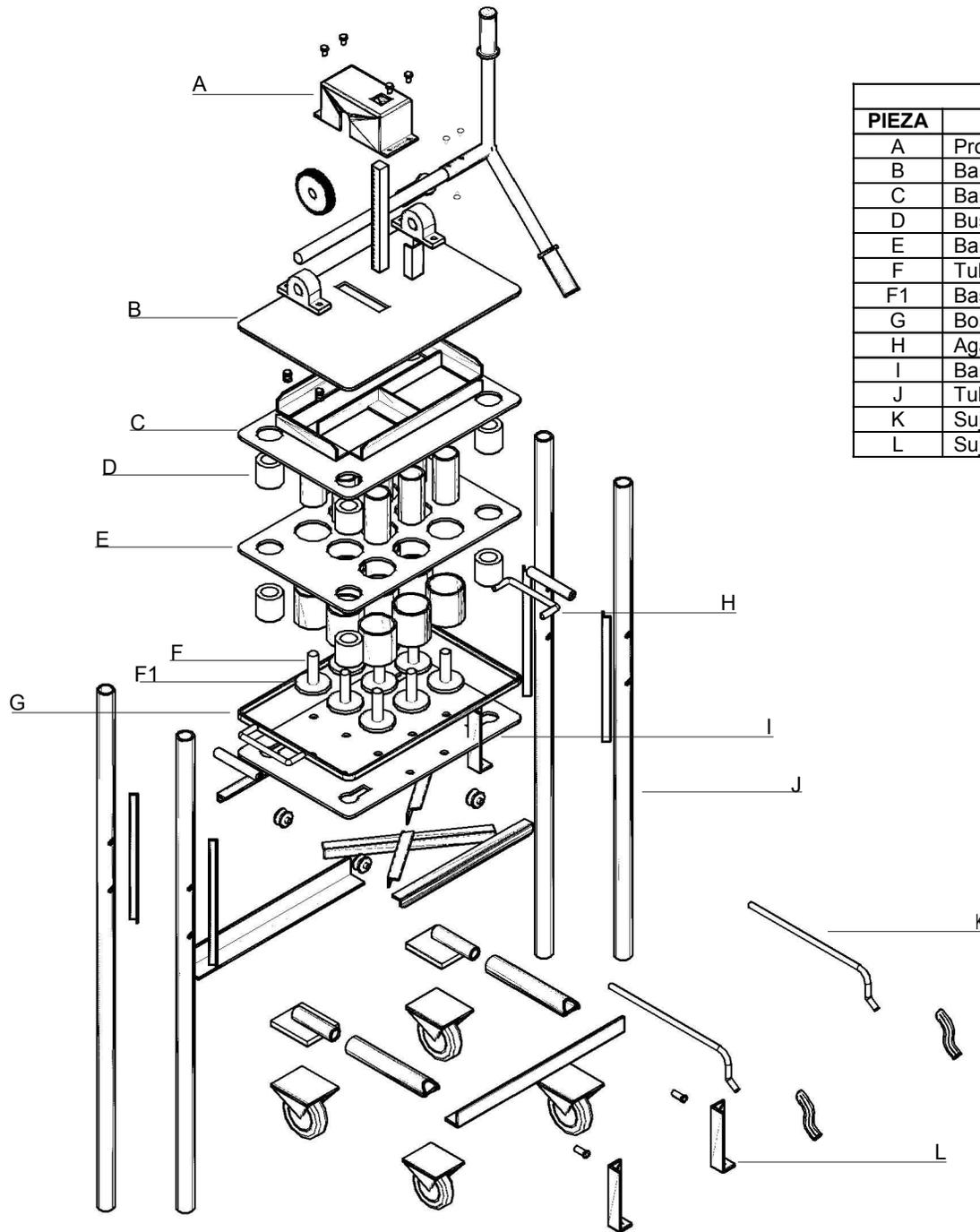
Vista Inferior

	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vistas Generales 2	Plano 3/17
	Proyecto de Grado		Esc. 1:10
Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.	

Despiece

Piezas Fabricadas

TABLA DE PIEZAS Y ACCESORIOS			
PIEZA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	Protección mecanismo	Lámina negra 1/16"	1
B	Bandeja 4	Lámina negra 1/4"	1
C	Bandeja 3	Lámina negra 1/4"	1
D	Bushings	Acero torneado 64 mm diametro	4
E	Bandeja 2	Lámina negra 1/4"	1
F	Tubo base molde	Tubo mécanico 3/4" x 100 mm de altura	9
F1	Base molde	Lámina negra 1/4"	18
G	Borde bandeja 1	Hierro plano 1/2 x 1/8"	1
H	Agarrador bandeja 1	Hierro Redondo liso 3/8"	2
I	Bandeja 1	Lámina negra 1/4"	1
J	Tubos estructura	Tubo galvanizado 1 1/2"	4
K	Sujetadores bandeja 1	Hierro redondo liso 3/8"	2
L	Sujetadores de suelo	Angular 1" x 1/8"	2



Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.

URL Diseño Industrial	Despiece estructura y accesorios	Plano 4/17
Proyecto de Grado		Esc. 1:16
Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.

Despiece

Piezas Prefabricadas

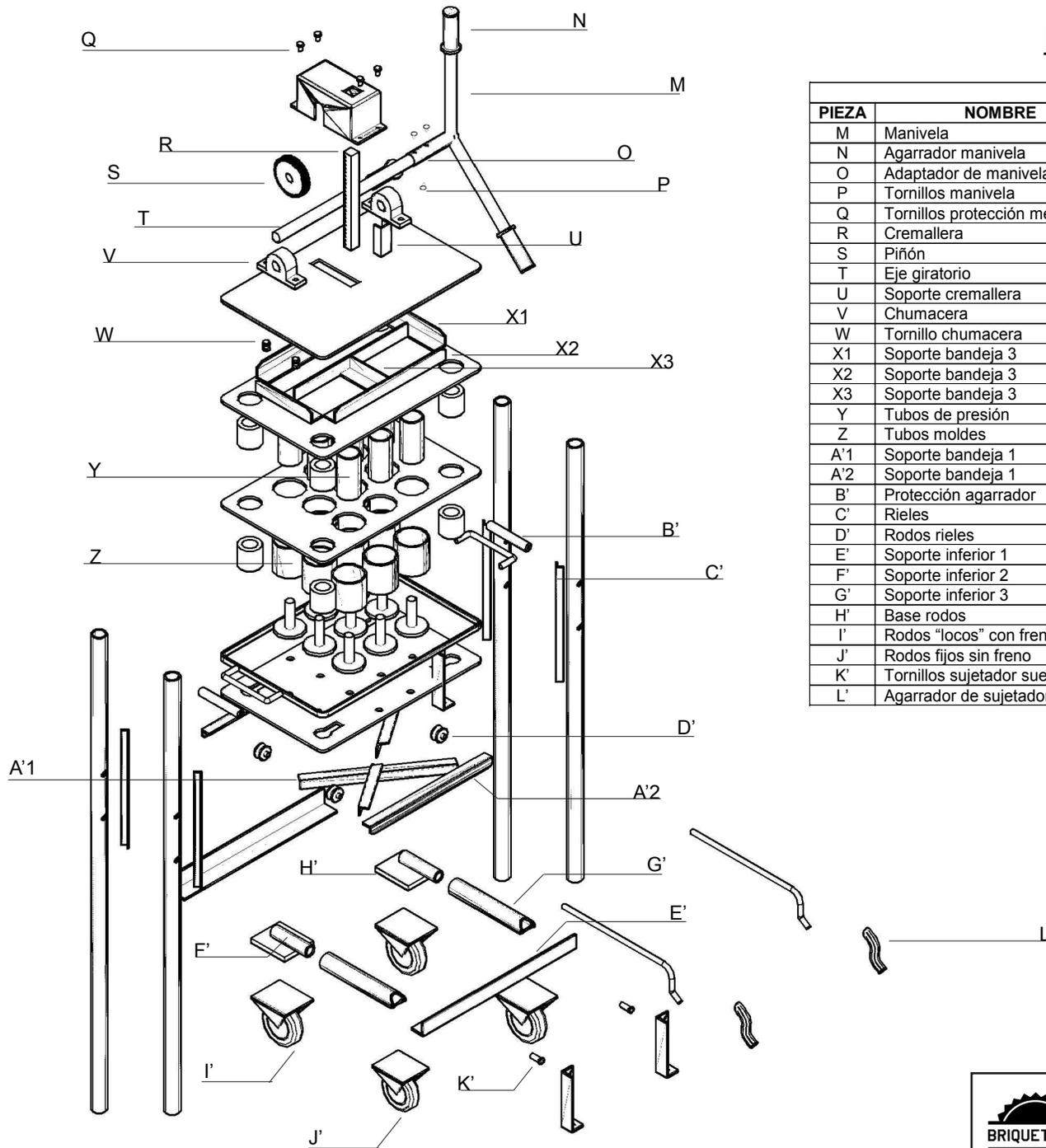


TABLA DE PIEZAS Y ACCESORIOS

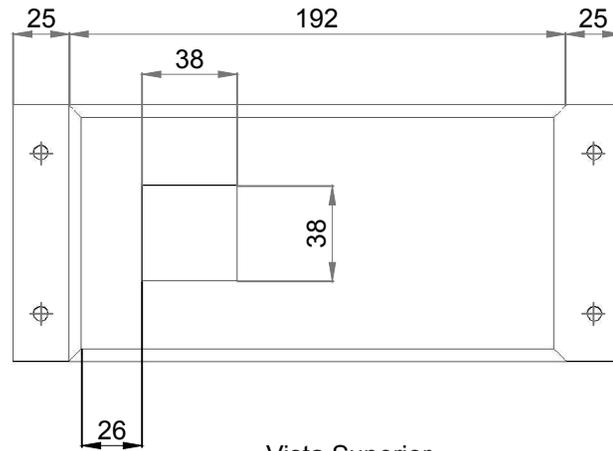
PIEZA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
M	Manivela	Hierro redondo listo 1/4" x 380 mm de altura	3
N	Agarrador manivela	Mango de timón	3
O	Adaptador de manivela	Tubo redondo mecánico 1 1/4" x 145 mm largo	1
P	Tornillos manivela	Castigador cuadrado 1/4"	3
Q	Tornillos protección mecanismo	Tornillo redondo 1/4"	4
R	Cremallera	Cremallera mecanismo	1
S	Piñón	Piñón mecanismo	1
T	Eje giratorio	Hierro redondo liso 1" x 650 mm de largo	1
U	Soporte cremallera	Angular 1" x 1/8" x 85 mm de altura	1
V	Chumacera	Chumacera 1"	2
W	Tornillo chumacera	Tor. Hexagonal 1/2 x 1 1/2 + Roldana 1/2	4
X1	Soporte bandeja 3	Angular 1/2" x 3/16" x 200 mm	2
X2	Soporte bandeja 3	Angular 1/2" x 3/16" x 400 mm	3
X3	Soporte bandeja 3	Angular 1/2" x 3/16" x 140 mm	1
Y	Tubos de presión	Tubo proceso 2" x 155 mm de altura	9
Z	Tubos moldes	Tubo proceso 3" x 100 mm de altura	9
A'1	Soporte bandeja 1	Angular 1" x 1/8" x	2
A'2	Soporte bandeja 1	Angular 1" x 1/8" x	2
B'	Protección agarrador	Manguera 3/4" x 140 mm de largo	2
C'	Rieles	Angular 3/4" x 1/8" x 360 mm de altura	4
D'	Rodos rieles	Rodos en V	4
E'	Soporte inferior 1	Angular 1/2" x 3/16" x 555 mm de largo	2
F'	Soporte inferior 2	Tubo redondo 1 1/4" x 125 mm de largo	2
G'	Soporte inferior 3	Tubo redondo 1 1/2" x 240 mm de largo	2
H'	Base rodos	Lámina negra 1/2" x 124 mm x 80 mm	2
I'	Rodos "locos" con freno	Rodo multidireccional con freno de hule 4"	2
J'	Rodos fijos sin freno	Rodo fijo de hule 4"	2
K'	Tornillos sujetador suelo	Tornillo hilling 3/8.	2
L'	Agarrador de sujetador	Manguera 3/4" x 90 mm de largo	2



