

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA



**“TECNOLOGIA MODERNA DE LA ELABORACION DE
ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES”**

Informe por servicios profesionales

Presentado por el Bachiller:

MARTINEZ MAZUELOS ROBERTO GODOFREDO

**Para optar el Título Profesional de
INGENIERO QUÍMICO.**

AREQUIPA - PERU

2018

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos,
Esposa, hijas y nieta
Y demás familiares y amigos,
Que siguen y permanentemente me motivan, para crecer
Como hijo, esposo, padre y persona.

PRESENTACIÓN

Señor Decano de la facultad de Ingeniería de Procesos,
Señor Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Química
De la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

Cumpliendo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Química, y con el objeto de optar el título de Ingeniero Químico, presento a su consideración el presente informe por servicios profesionales, titulado:

“TECNOLOGIA MODERNA DE LA ELABORACION DE ALIMENTO BALANCEADOS PARA ANIMALES”.

Dejo a vuestra evaluación el presente informe que es el resultado, en parte, del conocimiento, análisis, permanente capacitación, y la experiencia adquirida en mi gestión en la empresa ALIMENTOS PROCESADOS S.A. desde al año 1990 hasta el año 2018.

Arequipa Noviembre del 2018

“TECNOLOGIA MODERNA DE LA ELABORACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES”

RESUMEN

La empresa Agro Industrial Alimentos Procesados S.A. fabrica alimento balanceados para animales de todo tipo.

Esta localizado, en la calle Pérez Aranibar s/n, en el distrito de Sachaca provincia de Arequipa, departamento de Arequipa, Perú.

Produce alimento para animales que viven en tierra como aves, vacunos, cerdos, caballos, conejos, avestruces, cuyes, mascotas, como para animales que viven en el agua: truchas, peces amazónicos, paiche, para ambos, en sus diversas etapas de crecimiento desde iniciadores, engorde y finalizador.

El método de producción se inicia mezclando la materia prima, moliéndola, mezclando lo molido, luego pasa a la prensa peletizadora y/o a la extrusora, obteniendo pellets peletizados y pellets extruidos, respectivamente.

La planta tiene una capacidad de procesamiento de 1500 TMPM, en la prensa peletizadora y 150 TMPM en la extrusora. Para aumentar la productividad, bajar costos, satisfacer el aumento de pedidos de los clientes y mejorar en tecnología; la empresa decidió ampliar la planta a 2500 TMPM en la peletizadora y a 250 TMPM en el extrusor. Se compró tecnología China. Participe en la ingeniería del detalle y determinación de la variables de los nuevos equipos en las siguientes operaciones:

Molinos de molienda gruesa y fina.

Mezcladora horizontal cintas helicoidales.

Prensa peletizadora

Palabras claves:

Sachaca, alimento balanceado, animal, molino, mezclado, peletizado

“MODERN TECHNOLOGY PRODUCING BALANCED FOOD FOR ANIMALS”

ABSTRACT

Alimentos Procesados S. A. is an agro industrial company that produces balanced food for any kind of animals.

It is located in Perez Aranibar Street in Sachaca, in Arequipa, Peru.

Alprosa produces food for animals that live on land such as: birds, cattle, pigs, horses, rabbits, ostriches, guinea pigs, and pets. As well, for those that lives in water: trout, amazonian fish, paiche. For both, in its various stages of growth from starters, fattening and finishing.

The production method begins mixing the raw material, grinding it, mixing the ground, going through the pelletizing press or the extruder, obtaining as a result pelletized pellets and extruded pellets.

The plant has a processing capacity of 1500 TMPM in the pellet press and 150 TMPM in the extruder. In order to increase productivity, lower costs, satisfy the increasing customer orders and improve technology; the company decided to expand the plant to 2500 TMPM for the pelletizer and 250 TMPM in the extruder. We purchased Chinese technology. I participated in detailed engineering and determination of variables of new equipment in the following operations:

Coarse and fine grinding mills

Horizontal mixer helical tapes

Pellet press

Key words:

Sachaca, balanced food, animal, mill, mixer, pelletizer

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA

Bachiller: Martinez Mazuelos Roberto Godofredo

SERVICIOS PROFESIONALES:

**“TECNOLOGIA MODERNA DE LA ELABORACION DE ALIMENTOS
BALANCEADOS PARA ANIMALES”**

Mg Marleni Gonzales Iquira

Dr. Omar Gallegos Jara

Dr. David Urquizo Valdivia

TABLA DE CONTENIDO

<i>INTRODUCCION</i>	<i>1</i>
CAPITULO 1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA	3
1.1. Reseña histórica	3
1.2. Política y alcance del sistema de calidad	3
1.3. Ubicación.	4
1.4. Fundamentos organizativos.	9
1.5. Producción, desarrollo, productos.	10
CAPITULO 2. TECNOLOGIA DE FABRICACION.	14
2.1.0. Materia Prima	14
- Principios básicos de diseño de fórmulas.	14
- Nutrientes que aporta cada materia prima.	14
- Necesidades nutricionales para cada especie.	18
- Formulas tipo de cerdos y vacunos.	22
- Aseguramiento de la calidad.	29
2.2.0. Descripción del proceso antes de la ampliación.	30
- Flujograma.	31
- Diagrama de bloques.	32
2.2.1. Recepción de Materia Prima.	33
2.2.2. Molienda.	33
2.2.3. Mezclado insumos.	33
2.2.4. Peletizado.	34

2.2.5. Ensacado.	34
2.3.0. Descripción del proceso después de la ampliación.	34
- Flujo grama.	36
- Diagrama de bloques para peletizado.	37
- Diagrama de bloques para extrusión.	39
2.3.1. Recepción de Ingredientes.	40
2.3.2. Mezclado insumos.	40
2.3.3. Molienda gruesa y fina.	40
2.3.4. Mezclado con micro ingredientes.	40
2.3.5. Peletizado.	41
2.3.6. Adición de grasa.	42
2.3.7. Ensacado, etiquetado, almacén y distribución.	43
Descripción del proceso para la producción de piensos extruidos.	43
Acuícola y mascotas	
2.3.8. Recepción de Ingredientes.	43
2.3.9. Mezclado insumos.	43
2.3.10. Molienda gruesa y fina.	44
2.3.11. Mezclado con micro ingredientes.	44
2.3.12. Extrusión.	44
2.3.13. Secado-Enfriado.	45
2.3.14. Separador de finos.	45
2.3.15. Adición de grasa.	45
2.3.16. Ensacado, etiquetado, almacén y distribución.	45
Ampliación de la información de extrusión.	45
- Tabla utilización de los insertos o dados.	49

- Variables lento hundimiento.	50
- Variables flotantes.	51
- Configuración de tornillos y chaquetas extrusor.	52
- Diferencias entre peletizado y el extrusor.	55
CAPITULO 3. APORTE PERSONAL Y CALCULOS.	56
Participación en la ampliación, optimización y automatización de la planta.	56
3.1. Antecedentes.	56
3.2. Fundamento teórico técnico del diseño de molinos de martillos.	57
3.3. Factores en el diseño molinos de martillos.	60
- Material a moler.	61
- Cribas.	61
- Martillos.	61
- Relación área criba/potencia.	61
- Velocidad periférica.	62
- Relación potencia/martillos.	62
- Distancia entre martillos y cribas.	63
- Sistema asistencia de aire.	63
3.4. Cálculos para escoger el molino.	67
- Base cálculo diseño de molino.	67
- Cálculos: área criba/potencia, velocidad periférica, potencia/martillo, HP/ capacidad, distancia criba al martillo, consumo de energía, aire necesario para moler, área seccional para el plenum.	68
- Equipo relacionado y seguridad.	71
- Características finales de los molinos fino y grueso.	71
- Otros cálculos en proceso: módulo de finura, uniformidad.	72

3.5. Fundamento teórico técnico para el diseño de la mezcladora.	75
3.6. Cálculo para escoger la mezcladora.	79
- Base de cálculo para el diseño de la mezcladora.	79
- Cálculo de la capacidad de la mezcladora.	79
- Cálculos de capacidad / hora.	80
- Dimensiones de la mezcladora.	82
- Análisis Estadísticos de los resultados.	83
- Eficiencia del mezclado.	84
- Densidades del producto mezclado.	85
3.7. Fundamento teórico técnico para el diseño de la peletizadora.	86
3.8. Factores en el diseño de la peletizadora.	88
1. Correlación entre las cualidades de la materia prima.	88
2. Fuerzas de la peletizadora: del rodillo, fuerza radial y fuerza tangencial.	90
OTRAS VARIABLES.	94
- Potencia del motor principal y velocidad del dado.	94
- Relación de compresión: L / d.	94
- Relación de superficie del dado / HP.	94
- Distancia entre la matriz y los rodillos.	95
3. Acondicionamiento de la mezcla.	95
4. Calidad de vapor.	97
- Determinación de la dureza de los pellets PDI.	98
3.9. Variables para el diseño de la peletizadora.	99
- Base de cálculo para el diseño de la peletizadora.	100
- Cálculo de la velocidad tangencial del dado.	101

- Cálculo del factor de trabajo o de compresión.	102
- Consumo de energía eléctrica.	102
- Calculo relación superficie del dado / HP.	103
- Calculo del consumo de vapor.	105
3.10. Ahorro de energía del proyecto de ampliación.	106
3.11. Ahorro de Recursos Humanos del proyecto de ampliación.	107
CONCLUSIONES.	108
RECOMENDACIONES.	109
BIBLIOGRAFIA.	111

ANEXOS.	112
Anexo 1. Tabla de consumo de corriente por motores eléctricos planta peletizado.	113
Anexo 2. Cálculo de energía eléctrica planta peletizado por centros de costos.	114
Anexo 3. Tabla de consumos de corriente por motores eléctricos planta extruidos.	117
Anexo 4. Tabla consumo de energía planta balanceado: ACTUAL.	118
Anexo 5. Tabla consumo de energía planta balanceado: PROYECTADO.	119
Anexo 6. Foto tablero de mandos del brazo robótico.	120
Anexo 7. Foto del brazo robótico.	121
Anexo 8. Foto Tablero mandos de la planta peletizado.	122
Anexo 9. Foto flujo grama Tablero de mandos de la planta peletizado.	123

Relación de tablas

Tabla 1. Formula típica de cerdos.	27
Tabla 2. Formula típica de vacunos.	28
Tabla 3. Pruebas en el extrusor de truchas acabado.	48
Tabla 4. Descripción uso de insertos y platos de alojamiento.	49
Tabla 5. Pruebas en el extrusor de truchas lento hundimiento.	50
Tabla 6. Pruebas en el extrusor de truchas flotante.	51
Tabla 7. Diferencias entre alimentos de acuerdo al proceso.	55
Tabla 8. Resumen de los molido retenido en tamices.	73
Tabla 9. Dimensiones mezcladora horizontal de cintas helicoidales.	82
Tabla 10. Calidades con sus densidades.	85
Tabla 11. Características de la matriz.	100
Tabla 12. Factor de trabajo de la matriz.	102
Tabla 13. Especificaciones técnicas de matrices.	103

Relación de figuras

Figura 1. Plano: infraestructura distribución general	7
Figura 2. Plano: croquis de localización	8
Figura 3. Organigrama	9
Figura 4. Gráfica producción año 2018, hasta Julio	10
Figura 5. Gráfica producción por especies año 2018, hasta Julio	11
Figura 6. Gráfica producción por especies acumulado año 2018, hasta Julio	12
Figura 7. Gráfica producción por años del 2014 a Julio 2018.	13
Figura 8. Diagrama de flujo planta piensos peletizado antes de la ampliación	31
Figura 9. Diagrama bloques producción piensos peletizado antes de la ampliación	32
Figura 10. Diagrama de flujo planta piensos peletizado después de la ampliación	36
Figura 11. Diagrama bloques piensos peletizado después de la ampliación	37
Figura 12. Diagrama bloques piensos peletizado para agua después de la ampliación.	38
Figura 13. Diagrama bloques piensos extruido para agua y mascotas después de la ampliación	39
Figura 14. Vista dos prensas peletizadoras. ALPROSA.	41
Figura 15. Vista del sistema adición de grasa. ALPROSA.	42
Figura 16. Formas y colores de pellets. Insertos.	46
Figura 17. Disposición de tornillos y chaquetas.	52
Figura 19. Tornillo extrusor. ALPROSA.	53

Figura 20. Vista panorámica secador-enfriador del extrusor. ALPROSA.	54
Figura 21. Vista del molino y filtro de mangas. ALPROSA.	58
Figura 22. Vista interna del molino de martillos. ALPROSA.	58
Figura 23. Esquema frontal y lateral del molino de martillos.	59
Figura 24. Esquema caída de lo molido a tolva.	59
Figura 25. Esquema de disposición de martillos y discos.	60
Figura 26. Esquema filtro de mangas.	65
Figura 27. Mezcladora horizontal de cintas helicoidales.	76
Figura 28. Mezcladora horizontal de paletas.	76
Figura 29. Vista externa mezcladora de paletas. ALPROSA.	77
Figura 30. Esquema dimensiones mezclador horizontal.	83
Figura 31. Partes de la prensa peletizadora CPM.	86
Figura 32. Esquema funcionamiento rodillo con la matriz.	87
Figura 33. Ajuste de rodillos.	87
Figura 34. Matriz y rodillos de la prensa peletizadora.	90
Figura 35. Vista panorámica matriz, rodillos y cono de alimentación. ALPROSA.	93
Figura 36. Geometría de los agujeros de la matriz	94
Figura 37. Disposición de las paletas del acondicionador.	96
Figura 38. Colores y diámetros de los pellets.	97
Figura 39. Probador de durabilidad de los pellets.	99
Figura 40. Características de la matriz.	104

Introducción:

El proceso de elaboración de alimentos balanceados para animales tiene una serie de tareas complejas. Una de ellas es el conocimiento de la transformación de diferentes ingredientes con características físicas y químicas tan variadas, unirlos para que garanticen el buen desempeño del alimento. Otra es el conocimiento y disciplina en el proceso de fabricación para asegurar que el alimento sea inocuo y de buena calidad.

También es importante mantener una buena comunicación para el entendimiento de los fundamentos del proceso de fabricación del alimento y esto se logra cuando se utiliza la terminología adecuada y el objetivo a donde llegar, entre todos los trabajadores de la empresa.

La industria de fabricación de alimentos balanceados seguirá evolucionando y creciendo.

El presente informe tiene como finalidades dar a conocer mi experiencia y participación en el sostenimiento, ampliación, desarrollo de la empresa Alimentos Procesados S.A. y dar a conocer a los interesados conocimientos de una planta que elabora buenos alimentos para todo tipo de animales.

Este informe consta de 3 capítulos.

Capítulo 1.

Presento una breve descripción de la empresa, su misión, ubicación, los fundamentos organizativos, organigramas, instalaciones de electricidad, aire, agua y la producción actual.

Capítulo 2.

En este capítulo se describe la tecnología de fabricación antes que se diera la ampliación y después de la ampliación. Se considera la marcha del proceso desde el inicio de la recepción de la materia prima y el procesamiento de esta en molinos, mezclado, peletizado y envasado. Se incluye la planta de extrusión en todas sus operaciones.

Capítulo 3.

El ultimo capitulo se refiere a lo que he aportado y cálculos que he realizado, de lo más resaltante en los sistemas operativos de molino, mezclado y peletizado. He incidido en información y datos técnicos que ayudan para poder diseñar el molino, la mezcladora y la prensa.

Finalmente las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos

CAPITULO 1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

1.1. Reseña histórica

La empresa Alimentos Procesados S.A. está en el rubro agroindustrial y forma parte de la Corporación Cervesur. Es una empresa relativamente joven, fundada en el año 1988 con dos plantas una que produce alimento para humanos y la otra alimento balanceados para animales, para toda especie de animales, aves, cerdos, vacunos, caballos, avestruces, conejos, cuyes, auquénidos, truchas, peces amazónicos, mascotas presentado como alimento peletizado y alimento extruido. Se dispone de varias marcas D-peso, Supervit, Bosko que es alimento para perros, Míster Cat, para gatos y Tomasino, siendo esta última marca líder de ventas a nivel sur peruano. El presente informe Técnico es la de esta planta.

Fabricar alimento balanceados para animales es tan complejo como del alimento para humanos. Aunque el sistema morfológico y digestivo de los animales es más simple que el del ser humano, no quita el cuidado que debe tener al diseñar la fórmula de la ración del alimento que lo realiza el Ingeniero Nutricionista. Recordemos que los humanos se alimentan, en parte, lo que le proporciona los animales como carne, huevos, leche, embutidos entre otros subproductos y que deben garantizar estos alimentos no hacerle daño al que los come.

Se dispone de un sistema HACCP que asegura que el alimento que se fabrica y se le da al animal sea inocuo es decir que no le haga daño y enferme

1.2. Política y alcance del sistema de calidad

“La Gerencia General de ALPROSA ha establecido como Política de Calidad el elaborar a plena satisfacción de nuestros clientes, productos inocuos, con valor

nutricional, de aceptabilidad comprobada, de acuerdo a estándares de calidad y sanidad, y a precios competitivos”. (Normas Empresa Alimentos Procesados S.A. 1990.)

Para el cumplimiento de esta política ALPROSA promueve una continua optimización de sus procesos. La presente política compromete a todas las áreas de la empresa en sus diferentes niveles de organización.

El alcance y campo de aplicación del plan de calidad incluye todos los procesos que se llevan a cabo en la empresa desde la selección de los proveedores hasta la entrega final del producto al cliente, considerando el aspecto de inocuidad

1.3. Ubicación.

La empresa Alimentos Procesados S.A. (**ALPROSA**), se encuentra ubicada en la calle Pérez Aranibar s/n, variante de Uchumayo Km 1.5, distrito de Sachaca, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa en Perú.

ALPROSA posee una extensión de terrenos de 18 148 m² en el cual se lleva a cabo el proceso productivo en una infraestructura de las siguientes dimensiones:

Almacén de Materias Primas e Insumos	:	1844.92 m ²
Silos de almacenaje de Materias Primas	:	308.10 m ²
Planta de Alimentos Balanceados	:	91.75 m ² :
Planta de Alimentos para mascotas	:	381.90 m ²
Almacén de Productos terminados	:	1580.00 m ²
Laboratorio Físicoquímico	:	108.7 m ²
Laboratorio Microbiológico	:	22.7 m ²
Área Total	:	4338.07 m²

FACILIDADES Y SERVICIOS.

Energía Eléctrica.- La planta cuenta con una capacidad instalada de 1 500 KVA generada por dos Transformadores.

Vapor.- La capacidad instalada para la generación de vapor en la planta es del orden de 8 625 lb/hr., la cual es generada por un caldero

Agua Potable.- De acuerdo a la capacidad de Producción y a las operaciones de saneamiento de planta y equipos, así como para satisfacer las demás necesidades, en la actualidad se tiene un consumo mensual de 1 200 metros cúbicos aproximadamente.

Aire comprimido.- El aire comprimido es abastecido por dos compresoras.

Combustible.- La planta utiliza combustible Diesel 2 y R-500 para el desarrollo de sus actividades. La capacidad de almacenamiento en planta de dicho combustible está dado por:

- Tanque para combustible Diesel 2 : 3 300 Gal.
- Tanque para combustible R-500 : 13 330 Gal.

DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS

- Alprosa como parte de su política sanitaria cumple con sus procedimientos de disposición, recolecta, almacenamiento y eliminación de residuos sólidos. Dichos procedimientos garantizan el acopio y disposición de los residuos en el ámbito de las distintas áreas de trabajo.

DISPOSICION DE EFLUENTES

Alprosa por las características de sus procesos productivos no genera efluentes contaminantes al medio.

Alprosa usa para la disposición de sus efluentes naturales la red pública de alcantarillado.

