



# Máquina Peletizadora

## de Alfalfa

### Etapas 1

### Selección del tema

#### Autores:

Cretella Facundo

Rodriguez Mateo

Escobar Santiago

Di Vanni Guido

#### Docentes:

Ing. Maidana Fernando

Ing. Basualdo Julio

INDEX DE REVISIONES	FECHA	SECCIÓN/PÁGINA	FIRMA
A	30/03/2023	Presentación inicial	
B	13/04/2023	Revisión general y formato	
C	20/04/2023	Detalles y definición del tema	
D	15/05/2024	Revisión final	



## Índice

1. Resumen	3
2. Introducción	3
3. Selección del tema	4
3.1. Máquina peletizadora de alfalfa	4
3.2. Sistema de soldadura automática	5
3.3. Banco de prueba de válvulas	6
4. Matriz de decisión	7
4.1. Resultados	8
4.2. Conclusión	9
5. Tiempos de proyecto	9
5.1. Etapa 1: Selección del tema	9
5.2. Etapa 2: Especificación para el diseño del proyecto	10
5.3. Etapa 3: Diseño conceptual. Ingeniería básica	10
5.4. Etapa 4: Diseño detallado. Ingeniería detallada	11
5.5. Etapa 5: Fabricación y Comercialización	11
6. Máquina Peletizadora	11
6.1. Estudio de mercado	11
6.1.1. Análisis de la Máquina	12
6.1.2. Análisis de la Competencia	13
6.2. Definición del problema	14
6.3. Solución	15
6.4. Innovación	16
6.5. Volumen de producción	16
6.6. Factibilidad técnica y económica	17
6.7. Impacto social	17
7. Evaluación económica	18
8. Anexo	18



## 1. Resumen

**Proyecto** **Máquina Peletizadora de Alfalfa**

**Concepto**

**Proceso de extrusión** ejercido por un elemento rotante (rodillo prensante), contenido dentro de un elemento cilíndrico (trefiladora de compresión), que comprime el material y determina la salida a través de matrices perforadas que determinan su geometría.

**Público objetivo**

Pequeños y medianos productores ganaderos (tanto de carne como de leche).

**Volumen de producción**

600 kg/h

**Evaluación económica**

\$20.000,00 - \$25.000,00 USD

**Problemática**

La **producción alfalfa se ve limitada por desafíos logísticos** por su baja relación de peso por unidad de volumen y como consecuencia se ve condicionado el mercado de alimento para ganado.

**Solución**

Producción de pellets de alfalfa por medio de una máquina de peletizado competitiva para el mercado interno, incluyendo innovación y optimización del diseño y confiabilidad del equipo.

## 2. Introducción

Para llevar a cabo la fase inicial del proyecto que implica la selección del tema a desarrollar se emplea una matriz de decisión para la evaluación de tres opciones previamente identificadas por los miembros del equipo.

Una matriz de decisión es una herramienta de evaluación utilizada para tomar decisiones informadas y objetivas en situaciones en las que se deben considerar múltiples factores. La importancia de la matriz de decisión radica en su capacidad para ayudar a los equipos de trabajo y los tomadores de decisiones a comprender las opciones disponibles, evaluarlas de manera sistemática y objetiva, y seleccionar la mejor opción.



### 3. Selección del tema

Los temas desarrollados serán:

**3.1. Máquina peletizadora de alfalfa:** se trata esencialmente de un proceso de extrusión ejercido por un elemento rotante (rodillo prensante), contenido dentro de un elemento cilíndrico (trefiladora de compresión), que comprime el material y determina la salida a través de matrices perforadas que se encuentran a lo largo de las paredes de la trefiladora y determinan su geometría.

Tiene por *objetivo* promover el trabajo de los pequeños y medianos productores de la ganadería bovina (carne/leche) y equina permitiendo el desarrollo regional al incorporar conceptos tecnológicos para una optimización de sus recursos.

Fomenta que cada establecimiento pueda generar su propio alimento y brinda una solución al problema logístico de distribución de la alfalfa en nuestro país.



Figura 1 Máquinas peletizadoras verticales (arriba) y horizontales (abajo).