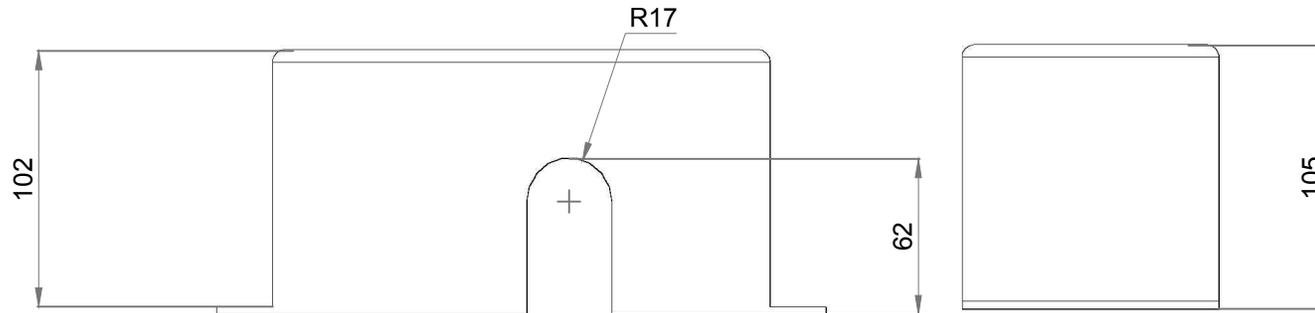
Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.

URL Diseño Industrial	Despiece estructura y accesorios	Plano 5/17
Proyecto de Grado		Esc. 1:16
Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.

Vista General Pieza A

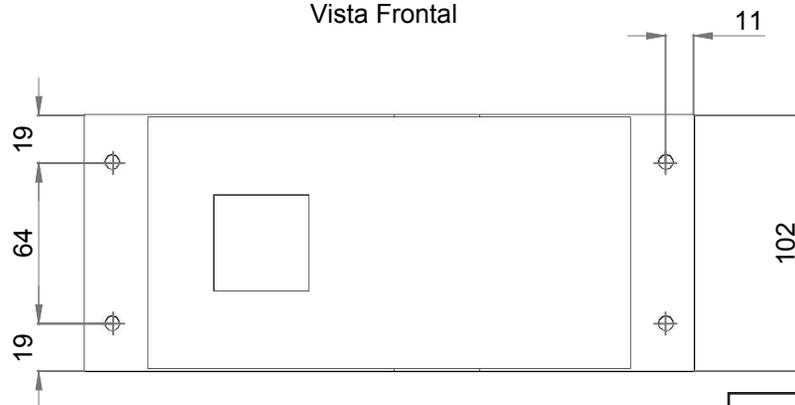


Vista Superior



Vista Frontal

Vista Lateral



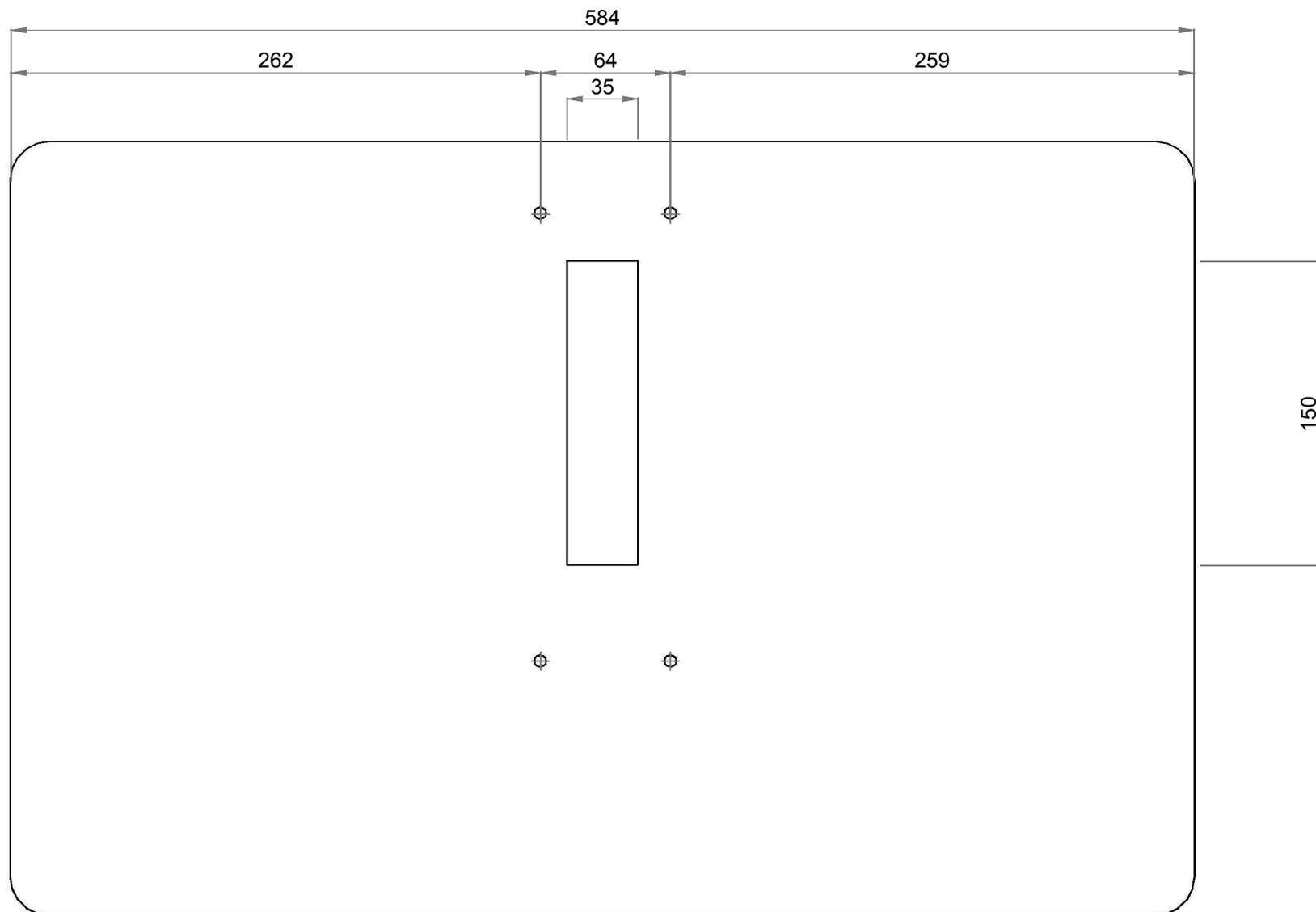
Vista Inferior



Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.

URL Diseño Industrial	Vista General	Plano 6/17
Proyecto de Grado	Pieza A	Esc. 1:3
Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.

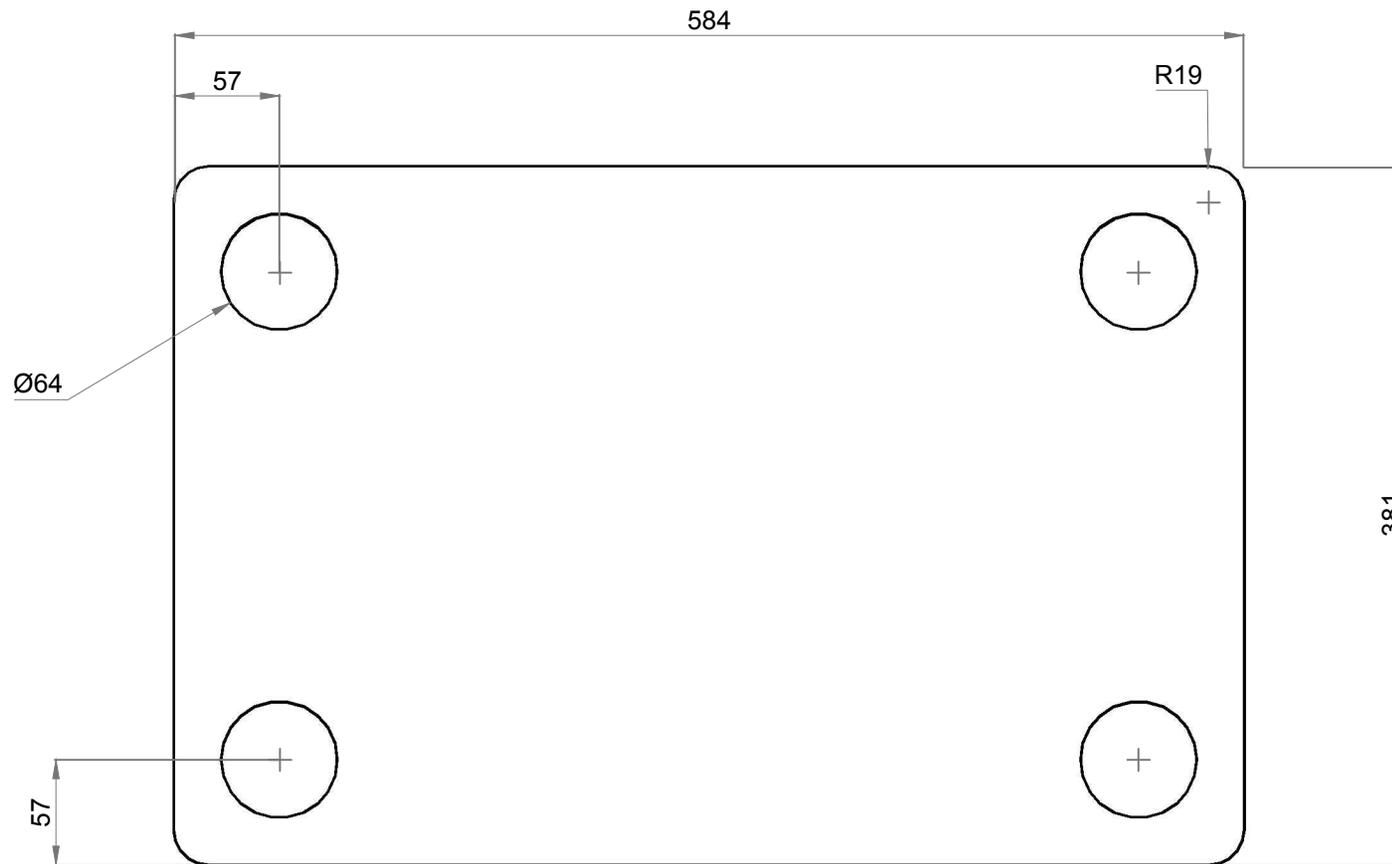
Vista General Pieza B



Vista Superior

	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vista General Pieza B	Plano 7/17
	Proyecto de Grado		Esc. 1:3
Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.	