Figura 1. Plano: Infraestructura distribución general

Fuente: Elaborado por el departamento planos de la empresa Alimentos Procesados S.A.-

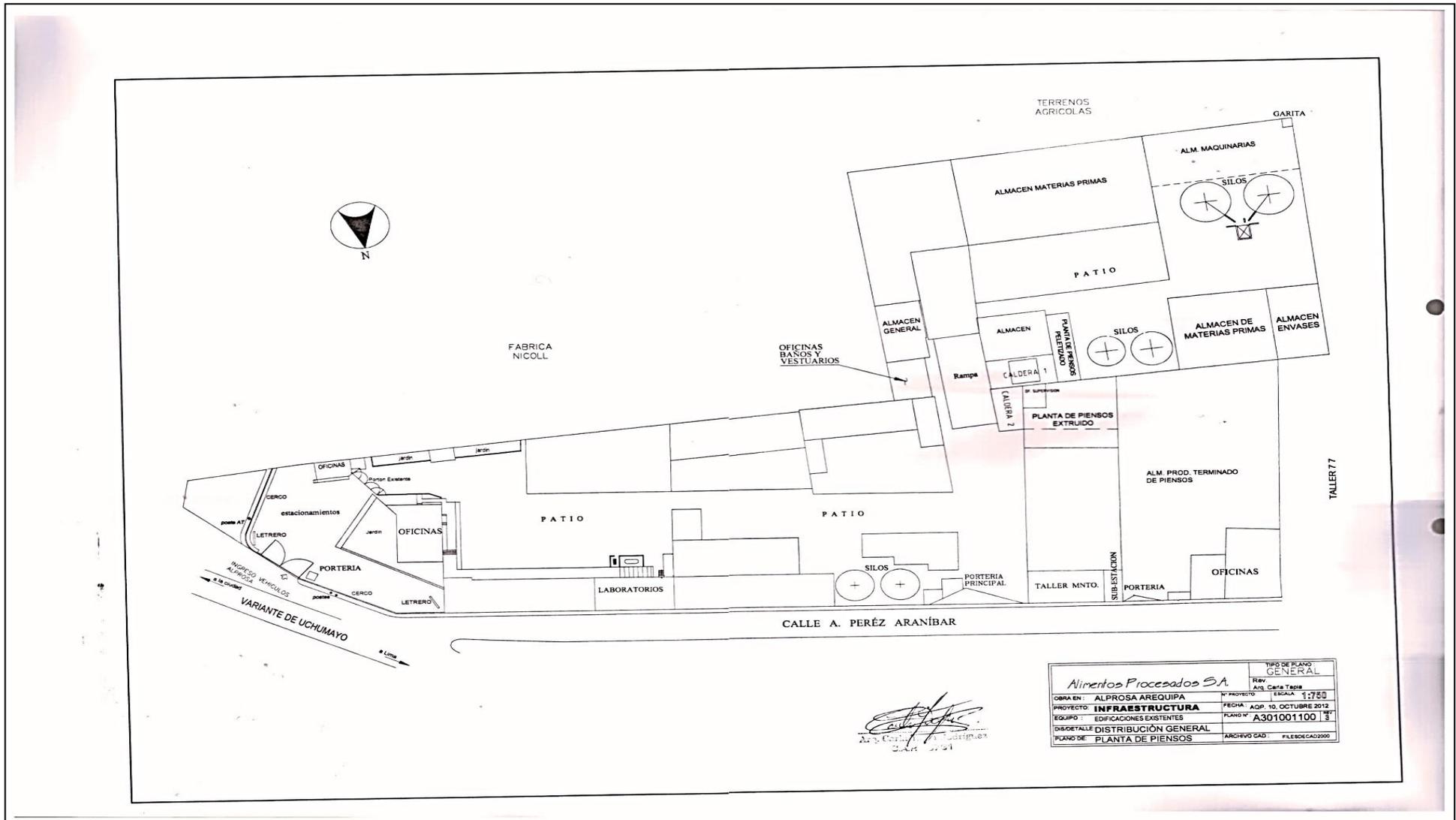
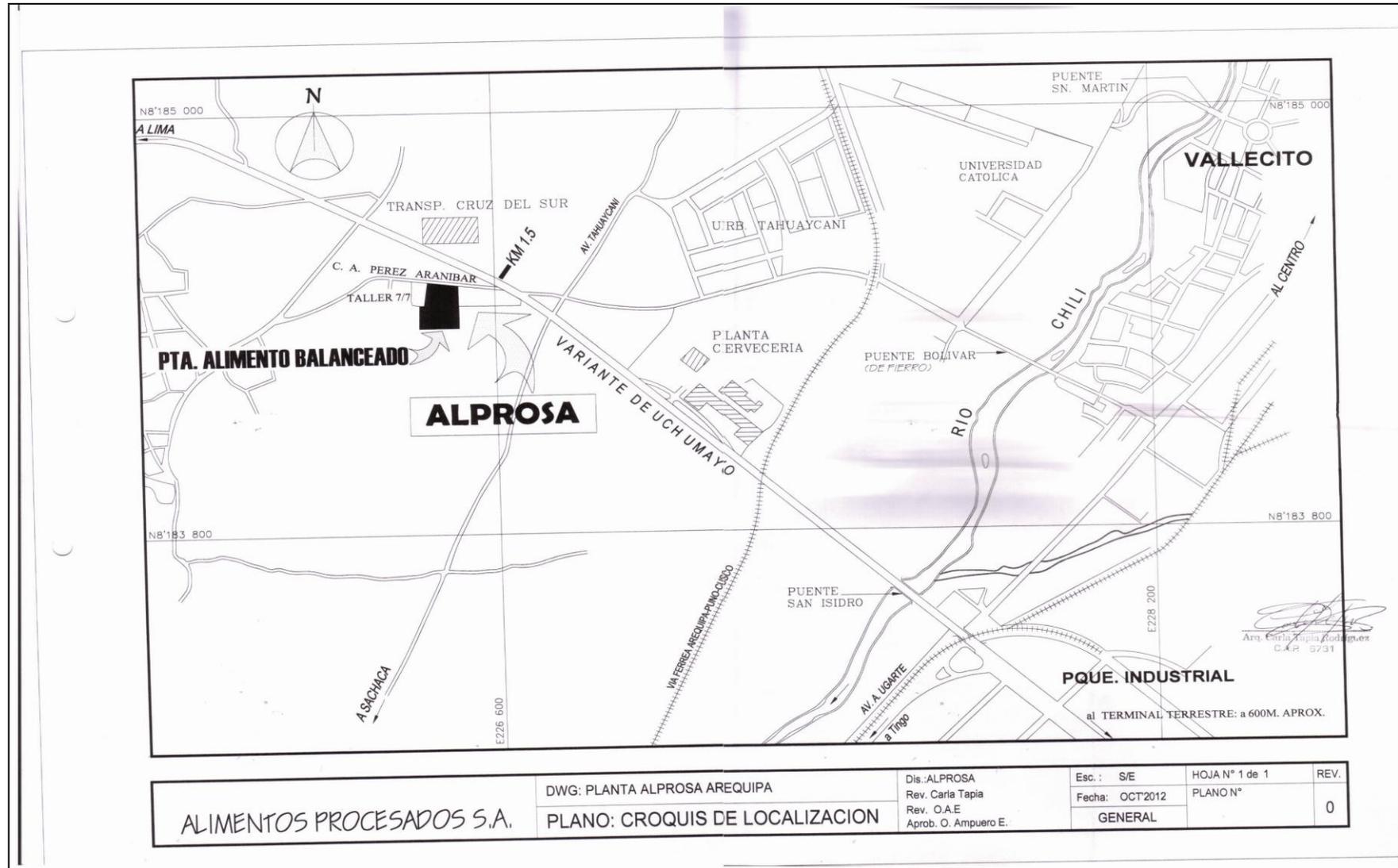


Figura 2. Plano: Croquis de localización

Fuente: Elaborado por el departamento planos de la empresa Alimentos Procesados S.A.-

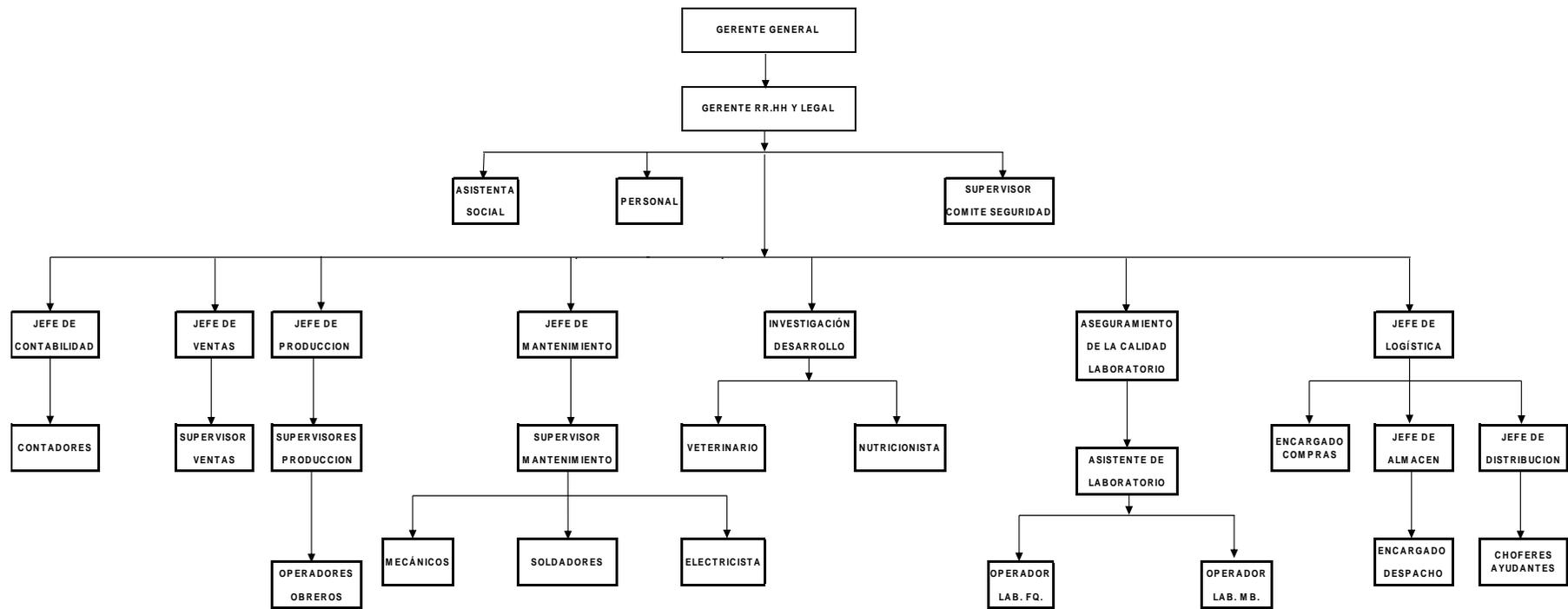


1.4. Fundamentos organizativos.

Figura 3. Organigrama.

Fuente: Elaboración propia.

ORGANIGRAMA DE ALPROSA- PLANTA DE PIENSOS



1.5. producción, desarrollo, productos.

Figura 4. Gráfica producción año 2018, hasta el mes de Julio.

Fuente: Elaboración propia.

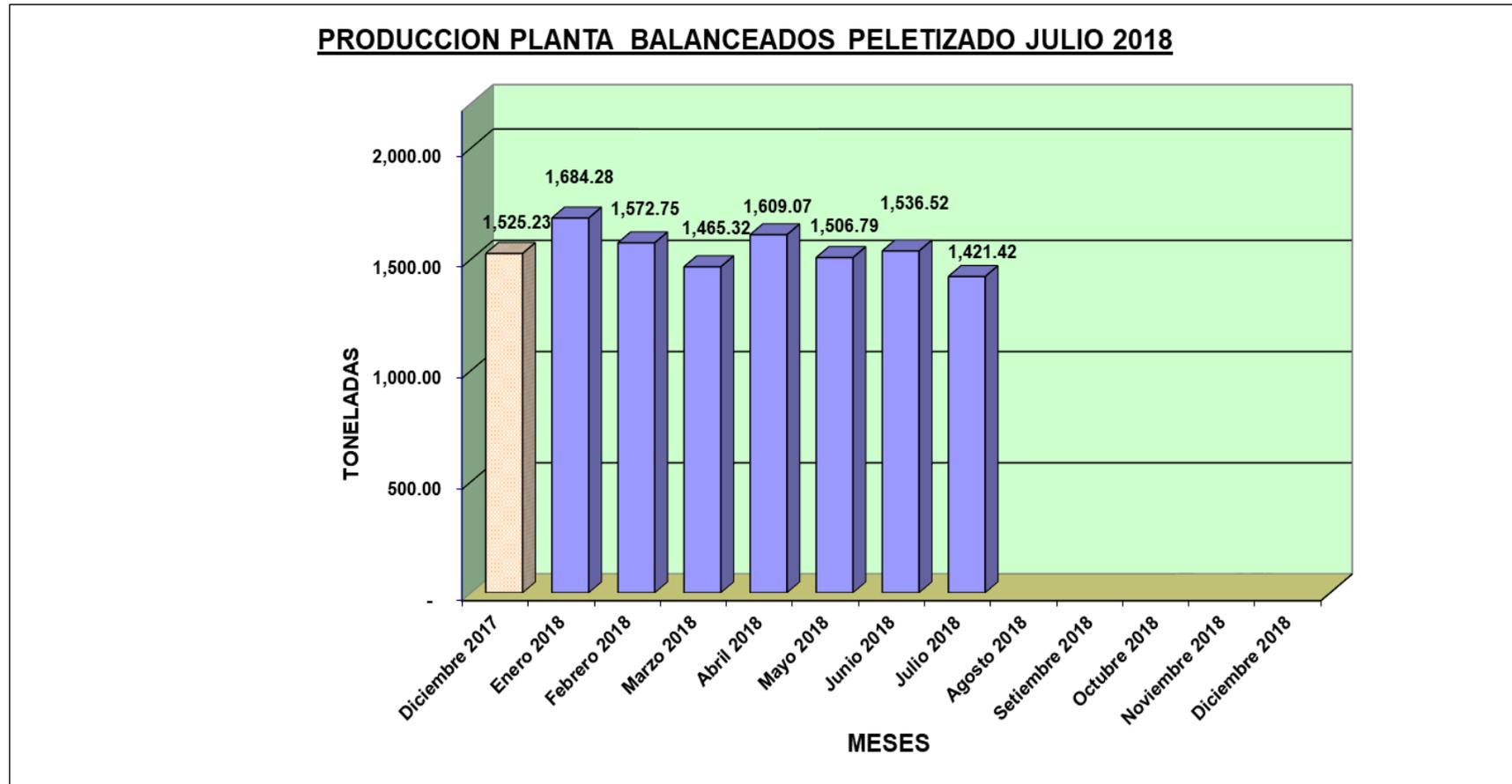


Figura 5. Gráfica producción por especies año 2018, hasta el mes de Julio.

Fuente: Elaboración propia.

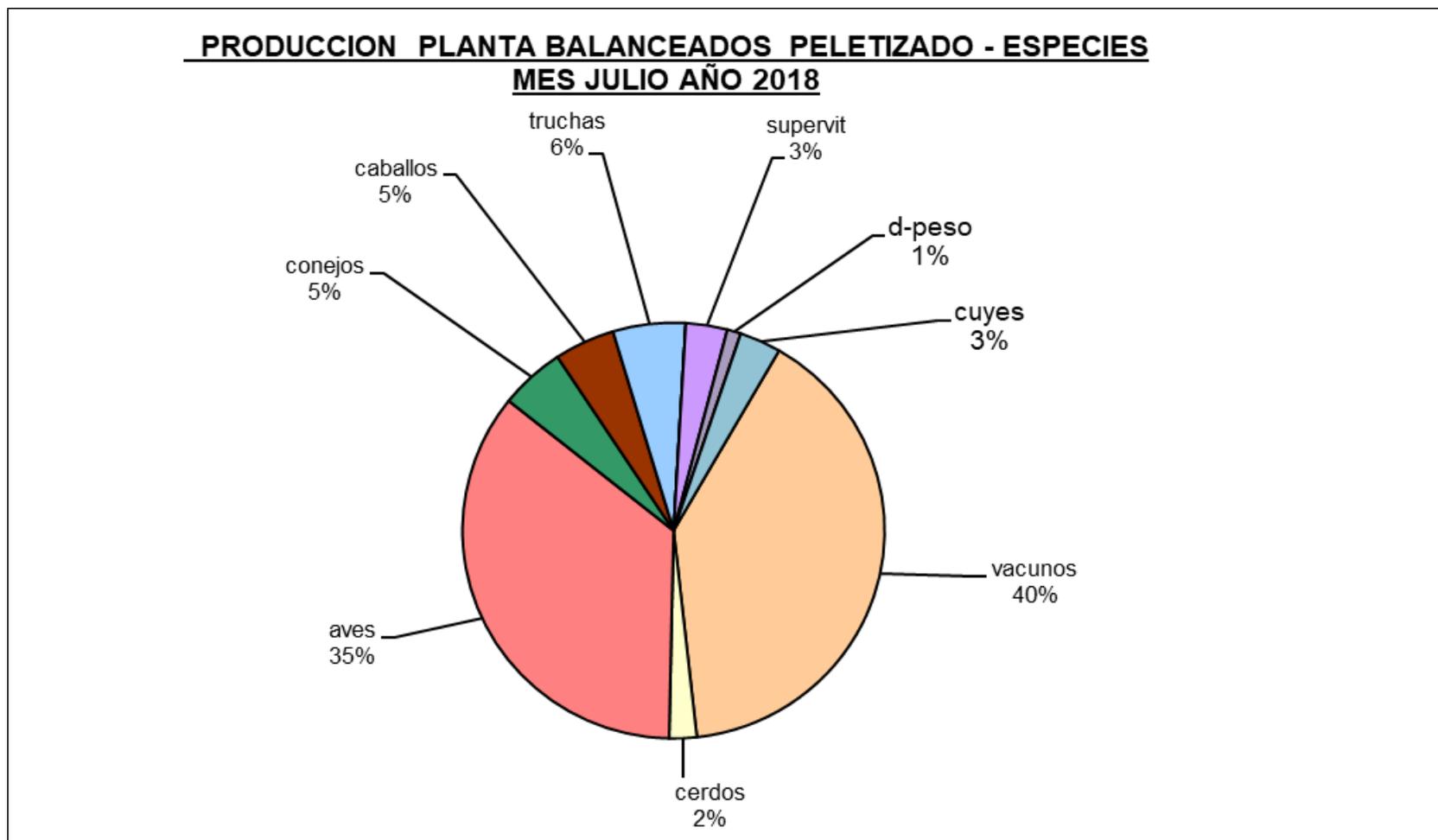


Figura 6. Gráfica producción por especies acumulado año 2018, hasta el mes de julio

Fuente: Elaboración propia.