**3.2. Sistema de soldadura automática:** está compuesto por una serie de componentes, cremallera y soporte del sistema, fuente de alimentación, un alimentador de alambre, una pistola de soldadura, un sistema de control de temperatura, un sistema de control de velocidad y un sistema de control de flujo. Tiene por objetivo la aplicación de recubrimiento antidesgaste para proteger y aumentar la vida útil de componentes y piezas mecánicas que están sujetos a desgaste y corrosión por medio de una capa de soldadura.



Figura 2. Sistema de Soldadura Automática de aplicación antidesgaste a tornillo sin fin.



Figura 3. Sistema de Soldadura Automática de aplicación antidesgaste a superficies planas.



**3.3. Banco de prueba de válvulas:** es un equipo utilizado en la industria para probar y verificar el correcto funcionamiento de las válvulas utilizadas en diferentes sistemas, como los sistemas hidráulicos, neumáticos y de refrigeración. Está diseñado para simular las condiciones de funcionamiento a las que se someten las válvulas en su aplicación real.

El banco de prueba de válvulas se compone de una serie de componentes, como bombas hidráulicas, motores, cilindros hidráulicos, acumuladores de presión y manómetros, entre otros. Cabe destacar que el objetivo principal sería abaratar los costos de lo mencionado anteriormente y volverlo más accesible.

Para probar las válvulas, se instalan en el banco y se someten a diferentes pruebas de funcionamiento, incluyendo pruebas de presión, flujo, estanqueidad, respuesta y funcionamiento bajo diferentes condiciones de carga y temperatura. Es capaz de medir y registrar los resultados de las pruebas en tiempo real, lo que permite evaluar el rendimiento y la eficacia de las válvulas. Además, este equipo puede ser utilizado para calibrar y ajustar las válvulas, lo que contribuye a mejorar su desempeño y prolongar su vida útil.



Figura 4. Banco de prueba de válvulas, marca Ventil (izquierda) y Kalmia (derecha).



#### 4. Matriz de decisión

Las variables evaluadas en la matriz de decisión son:

1. Viabilidad técnica: ¿El proyecto es viable desde el punto de vista técnico? ¿Requiere de habilidades específicas y/o tecnologías que puedan ser difíciles de obtener?
2. Viabilidad económica: ¿El proyecto es económicamente viable? ¿Cuál es el potencial de ingresos o beneficios a largo plazo?
3. Impacto ambiental: ¿El proyecto tendrá algún impacto negativo en el medio ambiente? ¿Se ha evaluado y mitigado el riesgo de impacto ambiental?
4. Impacto social: ¿El proyecto tiene algún impacto positivo en la comunidad o sociedad en general? ¿Se ha evaluado el impacto social del proyecto y se ha incluido en la planificación?
5. Complejidad: ¿El proyecto es demasiado complejo? ¿Requiere conocimientos específicos que puedan ser difíciles de obtener? ¿Es accesible?
6. Calidad del producto final: ¿Qué calidad se espera del producto final? ¿Está alineada con las expectativas del cliente o usuario final?
7. Plazos de entrega: ¿El proyecto se puede completar dentro de un plazo razonable?
8. Incumbencias de la carrera: ¿El proyecto aplica competencias adquiridas en las materias cursadas en la carrera? ¿Cuántas?
9. Innovación: ¿El proyecto es innovador o presenta alguna tecnología nueva o mejorada? ¿Está alineado con las tendencias actuales del mercado?
10. Relevancia: ¿El proyecto es relevante para la industria o el mercado en el que se desarrolla? ¿Es una solución necesaria y/o demandada?



En este caso cada ítem tiene una valoración del 1 al 3 de acuerdo a la importancia:

	Bueno (3)
	Regular (2)
	Malo (1)

Aun así, los criterios más fuertes a tener en consideración son:

- ✓ Viabilidad técnica.
- ✓ Complejidad.
- ✓ Plazos de entrega.
- ✓ Incumbencias de la carrera.
- ✓ Relevancia.

Y además cada criterio es evaluado del 1 al 5 del cumplimiento porcentual del 0 a 100%;

1	Cumple criterios del 0 a 20%
2	Cumple criterios del 20 a 40%
3	Cumple criterios del 40 a 60%
4	Cumple criterios del 60 a 80%
5	Cumple criterios del 80 a 100%

En principio se realiza una puntuación total y luego una ponderada de acuerdo a la importancia del criterio analizado.