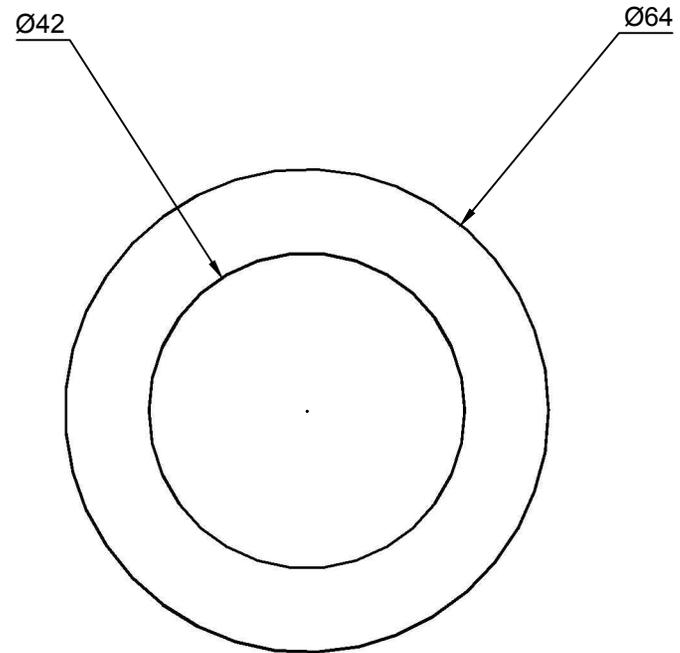
Vista General Pieza C



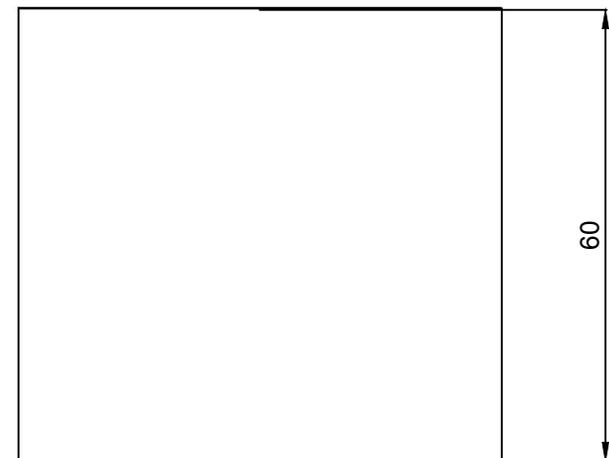
Vista Frontal

	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vista General	Plano 8/17
	Proyecto de Grado	Pieza C	Esc. 1:4
	Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.

Vista General Pieza D



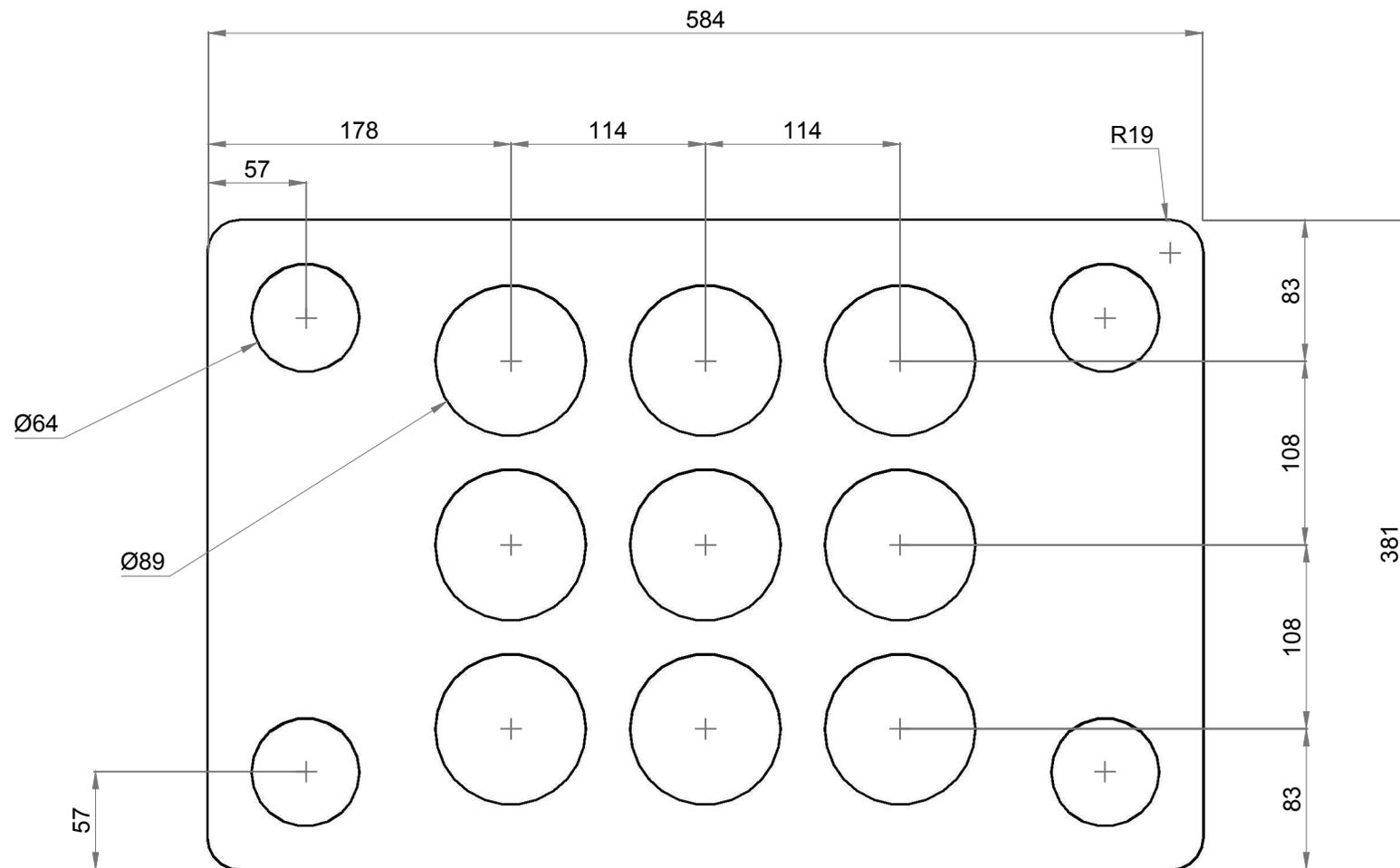
Vista Superior



Vista Frontal

	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vista General Pieza D	Plano 9/17
	Proyecto de Grado		Esc. 1:1
Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.	

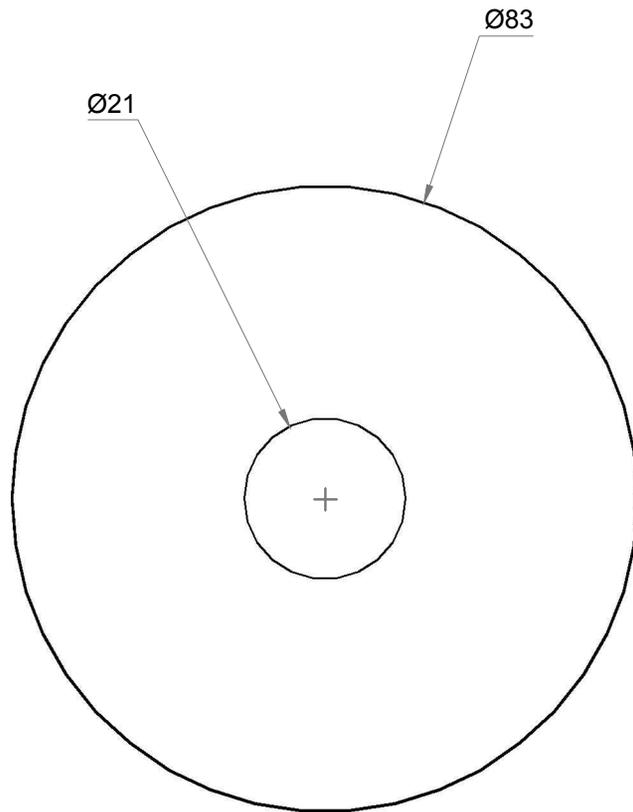
Vista General Pieza E



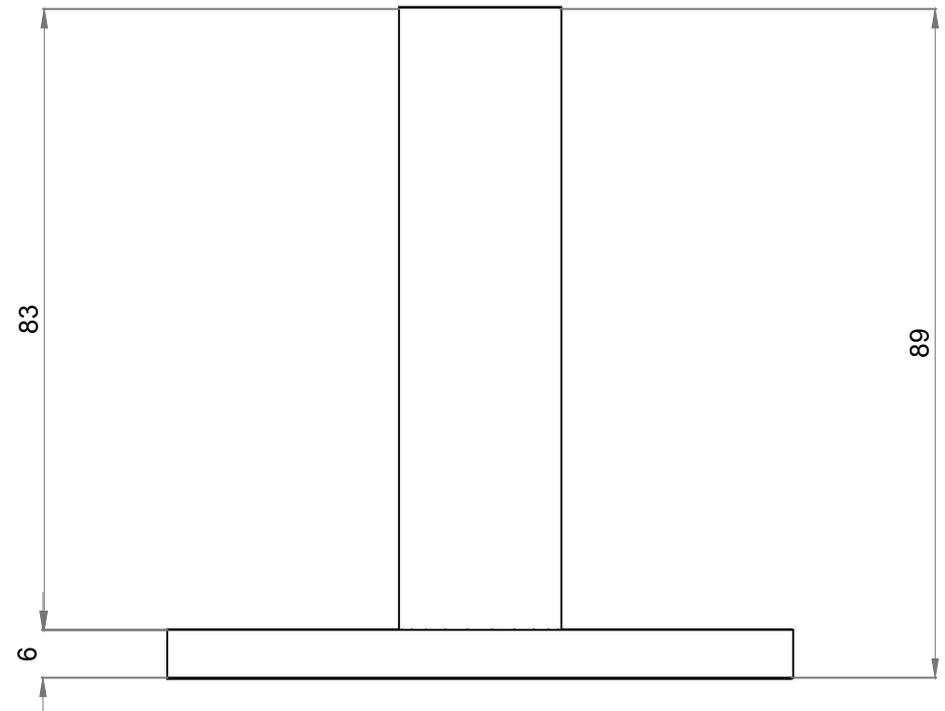
Vista Frontal

	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vista General	Plano 10/17
	Proyecto de Grado	Pieza E	Esc. 1:4
	Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.