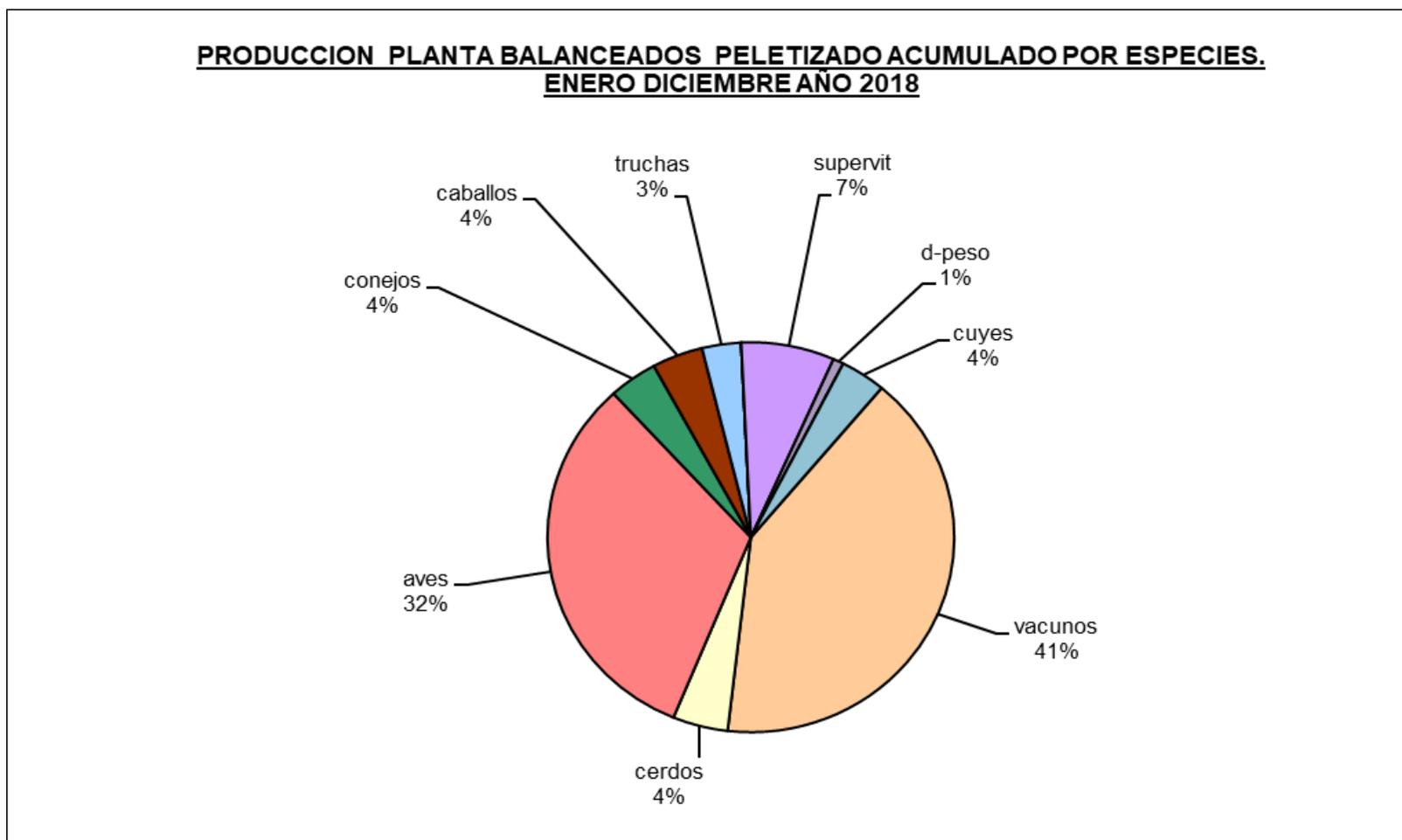
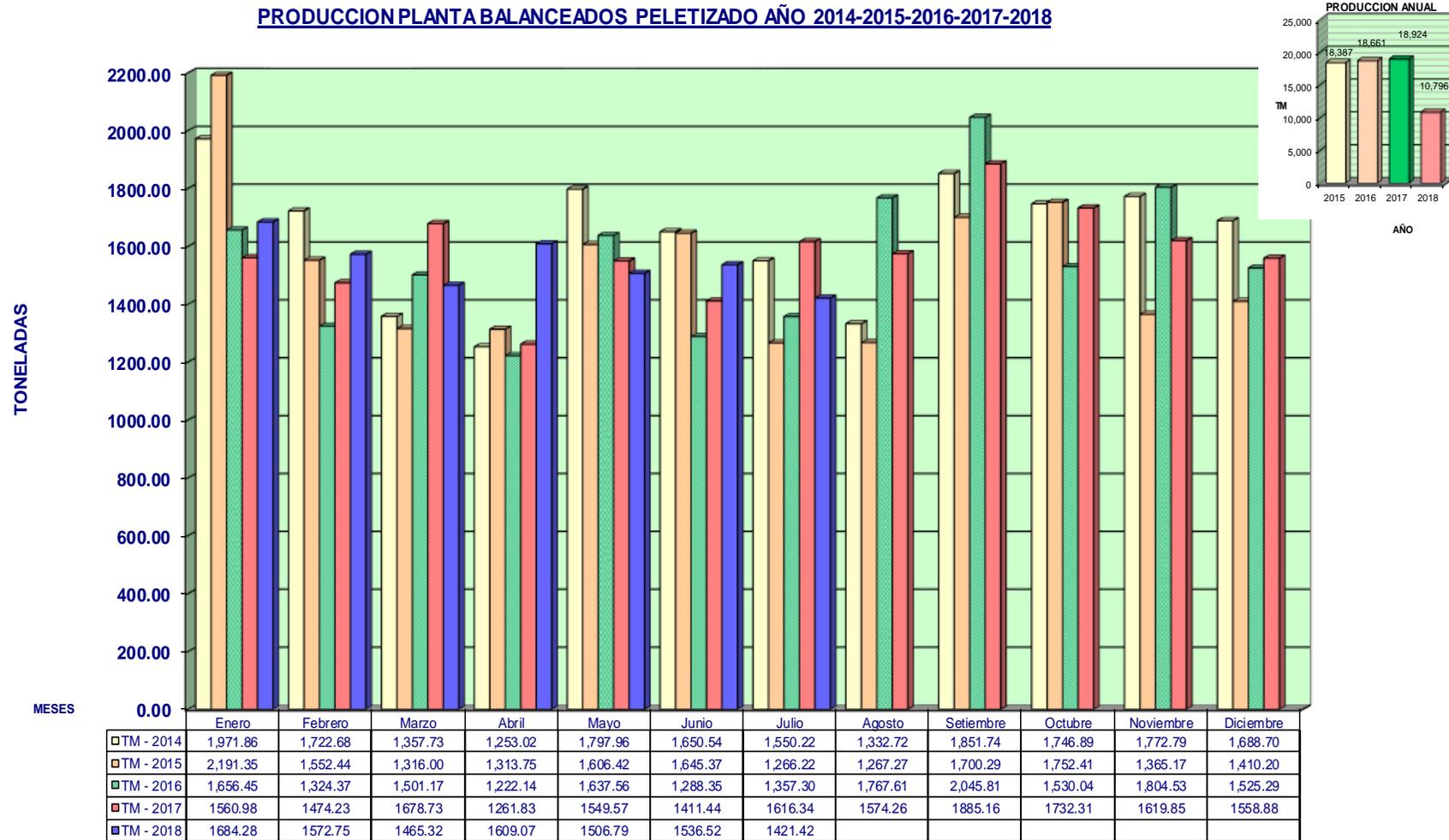


Figura 7. Gráfica producción por años desde el 2014 a Julio del 2018

Fuente: Elaboración propia.



CAPITULO 2. TECNOLOGIA DE FABRICACION

- **2.1.0. Materia Prima**

- **Principios básicos para el diseño de la fórmula de piensos y raciones**

Durante el proceso de diseño de piensos y raciones hay que tener en cuenta:

1. la especie a que va destinado el alimento, lo que incluye
 - a) las necesidades nutritivas según el estado fisiológico
 - b) los nutrientes legalmente declarables según la legislación vigente
 - c) las preferencias del animal y en cuanto a las características organolépticas (textura, color y olor) del Producto final
2. las cualidades nutricionales y/o tecnológicas de Los

Ingredientes que favorecen, limitan o excluyen su Inclusión en la fórmula

- **Los nutrientes que aporta cada materia prima en especial**

Las materias primas se pueden clasificar como: forrajes frescos o conservados, cereales y sus subproductos, semillas leguminosas, semillas oleaginosas, harinas de extracción, productos y subproductos diversos, grasas (aceites, manteca, sales de ácidos grasos), productos lácteos, productos de origen animal, minerales, premezclas de correctores (oligoelementos y vitaminas) y aditivos (enzimas, pigmentantes, conservantes, antioxidantes, aglomerantes, etc.)

- ❖ “Los forrajes son componentes obligados en las raciones de rumiantes y caballos para preservar el correcto funcionamiento de su aparato digestivo.”
(Carlos Campabadal PhD D. curso 2000)
- ❖ “Los cereales se utilizan en todas las especies como fuente de energía por su elevado contenido en almidón. Dentro de los cereales el maíz se utiliza además como fuente de xantofilas amarillas en gallinas, el trigo por su bajo contenido en fibra en pollos, y la cebada y la avena por su volumen en conejos y caballos, respectivamente.” (Carlos Campabadal PhD D. curso 2000)
- ❖ “Los subproductos de cereales y otros productos y subproductos fibrosos (pulpa de remolacha, cascarilla de soja, garrofa) tienen un alto contenido en fibra química y aportan volumen a la fórmula, por ambos motivos tienen un uso limitado en los animales mono gástricos ya que diluyen el contenido energético y limitan la capacidad de consumo.”
(Carlos Campabadal PhD D. curso 2000)
- ❖ En los rumiantes se pueden incluir habitualmente en las fórmulas por su elevada capacidad de digestión de la fibra y porque estos alimentos aportan poco volumen a sus raciones.

- ❖ Las semillas leguminosas son fuentes de energía y proteína en mono gástrico y rumiante y se utilizan como complemento de los cereales y las harinas de extracción.
- ❖ las semillas oleaginosas se utilizan como fuente extra de energía en forma de grasa en todas las especies (con ciertas restricciones), además aportan niveles medios de proteína.
- ❖ Las harinas de extracción de semillas oleaginosas se utilizan como fuente de proteína vegetal en todas las especies. La harina de soja es la más importante por su perfil de aminoácidos y bajo contenido en fibra, en tanto que las harinas de colza y girasol son complementarias de aquella y se utilizan en piensos donde además es necesario aportar ciertos niveles de fibra.
- ❖ “Las melazas (de caña o de remolacha) mejoran la palatabilidad del pienso y reducen su pulverulencia, aportando además energía fácilmente utilizable en forma de azúcares.” (Manual operativo de prensas peletizadora, CPM. p 28)
- ❖ “Los aceites vegetales y las grasas animales deben utilizarse cuando no es posible aumentar la energía a la fórmula con la inclusión de cereales, además reducen la pulverulencia de los piensos en harina.

Los aceites aportan cantidades importantes de ácidos grasos esenciales.” (Manual operativo de prensas peletizadora, CPM. p 28)

- ❖ Los productos lácteos se utilizan en piensos de primeras edades de cerdos y rumiantes para aportar nutrientes fácilmente digestibles y aumentar al apetecibilidad del pienso.
- ❖ Los productos de origen animal incluyen las harinas de carne y de pescado y se utilizan en piensos para animales de compañía para aportar proteína y grasa. Las harinas de pescado pueden utilizarse en los piensos de mono gástricos,
- ❖ Los aminoácidos sintéticos se incluyen en las fórmulas de piensos para mono gástricos con el fin de corregir las deficiencias concretas de aminoácidos de las restantes materias primas.
- ❖ “Los productos minerales se utilizan específicamente para corregir las deficiencias en calcio, fósforo, magnesio o sodio de las restantes materias primas.” (Manual operativo de prensas peletizadora, CPM. p 30)
- ❖ Las pre mezclas de vitaminas y minerales permiten garantizar unos aportes mínimos de vitaminas liposolubles e hidrosolubles y de oligoelementos para prevenir deficiencias.

❖ Los aditivos se incluyen en las fórmulas con alguna finalidad concreta como puede ser enmascarar olores o sabores, evitar el enrancia miento, mejorar la presentación física del pienso o aumentar la digestibilidad de alguna materia prima; por tanto se utilizan según la necesidad específica. La inclusión de grasas líquidas en los piensos requiere la utilización de un aditivo antioxidante para prevenir y retardar el enrancia miento. Los aglomerantes mejoran la durabilidad (resistencia a la rotura por manipulación) de los piensos granulados reduciendo la pulverulencia. Los aditivos se incorporan normalmente en cantidad constante (límites de igualdad).

○ **Necesidades nutricionales para las especies**

AVES

Las aves son explotadas con dos fines principales:

1) Producción de huevos para consumo o para incubación (ponedoras comerciales y reproductoras)

2) Producción de carne (broilers, pavos, codornices, avestruces) Las aves deben recibir alimentos con bajo contenido de fibra, ya que ésta además de ser escasamente digestible limita la capacidad de ingestión del alimento por su volumen. Las necesidades energéticas se evalúan como energía metabolizable. Los

aminoácidos más importantes en la práctica son la metionina (y metionina+cistina), lisina, treonina y triptófano. El fósforo contenido en los alimentos vegetales se encuentra mayoritariamente ligado a ácido fítico y no es disponible para las aves por lo que los aportes deben calcularse como fósforo disponible para aves, siendo el fosfato di cálcico la fuente por excelencia. Las aves ponedoras tienen un elevado requerimiento de calcio lo que determina que deba aportarse carbonato cálcico en dos presentaciones: gruesa para su retención temporal en la molleja (aprox. 66% del total) y fina (el resto) Para mantener el color de la yema es necesario utilizar alimentos ricos en xantofilas amarillas (p.ej. maíz) o añadir xantofilas concentradas, amarillas o rojas, al pienso. Normalmente la presentación es granulado (pollos y pavos en crecimiento y terminación,) o migaja (pollos y pavos en primera edad).

CONEJOS

La producción cunícula está orientada principalmente a la producción de carne. Los conejos están adaptados al consumo de alimentos fibrosos o pobres en proteína. El aparato digestivo se caracteriza por un elevado desarrollo del ciego donde ocurre digestión microbiana, mientras que la proteína microbiana y las vitaminas son

disponibles para los conejos a través de la cecotrofia (consumo de heces cecales). El pienso de conejos debe presentarse siempre granulado y libre de material pulverulento ("finos") para evitar problemas respiratorios. Los aminoácidos más importantes son la lisina, la metionina (más cistina) y la arginina.

CERDOS

La alimentación de los cerdos tiene dos objetivos básicos: mantener unos elevados índices reproductivos en las cerdas y conseguir altas ganancias de peso con buen desarrollo de las masas musculares y engrasamiento limitado durante el cebo... Los aminoácidos más importantes en la formulación son la lisina, metionina, treonina y triptófano. El fósforo contenido en los alimentos vegetales se encuentra mayoritariamente ligado a ácido fítico y no es disponible para los cerdos por lo que los aportes deben calcularse como fósforo disponible para cerdos. El pienso se presenta en forma granulado.

RUMIANTES El aparato digestivo de los rumiantes se caracteriza por la existencia de un estómago compuesto de cuatro compartimentos bien diferenciados en sus funciones. En los tres primeros compartimentos (rumen, retículo y omaso) ocurre degradación microbiana de los componentes alimenticios resultando

en la producción de ácidos grasos volátiles, proteína microbiana y vitaminas. El abomaso es similar al estómago del mono gástrico y actúa preparando el bolo mediante la secreción de ácido clorhídrico para la digestión enzimática en intestino delgado. La funcionalidad del abomaso está supeditada al material que le llega desde los compartimentos anteriores de forma que la mala función ruminál tiene graves repercusiones en la función del abomaso e incluso pueden poner en peligro la vida del animal. La ración debe incluir un aporte mínimo de fibra "efectiva", mayoritariamente en forma de forraje.

CABALLOS Los caballos tienen un aparato digestivo adaptado para utilizar los alimentos fibrosos mejor que otros animales mono gástricos pero peor que los rumiantes. La fermentación microbiana de los nutrientes no digeridos en el intestino delgado ocurre en el ciego y colon y origina ácidos grasos volátiles que son absorbidos y utilizados como fuente de energía, en tanto que la proteína microbiana y las vitaminas sintetizadas se pierden con las heces. De forma similar a los conejos, la alteración de los procesos digestivos en el tramo posterior del intestino grueso ocasiona graves trastornos ("cólicos") que pueden incluso ocasionar la muerte del animal. Uno de los principales objetivos del

diseño de piensos para caballos es evitar la ocurrencia de dichos trastornos.

PERROS Y GATOS AI. “En el diseño de piensos para perros y gatos hay dos aspectos básicos a considerar: la capacidad cuantitativa y cualitativa del producto final para mantener la salud y vitalidad de los animales, y, muy importante, el aspecto organoléptico o palatabilidad.” (Robert R. McElhiney, 1994. p.460). Por ambos motivos, se justifica la utilización de determinadas materias primas y aditivos cuyo uso sería injustificable en otras especies. Normalmente las necesidades nutritivas de estas especies se expresan en función del contenido energético del alimento.

Formula típica de Cerdos Súper medicado y Vacunos. Variables:

A, Humedad

La determinación de humedad se realiza en la mayoría de los alimentos por la determinación de la pérdida de masa que sufre un alimento cuando se somete a una combinación tiempo – temperatura adecuada. El residuo que se obtiene se conoce como sólidos totales o materia seca.

B, Proteína cruda

La proteína es clave para una buena salud que está implicado en la función inmune, transporte de oxígeno y mantener un fuerte tejido muscular. “La proteína cruda” o “bruta” es una medida de la cantidad de proteína se encuentra en los alimentos,

Valor teórico asignado al contenido en proteína de un alimento y obtenido multiplicando su contenido en nitrógeno por 6,25. Este cálculo considera que todo el nitrógeno está presente en forma de proteína y que esta tiene un 16% de nitrógeno como media.

C, Extracto etéreo

Se denomina extracto etéreo o grasa bruta al conjunto de sustancias de un alimento que se extraen con éter etílico (ésteres de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres).

D, Fibra cruda

Corresponde a compuestos orgánicos de alto peso molecular, como la hemicelulosa, la celulosa y la lignina, cuya digestibilidad solo es posible por las enzimas de los microorganismos del aparato digestivo. Se obtiene como residuo de la disolución del alimento en un disolvente ácido débil y, posteriormente, en una base débil,

E, Cenizas

Contenido mineral del alimento resultante de su calcinación en horno de mufla a 550°C, durante 3 horas.

F. Nifex. Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

Dentro de este concepto se agrupan todos los nutrientes no evaluados con los métodos señalados anteriormente dentro del análisis proximal, constituido principalmente por carbohidratos digeribles, así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados; debido a que se obtiene como la resultante de restar a 100 los porcentajes calculados para cada nutriente.

Cálculo

Extracto Libre de Nitrógeno (%) = $100 - (A + B + C + D + E)$

Dónde:

A = Contenido de humedad (%)

B = Contenido de proteína cruda (%)

C = Contenido de lípidos crudos (%)

D = Contenido de fibra cruda (%)

E = Contenido de ceniza (%)

Otras definiciones

Energía bruta (EB)

Energía que contienen los componentes orgánicos del alimento y que se libera a través de su oxidación (combustión). Se mide en una bomba calorimétrica y se expresa normalmente en calorías o en julios (1 caloría = 4,185 julios).

Energía digestible (ED)

Energía contenida en los compuestos orgánicos digeridos por el animal. Se calcula restando a la energía bruta del alimento ingerido, la energía bruta de las heces expulsadas por el animal.

Energía metabolizable (EM)

Corresponde a la energía digestible menos la energía contenida en los gases (particularmente el metano) y en la orina (particularmente la urea en los mamíferos y el ácido úrico en las aves) producidos por el animal. Las pérdidas en gases pueden suponer un 8% de la EB en el caso de los rumiantes y las de orina un 5%, dependiendo del contenido en nitrógeno del alimento.

Energía neta (EN)

Energía realmente puesta a disposición del animal para cubrir sus gastos de mantenimiento y de producción. Corresponde a la energía metabolizable menos los gastos energéticos conocidos como extra calor.

Materia seca

Contenido del alimento tras su desecación en estufa a 103°C hasta peso constante o, en su defecto, durante 24 horas.

Metabolismo basal

Energía mínima gastada por el animal en su metabolismo de mantenimiento. Se mide en condiciones de reposo absoluto (sin gastos por movimiento) en ayunas (sin gastos de extra calor) y dentro de las condiciones ambientales de la zona de termo neutralidad (sin gastos suplementarios para mantener la temperatura corporal).

Mono gástrico

Animal en cuyo aparato digestivo existe una única cavidad estomacal, como en el caso del cerdo

Poligástrico

Animal cuyo aparato digestivo tiene un estómago dividido en varios compartimentos, como en el caso de los rumiantes, que lo tienen dividido en cuatro

Digestibilidad

Define la parte del alimento ingerida que no aparece en las heces. Se puede referir al conjunto de la materia seca del alimento o a cualquiera de sus componentes. Esta digestibilidad se conoce como aparente. La digestibilidad real sería aquella en la que se descontaran de la parte que aparece en las heces los componentes que no proceden del alimento ingerido (jugos digestivos, descamación celular).

Antox, es un antioxidante en polvo.