#### 4.1. Resultados

Los criterios de selección son evaluados en la matriz de decisión (ver Anexo).

El proyecto de la *Máquina peletizadora* presenta el mejor desempeño en comparación con los otros dos proyectos en todos los criterios de alta importancia, tales como la viabilidad técnica, los plazos de entrega y las incumbencias de la carrera.



Por otro lado, los proyectos del *Sistema de soldadura automática* y el de *Banco de válvulas* carecen de impacto ambiental y social, además de una poca/baja viabilidad económica y técnica.

La calidad del producto final se considera similar en los tres proyectos, pero se concibe más difícil de alcanzar en aquellos que tuvieron peores resultados en viabilidad técnica y complejidad.

La puntuación total y la ponderada se muestran a continuación e indican una superioridad en puntaje del proyecto de la *Máquina peletizadora* para los criterios analizados con sus respectivas importancias, seguido de los otros dos proyectos con puntaje similar.

	Máquina peletizadora	S. soldadura auto	Banco de válvulas
Puntuación total	39	25	24
Puntuación total ponderada	99	62	62

#### 4.2. Conclusión

Visto los resultados obtenidos en la matriz de decisión se concluye el que el tema seleccionado es la *Máquina peletizadora de alfalfa*.

### 5. Tiempos de proyecto

Para estimar el tiempo de ejecución de este proyecto se divide en 5 etapas las cuales son:

#### 5.1. Etapa 1: Selección del tema

- Determinación de la necesidad o demanda a cubrir con el proyecto.
- Origen de los proyectos.
- Estudio de mercado.
- Búsqueda de información de temas a desarrollar.
- Consultas con usuarios.
- Análisis de la competencia.
- Patentes.



- Evaluaciones de las distintas alternativas.
- Selección del tema.
- Planificación de los tiempos de desarrollo del proyecto.

Se proyecta que la duración de esta etapa sea de 2 semanas.

### **5.2. Etapa 2: Especificación para el diseño del proyecto**

- Desarrollo de la especificación de Diseño del Proyecto.
- Fuentes de información: Relevamientos en campo, en redes, de fabricantes, de vendedores.
- Fichas técnicas de productos similares.
- Informes de comparaciones entre productos.
- Contenido de la especificación: Datos de operación. Tamaños y Volúmenes. Restricciones del mercado. Medio ambiente. ODS. Seguridad e Higiene. Calidad. Pruebas y ensayos. Operación. Mantenimiento. Consideraciones legales. Disposición final. Tiempos del proyecto.

Se proyectan 2 semanas de trabajo para completar esta etapa.

### **5.3. Etapa 3: Diseño conceptual. Ingeniería básica**

- Desarrollo del diseño conceptual.
- Respuesta a la Especificación de Diseño.
- Desarrollo de alternativas.
- Generación de ideas-conceptos.
- Presentaciones de conceptos.
- Proceso de selección de las alternativas.
- Criterios de selección.
- Definición del producto a desarrollar.
- Ingeniería Básica. Memorias de cálculo.

Se prevé una duración de tres meses para esta etapa.



#### 5.4. Etapa 4: Diseño detallado. Ingeniería detallada

- Desarrollo de la Ingeniería detallada del producto definido en la etapa anterior.
- Memorias. Verificaciones. Desarrollo de detalles.
- Procesos de fabricación.
- Planos: conjunto, subconjuntos, montajes y detalles.
- Especificaciones de compras. Búsqueda de proveedores.

Se prevé que la ultimación de detalles llevará 2 meses.

#### 5.5. Etapa 5: Fabricación y Comercialización

- Selección de los procesos de fabricación. Tecnologías disponibles.
- Planificación producción. Servicios necesarios. Instalaciones necesarias para el proyecto.
- Precio venta.
- Comparación valores utilizados proceso selección proyecto.

La etapa final del proyecto se proyecta una duración un mes.

### 6. Máquina Peletizadora

#### 6.1. Estudio de mercado

Una vez tomada la decisión de avanzar con el proyecto seleccionado, se lleva a cabo una exhaustiva **investigación del mercado** para comprender el panorama competitivo.