Vista General Pieza F/F1



Vista Superior



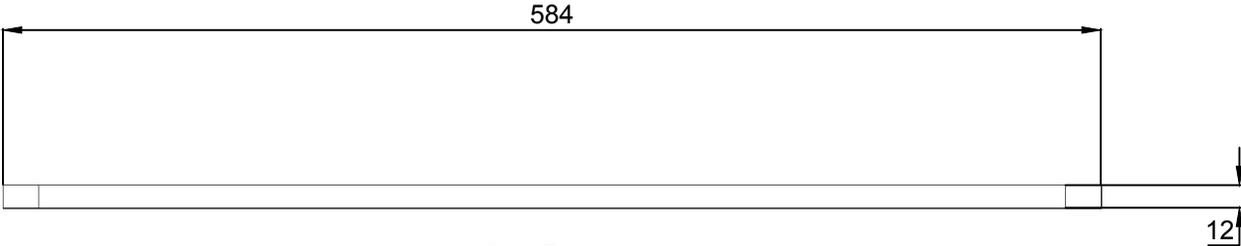
Vista Frontal

	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vista General	Plano 11/17
	Proyecto de Grado	Pieza F/F1	Esc. 1:1
	Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.

Vista General
Pieza G



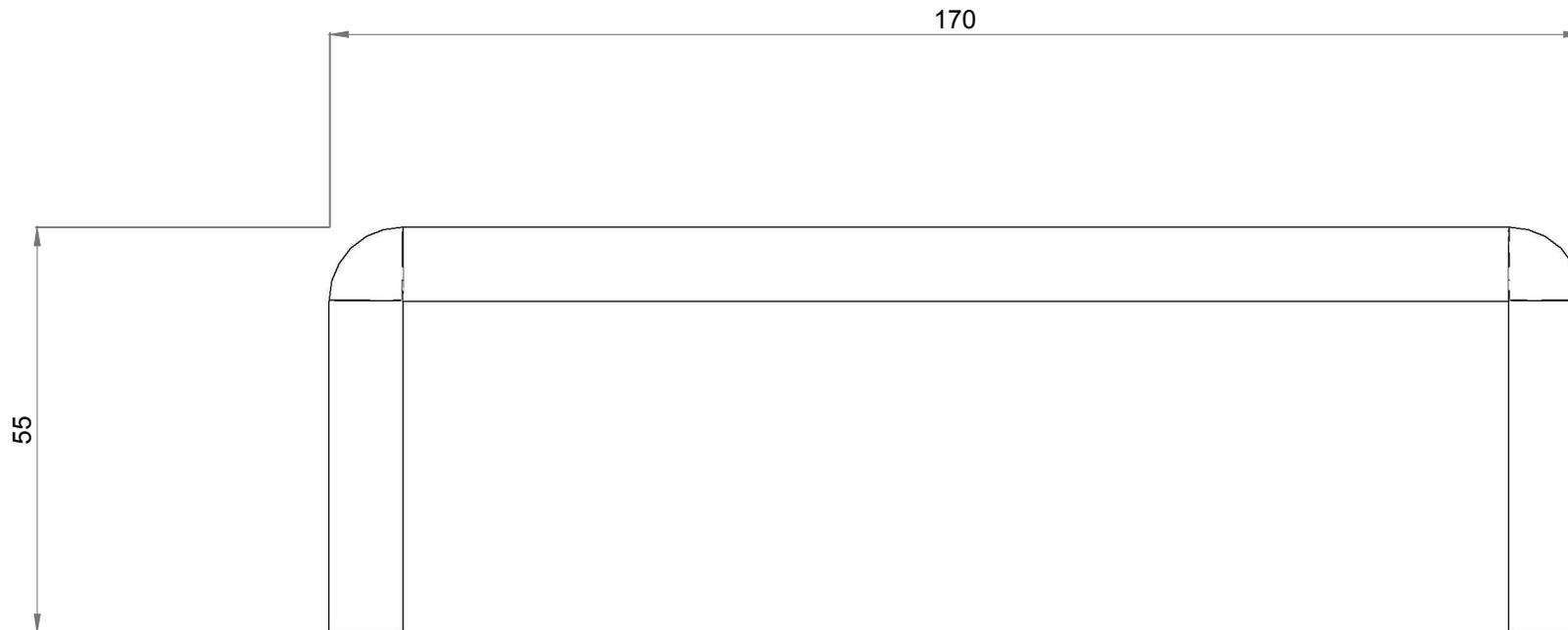
Vista Superior



Vista Frontal

	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vista General	Plano 12/17
	Proyecto de Grado	Pieza G	Esc. 1:4
	Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.

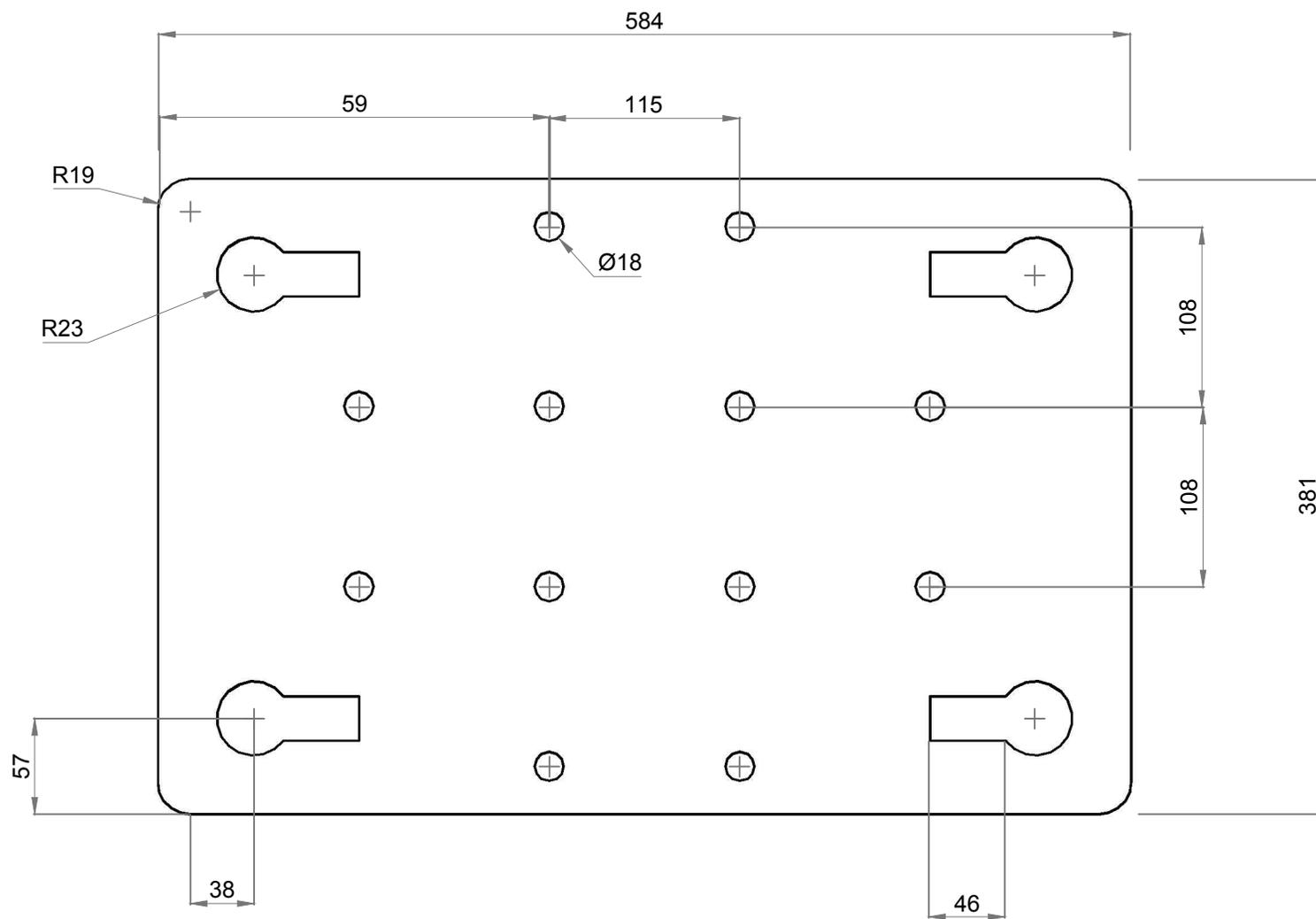
Vista General Pieza H



Vista Superior

	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vista General Pieza H	Plano 13/17
	Proyecto de Grado		Esc. 1:1
Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.	

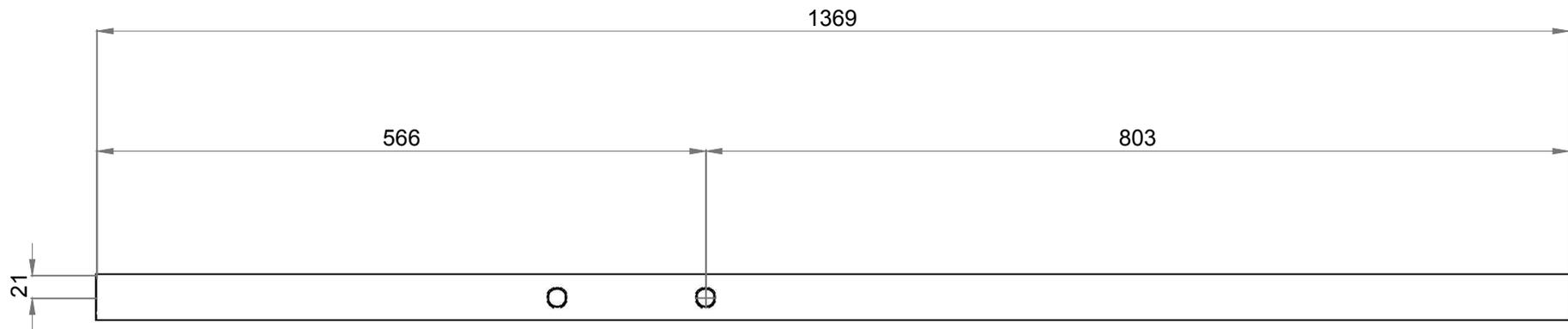
Vista General Pieza I



Vista Frontal

	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vista General	Plano 14/17
	Proyecto de Grado	Pieza I	Esc. 1:4
Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.	