Luctaron láctico, es un lácteo en polvo.

Mycofix, es un antimicótico.

Quantum, un antioxidante a base de vitamina C.

Acid V, es regulador del Ph.

Pre mezcla alprosa P 13, núcleo de minerales, vitaminas, para cerdos

Glukogen, mejora la conversión alimenticia, aumenta la inmunidad y pigmentación.

Pre mezcla alprosa CP 39056 VST, núcleo de minerales, vitaminas, para vacunos

Tabla 1. Fórmula típica de cerdos. Indica insumos y aditivos utilizados y el porcentaje de nutrientes .

Fuente: Departamento de nutrición ALPROSA

ALIMENTO BALANCEADO					
CODIGO MAGIC: FTBP 0314-001.18					
CÓDIGO: CSMT.001.18					
FECHA: 2018.05.22					
	MATERIA PRIMA	KG.	%	NUTRIENTE	%
AL002353	1. CARBONATO CALCIO	10.70	1.070	PROTEINA CRUDA	18.82
AL000146	2. CLORUR COLINA 60	1.00	0.100	EXTRACTO ETereo	4.82
AL002357	3. FOSF DIC FOSBIC	9.20	0.920	FIBRA CRUDA	3.01
AL002378	4. MAIZ MOLIDO	631.60	63.160	CENIZA	5.50
AL002388	5. TORTA SOYA	212.30	21.230	NIFEX (ELN)	55.97
AL002380	6. ACEMITE- MOYUELO	59.00	5.900	CALCIO	0.95
AL002363	7. HNA PESC ST	18.00	1.800	FOSF. TOTAL	0.70
AL002356	8. CLORURO SODIO	4.70	0.470	FOSF. DISPONIBLE	0.45
AL002385	9. POLVILL MALT CER	7.50	0.750		
AL008593	10. ACEITE SOYA CRUD	16.00	1.600		
	11.				
	12.				
	13.				
	14.				
	15.				
	16.			ESPECIFICACIONES	
	17.			Harina	
	18.			Crumbled	
	19.			Diámetro de Pellet	
	20.			Longitud de Pellet	
	21.				
	22.			INSTRUCCIONES DE USO	
	23.				
	24.				
	25.				
	SUBTOTAL	970.00	97.000		
	PREMEZCLA FIBP 0314-001.18				
PM000085	1. L-LISINA	4.20	0.420		
PM000086	2. DL-METIONINA	0.97	0.097		
PM000087	3. L-TREONINA	0.53	0.053		
PM00	4. ANTOX	0.20	0.020		
PM008551	5. LUCTARON LACTEO	0.50	0.050		
PM007854	6. MYCOFIX	0.75	0.075		
PM007867	7. SPECTAM L	2.50	0.250		
PM009113	8. QUANTUM 5G	0.10	0.010		
PM008574	9. ACID-V	0.50	0.050		
PM008009	10. PREM ALP P13 CER	1.00	0.100		
PM00	11. HOSTAZYM X	0.10	0.010		
PM002388	12. TORTA SOYA	18.65	1.865		
	13.				
	14.				
	15.				
	SUBTOTAL	30.00	3.000		
	TOTAL	1000.00	100.000		

Ing. M.Sc. Enrique Uribe B.
Nutricionista

Tabla 2. Fórmula típica de vacunos. Indica insumos y aditivos utilizados y el porcentaje de nutrientes

Fuente: Departamento de nutrición ALPROSA

ALIMENTO BALANCEADO					
CODIGO MAGIC: FTBP 0205-002.16					
CÓDIGO: VPT2.002.16					
FECHA: 2016.05.30					
	MATERIA PRIMA	KG.	%	NUTRIENTE	%
AL002353	1. CARBONATO CALCIO	28.60	2.814	PROTEINA CRUDA	14.00
AL002378	2. MAIZ MOLIDO	105.00	10.333	CENIZA	8.72
AL002380	3. ACEMITE-MOYUELO	125.00	12.301	EXTRACTO ETereo	3.22
AL009229	4. LEVAD CERV SEC MO	33.20	3.267	FIBRA CRUDA	8.38
AL006867	5. CREAM LAIT	2.20	0.216	CALCIO	1.20
AL002385	6. POLVILL MALT CER	40.00	3.936	FOSF. TOTAL	0.80
AL002356	7. CLORURO SODIO	9.50	0.935	NIFEX (ELN)	53.29
AL00	8. LEVAD SEDIM (LODO)	20.00	1.968		
AL002350	9. AFRECHO (SPT)	632.70	62.261		
	10.				
	11.				
	12.				
	13.				
	14.				
	15.				
	16.			ESPECIFICACIONES	
	17.			Harina	
	18.			Crumbled	
	19.			Diámetro de Pellet	
	20.			Longitud de Pellet	
	21.				
	22.			INSTRUCCIONES DE USO	
	23.				
	24.				
	25.				
	SUBTOTAL	996.20	98.032		
	PREMEZCLA FBIP 0205-002.16				
PM007832	1. GLUKOGEN C-40	0.68	0.067		
PM008403	2. PREM CP39056 VST	2.00	0.197		
PM002350	3. AFRECHO (SPT)	17.32	1.704		
	4.				
	5.				
	6.				
	7.				
	8.				
	9.				
	10.				
	11.				
	12.				
	13.				
	14.				
	15.				
	SUBTOTAL	20.00	1.968		
	TOTAL	1016.20	100.000		

Ing. M.Sc. Enrique Uribe B.
Nutricionista

Aspectos de Aseguramiento de Calidad

El aseguramiento de la calidad es un aspecto importante de las operaciones de fabricación de alimentos balanceados. El aseguramiento de la calidad, se puede definir como el esfuerzo total para plantear, organizar, dirigir y controlar la calidad en un sistema de producción con el objetivo de dar al animal productos con la calidad adecuada. Es simplemente asegurar que la calidad sea lo que debe ser.

- **_Calidad de los Ingredientes:**

Dado que la composición de los alimentos para animales son materias primas provenientes de procesos agrícolas (granos o cereales) y de procesos industriales (pastas de oleaginosas, harina de subproductos de origen animal, etc.), es importante el conocer y clasificar cada una de estas de acuerdo a su perfil nutricional (aminoácidos, energía, vitaminas, minerales)

Los ingredientes de un alimento terminado representan de un 70% a un 90% del costo de la dieta. Es más, a medida que una planta se vuelve más grande y eficiente en sus procesos, el porcentaje del costo total de los ingredientes, tiende a subir. Por lo tanto es de buen juicio económico el de prestar la adecuada atención a la calidad de las materias primas.

La descripción física y sensorial ya no basta para la determinación de los aspectos de calidad de ingredientes. Es necesario el uso de técnicas de laboratorio, que nos den los

parámetros necesarios en un tiempo corto. Pero en un sentido real, la calidad de un ingrediente que es recibida por una planta de alimentos terminados, debe de empezar en la mente de un proveedor. Dicho de otra forma, la calidad de los ingredientes es el reflejo de los que los proveedores creen que se requiere en términos de calidad.

2.2.0. Descripción del proceso antes de la ampliación

La planta en sus inicios comenzó a producir alimento en harina 150 TM. por mes. Actualmente se produce un promedio de 1500 TM. por mes cuya presentación es en pellets. Con la nueva ampliación está proyectado producir 2500 TM Con esta ampliación la empresa está capacitada para realizar exportaciones del alimento. Ha habido varias ampliaciones de planta, me dedicare a la que dio el giro a la planta, poniéndola a la par de la fabricación de alimento para animales.

La planta antes de la ampliación era como se muestra en el siguiente flujo grama y diagrama de bloques

Figura 8. Diagrama de Flujo planta de piensos pelletizado antes de la ampliación

Fuente: Elaboración propia.

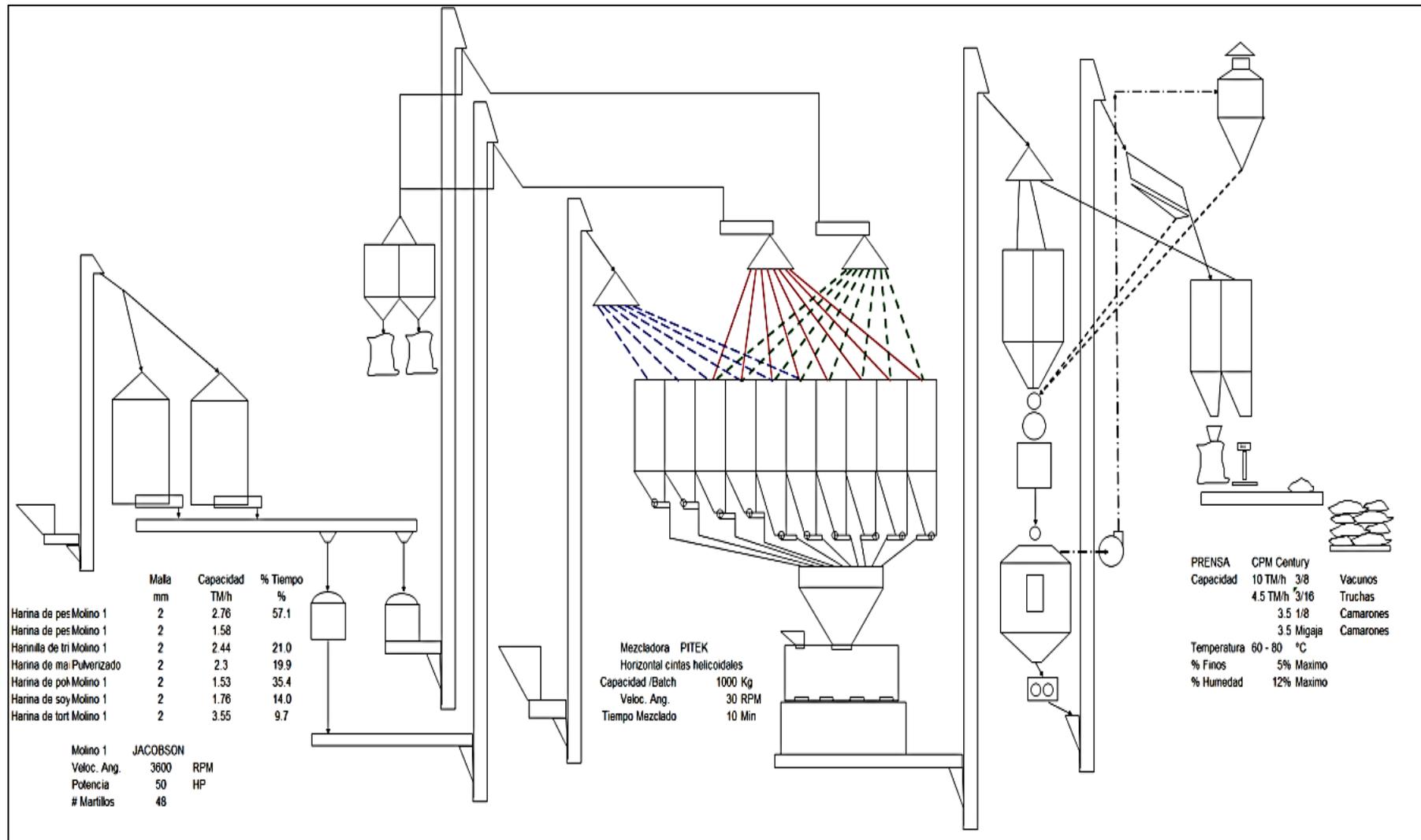
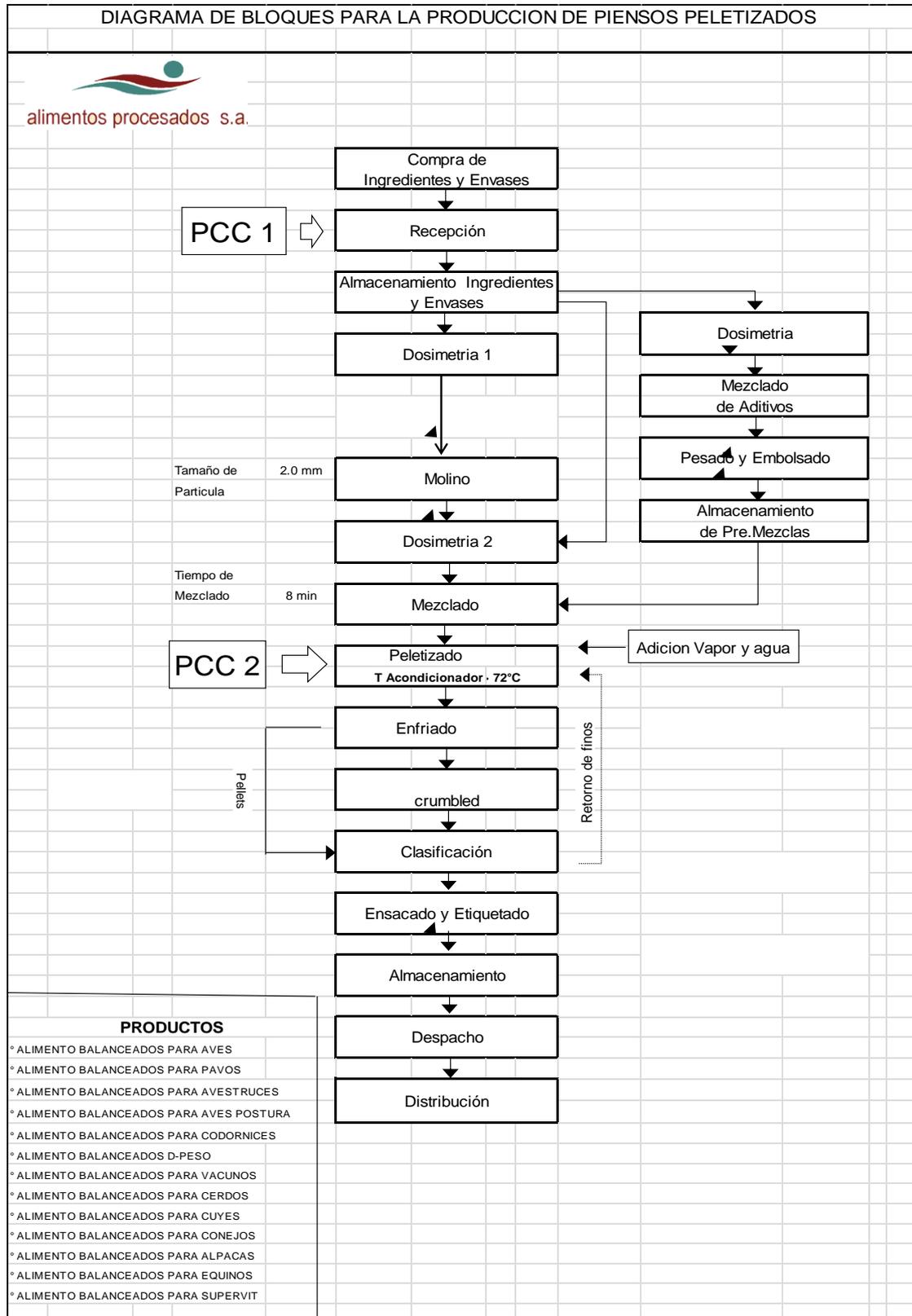


Figura 9. Diagrama de bloques producción de piensos peletizado antes de la ampliación.

Fuente: Elaboración propia.



2.2.1-RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

Las materias primas e insumos requeridos para fabricar el alimento balanceado son analizados por nuestros laboratorios físico químico y microbiológico son almacenados en silos metálicos. Otras materias primas son almacenadas en sacos, arrumadas en paletas y transportadas por los montacargas a los almacenes.

2.2.2- MOLIENDA

El material a moler, es extraído de los silos y conducido a los molinos de martillos. Si el material está en sacos, se alimenta directamente a los molinos. La granulometría de molienda está en función a la calidad a producir La molienda de la materia prima para producir vacunos será diferente para la de porcinos o aves .El material molido proveniente de los molinos es llevado mediante transportadores a las tolvas de almacenamiento transitorio

2.2.3.-MEZCLADO DE INSUMOS

Las materias primas molidas estacionadas en las tolvas de almacenamiento son extraídas por transportadores, accionadas por mecanismos semiautomáticos, y conducidos a una tolva-báscula. El pesado se realiza con la ayuda de un display electrónico que indica la cantidad fijada por la fórmula a fabricar. Los insumos pesados son descargados a la mezcladora horizontal de cintas helicoidales Los micronutrientes (vitaminas y minerales) mezcladas previamente (pre-mezclas) son añadidos por la compuerta de adición de aditivos menores como los ingredientes líquidos y los materiales no molidos. Cumplido el tiempo necesario para que el mezclado sea homogéneo, la

mezcla es descargada y transportada hacia las tolvas de almacenamiento transitorio de la peletizadora o también puede ser dirigida a la tolva de producto terminado cuya presentación es en harina.

2.2.4.-PELETIZADO

El producto mezclado contenido en las tolvas de almacenamiento es extraído por un transportador y llevado al acondicionador-mezclador, donde se le agrega vapor para pre-gelatinizar o pre cocer la harina y así mejorar la digestibilidad y rendimiento del alimento. Luego la harina pre-gelatinizada ingresa a la cámara de prensado donde por acción mecánica de fricción y presión es obligada a atravesar la matriz o molde formándose los pellets. Los pellets calientes salidos de la matriz son enfriados con aire en contra flujo, y transportados a una zaranda clasificatoria. Los pellets aceptados son depositados en la tolva de producto terminado.

2.2.5.-ENSACADO

El producto terminado es pesado, envasado, etiquetado, cosido y arrumado en paletas y transportados por los montacargas al almacén del producto terminado.

2.3.0 Descripción del proceso después de la ampliación

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA PRODUCCION DE PIENSOS

DESPUES DE LA AMPLIACION

A continuación el flujo grama y el diagrama de bloques después de haber ampliado la planta. La diferencia entre antes de la ampliación y

después es significativa. Antes el proceso era recepción, molienda de cada uno de los insumos y direccionado a las tolvas para cada una de ellas para almacenarlas. Luego de molidas los insumos se pesan para ser mezcladas, añadir los micro ingredientes y líquidos y pasar a la peletizadora y finalmente ensacarlo como producto terminado. Después de la ampliación se cambia el proceso mezclando primero los materiales sin moler una vez mezclados se muelen, para luego lo molido pasarlo por una segunda mezcladora donde se añaden los micro ingredientes y líquidos. A este proceso de molerlo después de haber mezclado se llama pos molienda, a diferencia al proceso anterior que primero se molía los insumos antes de mezclarlo que es la pre molienda. Las ventajas de la pos molienda son los materiales juntos se muelen bajando los cambios de material y las variaciones en las propiedades físicas. También se evita la duplicidad de tolvas de almacenamiento con la cual se reduce la inversión de capital y ahorros en mantenimiento. La molienda es más homogénea y el tiempo de preparación para la molienda más eficiente.

Figura 10. Diagrama de flujo planta de piensos peletizado después de la ampliación

Fuente: Elaboración propia.