Esto implica analizar detenidamente a los competidores existentes vía internet y contacto con fabricantes, evaluando principalmente el producto según el tipo de pellet, modo de funcionamiento, volumen de producción objetivo, y su diseño.

Además, como complemento a esta investigación, se lanza una **encuesta** dirigida tanto a **potenciales clientes** como a **productores**, con el fin de obtener una comprensión más profunda de sus necesidades, problemas y experiencias con respecto a la producción y el procesamiento de alfalfa.



## Proyecto final - Máquina Peletizadora de Alfalfa/Granos - UTN Delta

Figura 5. Portada de la encuesta.

En ella se consulta, por ejemplo:

1. ¿Utiliza alimentos balanceados como parte la dieta habitual del rodeo? ¿Y forrajes de Alfalfa?
2. ¿Qué cantidad de alimento balanceado consume su rodeo por día? ¿Y de rollos o fardos?
3. ¿Considero, si no lo hace, elaborar su propio alimento balanceado?
4. ¿Cuántas Has de tierra tiene destinados para cultivar alfalfa/maíz/soja/ trigo?
5. ¿Ve viable la elaboración de una maquina peletizadora a bajo costo para que esté al alcance de los pequeños y medianos productores?

Respondieron activamente varios productores y el destacado CEPT San Andrés de Giles.

Estos datos nos proporcionan información valiosa para afinar nuestro enfoque y asegurar que nuestra máquina peletizadora satisfaga verdaderamente las demandas del mercado.

### 6.1.1. Análisis de la Máquina

Si hablamos de tipos de máquinas peletizadoras, se pueden diferenciar de varias formas. Una primera distinción se basa en el tipo de producto que compone al pellet que forma la máquina, que puede ser madera, materia orgánica, plástico, entre otros.



En las peletizadoras de biomasa, se distinguen varios tipos de funcionamiento, entre las que se encuentran las de disco, las de secado por spray, la de matriz plana fija y rodillo giratorio, y la de matriz giratoria y rodillo fijo.

Finalmente puede distinguirse una máquina de otra en función del volumen de producción, que va desde domésticas de uso familiar, a industriales de alto volumen de producción.

### **6.1.2. Análisis de la Competencia**

El mercado de las máquinas peletizadoras en Argentina ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. En general son utilizadas para la fabricación de biomasa o alimento balanceado.

En cuanto a la fabricación de pellets de alfalfa específicamente la oferta es baja siendo que es demandada por tambos y aras que necesitan reducir los desperdicios y además tener la posibilidad de distribuir y almacenar de forma más eficiente.

Entre los principales fabricantes de máquinas peletizadoras del mercado se encuentran las siguientes empresas:

- CPM: es una empresa estadounidense líder en la producción de equipos de procesamiento de alimentos para animales, biocombustibles, alimentos y otros productos relacionados con la biomasa.
- ANDRITZ: es un fabricante austriaco de maquinaria y equipos para la producción de biomasa, incluyendo peletizadoras.
- BÜHLER: empresa suiza que produce una amplia variedad de maquinaria para la industria alimentaria, incluyendo máquinas peletizadoras para la producción de alimentos para animales.
- MUYANG: es una empresa china de producción de maquinaria para la industria alimentaria y de procesamiento de biomasa, incluyendo peletizadoras y equipos relacionados.



- SALMATEC: compañía alemana especializada en la producción de equipos de procesamiento de biomasa, incluyendo peletizadoras, secadores y sistemas de alimentación.

A nivel nacional, algunas de las empresas que fabrican este producto entre otros de producción de biomasa son las mencionadas a continuación:

- MEELKO ARGENTINA: peletizadoras, para pellet, micro pellet de balanceados, núcleos vitamínicos, biomasa uso en combustibles y cama sanitaria de mascotas son solo algunos de los productos que fabrica esta empresa nacional.
- GIULIANI HERMANOS: empresa radicada en Santa Fe que fabrica gran variedad de maquinaria para uso agrícola, entre los que se encuentran variedad de peletizadoras para biomasa.