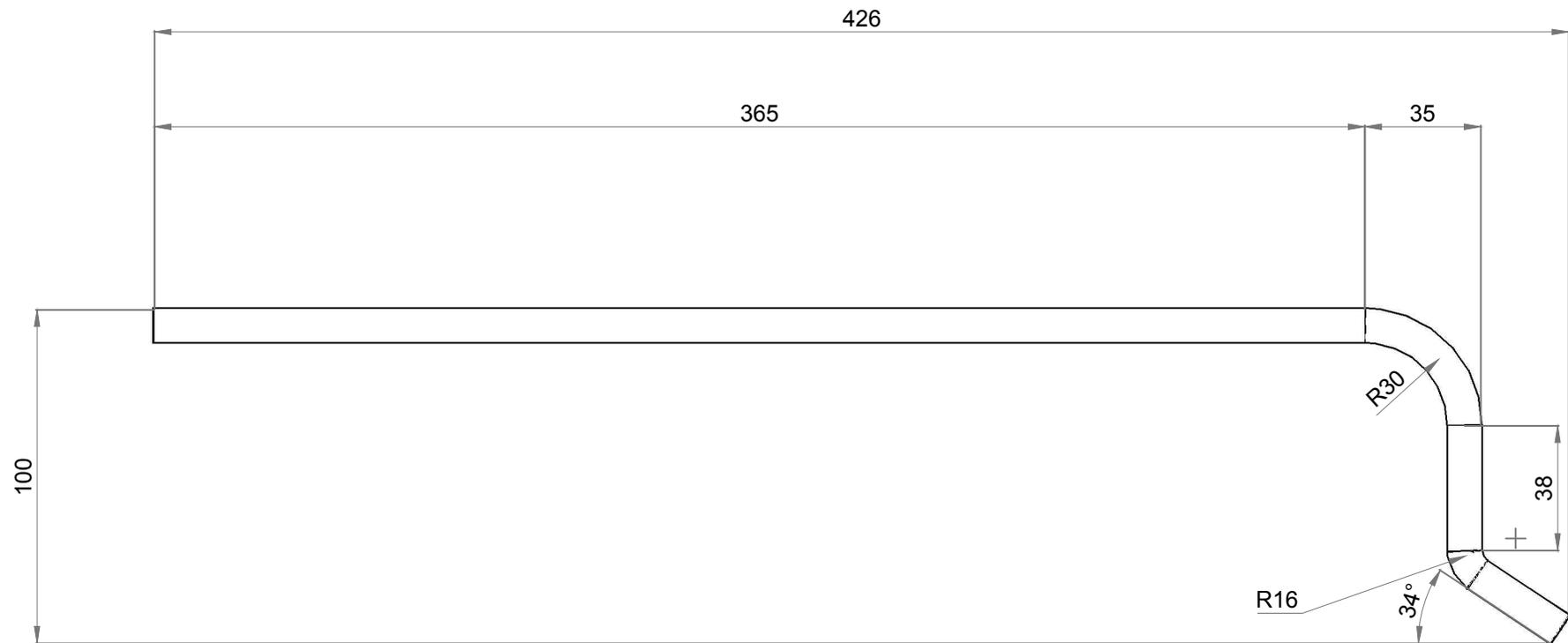
Vista General Pieza J



Vista Frontal

	Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
	URL Diseño Industrial	Vista General	Plano 15/17
	Proyecto de Grado	Pieza J	Esc. 1:6
	Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.

Vista General Pieza K

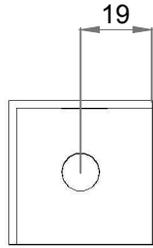


Vista Frontal

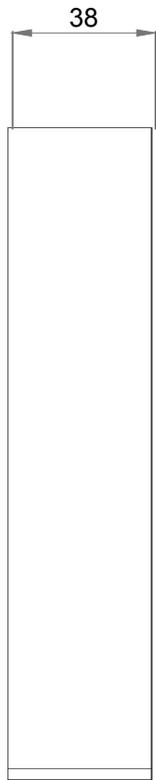
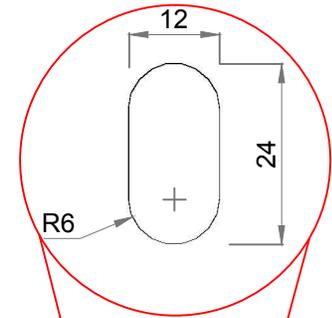


Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.		
URL Diseño Industrial	Vista General	Plano 16/17
Proyecto de Grado	Pieza K	Esc. 1:2
Diseño: Laura Archila	Noviembre 2014	Medida: mm.

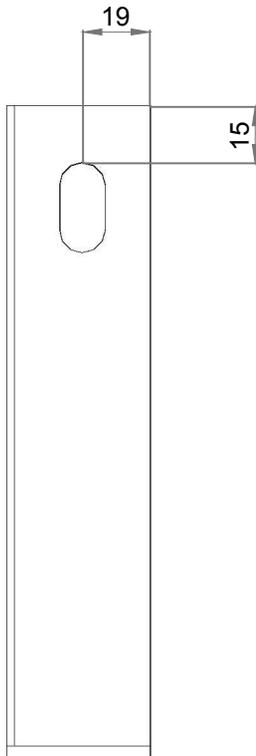
Vista General Pieza L



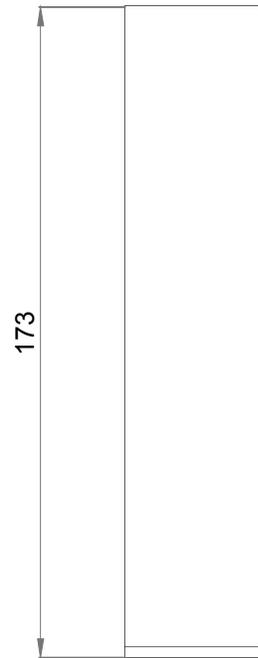
Vista Superior



Vista Lateral Izquierda



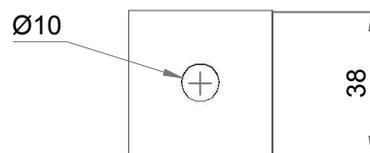
Vista Frontal



Vista Lateral Derecha



Vista Posterior



Vista Inferior



Máquina para fabricación de briquetas de aserrín.			
URL Diseño Industrial Proyecto de Grado Diseño: Laura Archila	Vista General Pieza L		Plano 17/17
			Esc. 1:2
	Noviembre 2014	Medida: mm.	

6. PROCESO PRODUCTIVO

1. Después de la compra de materiales, se inició el proceso cortando por medio de corte plasma las 4 bandejas principales de la máquina. Con este corte también se realizaron los círculos respectivos de cada bandeja.



2. Los sobrantes de los círculos cortados de la bandeja 2 se redujeron para utilizarlos como la base de los moldes de la bandeja 1.



3. Se cortaron tubos proceso. Tubos (moldes) de la bandeja 2 se colocaron en los espacios y se unieron por medio de soldadura. A esta bandeja también se le colocaron bushings (previamente torneados) por medio de soldadura.



4. Se soldaron tubos de estructura a una base temporal (para que estos quedaran alineados), y dentro se colocó la bandeja 2, dejándola fija por medio de soldadura.



5. Base 1 también se colocó adentro de la estructura, y a esta se le fijaron (soldaron) las bases de molde, quedando así alineadas con los moldes ya colocados.



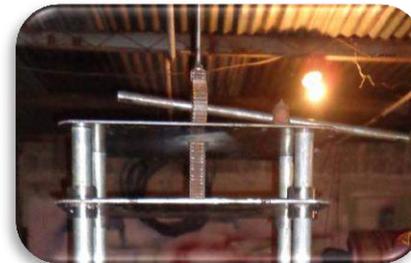
6. A tubos de estructura de les soldaron rieles y a la bandeja 1 se soldaron rodos en V, los cuales permiten que la bandeja 1 sube y baje.



7. Bandeja 3 se le colocaron los respectivos bushings, y la misma se colocó dentro de la estructura.



8. Se soldó bandeja 4 a estructura. A esta bandeja se le realizo un corte rectangular para poder colocar el mecanismo piñón-cremallera.



9. En el corte rectangular realizado en la bandeja 4 se colocó un soporte que le permite a la cremallera subir y bajar sin tambalearse.



10. Se agregaron soportes requeridos a la bandeja 3, para luego unir por medio de soldadura dicha bandeja a la cremallera.



11. Se armó el mecanismo. Esto consistió la colocación de las chumaceras en la bandeja 4, y la colocación del eje giratorio a través de las chumaceras y el piñón.



12. Al tener el mecanismo funcionando, se soldaron los tubos para aplicar presión a la bandeja 3.



13. Se realizó un soporte en la parte inferior de la base 1 y se colocó por medio de soldadura. Este sostiene la base 1 y además brinda estabilidad a la máquina.



14. Se realizaron los soportes de la bandeja 1 por medio de cortes y dobleces. A estos soportes se les agregaron agarradores de manguera. Luego se realizaron agujeros en el tubo de la estructura. En esos agujeros se insertan los soportes.



15. A bandeja 1 se le agregaron refuerzos en la parte inferior y laterales, además de un pequeño borde para evitar derrames de agua.



16. A la bandeja 1 también se le agregaron un par de agarradores de cada lado. A cada agarrador metálico se le agrego un agarrador hecho de manguera.



17. Se cortaron y soldaron 3 manivelas. A estas manivelas se les agrego un tubo de mayor diámetro al centro, y a dicho tubo se le realizaron los agujeros para insertar tornillos. A cada manivela se le coloco su respectivo mango de timón.



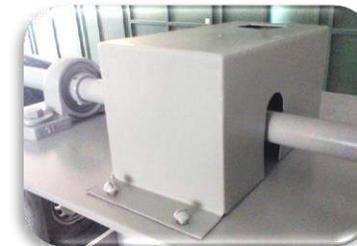
18. A la parte inferior de los tubos de estructura se le colocaron 4 rodos de hule (2 rodos giratorios con freno y 2 de una dirección sin freno). Además, refuerzos en esta área para sostener los rodos y dar estabilidad a la máquina.



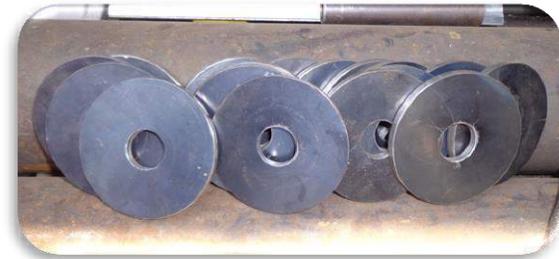
19. Se fabricaron 2 estabilizadores para la parte inferior de la máquina, y así poder colocar esta de manera fija.



20. Se construyó y agrego una pieza protectora a la parte superior de la máquina en donde se encuentra el piñón y la cremallera.



21. Se cortaron por medio de CNC los círculos que funcionan como piezas de presión que se insertan en los moldes.



22. Se le dio un acabado a la máquina con pintura anticorrosiva, por medio de un soplete.



Imágenes proceso productivo máquina briquetadora.
Fuente propia.

7. COSTOS

En las tablas a continuación se presentan los costos de producción de la máquina briquetadora, así como de las briquetas que producirá la máquina.

Los costos se presentan tomando en cuenta el material en cantidad mayorista. Al momento de realizar una producción industrial se podría lograr reducir el costo del producto final.