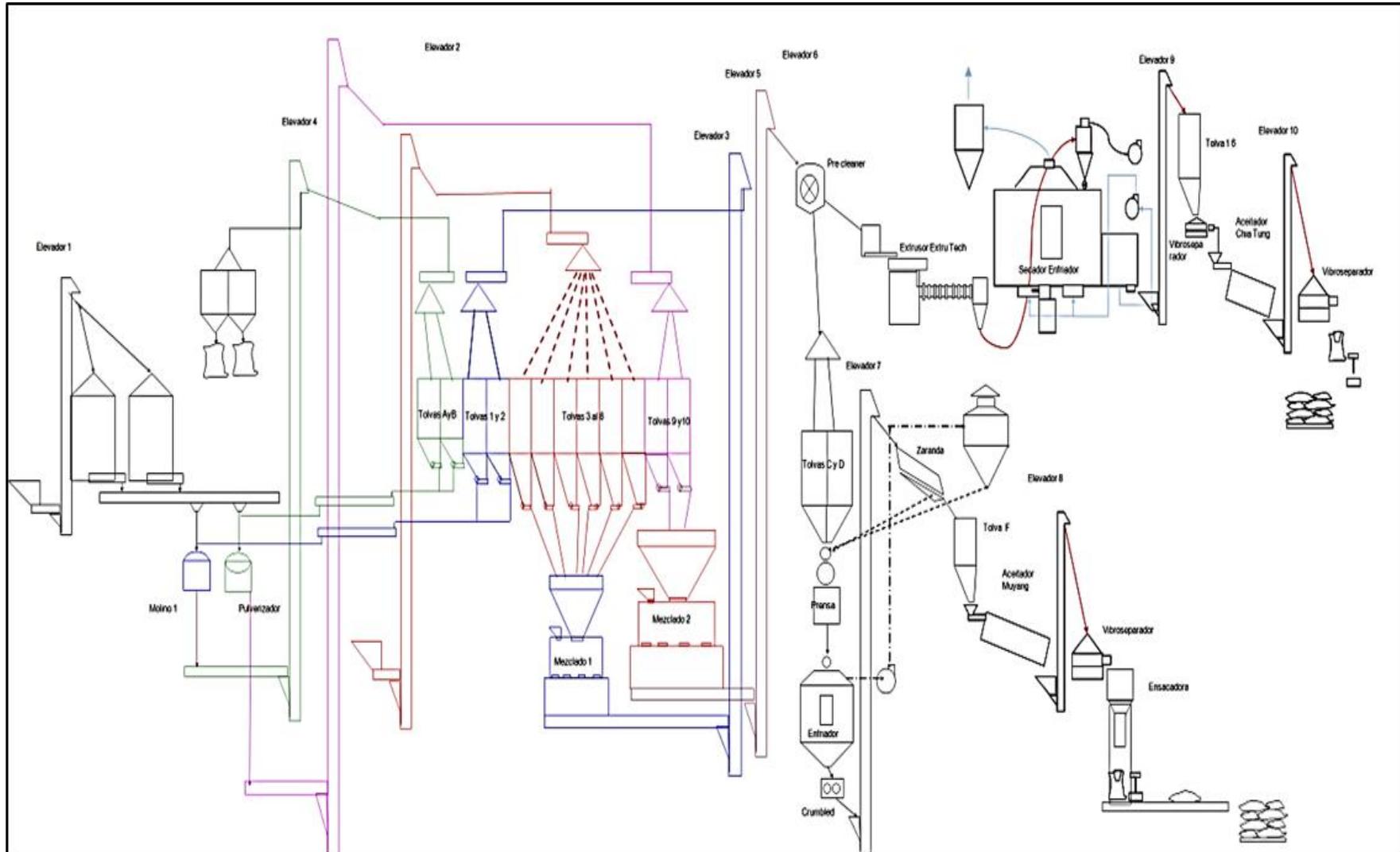


Figura 11. Diagrama de bloques producción de piensos peletizado después de la ampliación.

Fuente: Elaboración propia.

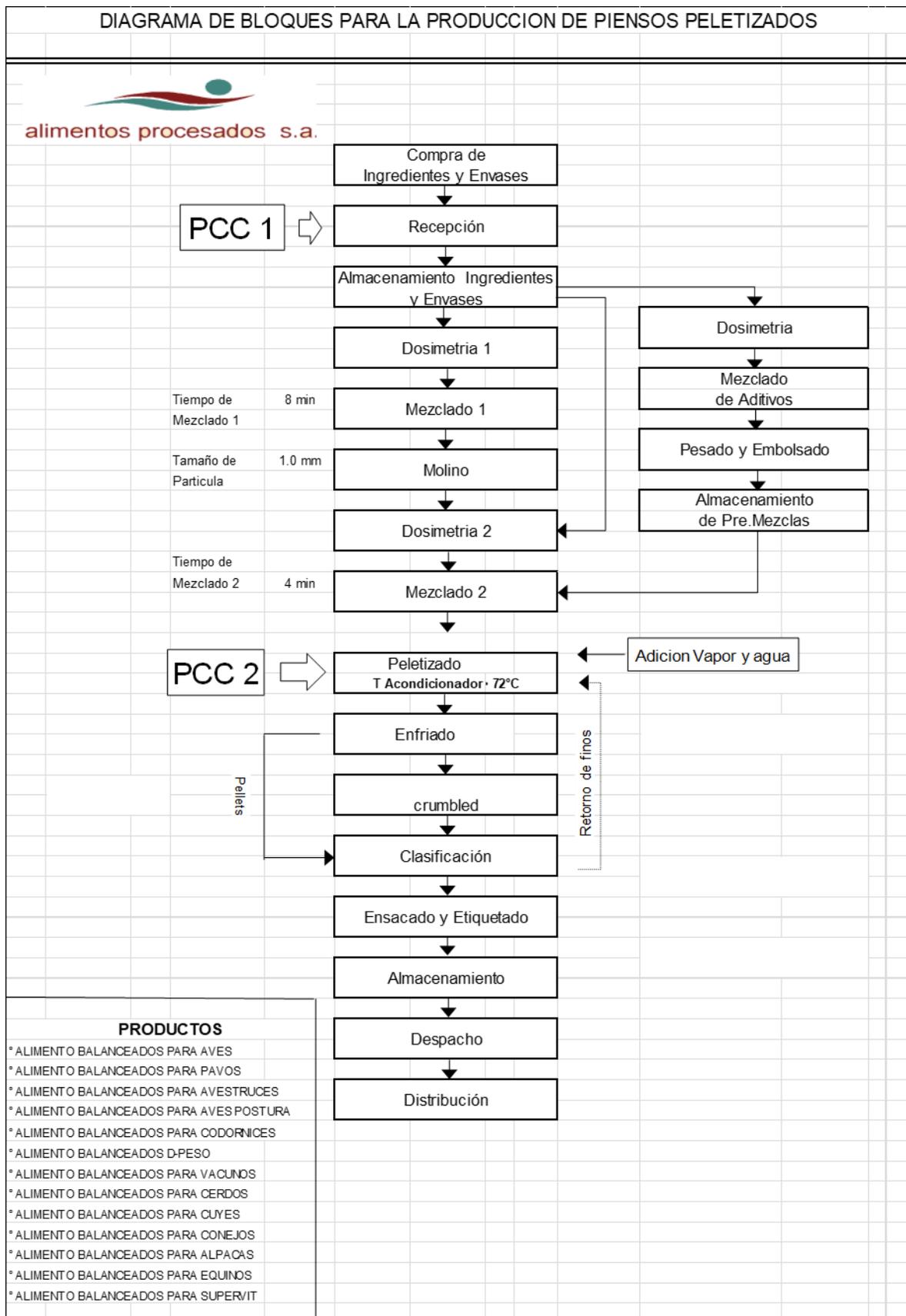


Figura 12. Diagrama de bloques producción de piensos peletizado para agua después de la ampliación

Fuente: Elaboración propia.

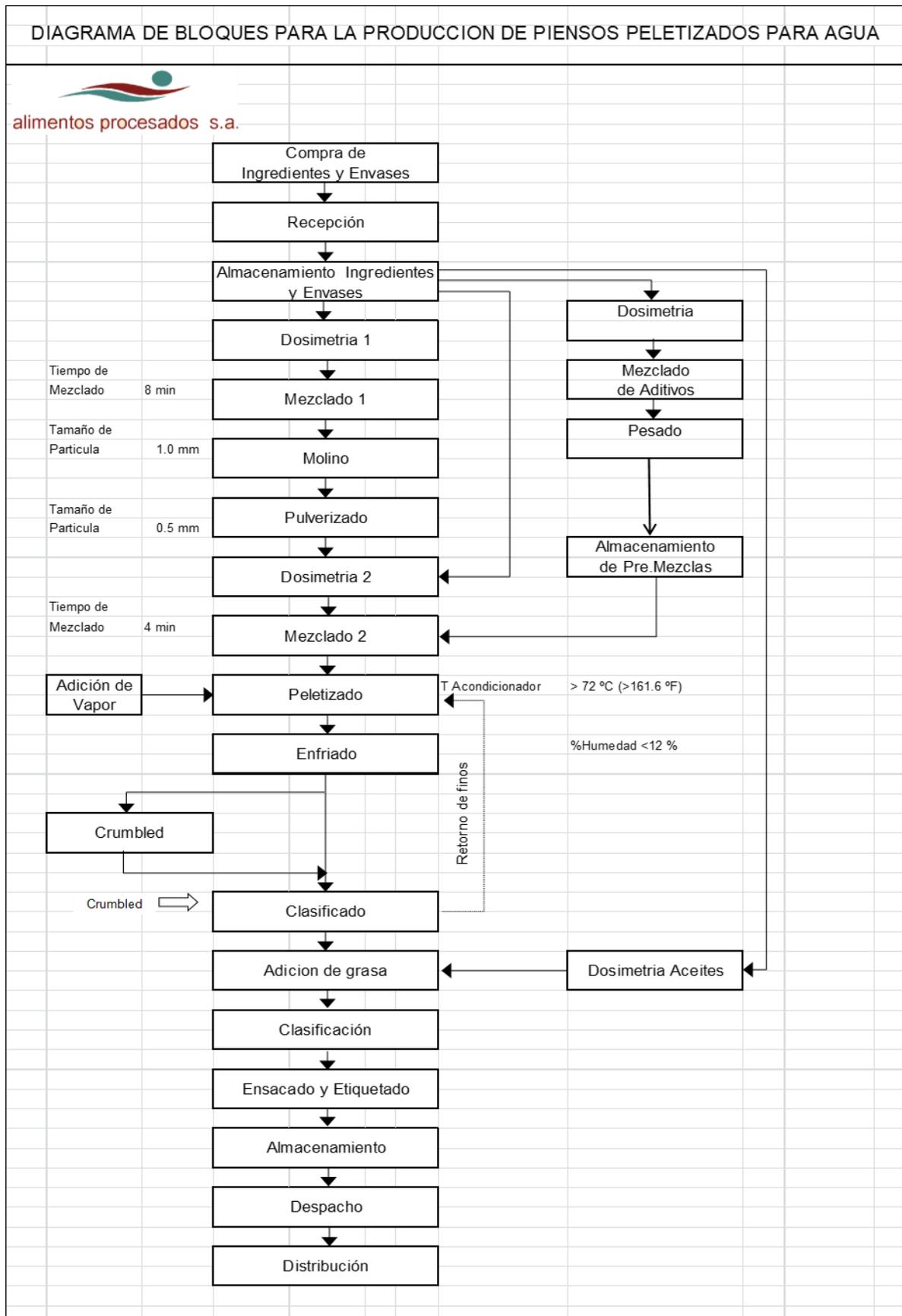
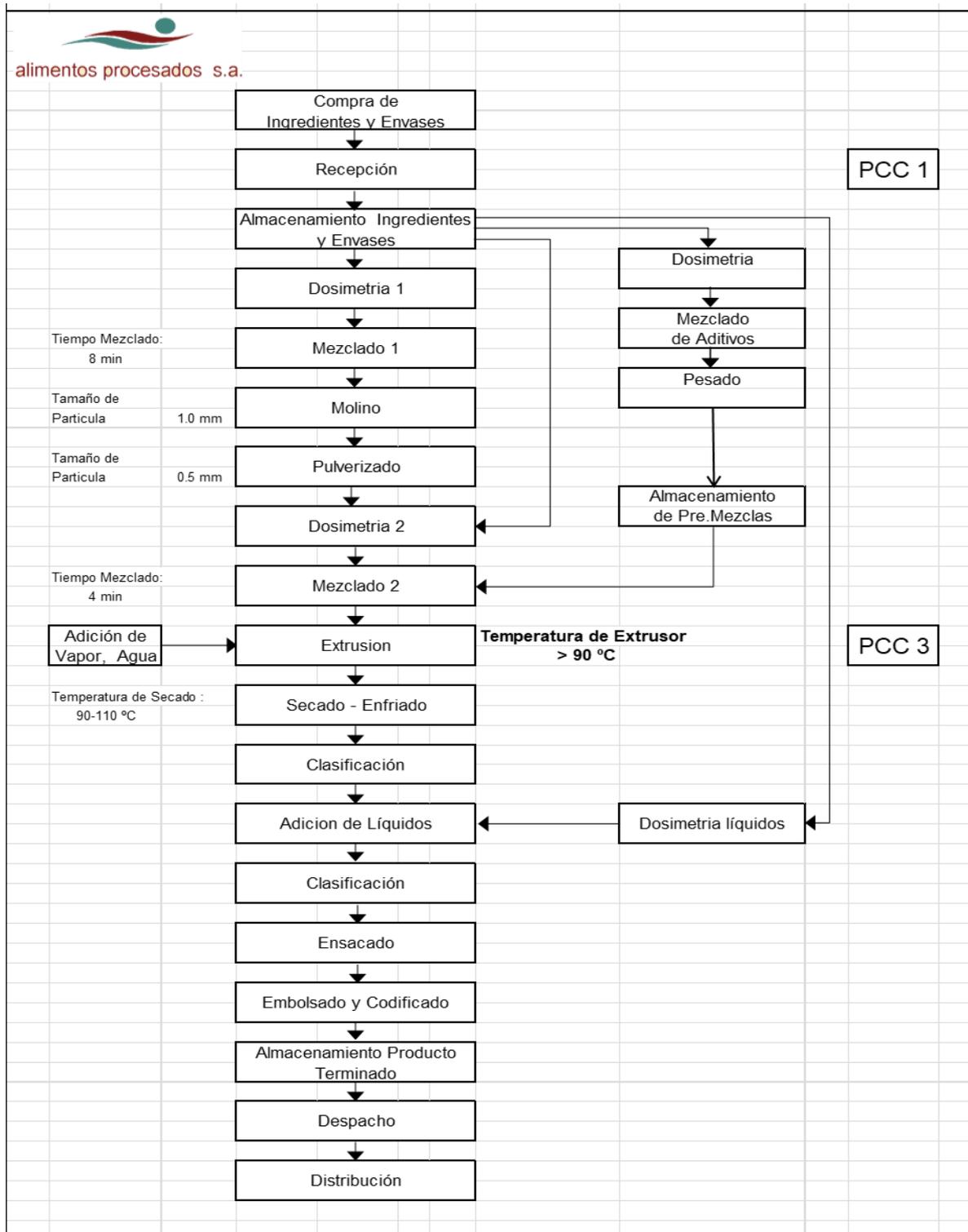


Figura 13. Diagrama de bloques producción de piensos extruidos para agua y mascotas después de la ampliación. Fuente: Elaboración propia.



2.3.1.-RECEPCIÓN DE INGREDIENTES.

Las Materias Primas y aditivos requeridos para fabricar el alimento balanceado son analizados por nuestros laboratorios físico químico y microbiológico. Dispuesta la aceptación de estos materiales, cuyos principios nutritivos son regidos por las fichas técnicas y rangos nutricionales, son almacenados (transportados por el montacargas hacia almacenes).

2.3.2.-MEZCLADO DE INSUMOS.

Los insumos estacionados son transportados hacia tolvas de almacenamiento y son extraídos por transportadores, accionados por mecanismos semiautomáticos, y conducidos a una tolva-báscula. El pesado se realiza con la ayuda de un display electrónico que indica la cantidad fijada por la formula a fabricar.

Los insumos pesados son descargados a la mezcladora horizontal de cintas helicoidales. Cumplido el tiempo necesario para que el mezclado sea homogéneo, la mezcla es descargada y transportada hacia las tolvas de almacenamiento transitorio.

2.3.3.- MOLIENDA GRUESA Y FINA.

Lo mezclado es conducido a los molinos de martillos de molienda gruesa y fina. La granulometría de molienda para alimento de animales de tierra es gruesa y para animales acuícolas y mascotas. La harina molida es almacenada en tolvas para el siguiente proceso.

2.3.4.-MEZCLADO CON MICROINGREDIENTES.

La mezcla ya molida esta lista para ser nuevamente mezclada. Los micro nutrientes (vitaminas y minerales), mezcladas previamente (pre-

mezclas), son añadidas por la compuerta de adición de insumos menores (ingredientes cuya granulometría es fina) y los líquidos. Cumplido el tiempo necesario para que el mezclado sea homogéneo, la mezcla es descargada y transportada hacia las tolvas de almacenamiento transitorio de la Peletizadora.

Figura 14. Vista de las dos prensas peletizadoras ALPROSA



2.3.5.-PELETIZADO.

El producto mezclado contenido en las tolvas de almacenamiento es extraído por un transportador y llevado al acondicionador-mezclador, donde se le agrega vapor para pre-gelatinizar o pre cocer la harina y así mejorar la digestibilidad, el rendimiento del alimento y la reducción de la carga microbiana. Luego ingresa a la cámara de prensado donde por acción mecánica de fricción y presión es obligada a atravesar la matriz

o molde formándose los pellets. Los pellets salidos de la matriz son enfriados con aire en contra flujo, y transportados a una zaranda clasificatoria. Los pellets aceptados son depositados en una tolva y posteriormente ensacada y apilada en parihuelas.

2.3.6.-ADICION DE GRASA.

Si el caso es para añadirle aceites pos pellets estos se alimentan en un tornillo dosificador, proporcionalmente a la cantidad es adicionado el aceite mediante un sistema de adición de aceite esto se realiza en un cilindro rotatorio. Posteriormente, se clasifica de tal forma que los pocos finos son separados de los gruesos.

Figura 15. Vista del sistema de adición de grasa. ALPROSA.



2.3.7.-ENSACADO, ETIQUETADO, ALMACEN Y

DISTRIBUCION

El producto terminado es pesado, envasado, etiquetado, cosido y arrumado en paletas y transportados por los montacargas al almacén del producto terminado y posteriormente distribuido mediante camiones a los lugares de consumo.

DESCRIPCION DEL PROCESO PARA LA PRODUCCION DE PIENSOS

EXTRUIDOS PARA ESPECIES ACUICOLAS Y MASCOTAS

2.3.8.-RECEPCIÓN DE INGREDIENTES.

Las Materias Primas y aditivos requeridos para fabricar el alimento balanceado son analizados por nuestros laboratorios físico químico y microbiológico. Dispuesta la aceptación de estos materiales, cuyos principios nutritivos son regidos por las fichas técnicas y rangos nutricionales, son almacenados (transportados por el montacargas hacia almacenes).

2.3.9.-MEZCLADO DE INSUMOS.

Los insumos estacionados son transportados hacia tolvas de almacenamiento y son extraídas por transportadores, accionadas por mecanismos semiautomáticos, y conducidos a una tolva-báscula. El pesado se realiza con la ayuda de un display electrónico que indica la cantidad fijada por la formula a fabricar. Los insumos pesados son descargados a la mezcladora horizontal de cintas helicoidales. Cumplido el tiempo necesario para que el mezclado sea homogéneo, la mezcla es descargada y transportada hacia las tolvas de almacenamiento transitorio

2.3.10.- MOLIENDA GRUESA Y FINO

El material mezclado es conducido a los molinos de martillos de molienda gruesa y fina. La granulometría de molienda para alimento de animales acuícolas siempre es fina. La harina molida es estacionada en tolvas de almacenamiento.

2.3.11.-MEZCLADO CON MICROINGREDIENTES.

La mezcla ya pulverizada esta lista para nuevamente mezclarla. Los micro nutrientes (vitaminas y minerales), mezcladas previamente (pre-mezclas), son añadidas por la compuerta de adición de insumos menores (ingredientes cuya granulometría es fina). Cumplido el tiempo necesario para que el mezclado sea homogéneo, la mezcla es descargada y posteriormente ensacada apilada y transportada.

2.3.12.- EXTRUSION.

La harina es llevada hacia una tolva de donde es extraída por tornillos sin fin hacia al acondicionador-mezclador, donde se le agrega vapor y agua para pre gelatinizar la harina. Luego esta harina ingresa al tornillo del extrusor, donde a través de tornillos de alta fricción, ayudada por el ingreso de vapor y agua para alcanzar la presión y temperatura adecuada, gelatinizan la harina, garantizando que ha sido cocida y se ha reducido la carga microbiana. Con el uso de dados a la salida del extrusor, se consigue formas, tamaños, densidades de los pellets extruidos. Luego son transportados neumáticamente a la siguiente etapa.

2.3.13.- SECADO – ENFRIADO.