Evaluando el precio de las máquinas peletizadoras en el mercado semejantes en términos de potencia y volumen de producción dirigido a pequeña/mediana industria, resulta:

Fabricante	Precio estimado en USD
Nacional	\$ 15.000,00
Internacional	\$ 30.000,00

Figura 6. Tabla de precios de la competencia.

En base a investigaciones y técnicas de ingeniería inversa, es posible lograr un diseño inicial para posteriormente mejorarlo y ofrecer soluciones más eficientes y rentables a los clientes.

## 6.2. Definición del problema

En base los resultados de la investigación del mercado, se define el problema principal a abordar que consiste en que:

- La rentabilidad económica de la siembra de alfalfa para su comercialización se ve afectada por **desafíos logísticos** ya que su transporte y almacenamiento en fardos resulta inviable en términos de costos en relación al peso por unidad de volumen.



Por consecuencia:

- Su producción se limita a áreas cercanas a los mercados de consumo, además de cumplir con la necesidad de un suelo rico en nutrientes.
- En el mercado regional, la **disponibilidad** de pellets de alfalfa es **escasa** debida a la falta de desarrollo en la producción a nivel nacional, a pesar de que Argentina es uno de los principales productores mundiales de alfalfa después de Estados Unidos.

Además:

- La alfalfa almacenada de **forma tradicional** (rotoenfardado) **genera desperdicios** y como se dispone a cielo abierto **se degrada apresuradamente por la humedad y/o lluvias**.
- La escasez de tecnología nacional para la industrialización de la alfalfa es evidente, ya que este tema no ha sido ampliamente explorado en el país, a diferencia de otros países extranjeros. Esto resulta en costos elevados para acceder a dicha tecnología.

### 6.3. Solución

La máquina planteada es competitiva para el poder adquisitivo de los potenciales clientes y permite generar alimento en forma de **pellet que posee mayor peso por unidad de volumen respecto a otros métodos de procesamiento y así asegurar el almacenaje eficiente en silos, embolsado, ahorro en transporte, etc. y como consecuencia resolver el desafío logístico al que se enfrenta el producto actualmente.**

Tanto la posibilidad de almacenar los pellets en silos o galpones como su compresión que disminuye su porcentaje de humedad **permite conservarse útil por más tiempo** que siendo almacenada de forma tradicional. También permite **regular el consumo diario por animal** y evitar la producción de *timpanismo (hinchazón del abdomen por gases en los animales)*.

Así como también tiene **la posibilidad de agregar concentrados en la molienda** para producir **alimento balanceado** de calidad, posibilitando que pequeños y medianos productores se autoabastezcan de alimento y puedan generar un redituó económico en función a su distribución.



#### 6.4. Innovación

El proyecto a desarrollar consiste de un conjunto de tolva de alimentación, cámara de aglutinado y descarga de pellets, entrando en el alcance el diseño y cálculo de la fuerza motriz de la máquina.

Asimismo, durante el desarrollo se evalúan **decisiones de diseño que optimicen parámetros de consumo, confiabilidad y durabilidad** sobre los diseños ya existentes.

#### 6.5. Volumen de producción

Se define el volumen de producción objetivo en 600 kg/h.

Para su determinación se utiliza información obtenida de distintos medios, tales como Internet y consultas con productores ganaderos (*encuesta*).

Se obtiene un dato fundamental que refiere a que la **pérdida de alimento** que genera el ganado en la alimentación a través de rollos de alfalfa, la cual ronda en un **30% de cada rollo**. Esta **pérdida sería ínfima si la alimentación se diera a través de pellets**, ya que se evitaría el desperdicio por arranque y contaminación de las fibras y la humedad de los mismos por lluvias y el ambiente.

Otro dato importante es el consumo diario de materia seca por vaca, en función de distintas dietas, se estima el consumo promedio diario de materia seca dispuesta en rollos por día, el cual nos brindaron los productores como “un rollo por día cada 30 vacas”. Llevándolo a cálculos, el peso de un rollo de alfalfa (600 kg) dividido entre 30 vacas nos da 20 kg.