7.1 COSTO MÁQUINA PARA FABRICACIÓN DE BRIQUETAS

COSTO MATERIALES				
MATERIAL	CANTIDAD/MEDIDA	COSTO	CANTIDAD/MEDIDA UTILIZADA	COSTO
Lámina negra 1/4"	4' x 8'	Q. 1095.00	3' x 6'	Q.615.93
Lámina negra 1/16"	4' x 8'	Q.480.00	43.77'(área)	Q.54.71
Tubo galvanizado liviano 1 1/2"	6 m.	Q. 267.00	6 m.	Q.267.00
Tubo proceso 3"	6 m.	Q. 365.00	90 cm.	Q.54.75
Tubo proceso 2"	6 m.	Q. 222.15	139.5 cm.	Q.51.65
Tubo mecánico 3/4"	6 m.	Q.53.40	90 cm.	Q.8.01
Tubo cuadrado 1"	6 m.	Q.44.80	46 cm.	Q.3.43
Tubo redondo 1 1/2"	6 m.	Q.51.50	48 cm.	Q.4.12
Tubo redondo 1 1/4"	6 m.	Q. 46.50	39.5 cm.	Q.3.06
Hierro redondo liso 1"	6 m.	Q.250.00	65 cm.	Q.27.08
Hierro redondo liso 3/4"	6 m.	Q.132.00	114 cm.	Q.25.08
Hierro redondo liso 3/8"	6 m.	Q.30.60	147 cm.	Q.7.50
Hierro plano 1/2 " x 1/8"	6 m.	Q.18.00	193 cm.	Q.5.79
Angular 1/2" x 3/16"	6 m.	Q.135.00	285 cm.	Q.54.12
Angular 3/4" x 1/8"	6 m.	Q.46.00	144 cm.	Q.11.04
Angular 1" x 1/8"	6 m.	Q.61.40	212.5 cm.	Q.21.74
Manguera 3/4"	1 m.	Q.12.00	46 cm.	Q.5.52
Bushings	1 unidad	Q.93.00	8 unidades	Q.744.00
Rodos en V	1 unidad	Q.6.50	4 unidades	Q.26.00
Piñon-Cremallera	1 unidad	Q.500.00	1 unidad	Q.500.00
Chumaceras 1"	1 unidad	Q.55.00	2 unidades	Q.110.00
Mangos de timón	2 unidades	Q.16.20	3 unidades	Q.24.30
Rodo fijo rueda de hule	1 unidad	Q.27.00	2 unidades	Q.54.00
Rodo direccional con freno	1 unidades	Q.69.00	2 unidades	Q.138.00
Castigador cuadrado 1/4"	1 unidad	Q.0.60	3 unidades	Q.1.80
Tornillo hexagonal 1/2 x 1 1/2	6 unidades	Q.14.99	4 unidades	Q.9.99
Tornillo redondo 1/4"	25 unidades	Q.6.99	4 unidades	Q.1.11
Tornillo Hilting 3/8.	12 unidades	Q.8.99	2 unidades	Q.1.49
Roldana 1/2	20 unidades	Q.9.99	4 unidades	Q.2.00
Pintura anticorrosiva	1/4 de galón	Q.57.00	1/8 de galón	Q.28.05
TOTAL MATERIALES				Q.2,861.27

Tabla 15. Costo material y producción máquina. (Fuente Propia)

COSTO FABRICACIÓN	
Corte plasma	Q.698.00
Construcción/Herrería	Q.2,000.00
Trabajo de diseño/diseñador	Q.1,670.00
TOTAL FABRICACIÓN	Q.4,368.00
COSTO TOTAL MÁQUINA	Q.7,229.27

Tabla 15. Costo material y producción máquina. (Fuente Propia)

7.2 COSTO BRIQUETAS

COSTO DE PRODUCCIÓN BRIQUETAS (1 UNIDAD)				
MATERIAL/PROCESO	CANTIDAD/MEDIDA	COSTO	CANTIDAD/MEDIDA UTILIZADA	COSTO
Papel periódico	1 arroba	Q.5.00	1.3 hojas	1¢
Sueldo trabajadores (2)	1 mes	Q.3,400.00	36 segundos	28¢
Empaque (Plástico transparente autoaherente)	1 rollo 30 cm x 600 m	Q68.00	65 cm (empaque 5 briquetas)	14¢
TOTAL (UNIDAD BRIQUETA)				43¢

Tabla 16. Costo briquetas. (Fuente Propia)

8. VALIDACIÓN

Para comprobar la viabilidad del proyecto, se realizaron pruebas dentro de Carpicerio Lorenzi. En esta prueba se realizó lo siguiente:

- Se transportó la máquina hasta la empresa y se colocó en un lugar adecuado para su uso.
- Se dio una introducción al usuario sobre el proyecto, y luego se le dieron instrucciones sobre cómo utilizar la máquina y realizar las briquetas.
- Se contabilizó cuanto tiempo tomaba realizar un ciclo productivo de briquetas.
- Se contabilizó cuántas briquetas se producían en un margen de tiempo.
- Se realizó una entrevista al usuario sobre el uso e ideas de la máquina.

Luego de realizada esta prueba, se analizó cada requerimiento y parámetro, para comprobar si el producto cumplía cada uno de estos, y así determinar si el proyecto cumple con las expectativas establecidas.

A continuación se presenta un análisis sobre el cumplimiento de cada requerimiento y parámetro. Luego

de esto se encuentran las entrevistas realizadas a los usuarios encargados del proceso de briquetado el día de la prueba.

8.1 EVALUACIÓN CONTRA REQUERIMIENTOS

A. REQUERIMIENTOS MAQUINA BRIQUETADORA

REQUERIMIENTOS DE USO/FUNCIÓN

1. El correcto funcionamiento de la máquina debe de involucrar mínimo a 1 operario, máximo 2 operarios (usuario).

Debido al peso de la bandeja #1 de la máquina, el proceso de briquetado lo debe de ejecutar 2 operarios. Esto permite un proceso más rápido que al ser realizado solamente por 1 persona, ya que se comparten los diferentes pasos que el proceso de briquetado conlleva. Se recomienda que las personas alternen los pasos del proceso para una mejor distribución del trabajo, la cual se puede encontrar dentro del manual de usuario del producto.



Proceso de briquetado.
Imagen propia.

2. La máquina debe de poder transportarse con la ayuda de 3 personas (máximo).

- Las llantas y base de la máquina permiten que esta pueda ser transportada por una persona. Para transportarla con más facilidad, se pueden involucrar 2 personas. Dentro de carpicentro Lorenzi la máquina fue movida por dos personas, ya que la superficie del piso es rocosa.
- En caso de subir la máquina a alguna superficie, por ejemplo la parte trasera de un automóvil tipo pickup, la máquina puede moverse por medio de 3 personas.



Transporte de máquina.
Imagen propia.

3. La máquina debe de tener una capacidad productiva para procesar mínimo 2000 libras de aserrín a la semana.

Después de realizar pruebas de briquetas dentro de la empresa, se determinó que un ciclo productivo de la máquina toma 5 minutos y 30 segundos. Basado en este dato se generó la cantidad de briquetas a producir semanalmente y la cantidad de briquetas por saco de aserrín.

- 1/2 libra de aserrín → 7 briquetas**
- 1 libra de aserrín → 15 briquetas**
- 20 libras de aserrín → 300 briquetas**

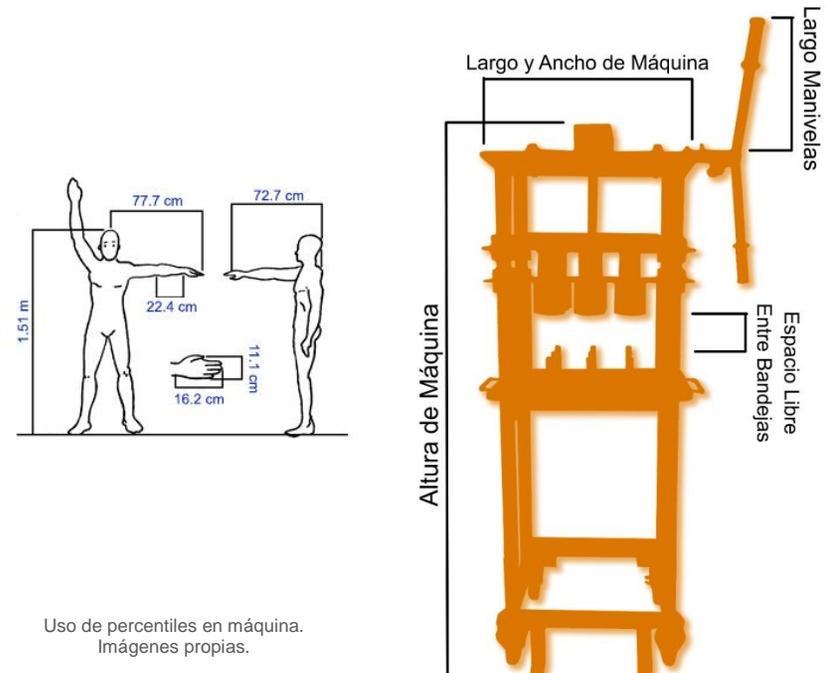
- 5 ½ minutos → 9 briquetas**
- 1 hora → 90 briquetas**
- 1 día (6 horas) → 540 briquetas**
- 1 semana (6 días) → 3,240 briquetas**

Con estas cantidades se concluye que es posible transformar 11 sacos de aserrín semanal, lo que equivale a 220 lbs. de aserrín. Se considera que procesar esta cantidad de aserrín es adecuado para evitar una sobre producción, mientras este se introduce al mercado. Si el producto es aceptado se puede considerar la adquisición de una segunda máquina briquetadora.

REQUERIMIENTOS ERGÓNICOS

1. El uso de esta máquina no debe provocar posturas inadecuadas en el usuario, las cuales puedan provocar lesiones a largo plazo.

Para determinar las medidas de la máquina, se utilizaron medidas antropométricas basadas en el percentil 5, y así fuera adecuada para todos los usuarios de la empresa. Las medidas que se determinaron por medio de estos percentiles son: altura de máquina, largo y ancho de máquina, espacio entre bandejas y largo de manivelas.



2. La máquina puede tener una altura máxima de 1.50 metros por 1.40 metros de ancho/largo.

- La máquina tiene una altura de 1.60 cm de altura x 38.1 cm de ancho x 58.42 cm de largo.
- Dependiendo del automóvil (pickup o camión), la máquina puede colocarse en la parte trasera de forma horizontal. En caso que las dimensiones de la máquina no se adapten a la parte trasera de los automóviles mencionados, esta se puede colocar de forma vertical y amarrarse con cinchos.



Colocación de máquina en pickup.
Imágenes propias.

REQUERIMIENTOS DE PRODUCCIÓN

1. El costo de producción de la máquina no debe de ser mayor a Q.5,000.00.

Como presentado anteriormente, el costo total de producción de la máquina es de Q.7,229.27. Este costo es el total debido a que es un único prototipo. Al momento de una producción industrial el costo disminuiría.

2. Los materiales y piezas utilizados para la fabricación de la máquina deben de ser encontrados en Guatemala, en caso de reposición o reparación de los mismos.

Todos los materiales y piezas de la máquina se pueden encontrar en distribuidoras mayoristas, distribuidoras minoristas (Cemaco y Novex), y ferreterías alrededor del país.

DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

1. En caso que la máquina contenga partes peligrosas, estas deben de estar protegidas.

El mecanismo piñón-cremallera se considera una parte peligrosa de la máquina, debido a que los dientes de este podrían ser peligrosos para el usuario, y provocar un aplastamiento o corte en los dedos en caso de tocarlo en movimiento. Para evitar esto, el mecanismo fue cubierto con una pieza metálica en forma de caja, la cual protege al mecanismo, y también es removible para el mantenimiento del mismo.



Caja de protección mecanismo.
Imágenes propias.

2. En caso de ser necesario, la máquina debe de contar con advertencias de seguridad en las partes/piezas que puedan significar un riesgo de accidente al usuario.

Se colocaron 4 advertencias de seguridad:

1. Advertencia de “Precaución. Cuide Sus Manos” y símbolo de “Riesgo de aplastamiento de mano” en la bandeja 3 de la máquina.



Advertencia de seguridad.
Imagen propia.