Los pellets calientes y húmedos salidos del extrusor son primero secados haciendo uso de un intercambiador de calor a vapor después enfriados. Esta operación se realiza con un secador-enfriador continuo de bandejas. Los pellets extruidos fríos son transportados neumáticamente al separador de finos.

2.3.14.- SEPARADOR DE FINOS.

En el vibro separador, los pellets extruidos enteros son separados de los finos.

2.3.15.-ADICION DE GRASA.

Los pellets extruidos se alimentan en un tornillo dosificador, proporcionalmente a la cantidad es adicionado los aceites de pescado, o de soya o de pollo, mediante un sistema de adición de aceites esto se realiza en un cilindro rotatorio. Posteriormente, se clasifica de tal forma que los pocos finos son separados de los gruesos.

2.3.16.-ENSACADO, ETIQUETADO, ALMACEN Y DISTRIBUCION.

El producto terminado es pesado, envasado, etiquetado, cosido y arrumado en paletas y transportados por los montacargas al almacén del producto terminado, posteriormente es distribuido a los lugares de consumo

Ampliaremos por lo importante que es, el proceso de extrusión.

El concepto de EXTRUSIÓN se refiere a procesos que incluyen el amasado, calentamiento del material bajo una presión baja y el consecuente paso alta presión del material por un tornillo para lograr un procesamiento mecánico y

térmico del material. “La extrusión suele llamarse método "HTST“ (High Temperatura Short Time), porque se trata del efecto a corto plazo de la temperatura alta.” (Robert R. McElhiney. 1994. p. 484)

En la fabricación de piensos, la tecnología de extrusión se usa para:

- mejorar las características del pienso gracias al procesamiento mecánico y térmico en el extrudador
- moldear el pienso pasándolo bajo presión a través de una matriz que le da diferentes formas.

Figura 16. Formas y colores de peles y matrices o insertos que dan forma a los peles



El aprovechamiento de la extrusión tiene las ventajas siguientes:

- triturado mecánico: Obtención de una estructura muy fina para buena digestión. Durante la expansión a la salida del extrudador se perturba la

estructura interior del material, se facilita la digestión y a la vez aumenta la superficie del pienso y así se facilita la transgresión de nutrientes en el sistema digestivo.

- transformación (desnaturación) de proteínas: El calentamiento a corto plazo a más de 100°C bajo la acción de la presión dentro del extrudador causan una transformación muy eficaz (cocción, desnaturalación) de proteínas y así aumentan el valor energético del pienso.
- desactivación de enzimas crudos
- reducción radical del contenido de sustancias anti nutritivas y toxinas naturales: La extrusión reduce eficazmente varias sustancias anti nutritivas. Por ejemplo, durante la extrusión de soja se reducen radicalmente valores de la actividad de ureasa. Para la nutrición de animales mono gástricos es muy positiva la reducción del contenido del inhibidor de tripsina.
- Esterilización: La temperatura y presión en el extrudador matan microbios, hongos y otros organismos indeseables y nocivos. La creación de hongos y la consecuente producción de mico toxinas se paran y así se prolonga el tiempo del almacenamiento.
- gelatinación de almidones: El almidón es un ingrediente frecuente e importante de piensos. Durante la extrusión se descomponen almidones y azúcares complejos a simples, lo que mejora la digestibilidad del pienso.
- homogeneización y posibilidad del moldeo: En el extrudador se mezclan todas las componentes del pienso. Pasando a presión a través de una matriz de molde es posible moldear el pienso a diversas formas (se aprovecha, por ejemplo, en alimentos para perros y otros mascotas). La condición del moldeo

y conservación de la forma es la composición del extrudado con el contenido suficiente de aglutinante (sobre todo el almidón).

Tabla 3. Pruebas en el extrusor de truchas acabado: Fórmula y variables de operación

Fuente: Elaboración propia

PRUEBAS DE EXTRUSION					
EDICION	11 ago.2015				
TRUCHAS ACABADO EXTRUIDO					
FORMULA FTBE	0005-003.10		OPERACIÓN PLANTA		
PROTEINA CRUDA	44.87		RPM Alimentador	Hz	13
EXTRACTO ETereo	14.00		Acondicionador	Hz	14
FIBRA CRUDA	2.35		Extrusor	Hz	42
CENIZA	11.64		Cortador	Hz	34
NIFEX (ELN)	17.07		Amperaje Extrusor	A	30
CALCIO	2.80		T Acondicionador	°C	56
FOSF. TOTAL	1.72		T Extrusor	°C	110-115
ALMIDON	10.80		P Extrusor	PSI	
CARBONATO CALCIO	11.54	1.154	Agua Acondicionador	%	44
CLORUR COLINA 60	1.50	0.150	Vapor Acondicionador 1	%	50
POLVILLO ARROZ	30.00	3.000	Vapor Acondicionador 2	%	50
HARINILLA TRIGO	140.00	14.000	Vapor Acondicionador 3	%	50
TORTA SOYA 45	12.26	1.226	Vapor Acondicionador 4	%	0
ACEITE PESCADOR	30.00	3.000	Vapor Acondicionador 5	%	0
SOYA INTEGRAL	133.50	13.350	Presion Vapor Mezcladora	PSI	254
ACEITE PESCADOR CRUD	20.00	2.000	Vapor Camisa 1	%	100
CLORURO SODIO	3.67	0.367	Vapor Camisa 2	%	25
HNA SUBPR AVIAR	100.00	10.000	Vapor Camisa 3	%	0
ARROCILLO TOM	35.00	3.500	Vapor Camisa 4	%	50
HARINA TRIGO PAN	13.56	1.356	Vapor Camisa 5	%	0
HNA.P.PR B.	218.98	21.898	Agua a extrusor/limpieza		Inicio
HNA.PES.ST.	230.00	23.000	Presion de Agua	PSI	24
	980.00	98.000	Tamaño de dado	mm	5.5
VIT E. FE GR. 50	0.04	0.004	Nro orificios	#	3
DANOX	0.15	0.015	Nro de dados abiertos	#	3
PREM LUT KOM TR	2.00	0.200	Vapor a Tornillo extrusor	%	50
HARINILLA TRIGO	15.31	1.531	Numero cuchillas cort.	#	6
MILBOND TX	2.50	0.250	Densidad snack	g/l	620
	20.00	2.000	Capacidad	TM/h	750
	1000.00	100.000	Largo	mm	7
			Expansion	%	21%
Se adiciono a la mezcladora agua		1.1%	Similitud patron	%	80
% Humedad	7.97	Sin Agua	T. Ingreso Aire Secado	°C	120
% Humedad	8.72	Con Agua 1.1%	T. Salida Aire Secado	°C	73
Diferencia	0.75		Velocidad Faja 1	Hz	32
			Velocidad Faja 2	Hz	10
			Humedad ingreso secador	%	24.53
			Humedad salida secador	%	12.54

Tabla 4. Descripción del uso de insertos y el plato de su alojamiento

Fuente: Elaboración propia

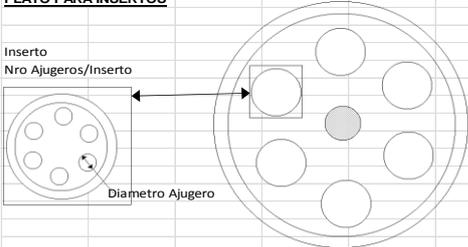
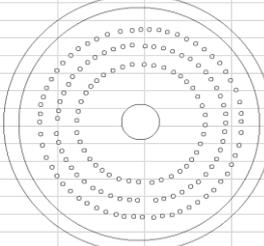
TABLA DE USO DE INSERTOS O PLATOS PARA LA PRODUCCION DE AQUAFEED										
PLATO PARA INSERTOS		TRUCHAS EXTRUIDO LENTO HUNDIMIENTO								
							EXTRUSION		ACEITADO	
			DIAMETRO AJUGERO	PLATO PARA INSERTOS	PLATO CON AJUGEROS	NUMERO AJUGEROS	NUMERO DE INSERTOS	MALLA GRUESA VIBRO-SEP	MALLA FINA VIBRO-SEP	MALLA VIBRO-SEP
			mm	INSERTOS	AJUGEROS					
		TRIT LH	1.6		SI	132		2	1.4	1.4
		TRCT1 LH	2.5	SI		15	6	4	2	2
		TRCT2 LH	4	SI		6	6	6	4	4
TRAT LH	6	SI		3	6	12	6	6		
TRATP6	6	SI		3	6	12	6	6		
PLATO CON AJUGEROS		TRUCHAS EXTRUIDO FLOTANTE								
							EXTRUSION		ACEITADO	
			DIAMETRO AJUGERO	PLATO PARA INSERTOS	PLATO CON AJUGEROS	NUMERO AJUGEROS	NUMERO DE INSERTOS	MALLA GRUESA VIBRO-SEP	MALLA FINA VIBRO-SEP	MALLA VIBRO-SEP
			mm	INSERTOS	AJUGEROS					
		TRIT F	1.6		SI	132		2	1.4	1.4
		TRCT1 F	2	SI		15	3	4	2	2
		TRCT2 F	3	SI		15	3	6	4	4
TRAT F	4	SI		6	3	12	6	6		
TRATP6 F	4	SI		6	3	12	6	6		
		PECES AMAZONICOS								
							EXTRUSION		ACEITADO	
		DIAMETRO AJUGERO	PLATO PARA INSERTOS	PLATO CON AJUGEROS	NUMERO AJUGEROS	NUMERO DE INSERTOS	MALLA GRUESA VIBRO-SEP	MALLA FINA VIBRO-SEP	MALLA VIBRO-SEP	
		mm	INSERTOS	AJUGEROS						
PAIT	1.8	SI		15	6	4	2	2		
PACT	2.5	SI		8	3	6	2	2		
PAAT	4	SI		3	6	12	6	6		
		PERROS EXTRUIDOS (MY DOG)								
							EXTRUSION		ACEITADO	
		LONGITUD LADO	PLATO PARA INSERTOS	PLATO CON AJUGEROS	NUMERO AJUGEROS	NUMERO DE INSERTOS	MALLA GRUESA VIBRO-SEP	MALLA FINA VIBRO-SEP	MALLA VIBRO-SEP	
		mm	INSERTOS	AJUGEROS						
CACHORROS										
OVNI	6	SI		3	3	12	6	6		
CORAZON	5	SI		1	6	12	6	6		
ADULTOS										
TRIANGULO	7	SI		1	3	12	6	6		
CORAZON	7	SI		1	3	12	6	6		
PIERNA POLLO	7	SI		1	3	12	6	6		
HUESO	9	SI		1	3	12	6	6		

Tabla 5. Pruebas en el extrusor para el alimento de truchas lento hundimiento

Fuente: Elaboración propia

PRUEBAS PRODUCCION DE TRUCHAS EXTRUIDAS									
ALIMENTO LENTO HUNDIMIENTO									
	Especificaciones	TRAT EXT LH		TRCT2 EXT LH		TRCT1 EXT LH		TRIT EXT LH	
VARIABLES									
Densidad S/Aceites	540-600 Kg/m3	526	Kg/m3	560	Kg/m3	490	Kg/m3	505	Kg/m3
%H Extrusor	24-26%	23.5	%	21.7	%	26.6	%	25.8	%
%H Secador	8-10%	7.8	%	8.6	%	11.3	%	13.1	%
DADOS									
Nro dados		3	Pza	3	Pza	3	Pza	3	Pza
Diametro		6	mm	4	mm	2	mm	1	mm
Nro Orificios		3	Por dado	6	Por dado	15	Por dado	69	Por dado
Area abierta	550-600 mm2/TM	480.1	mm2	646.9	mm2	487.5	mm2	551.1	mm2
Diametro Promedio		6.3	mm	4.1	mm	2.9	mm	1.4	mm
Largo Promedio		7.5	mm	5.0	mm	4.0	mm	7.5	mm
Especificaciones Tecnicas Dimensiones									
Diametro		5-8	mm	4.0-4.5	mm	3.0-3.5	mm	1.0-2.5	mm
Largo		8.0	mm	4.5	mm	3.5	mm	1.5	mm
% Expansion		5.0	%	2.5	%	45.0	%	40.0	%
Densidad C/Aceites	540-600 Kg/m3	535.0	Kg/m3	550.0	Kg/m3	498.0	Kg/m3	560.0	Kg/m3
% Humedad C/Aceites	10-12%	9.0	%	9.2	%	11.0	%	12.2	%
% Flotabilidad C/Aceites	0%	10.0	%	12.5	%	20.0	%	25.0	%
PARAMETROS OPERATIVOS									
% Agua		40	%	40	%	43	%	45	%
T Extrusor	120-140	105	°C	108	°C	110	°C	105	°C
T Acondicionador	70-90	85	°C	85	°C	90	°C	90	°C
Vapor Chaqueta 3		1/2	Abierta	1/2	Abierta	1/2	Abierta	1/2	Abierta
Vapor Chaqueta 4		1/2	Abierta	1/2	Abierta	1/2	Abierta	1/2	Abierta
Capacidad Extrusor		530.0	Kg/h	349.7	Kg/h	290.0	Kg/h	295.0	Kg/h
Formula		FTBE	0055-001.10	FTBE	0055-001.10	FTBE	0055-001.10	FTBE	0055-001.10
Grasa En Harina		9	%						
Almidon		16	%						

Tabla 6. Pruebas en el extrusor para el alimento de truchas flotante

Fuente: Elaboración propia

PRUEBAS PRODUCCION DE TRUCHAS EXTRUIDAS									
ALIMENTO FLOTANTE									
	Especificaciones	TRAT EXT FL		TRCT2 EXT FL		TRCT1 EXT FL		TRIT EXT FL	
VARIABLES									
Densidad S/Aceites	320-400 Kg/m3	403	Kg/m3	400	Kg/m3	435	Kg/m3	392	Kg/m3
%H Extrusor	24-26%	25.4	%	25.0	%	24.4	%	24.6	%
%H Secador	8-10%	10.2	%	9.9	%	11.3	%	14.1	%
DADOS									
Nro dados		3	Pza	3	Pza	3	Pza	3	Pza
Diametro		6	mm	4	mm	2	mm	1	mm
Nro Orificios		3	Por dado	5	Por dado	15	Por dado	69	Por dado
Area abierta	200-250 mm2/TM	339.3	mm2	277.2	mm2	297.6	mm2	464.5	mm2
Diametro Promedio		6.6	mm	4.3	mm	2.9	mm	1.4	mm
Largo Promedio		8.3	mm	5.0	mm	4.0	mm	5.6	mm
Especificaciones Tecnicas Dimensiones									
Diametro		5-8	mm	4.0-4.5	mm	3.0-3.5	mm	1.0-2.5	mm
Largo		8.0	mm	4.5	mm	3.5	mm	1.5	mm
% Expansion		10.0	%	7.5	%	45.0	%	40.0	%
Densidad C/Aceites	320-400 Kg/m3	390.3	Kg/m3	400.0	Kg/m3	455.0	Kg/m3	435.0	Kg/m3
% Humedad C/Aceites	10-12%	10.3	%	10.5	%	10.2	%	11.5	%
% Flotabilidad C/Aceites	100%	100.0	%	95.0	%	85.0	%	86.0	%
PARAMETROS OPERATIVOS									
% Agua		35	%	30	%	30	%	30	%
T Extrusor	120-140	110	°C	110	°C	110	°C	110	°C
T Acondicionador	70-95	90	°C	90	°C	85	°C	85	°C
Vapor Chaqueta 3		1/2	Abierta	1/2	Abierta	1/2	Abierta	1/2	Abierta
Vapor Chaqueta 4		1/2	Abierta	1/2	Abierta	1/2	Abierta	1/2	Abierta
Capacidad Extrusor		750.0	Kg/h	680.0	Kg/h	475.0	Kg/h	350.0	Kg/h
Formula		FTBE	0055-001.10	FTBE	0055-001.10	FTBE	0055-001.10	FTBE	0055-001.10
Grasa En Harina		7.5	%						
Almidon		18	%						
Observaciones		Color Natural Solo HP Prime		Color Natural Solo HP Prime		Color Natural Solo HP Prime		Color Natural Solo HP Prime	
Se ha realizado una prueba con Harina de Pescado Estándar, con esta no cose ni expande el pellet									

Figura 17. Disposicion de tornillos y chaquetas

Fuente: Elaboración propia

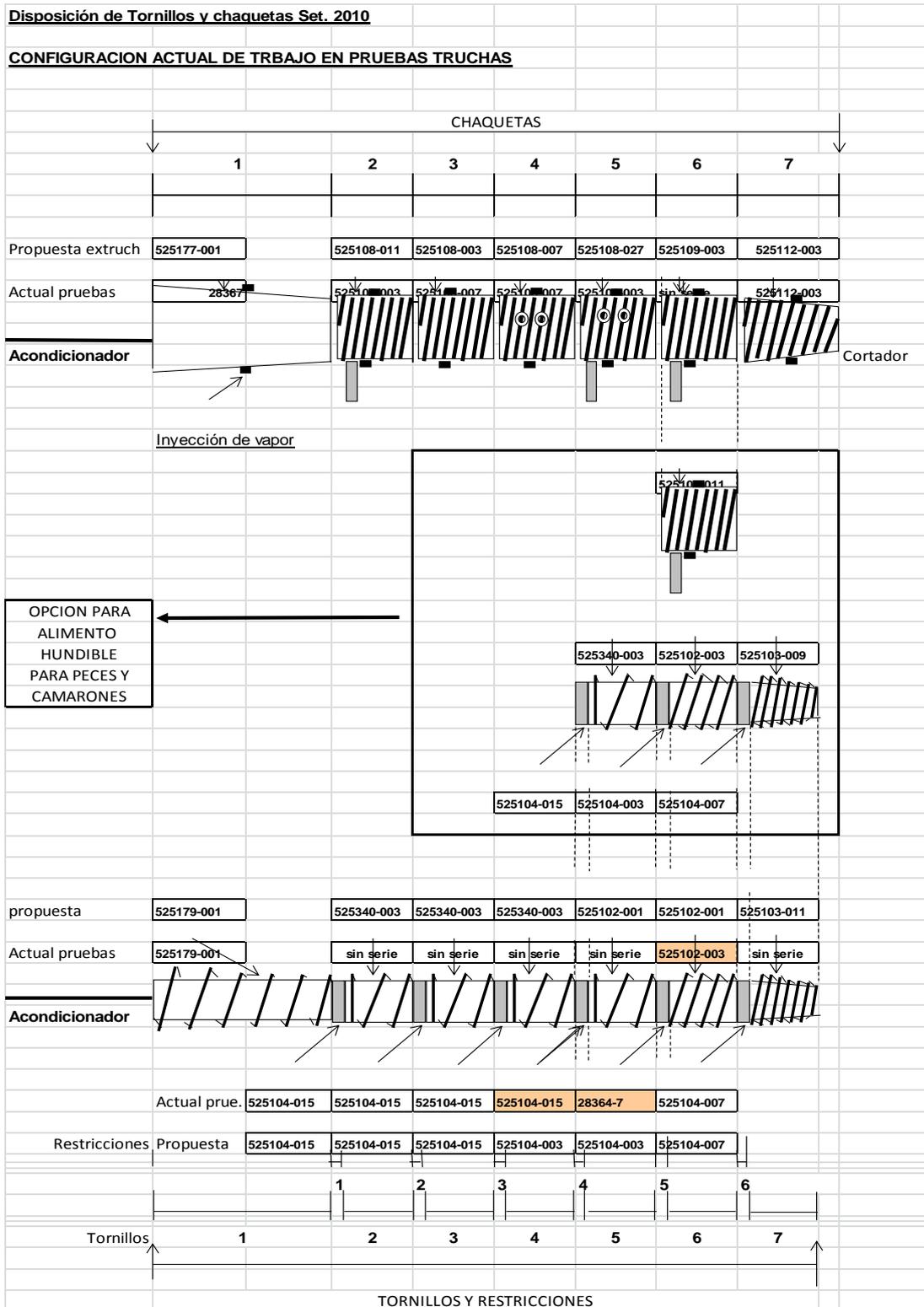


Figura 18. Partes del extrusor

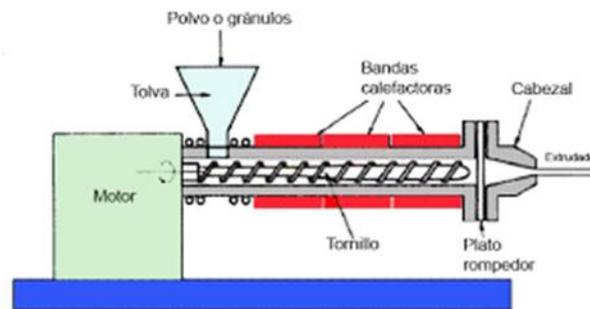


Figura 19. Tornillo extrusor ALPROSA



Los efectos negativos de dicho proceso son:

- destrucción de vitaminas (A y C) y pigmentos,
- inactivación de enzimas (amilasa, fitasa, etc.),
- destrucción de aminoácidos (lisina, etc.),

Una medida prudente sería incrementar en un 20% los niveles de los que en parte se destruyen como las vitaminas, enzimas, pigmentos, aminoácidos entre otros.