VACAS	KG/DIA	KG/AÑO	CANTIDAD DE ROLLOS /AÑO	COSTO (USD) /DIA	1AÑO	5AÑO	PERDIDA/AÑO	PERDIDA/5AÑOS
10	200	73000	122	\$ 19	\$ 6.759	\$ 33.796	\$ 2.028	\$ 10.139
30	600	219000	365	\$ 56	\$ 20.278	\$ 101.389	\$ 6.083	\$ 30.417
50	1000	365000	608	\$ 93	\$ 33.796	\$ 168.981	\$ 10.139	\$ 50.694
70	1400	511000	852	\$ 130	\$ 47.315	\$ 236.574	\$ 14.194	\$ 70.972
90	1800	657000	1095	\$ 167	\$ 60.833	\$ 304.167	\$ 18.250	\$ 91.250
110	2200	803000	1338	\$ 204	\$ 74.352	\$ 371.759	\$ 22.306	\$ 111.528
130	2600	949000	1582	\$ 241	\$ 87.870	\$ 439.352	\$ 26.361	\$ 131.806
150	3000	1095000	1825	\$ 278	\$ 101.389	\$ 506.944	\$ 30.417	\$ 152.083

Figura 7. Tabla de consumo y perdida de productores a partir de alimentación en rollos de Alfalfa.



De esta tabla se concluye que considerando que **la vida útil de la máquina es de 9600 horas**, en las cuales se producen **5800 toneladas de pellets que rinden para una producción de 150 vacas durante 5 años**. El **valor de pérdida** por seguir utilizando rollos al cabo de **5 años es de \$152.083 USD**, por lo tanto, resulta altamente rentable para los productores.

A partir de esta tabla, se proyecta un volumen de producción para cubrir las necesidades de una amplia gama de productores.

#### **6.6. Factibilidad técnica y económica**

La producción de pellets de Alfalfa representa una alternativa interesante para generar valor agregado a una especie forrajera que es común en nuestro país y que tiene una alta demanda en aquellos países que no pueden producirla.

Iniciativas que busquen solucionar estos problemas en agriculturas de países de características similares (gran volumen de terreno rural, centralización de insumos con áreas rurales aisladas, costos elevados de flete, economías en recesión) han demostrado ser beneficiosas para pequeños y medianos productores, generando un buen recibimiento y una mejora de la calidad de la producción de los mismos, al mismo tiempo de lograr una rentabilidad considerable para empresarios que han llevado a cabo dichos proyectos.

#### **6.7. Impacto social**

La implementación de una máquina peletizadora de alfalfa que permita la producción de alimento balanceado en Argentina podría tener un impacto social significativo, generando empleo, impulsando la cadena productiva local, mejorando la calidad del alimento animal y potencialmente abriendo oportunidades de exportación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la viabilidad y efectividad de estos impactos dependerá de diversos factores, como la disponibilidad de recursos, la demanda del mercado y las políticas y regulaciones aplicables en el país.

En la etapa 2 del proyecto se detallan cada uno de los ítems que el proyecto comprende en cuanto a las ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible).



## 7. Evaluación económica

Con base en un análisis de los resultados del estudio del mercado y la competencia, se establece un rango de precio para la máquina en cuestión de **15.000,00 - 20.000,00 USD**.

## 8. Anexo

Criterio	Importancia	Puntuación total			Puntuación ponderada		
		Máquina Peletizadora	S. Soldadura Auto	Banco de válvulas	Máquina Peletizadora	S. Soldadura Auto	Banco de válvulas
Viabilidad técnica	3	5	3	3	15	9	9
Viabilidad económica	3	5	3	3	15	9	9
Impacto ambiental	1	3	1	1	3	1	1
Impacto social	2	3	1	1	6	2	2
Complejidad	3	5	2	4	15	6	12
Calidad del producto final	2	3	3	3	6	6	6
Plazos de entrega	3	4	2	2	12	6	6
Incumbencias de la carrera	3	5	3	3	15	9	9
Innovación	2	3	4	2	6	8	4
Relevancia	2	3	3	2	6	6	4
TOTAL		39	25	24	99	62	62

Figura 8. Matriz de decisión

Santiago Escobar  
DNI 41311518

Facundo Cretella  
DNI 42676988

Mateo Rodríguez  
DNI 42044816

Guido Di Vanni  
DNI 42626399