2. Advertencia de “Precaución. Cuide Sus Manos” y símbolo de “Riesgo de aplastamiento de mano” en la bandeja 1 de la máquina.



Advertencia de seguridad.
Imagen propia.

3. Cinta con colores de advertencia en cada uno de los mangos de la manivela, y así evitar que estas sean golpeadas por accidente y lastimar al usuario (principalmente en la cabeza).



Advertencia de seguridad.
Imagen propia.

4. Advertencia de “Precaución. Partes Peligrosas” en el área del mecanismo de la máquina.



Advertencia de seguridad.
Imagen propia.

B. REQUERIMIENTOS BRIQUETAS DE PRODUCCIÓN

1. Las briquetas producidas deben de tener un diámetro entre 50 y 80 mm.

Ya que para los moldes de cada briqueta se utilizó tubo proceso de 3 pulgadas, las briquetas fabricadas tienen un diámetro aproximado de 77 mm.



Briquetas finales.
Imagen propia.

2. El alto de la briqueta producida debe de tener entre 20 y 40 mm.

La cantidad de material utilizado para cada briqueta (1 taza), hace que se generen briquetas con un alto de 35 mm.



Briquetas finales.
Imagen propia.

3. Ciclo de fabricación de una briqueta no debe de tomar más de 2 minutos.

Se determinó que un ciclo de producción de briquetado toma 5 minutos y 30 segundos, y en cada ciclo se producen 9 briquetas. Con esto se establece un tiempo de fabricación para una briqueta de 36 segundos, es decir, medio minuto.

4. El costo de producción de cada briqueta no debe de ser mayor a 50¢, para poder obtener una utilidad del 100%, ya que se tiene estimado un precio de venta de Q.1.00 por unidad.

Como presentado en la tabla de costos, el costo de cada briqueta, tomando en cuenta material, ciclo productivo y empaque, es de 43¢.

8.2 ENTREVISTA A USUARIOS

Nombre: Ronny Castellanos (39 años)

Trabajador Carpintero Lorenzi. Encargado de turno área de aserradero.

1. ¿Cuál fue su primera impresión al ver la máquina?
“Para mi pues fue algo nuevo verdad, es algo que no había visto, y pues creo que es una buena de forma de reciclar el aserrín.”
2. ¿Pudo entender de manera fácil como utilizarla?
“Creo que es cuestión de la explicación y ya luego pues fácil se me quedo como poderla utilizar.”
3. ¿Considera que la máquina es fácil de utilizar?
“Es fácil siempre y cuando se cuente con todos los medios necesarios del cuerpo verdad por se necesita de un poquito de fuerza.”
4. ¿Considera que la máquina es cómoda de utilizar?
“Poniéndola en un lugar específico y segura es cómoda.”

5. ¿Cuánto tiempo cree que podría utilizar la máquina antes de necesitar un descanso?

“Digamos que cada hora.”

6. ¿Qué le gusto y que no le gusto al momento de utilizar la máquina?

“Pues me gusto todo jaja. No tengo nada de que quejarme. Creo que todo está muy bien y ahí sí que se pone a la disposición de como poderlo trabajar”

7. ¿Alguna sugerencia o idea con respecto a la máquina?

“Como le dije, tal vez solo asegurarla en un lugar quizás más estable para no tener movimiento a la hora de hacer la fuerza.”

8. ¿Qué piensa usted de las briquetas producidas por la máquina?

“Pues creo que es algo digamos muy bonito. A la larga es muy servicial en el uso de cocina. Creo que es buena idea, y creo que como le vuelvo a

repetir era nuevo para mí, y poder ver cómo se puede trabajar esto de esta manera. Yo creo que se puede usar en vez de leña, creo que es mejor para digamos no estar talando árboles.”

Nombre: Orlando Reyes (31 años)

Trabajador Carpintero Lorenzi.

1. ¿Cuál fue su primera impresión al ver la máquina?

“Pues una gran impresión porque con material que uno nunca se imagina que puede trabajar hay maquinaria para trabajar eso. La verdad una impresión muy buena.”

2. ¿Pudo entender de manera fácil como utilizarla?

“Si, como son pocos pasos. Cuando son pocos pasos fácil se capta, si fueran más pasos tal vez si sería un poquito más complicado.”

3. ¿Considera que la máquina es fácil de utilizar?

“Si si, siempre y cuando sean dos personas al trabajar esa máquina si yo digo que es fácil.”

4. ¿Considera que la máquina es cómoda de utilizar?

“Si, exacto sí. Como le digo si son dos personas si es cómoda.”

5. ¿Cuánto tiempo cree que podría utilizar la máquina antes de necesitar un descanso?

“Por lo menos a unos 40 minutos digo yo.”

6. ¿Qué le gusto y que no le gusto al momento de utilizar la máquina?

“Pues todo. La forma de procedimiento entretenida, y al ver las briquetas ya hechas pues muy bonito.”

7. ¿Alguna sugerencia o idea con respecto a la máquina?

“La única sugerencia es que siempre que se va a trabajar la máquina que sean dos personas y no una por los movimientos de la máquina, sino podría costar un poquito, pero la sugerencia es que siempre sean dos.”

8. ¿Qué piensa usted de las briquetas producidas por la máquina?

“Como le digo muy bonito, se puede utilizar para diferentes cosas para trabajarlo como el fuego o para otros trabajos.”

8.3 CONCLUSIONES VALIDACIÓN

Después de realizadas las pruebas para la validación del proyecto se puede concluir:

- Aunque el correcto funcionamiento de la máquina involucre dos operarios, se optimiza el proceso de briquetado. Los usuarios también consideran que se necesitan dos operarios para el proceso.
- Aunque la máquina es pesada, los rodos permiten un transporte fácil.
- La máquina puede transportarse en la parte trasera de un pickup, y esta puede ser colocada de manera vertical u horizontal.
- Los usuarios se adecuaron bien a la máquina, sus medidas y su uso. Los usuarios se notaban contentos al utilizar el producto. Al terminar las pruebas ellos mismos insistieron en seguir realizando más briquetas, y consideraron también que las briquetas serían buenas para utilizar como un sustituto de la leña.
- Si se desea lograr una producción mayor de briquetas es posible reducir la cantidad de materia

prima utilizada. De esta manera las briquetas tendrían una menor altura.

- Aunque la cantidad de aserrín procesado es más baja de lo esperado, se considera una buena cantidad inicial, ya que estas briquetas serán un producto nuevo en el mercado, por lo que no se recomienda una producción alta sin saber cuál será la respuesta de compra del producto.
- Dentro de las entrevistas se menciona que la máquina podría ser asegurada para que no se mueva. Como presentado en el modelo de solución, la máquina incluye sujetadores para asegurarla al lugar en donde será colocada, pero durante la validación no era posible el realizar agujeros en el suelo para fijarla en las instalaciones.
- Las diferentes advertencias de seguridad ayudan al usuario a ser cuidadoso con las partes de la máquina y evitar accidentes mientras aprenden y familiarizan con el proceso de briquetado.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de realizado el proyecto “Máquina para fabricación de briquetas de aserrín para aserradero Lorenzi” se pudo concluir:

- Las briquetas de aserrín son un producto que al ser introducido de manera correcta al mercado, podrían no solo ser una fuente de ingresos para quien las produzca, sino que también significan un ahorro para los usuarios de la leña, y un beneficio para mejorar la situación actual de la leña en Guatemala.
- Una máquina para fabricación de briquetas es un producto que podría ser de beneficio no solo para industrias madereras como Carpicentro Lorenzi, sino también se puede convertir en una oportunidad de negocio para personas de comunidades quienes utilizan leña.
- Aunque la máquina no procese la cantidad de aserrín establecida en un principio, es una cantidad ideal para iniciar la introducción del producto al mercado. Con el precio de venta de Q.1.00 que se tiene estipulado para cada briqueta,

la inversión realizada en la máquina se podría recuperar dentro de 3 y 4 meses.

- Es esencial que durante el proceso de fabricación de la máquina todas las piezas estén correctamente alineadas y colocadas, ya que un pequeño desperfecto puede causar atrasos en el ciclo productivo. Después de aprender su uso, la máquina es considerada fácil de utilizar, ya que el proceso de briquetado está formado por pocos pasos (7 pasos) a realizar.
- Con esta máquina es posible realizar briquetas con otros tipos de biomásas, como lo puede ser el papel o cascaras de frutas y/o verduras.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Agroindustria: Forestal. (s.f.) Recuperado el miércoles 5 de febrero 2014 de <http://uim.mineco.gob.gt/web/invest-in-guatemala/forestal>
2. Alvarado, A. (s.f.) Tecnología Apropriada y Desarrollo. Recuperado el miércoles 19 de febrero 2014 de http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/huellas/1/Huellas_1_4_TecnologiaApropiadayDesarrollo.pdf
3. Álvarez Maciel, C. (2009). Biocombustibles: Desarrollo Histórico-Tecnológico, Mercados Actuales y Comercio Internacional. Recuperado el viernes 7 de febrero 2014 de <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/pdfs/359/04carlosalvarez.pdf>
4. Ananías, R. (s.f.) Física de la Madera. Recuperado el domingo 9 de febrero 2014 de http://zeus.dci.ubiobio.cl/~ananas/apuntes_fisica_madera.pdf
5. Asfahl, R. & Rieske, D. (2010). Seguridad Industrial y Administración de la Salud. (Sexta edición). México: Editorial Pearson Educación.
6. Ávila, R. & Prado, L. & González, E. (2007). Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamericana. (2da edición). México: Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño.
7. Avilés, CPR (s.f.) Las máquinas. Generalidades. Recuperado el sábado 13 de septiembre 2014 de <http://www.cpraviles.com/materiales/Tecnologias/pdf/aula2/07.MECANISMOS2.pdf>
8. Biblioteca Técnica. Prevención de Riesgos Laborales: Evaluación y Prevención de Riesgos. (2000). España: Grupo Editorial CEAC.
9. Biomass Definition. (s.f.) Recuperado el viernes 7 de febrero 2014 de <http://www.clean-energy-ideas.com/energy/energy-dictionary/biomass-definition>
10. Biomass Energy. (s.f.) Recuperado el viernes 7 de febrero 2014 de

http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/biomass-energy/?ar_a=1

11. Cluster Forestal Crece en Forma Sostenida y Se Prepara Para Más. (s.f.) Recuperado el lunes 10 de febrero 2014 de <http://www.elperiodico.com.gt/es//pais/8846>

12. Combustible Ecológico: Las Briquetas de Biomasa. (2012). Recuperado el martes 10 de diciembre 2013 de <http://prensalibrepueblosoriginarios.blogspot.com/2012/08/combustible-ecologico-las-briquetas-de.html>

13. Compactación. (s.f.) Recuperado el domingo 9 de febrero 2014 de <http://www.monografias.com/trabajos15/compactacion/compactacion.shtml>

14. Confederación Española de Empresarios de la Madera. (s.f.). Guía Sobre la Recuperación de Residuos de Madera. Recuperado el domingo 6 de febrero 2014 de <http://www.confemadera.es/rs/29/d112d6ad-54ec->

[438b-9358-4483f9e98868/967/filename/guia-recuperacion-madera.pdf](http://www.confemadera.es/rs/29/d112d6ad-54ec-438b-9358-4483f9e98868/967/filename/guia-recuperacion-madera.pdf)