Los parámetros físicos: presión, temperatura y tiempo nos marcan las condiciones de tratamiento del extrusor. La presión puede alcanzar los 40 bares, la temperatura puede llegar a 140° C y el tiempo de estancia de la harina en el tornillo no sobrepasa los 10-15 segundos.

Figura 20. Vista panorámica del secador-enfriador del extrusor ALPROSA



La diferencia más importante entre peletizar o extruir son los costos de producción, la operación, la calidad y la conversión del alimento.

Tabla 7. Diferencias entre alimentos de acuerdo al proceso

Ítem	Descripción	HARINA	PELETIZADO	EXTRUSION
1	Procesamiento	En seco	En húmedo	En húmedo o seco
2	Temperatura (° C)	Ambiente	60 – 90° C	70 – 160° C
3	% Humedad	En seco	15.5 – 17%	Hasta 30%
4	% Adición grasa	En seco	20%	30%
5	Maquina	Manual	Peletizadora	Extrusores
6	Costos adquisición	Bajos	Normales	Costosos
7	Esterilidad	Nula	Buena	Excelente
8	Hundimiento		Hundibles	Hundibles o Flotantes
9	Forma del producto	Harina	Cilíndrica	Forma de la matriz
10	Aglutinantes	No	Si	No
11	Digestibilidad	Normal	Buena	Excelente

Figura 26, Diferencias entre alimentos de acuerdo al tipo de preparación. Adaptado de [10]

CAPITULO 3. APOORTE PERSONAL Y CALCULOS

3.1. Antecedentes.

Después de haber realizado un estudio de la factibilidad técnica y económica de la ampliación de la planta procesadora de alimentos para animales, se decidió la ampliación de la planta. El estudio contiene un análisis y diagnóstico de la producción, consumo, oferta y demanda de alimentos balanceados para animales de tierra, en las cuales se incluye las mascotas, como para animales de agua. También estudios específicos de distintas actividades pecuarias e industriales relacionadas, como los proyectos, Sanipez, Instituto Tecnológico Pesquero, ITP que forman el Plan de Desarrollo gubernamental sobre todo en sur del Perú referido a las truchas y peces amazónicos.

La demanda de alimentos balanceados en el sur del país ha aumentado en cantidad y calidad.

Nuestra producción está subiendo especialmente en aves que llega al 39%, para vacunos bordea el 40%. Entre cerdos y caballos están en 4%, conejos y cuyes en el 6% y truchas el 6%. Estos alimentos son peletizados. Los alimentos extruidos para aqua feed, truchas y peces amazónicos como el de mascotas, se está produciendo más de 200 TM por mes, esto es significativo a pesar de la existencia de muchas empresas productoras y fuertemente competitivas. Se piensa llegar a las 400 TM el próximo año. La producción de alimento peletizado por mes es en promedio 1500 TM y la de

extruido 200 TM. Con la ampliación se piensa llegar a 2500 TM que significa levantar la productividad en más de 50%

Mi participación en esta ampliación ha sido sobre todo en los sistemas operativos de molinos, mezcladora y peletizadora.

A continuación detallo el diseño y cálculo de estos equipos.

3.2. Fundamento teórico técnico para diseño de Molinos martillos.

- a. Medición y definición del tamaño de las partículas para el diseño de molinos. Las razones principales para esta reducción son las siguientes:
 - Exponer una superficie mayor de la digestión.
 - Mejorar las características de homogeneidad de mezclado de los ingredientes.
 - Aumentar la eficiencia de peletización o extrusión y calidad y dureza de los pellets.

Se puede obtener una molienda fina, media o gruesa depende a que especie va dirigida y etapa de crecimiento.

- b. Molino de martillos.

Un molino de martillos es un ensamble horizontal de rotor dentro de una cubierta metálica. El ensamble del rotor incluye un eje y varias placas circulares o discos y entre estos discos se encuentran hileras de martillos que son barras metálicas de alta dureza con dos agujeros uno en cada extremo. Una varilla de acero pasa través del agujero de cada martillo en la hilera separadas por un pequeño suple, para que los martillos se mantengan en su lugar. Una malla metálica perforada va adosada alrededor del ensamble del rotor. El diámetro de la

abertura de la malla concuerda con el tamaño deseado de las partículas. La entrada del material se realiza por la parte superior de la carcasa y la salida por debajo de la misma.

Figura 21. Vista del molino y filtro de mangas ALPROSA



Figura 22. Vista interna del molino de martillos ALPROSA



Figura 23. Esquema frontal y lateral de un molino de martillos

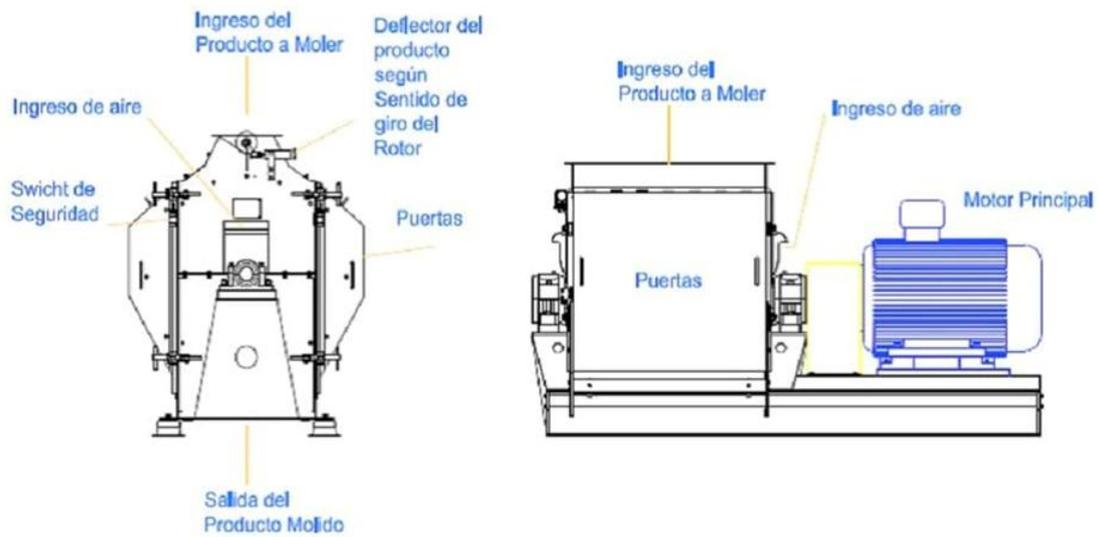
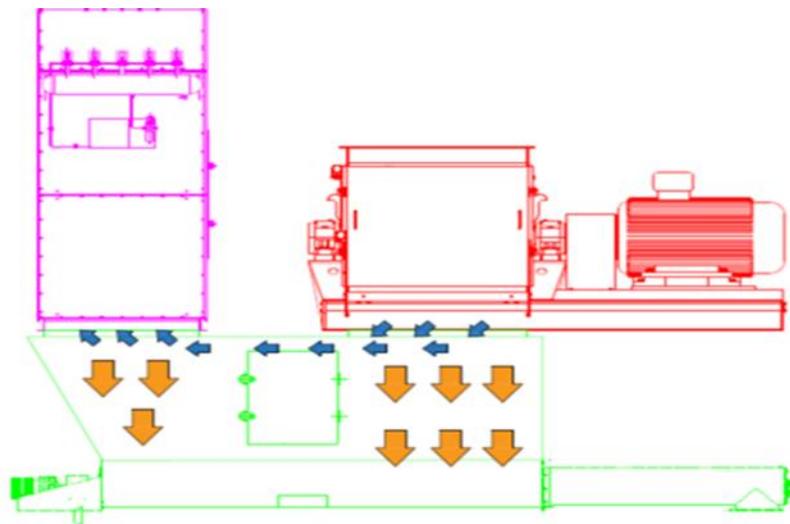


Figura 24. Esquema de caída de lo molido a la tolva plenum y parte de lo molido es llevado al filtro de mangas



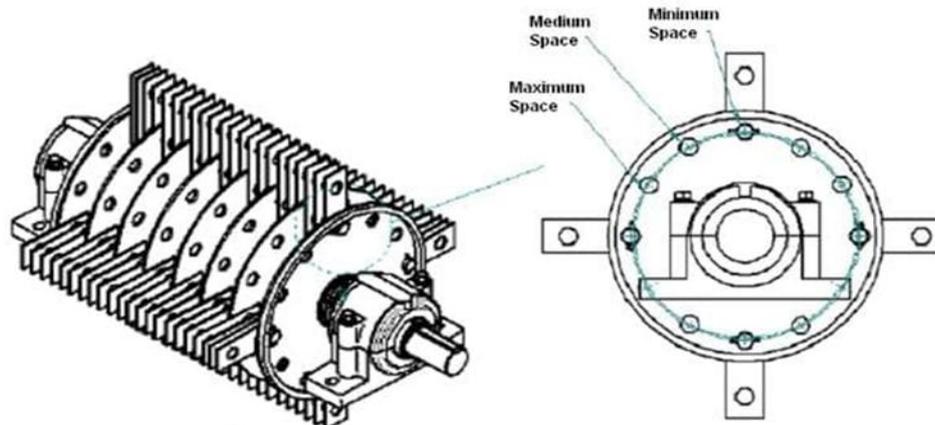


Figura 25. Esquema de disposición de martillos y los discos que los sostienen

c. Molienda.

El producto entra al molino a una velocidad de 9 a 18 metros/mit. En este primer contacto, que es la zona primaria de destrucción, se reduce de tamaño en un 98% del material debido a la tremenda diferencial en velocidad entre las puntas de los martillos y el producto que entra en el molino. En este primer contacto el material se lanza directamente a la malla pasándola.

Después de la primer acción los martillos y a medida que avanza la acción cada vez es más difícil que el material pasen por la perforaciones de la malla. Y aumenta la temperatura.

El sobrecalentamiento de lo molido, puede causar incendios. El calor más alto dará como resultados pérdidas por merma.

3.3. Factores en el diseño del sistema molino de martillos.

Variables que afectan capacidad y eficiencia

- **Material a ser molido**

- Quebradizo vs. Fibroso
- Humedad, temperatura, cantidad de grasa, tamaño
- Uniformidad del producto y velocidad de alimentación.

(Según el Curso de Luis Fernando Moncada.1996)

- **Cribas:**

- Diámetro de los orificios
- Grosor de la criba
- Área abierta

- **Martillos:**

- Velocidad periférica
 - * Alta velocidad para molienda fina
 - * Baja velocidad para molienda gruesa.

- **Relación Área de criba/potencia**

- “Para un motor de 3000 a 3600 RPM
 - * 8 a 16 pulg. cuadradas/HP típico
 - * 10 a 14 pulg. cuadradas/HP para granos
 - * 12 a 16 pulg. cuadradas/HP materiales fibrosos

Si la relación superficie de zaranda / HP está por debajo de las mencionadas puede ocurrir lo siguiente:

- Baja eficiencia, ya que no puede utilizarse toda la potencia
- Desgaste excesivo de engranajes, martillos y cribas.

Si la relación superficie de zaranda / HP sobrepasa los límites

Recomendados, ocurrirá lo siguiente:

- Circulación excesiva de aire, creando nubes de polvo y una producción grande de finos
- Desgaste de martillos, y cribas.”

(Según el Curso de Luis Fernando Moncada.1996)

MARTILLOS.

- “**La velocidad de operación de los molinos** se refiere generalmente a su **Velocidad periférica** que expresada en metros por minuto (o pies/min), es la velocidad de rotación de cualquier punto del círculo descrito por el Diámetro interior de las soleras. (Disco más martillo)

- Velocidad periférica baja

Menor 26000 FPM (menor 8,000 m/mit)

Únicamente para molienda gruesa y materiales quebradizos y usando cribas de 3/16” (5 mm) o mayores

- Velocidad periférica intermedia

26000 a 49000 FPM (8000 a 15000 m/mit)

Únicamente para molienda fina y gruesa y materiales quebradizos y fibroso y usando cribas de 3/32” (2.5 mm) o mayores

- Velocidad periférica alta

- Mayor 49,000 FPM (mayor 15,000 m/mit)

Únicamente para molienda fina de todo producto quebradizos y fibroso y usando cribas de 1/8” (3.0 mm) o menores.”

(Según el Curso de Luis Fernando Moncada.1996)

Relación potencia / martillo

- “Patrón liviano: Motores de 3000-3600 RPM de 1 a 2 HP / martillo
- Patrón Pesado: Motores de 3000-3600 RPM de 1 a 2.5 HP / martillo

Para seleccionar el patrón de martillo se decide en base al producto a moler y el HP del molino.”

(Según el Curso de Luis Fernando Moncada.1996)

- Bajos PH / martillo reducen la capacidad
- Altos PH / martillo causan desgaste excesivo de martillo y pasadores.

- Relación HP vs Capacidad TM

Molienda gruesa lo típico es 10 a 14 HP /TM molido

Molienda fina lo típico es 30 a 40 HP / TM molido

- **Distancia entre martillos y criba**

- ”Menor para molienda fina, mayor para molienda gruesa.

- Para molienda gruesa: 3/16”(4.68 mm) a 1/4” (6.25 mm)

- Para molienda fina: 7/16”(1.09 mm) a 1/2” (1.25 mm)

Generalmente Usar el arreglo para molienda gruesa para alta

Capacidad, menos finos

y el de finos máxima fineza, productos duros para moler alimento

para acuicultura y mascotas.”

(Foros por internet de alimento balanceados, ERGOMIX. Junio 2013)

- **Sistemas de asistencia de aire.**

El sistema de asistencia de aire ayuda a

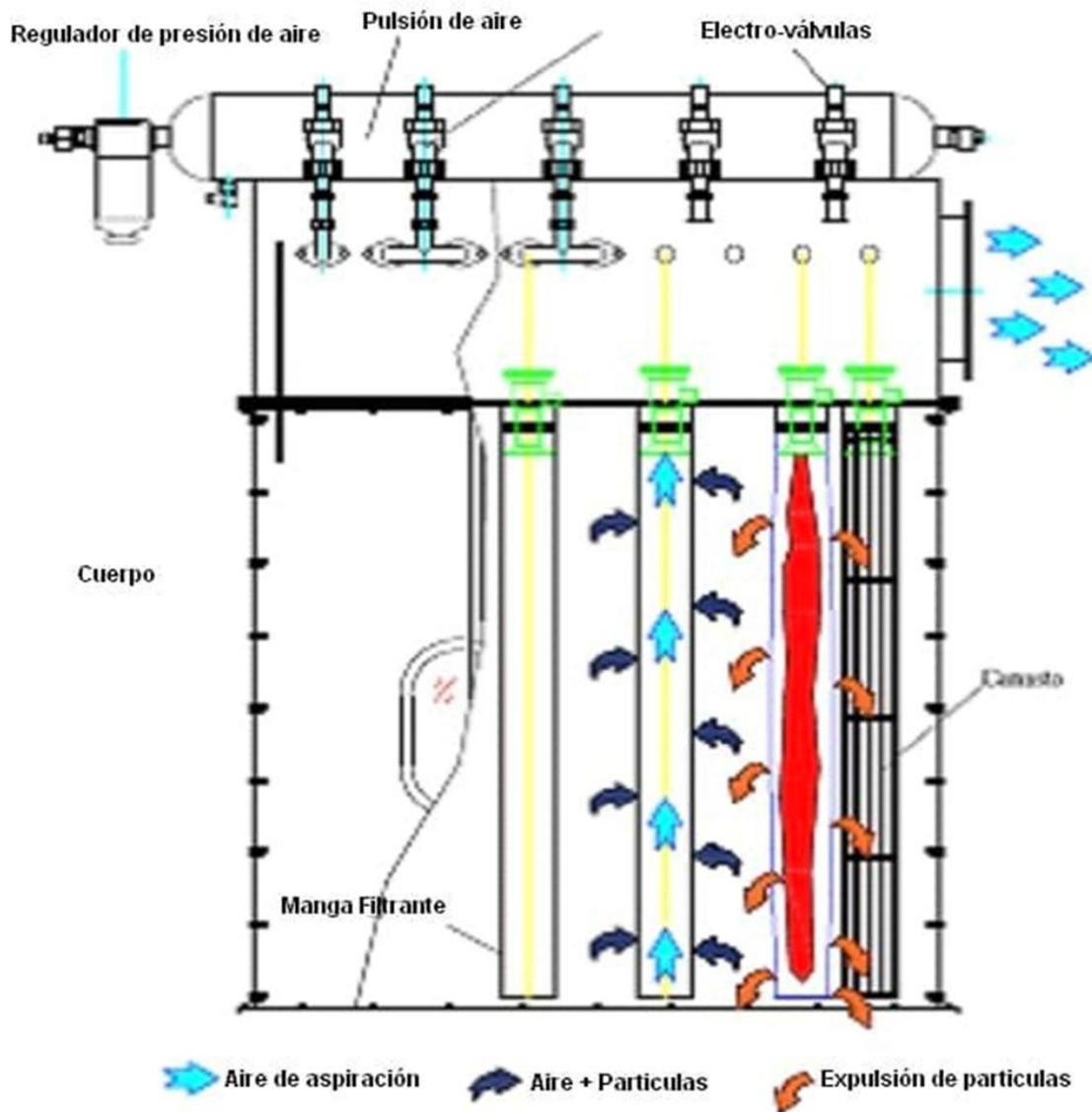
- reducir los costos de energía,
 - controlar el tamaño de las partículas,
 - reducir el calentamiento,
 - controlar el polvo
 - reducir la acumulación de presión del molino

- aumentar la capacidad del molino en el orden 15 a 40 %.

Un sistema de extracción de aire producirá una pérdida de estática a lo largo del molino de 2 a 5 pulg. de columna de agua (WC) (5-12 mbar) aliviara la presión estática., El empuje negativo del aire por el molino ayudara a mover las partículas hacia la malla y a jalarlas atravez de las perforaciones.

Se debe permitir que el 75% del aire entre al molino cerca de la entrada del mismo. La entrada de aire debe tener el mismo ancho y la misma área que la entrada del molino. El aire entrara al molino con el producto y será jalado a través de la malla con el material molido, para lo cual necesitara entre 1 - 1½ pulgadas de agua (WC) de vacío (2.5 – 3.7 mbar) a la entrada del molino. El resto de aire debe entrar a través de los orificios de venteo, ubicados normalmente en las puertas laterales que dan acceso a la cámara de molienda, con lo cual se creara una presión negativa afuera de la malla que ayudara a mantener las mallas limpias y mejorara la eficiencia del molino.

Figura 26. Esquema de un filtro de mangas



Funcionamiento filtro de mangas.

Gran parte del polvo que llega con el aire se separa a la salida del molino, el resto del polvo se recoge en la superficie de la manga, donde se crea una pre capa de polvo indispensable para conseguir altas eficacias de separación.