15. Cuervo Cantón, A. (s.f.) Compresibilidad. Recuperado el domingo 9 de febrero 2014 de <http://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=11&cad=rja&ved=0CCgQFjAAOAO&url=http%3A%2F%2Fwww.cienciamia.net%2Ffisica%2Fnotasfisica2%2F2.06%2520Compresibilidad.doc&ei=V9v3UqvICoXJsQTnq4LIBg&usq=AFQjCNFYmhUpGFKtrhVkJHV528sskbGWew&sig2=2J3JD2f2vyYwgJZwiypkug&bvm=bv.60983673,d.cWc>

16. Datos del uso de leña en Guatemala y su Valor. (2009). Recuperado el martes 10 de diciembre 2013 de <http://ecorinconesdeguatemala.wordpress.com/2009/02/07/datos-del-uso-de-lena-en-guatemala-y-su-valor-consumo-de-lena-y-carbon-en-centro-america/>

17. Definición de Compresión. (s.f.). Recuperado el domingo 9 de febrero 2014 de <http://definicion.de/compresion/>

18. Dominguez, B. (2007). Ecodiseño y Sustentabilidad. Recuperado el miércoles 19 de febrero 2014 de http://www.investigacionaccion.com.ar/catedragalann/trabajos/b22a8c55631ffe6e3d1d84b737abba53_ecodiseno_y_sustentabilidad.pdf

19. Durán, G. & Kremerman, M. (2007) Informe Industrial Forestal. Recuperado el domingo 2 de febrero, 2014 de <http://www.fundacionsol.cl/wp-content/uploads/2010/09/Cuaderno-4-Industria-Forestal.pdf>

20. García Camús, J. & García Laborda, J. (s.f.). Biocarburantes Líquidos: Biodiésel y Bioetanol. Recuperado el sábado 8 de febrero 2014 de http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt4_biocarburantes_liquidos_biodiesel_y_bioetanol.pdf

21. García, B. (2008). Ecodiseño Nueva Herramienta para la Sustentabilidad. (1era edición). México: Editorial Designio.

22. Gay, A. (s.f.). La Ciencia, La Técnica y la Tecnología. Recuperado el miércoles 19 de

febrero 2014 de <http://www.frrg.utn.edu.ar/apuntes/cmasala/CienciaTecnicaTecnologia%20gay.pdf>

23. Gestión de Ecosistemas y Tecnología Apropriada. (s.f.). Recuperado el miércoles 19 de febrero 2014 de <http://pensarcontemporaneo.files.wordpress.com/2009/09/gestion-de-ecosistemas-y-tecnologia-apropiada.pdf>

24. Hernández, G. (2004). Situación de la Industria Forestal en Guatemala: Aspectos Técnicos, Legales y Económicos. Recuperado el viernes 7 de febrero 2014 de <http://www.url.edu.gt/PortalURL/Archivos/83/Archivos/Departamento%20de%20Investigaciones%20y%20publicaciones/Articulos%20Doctrinarios/Agr%C3%ADcolas/Industria%20forestal%20en%20Guatemala.pdf>

25. I.E.S Villalba Hervás (s.f.) Materiales de uso técnico. Recuperado el sábado 13 de septiembre 2014 de

- https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/01/materiales_metales.pdf
26. Instituto de Educación Secundaria Sefarad (s.f.) Unidad 3.- Mecanismos. Recuperado el sábado 13 de septiembre 2014 de http://www.tecnosefarad.com/wp-content/archivos/eso_3/unid_didacticas/ud_03_mecanismos.pdf
27. Instituto Nacional de Bosques & Consejo Nacional de Áreas Protegidas & Universidad del Valle de Guatemala & Universidad Rafael Landívar. (2012). Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2012 y Dinámica de la Cobertura Forestal 2006-2012. Recuperado el miércoles 5 de febrero 2014 de <http://www.marn.gob.gt/documentos/novedades/cobertura.pdf>
28. Instituto Nacional de Bosques & Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). Oferta y Demanda de Leña en la República de Guatemala. Recuperado el martes 4 de febrero 2014 de http://www.sifgua.org.gt/Documentos/Informes/Demanda_y_Oferta_de_Le%C3%B1a%20WISDOM%20Guatemala.pdf
29. Instituto Nacional de Bosques & Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). Primer Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Genéticos Forestales en Guatemala. Recuperado el martes 14 de febrero 2014 de <http://www.sifgua.org.gt/Documentos/Informes/informe%20Recursos%20gen%C3%A9ticos%20forestales%20GT%202012.pdf>
30. Ken Lou Castillo. (s.f). Recuperado el martes 10 de diciembre 2013 de <http://guatemaltecosilustres.com/empresarial/ken-lou-castillo/>
31. Larios, R. (4 de Noviembre 2013). Mujeres Transforman Rastrojo en Ecoléña. Prensa Libre. Economía.

32. Las Pinturas Anticorrosivas, Protección Contra el Oxido (s.f.) Recuperado el sábado 13 de septiembre 2014 de <http://www.mundoarquitectura.org/las-pinturas-anticorrosivas-proteccion-contra-el-oxido/>
33. Lorenzi, C. (2012). Grupo Lorenzi. Proyecto de Graduación Maestría en Diseño Estratégico e Innovación. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
34. Madera Generalidades. (s.f.). Recuperado el domingo 9 de febrero 2014 de http://www.infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_2_Maderageneral.pdf
35. Maldonado, J. (27 de Agosto 2013). País Sigue Siendo el Mayor Consumidor de Leña en la Región. Siglo 21.
36. Mangueras (s.f.) Recuperado el sábado 13 de septiembre 2014 de <http://www.gufero.com/eshop-kategorie-hadice.html?lang=7>
37. Máquinas (2005). Recuperado el sábado 13 de septiembre 2014 de http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/maquinas/maq_maquinas.htm
38. McCormick, E. (1980). Ergonomía. España: Editorial Gustavo Gil.
39. Mechanical Briquetting Presses. (s.f) Recuperado el martes 10 de diciembre 2013 de http://www.dipiu.com/brik_uk.html
40. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación & Plan de Acción Forestal para Guatemala & Instituto Nacional de Bosques & Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (s.f). Política Forestal de Guatemala. Recuperado el domingo 2 de febrero 2014, de http://www.segeplan.gob.gt/downloads/clearinghouse/politicas_publicas/Recursos%20Naturales/Politica%20Forestal%20de%20Guatemala.pdf
41. Nutsch, W. (2000). Tecnología de la Madera y del Mueble. (Edición en español). España: Editorial Reverté.
42. Nutsch, W. (2000). Tecnología de la Madera y del Mueble. (Edición en español). España: Editorial Reverté.

43. Oliva Hurtarte, E. & Sales Hernández, E. & Bustos García, E. (2006). Programa Forestal Nacional de Guatemala - Agentas de Integración Procedentes de Diversas Regiones Forestales del País. Recuperado el martes 4 de febrero 2014 de <http://www.fao.org/docrep/009/a0970s/a0970s08.htm>
44. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. (1991). Conservación de Energía en las Industrias Mecánicas Forestales. Capítulo 6. Recuperado el lunes 9 de diciembre 2013 de <http://www.fao.org/docrep/t0269s/t0269S10.htm>
45. Ortiz Torres, L. (s.f.) Producción de biocombustibles sólidos de alta densidad en España. Recuperado el lunes 9 de diciembre 2013 de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2718831.pdf>
46. Ortiz, L. & Tejada, A. & Vásquez, A. (s.f.) Aprovechamiento de la Biomasa Forestal Producida por la Cadena Monte-Industria. Recuperado el lunes 9 de diciembre 2013 de <http://www.cismadeira.es/Galego/downloads/biomasa3.pdf>
47. Panero, J. & Martin, Z. (2008). Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. (1era edición, 12ava tirada). España: Editorial Gustavo Gil.
48. Pantuhan, Guimo. (s.f). Ten Major Advantages of Briquettes. Recuperado el lunes 9 de febrero 2013 de <http://energyscience.knoji.com/ten-major-advantages-of-briquettes/>
49. Pero...¿Que se hace en Tecnología?: Mecanismos. (s.f.) Recuperado el sábado 13 de septiembre 2014 de <http://tecnologiadeeso2.blogspot.com/p/mecanismos.htm>
50. Propuesta de la Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013-2024. (s.f) Recuperado el martes 10 de diciembre 2013 de <http://www.sifgua.org.gt/Documentos/Informes/Estrategia%20lena%20140812.pdf>

51. Ramírez, C. (1993). Manual de Seguridad Industrial, Tomo 2. México: Editorial Limusa.
52. Sawdust Briquettes. (s.f). Recuperado el lunes 9 de diciembre 2013 de <http://www.rompelet.ro/en/sawdust-briquettes-offer>
53. Sawdust Briquetting Machine. (s.f). Recuperado el martes 10 de diciembre 2013 de <http://www.briquette-machine.com/sawdust-briquetting-machine.html>
54. Serway, R. & Faughn, J. (2005). Física. (Sexta edición). México: Editorial Thomson.
55. Slot Knudsen, M. (s.f). BPH Series. Recuperado el martes 10 de diciembre 2013 de <http://www.cfnielsen.com/producten/13-1-17>
56. Slot Knudsen, M. (s.f). Mechanical Presses. Recuperado el martes 10 de diciembre 2013 de <http://www.cfnielsen.com/productgroupen/16-1-16>
57. Tecnologías Apropriadas Para El Desarrollo Rural Sustentable. (s.f). Recuperado el miércoles 19 de febrero 2014 de <http://culturadepaz.org.mx/sitio/wp-content/uploads/2013/01/10.1ManualMejoramientoViviendaTila.pdf>
58. Tema 0. El Acero en la Construcción (s.f.) Recuperado el sábado 13 de septiembre 2014 de http://caminos.udc.es/info/asignaturas/406/contenido_publico/recursos/tema00.pdf
59. Types of Biofuels. (s.f.). Recuperado el sábado 8 de febrero de 2014 de <http://biofuel.org.uk/types-of-biofuel.html>
60. Unidad de Relaciones Públicas, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala. (2012). La Adecuada Cobertura Forestal Beneficia a la Población. Recuperado el jueves 6 de febrero 2014 de <http://marnguatemala.blogspot.com/2012/05/la-adecuada-cobertura-forestal.html>
61. Universidad de Alcalá (s.f.) Materiales de Construcción, Curso 2007-2008. Recuperado el sábado 13 de septiembre 2014 de https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/P-G-MA-ASIG/PG-ASIG-

33157/TAB42351/Tema%2012%20%28Metales%
29%20Materiales%20EUAT.pdf

62. Velez, R. (s.f.) Fabricación de Briquetas.
Recuperado el lunes 9 de diciembre 2013 de
http://www.infomadera.net/uploads/articulos/archivo_89_16075.pdf

63. Villalba, Hervás. (s.f.). Materiales de uso técnico:
La Madera. Recuperado el jueves 6 de febrero
2014 de
http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2013/02/materiales_madera.pdf

64. What is Biomass? (s.f.). Recuperado el sábado 8
de febrero 2014 de
http://www.biomassenergycentre.org.uk/portal/page?_pageid=76,15049&_dad=portal&_schema=PORTAL