Las mangas filtrantes se limpian mediante impulsos periódicos de aire comprimido que pasa a los tubos de soplado mediante la apertura de las

válvulas de diafragma. Se sopla cada fila de mangas, creándose un aumento brusco de presión en el interior de las mangas, originando la caída del polvo del exterior de las mangas. Las válvulas de membrana son controladas electrónicamente permitiendo el ajuste del tiempo de soplado y el impulso a las condiciones de operación deseadas. “Este modelo de filtro abarca un rango de 72 a 360 mangas. Las mangas son de 4-1/2” de diámetro, por 4, 6, 8, ó 10 pies de longitud cada una, lo que proporciona de 509 a 4.241 pies cuadrados de área filtrante.

Los molinos que giran a 3.600 RPM requieren un mínimo de 1 - 1¼ pies³/min CFM de aire por pulgada cuadrada de superficie de malla o criba (1.7 – 2.12 m³/hora por cada 6.45 cm²). Los molinos que giran a 1800 RPM requieren un mínimo de 1 de pies³/min CFM de aire por pulgada cuadrada de superficie de malla (1.7 m³/hora por cada 6.45 cm²). El volumen de aire debe ser medido a la salida del molino y a una presión de vacío de 5 pulgadas de agua (WC) (12.44 mbar).” (Foros por internet de alimento balanceados, ERGOMIX.2015.)

El sistema de asistencia por aire necesita una área en el plenum para disminuir la velocidad que trae el aire, permitiendo así que el producto molido y el polvo puedan caer al transportador. “El área seccional del plenum o cámara no puede ser muy grande y debe ser diseñada para que la velocidad del aire en el plenum sea menor o igual a 15 veces la densidad del producto expresada en libras/pie³.” (Foros por internet de alimento balanceados, ERGOMIX. 2015)

Generalmente se puede decir que cuando se requiere producto más fino:

- Se obtiene una menor capacidad en el molino
- El consumo de energía específica en la molienda es mayor
- Mas calentamiento del producto en la molienda
- Mas consumo de partes de desgaste (martillos, mallas, etc.)
- Un posible aumento en la formación de polvo.

- Selección de los ventiladores centrífugo para asistir de aire al molino

La selección de un ventilador consiste en elegir aquel que satisfaga los requisitos de caudal y presión con que debe circular el aire, para la temperatura de la operación y la altitud de la instalación y además debe determinar su tamaño, el número de revoluciones a las que debe girar el rotor, la potencia que debe ser entregada a su eje, el rendimiento con el que funciona, la disposición de la transmisión, el ruido generado.

Al fabricante del ventilador, se le entrega los datos del caudal de aire y la presión en pulgadas de agua el cual el molino fue calculado para funcionar con asistencia de aire

...3.4.CALCULOS PARA ESCOGER EL MOLINO.

De acuerdo al sustento anterior y las características de la harina a moler a continuación se fija los parámetros para escoger las características del molino de martillos

Base de cálculo para el diseño de molino de martillos.

Para piensos producidos en la peletizadora

1. Capacidad: 15 TM/hr.
2. Humedad: 12 %
3. Grasa: 5%

4. Granulometría: 4 a 5 mm. 4000 a 5000 micras

Para piensos producidos en el extrusor

1. Capacidad: 5 TM/hr.
2. Humedad: 12 %
3. Grasa: 10%
4. Granulometría: 0.8 a 0.4 mm. 800 a 400 micras
5. Densidad de la harina molida: 45 libras / pie³ ó 720 gr /
Lt. ó 720 kg / m³

- **Relación Área de criba/potencia.** Para 3000 a 3500 RPM

Para una área de malla 0.936 a 0.979 m²

7.16 pulg.cuadradas/HP típico

- **Relación Martillos-velocidad periférica.**

Velocidad periférica molino fino = $(\pi) \cdot D \cdot \text{RPM} = \text{m/min}$

$$= 3.1416 \cdot 1.06 \cdot 3570$$

$$= 11,888 \text{ m/min}$$

Velocidad periférica molino grueso = $(\pi) \cdot D \cdot \text{RPM} = \text{m/min}$

$$= 3.1416 \cdot 1.59 \cdot 1775$$

$$= 8,866 \text{ m/min}$$

Por lo general la velocidad va de 27,000 a 40,000 pies por minuto FPM

(8000 a 12000 metros / minuto) (Robert R. McElhiney. 1994. p 88)

- **Relación potencia / martillo**

Patrón liviano Gruesa: 62 martillos corresponde **3 HP / martillo**

Patrón Pesado Fina: 160 martillos corresponde **1.5 HP / martillo**

- **Relación HP vs Capacidad TM**

Molienda gruesa **14 HP / TM molido**

Molienda fina **40 HP / TM molido**

- **Relación distancia criba a martillo, diámetro hueco criba y consumo de energía**

Para molienda fina: **7/16" (1.09 mm) a 1/2" (1.25 mm)**

Diámetro de hueco de malla: 0.8 mm, 800 micras

Para molienda gruesa: 3/16" (4.68 mm) a 1/4" (6.25 mm)

Diámetro de hueco de malla: 1/8", 3.125 mm, 3,125 micras

- **Consumo de energía** $E = (I * A * \text{Raíz}(3) * \cos.(fi)) / (1000 * \text{TM/hr}) =$
Kw-hr / TM

$E =$ Consumo de energía en KW-hr / TM

$I =$ intensidad en Watt

$A =$ Amperios

$\text{Cos. (fi)} = 0.8$

Molino fino: Capacidad = TM / hr = 5 TM / hr

$E = 380 * 230 * 1.73 * 0.8 / 1000 * 5$

$E = 24.19 \text{ KW-hr / TM}$

Molino grueso: Capacidad = TM / hr = 15 TM / hr

$E = 380 * 204 * 1.73 * 0.8 / 1000 * 15$

$E = 7.15 \text{ KW-hr / TM}$

- **Relación aire necesario con asistencia de aire considerando área de criba.**

Calculo de aire necesario para un molino con asistencia de aire.

Para el molino de martillos grueso:

Velocidad angular: 1775 RPM

Área de criba: 0.936 m²

1 m² = 1550 pulg²

Área criba: 1450.8 pulg²

Necesidad de aire: 1 pies³/mit (CFM) = 1pulg² de superficie de criba.

1450.8 pies³/mit (CFM)

Para el molino de martillos fino:

Velocidad angular: 3570 RPM

Área de criba: 0.979 m²

1 m² = 1550 pulg²

Área criba: 1517.45 pulg²

Necesidad de aire: 1 pies³/mit (CFM) = 1pulg² de superficie de criba.

1517.45 pies³/mit (CFM)

Calculo área seccional del plenum considerando la densidad harina molida

Densidad de la harina molida: 45 libras / pie³ ó 720 gr / cc ó 720 kg / m³

Velocidad del aire en el plenum tiene que ser menor o igual a 15 veces la densidad producto: 15 x 45 = 675 pies/min ó 205.74 m/ min.

Volumen aire aspiración de harina molida: 1200 pies³/min de aire CFM

Este volumen de aire aspiración de harina molida: 1200 pies³/min de aire CFM

corresponde para 1 TM

Fórmula para encontrar el área seccional:

Área seccional = volumen de aire aspiración (Caudal) / velocidad aire conocido

$$= 1200 / 675 = 1.8 \text{ pies } 2 = 0.17 \text{ m}^2$$

Un plenum o cámara más grande resultara en una velocidad del aire más baja y por ende menos producto pasando por el sistema de asistencia por aire.

Malla	1.10x0.89 <i>m</i>
Área de malla	0.979 <i>m</i> ²
Radio	0.37 <i>m</i>
Martillo	16x5 <i>cm</i>
Nº de martillos	160 <i>unidades</i>

MOLINO

GRUESO

Potencia de motor	160 <i>KW</i>
Velocidad angular	1775 <i>RPM</i>
Malla	1.56X0.60 <i>m</i>
Área de malla	0.936 <i>m</i> ²
Radio	0.55 <i>m</i>
Martillo	24.5x6.0 <i>cm</i>
Nº de martillos	62 <i>unidades</i>

Otros cálculos del molino en proceso

El **módulo de finura se calcula** sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar y dividiendo la suma entre 100.

Tabla 8. Resumen de lo molido retenido en tamices

Fuente: Elaboración propia

Resumen de Granulometría para Producto Mezclado y Molido																													
Material	Formula	% paso acumulado en cada tamiz											% retenido en cada tamiz											Módulo de Uniformidad					
		Grueso				Mediano				Fino			Grueso				Mediano				Fino				Total	Módulo de Finura	G	M	F
		5/16 Pulg	1/4 Pulg	1/8 Pulg	2000 mm	1000 mm	800 mm	710 mm	500 mm	400 mm	5/16 Pulg	1/4 Pulg	1/8 Pulg	2000 mm	1000 mm	800 mm	710 mm	500 mm	400 mm	Plato	Fondo								
Tamiz	mm	7.94	6.35	3.18	2	1	0.8	0.71	0.5	0.4	7.94	6.35	3.18	2	1	0.8	0.71	0.5	0.4	0									
1	TRAT pig 2	FTB 074.050	100	100	97.5	96.5	92.5	91	89.5	75.5	65	0	0	2.5	1	4	1.5	1.5	14	10.5	65	100	0.93	0	1	9			
2	TRAT pig 6	FTB 038.095	100	100	98	97.5	94.5	94	92.5	81.5	71	0	0	2	0.5	3	0.5	1.5	11	10.5	71	100	0.71	0	1	9			
3	PAT	FTB 022.071	100	100	99.5	98	83.5	74.5	67.5	45.5	39	0	0	0.5	1.5	14.5	9	7	22	6.5	39	100	1.93	0	3	7			
4	TTP	FTB 001.070	100	100	90.5	84.5	71	65	58.5	38	30	0	0	9.5	6	13.5	6	6.5	20.5	8	30	100	2.63	2	3	6			
5	CDT	FTB 011.067	100	100	99	97.5	82	75.5	69	59.5	50	0	0	1	1.5	15.5	6.5	6.5	9.5	9.5	50	100	1.68	0	3	7			
6	VPT 2	FTB 005.091	100	100	93	91	76.5	74.5	70	42	28	0	0	7	2	14.5	2	4.5	28	14	28	100	2.25	1	2	7			
7	VPT 1	FTB 004.106	100	100	83	80	68.5	58	55.5	38	31	0	0	17	3	11.5	10.5	2.5	17.5	7	31	100	2.86	2	2	6			
8	VPT 1	FTB 003.081	100	100	84.5	80	63	59	54	37	29.5	0	0	15.5	4.5	17	4	5	17	7.5	29.5	100	2.93	2	3	5			
9	CRT	FTB 016-045	100	100	99	96	83	80	74.5	46.5	32	0	0	1	3	13	3	5.5	28	14.5	32	100	1.89	0	2	7			
10	CIT	FTB 009-061	100	100	99.5	98	82	78.5	72	50	40	0	0	0.5	1.5	16	3.5	6.5	22	10	40	100	1.80	0	3	7			
11	CET	FTB 013-067	100	100	99	96.5	84	79	71.5	51.5	40	0	0	1	2.5	12.5	5	7.5	20	11.5	40	100	1.79	0	3	7			
12	PATD	FTB 048-061	100	100	95	85	64.5	60	55	36.5	27.5	0	0	5	10	20.5	4.5	5	18.5	9	27.5	100	2.77	2	3	6			
13	PCTD	FTB 047-063	100	100	97.5	95	69	64	60	37	27	0	0	2.5	2.5	26	5	4	23	10	27	100	2.51	1	4	6			
14	CDT	FTB 011-068	100	100	99	96	75.5	72	64.5	43.5	31.5	0	0	1	3	20.5	3.5	7.5	21	12	31.5	100	2.18	0	3	6			
15	GLCCD-P	FTB 061-025	100	100	97.5	93	79	75.5	70.5	46	36	0	0	2.5	4.5	14	3.5	5	24.5	10	36	100	2.03	1	2	7			
16	AVEMET	FTB 111-011	100	100	99.5	99	86.5	82	75.5	53	42.5	0	0	0.5	0.5	12.5	4.5	6.5	22.5	10.5	42.5	100	1.62	0	2	8			
17	CSMT	FTB 058-051	100	100	99	86.5	65.5	63.5	61.5	45.5	34	0	0	1	12.5	21	2	2	16	11.5	34	100	2.45	1	3	6			
18	CDPT	FTB 080-016	100	100	98.5	90.5	85	80	54.5	31.5	0	0	0	1.5	8	5.5	5	25.5	23	31.5	100	1.60	0	2	8				
19	IPT	FTB 050-030	100	100	98	94.5	79.5	76	72	47	34.5	0	0	2	3.5	15	3.5	4	25	12.5	34.5	100	1.99	1	2	7			
20	CJCT	FTB 024-033	100	100	90	77.5	51.5	47.5	40	23	14	0	0	10	12.5	26	4	7.5	17	9	14	100	3.57	2	4	4			
21	BIG DOG ADULTOS 1ra	FTBE 012-009	100	100	100	100	96	94	90.5	69	56.5	0	0	0	0	4	2	3.5	21.5	12.5	56.5	100	0.94	0	1	9			
22	BIG DOG ADULTOS 2da	FTBE 012-009	100	100	100	100	99.5	98	96	80	66	0	0	0	0	0.5	1.5	2	16	14	66	100	0.61	0	0	10			
23	BIG DOG CACHORROS 1ra	FTBE 011-008	100	100	100	100	95.5	94.5	92.5	68.5	54	0	0	0	0	4.5	1	2	24	14.5	54	100	0.95	0	1	9			
24	BIG DOG CACHORROS 2da	FTBE 011-008	100	100	100	100	97	96.5	94.5	76	63.5	0	0	0	0	3	0.5	2	18.5	12.5	63.5	100	0.73	0	1	9			
25	PCT	FTB 021-071	100	100	99.5	98	83.5	79	73	50	39	0	0	0.5	1.5	14.5	4.5	6	23	11	39	100	1.78	0	3	7			
26	TRRT P2	FTB 041-048	100	100	99	98.5	95	92	87	69.5	56	0	0	1	0.5	3.5	3	5	17.5	13.5	56	100	1.03	0	1	9			
27	TRIT	FTB 035-066	100	100	99.5	98	94	92.5	90	76	57.5	0	0	0.5	1.5	4	1.5	2.5	14	18.5	57.5	100	0.93	0	1	9			
28	TRCT2	FTB 037-085	100	100	99	98.5	95	93.5	91.5	80.5	52.5	0	0	1	0.5	3.5	1.5	2	11	28	52.5	100	0.90	0	1	9			
29	TRRT	FTB 040-054	100	100	99.5	97.5	96	94	89.5	77	66.5	0	0	0.5	2	1.5	2	4.5	12.5	10.5	66.5	100	0.80	0	1	9			
30	PITD	FTB 046.053	100	100	99.5	90	77	74	68	46	37	0	0	0.5	9.5	13	3	6	22	9	37	100	2.09	1	2	7			
31	AVCT	FTB 152.013	100	100	91.5	87	67.5	65	59	37	27	0	0	8.5	4.5	19.5	2.5	6	22	10	27	100	2.66	1	3	6			
32	AVIT	FTB 151.020	100	100	99	97.5	79.5	74.5	67.5	44.5	35	0	0	1	1.5	18	5	7	23	9.5	35	100	2.03	0	3	7			

Cálculo módulo de finura y módulo de uniformidad.

Para el caso de Truchas acabado tomasino pigmentante 2, TRATpig. 2

a. Se enumera las cribas desde 0 hacia adelante

	Pulg, mm	mm	Nro. plato
1.	5/16	7.94	9
2.	1/4	6.35	8
3.	1/8	3.18	7
4.	2000	2.00	6

5.	1000	1.00	5
6.	800	0.80	4
7.	700	0.70	3
8.	500	0.50	2
9.	400	0.40	1
10.	Plato fondo	0.00	0

b. Módulo de finura

Se multiplica lo que queda retenido por el número de plato asignado este resultado de todos los platos de suma dividiéndolo el total entre 100

	Pulg, mm	Retenido (R)	<u>Nro. Plato (P)</u>	<u>R*P</u>
1.	5/16	0.00	9	0.00
2.	1/4	0.00	8	0.00
3.	1/8	2.50	7	17.50
4.	2000	1.00	6	6.00
5.	1000	4.00	5	20.00
6.	800	1.50	4	6.00
7.	700	1.50	3	4.50
8.	500	14.0	2	28.00
9.	400	0.50	1	10.50
10.	Plato fondo	65.00	0	0.00
			Total	92.50

Módulo de finura: $92.5/100 = \mathbf{0.93}$

“Mientras sea menor a 1 el módulo de finura es más fino la molienda.” (Foros por internet de alimento balanceados, ERGOMIX. 2016)

c. Módulo de uniformidad.

1. Gruesa (G): suma de retención en platos de 5/16, ¼, 1/8 y 2000 dividido entre platos totales.

$$G = 0 + 0 + 2.5 + 1 = 3.5 / 10 = 0.035 \text{ redondeando a entero} = \mathbf{0}$$

2. Media (M): suma de retención en platos de 1000, 800 y 700 dividido entre platos totales.

$$M = 4 + 1.5 + 1.5 / 10 = 0.7 \text{ redondeando a entero} = \mathbf{1}$$

3. Fina (F): suma de retención en platos de 500, 400 y plato fondo dividido entre platos totales.

$$F = 14 + 10.5 + 65 = 89.5 / 10 = 8.95 \text{ redondeando a entero} = \mathbf{9}$$

“Módulo de uniformidad indica cuánto hay de molienda gruesa, media y fina y se expresa en números enteros.” (Foros por internet de alimento balanceados, ERGOMIX. 2016)

3.5. Fundamento teórico técnico para diseño de la Mezcladora,

El mezclado constituye uno de los procesos más importantes. Combinar ingredientes con características únicas en una ración formulada, que pueda aportar todos los requerimientos nutricionales a un animal, crea un valor agregado que no existe en los ingredientes de manera individual.

Este mezclado se puede realizar por lotes o tandas o por el mezclado continuo. En la actualidad, los métodos de mezclado por tandas es el más usado y consiste en agregar una cantidad específica de cada ingrediente en base a una fórmula y procede a mezclarlos en lotes de determinado tamaño y tiempo.

Hay dos tipos de mezcladoras las verticales y las horizontales.

Figura 27. Mezcladora horizontal de cinta helicoidales



Figura 28. Mezcladora horizontal de paletas



Figura 29. Vista externa de la mezcladora horizontal de paletas ALPROSA



Las mezcladoras horizontales pueden ser de listones o de paletas. La mezcladora horizontal de doble listón, son especialmente útiles con ingredientes secos y de fácil movilidad. Su funcionamiento se basa en dos espirales de listones internos y dos espirales de listones externos en el lado opuesto de los internos, los cuales permiten transportar los ingredientes de un extremo a otro mientras lo revuelven. Ejercen 3 movimientos: uno horizontal a la derecha, otro horizontal a la izquierda y un tercer movimiento radial, creando un flujo turbulento

Las mezcladoras horizontales de paletas son útiles cuando se trata de

mezclar ingredientes que requieren añadir una mayor proporción de líquidos. Son más eficientes y el tiempo de mezclado es menor que el de cintas.

Influencia de los Ingredientes en el Mezclado.

Las propiedades físicas de los ingredientes que influyen en el funcionamiento de la mezcladora son las siguientes:

- * Tamaño de la partícula.
- * Forma de la partícula.
- * Peso específico o densidad.
- * Higroscopicidad.
- * Susceptibilidad a la carga electrostática.
- * Adhesividad.

De los puntos anteriores, el tamaño de la partícula, la forma y la densidad son los más relevantes. “ (Folletos Informativos Técnicos, Para Fábricas de Alimentos. Pfizer. Números .4.)

Prevención de Problemas en el Mezclado.

- Recordar que el orden de la carga en la mezcladora debe ser:
1) ingredientes mayores, 2) ingredientes menores, 3) aditivos, 4) líquidos.
- Llenar la mezcladora no menos que a 1/3 parte de su volumen para evitar inhibir la eficiencia del mezclado.
- Evitar sobrellenar la mezcladora, los listones o paletas deben ubicarse ligeramente arriba de la superficie de la mezcla.
- Realizar pruebas rutinarias de eficiencia de la mezcladora

Para el diseño de una mezcladora se debe tener en cuenta:

- Capacidad de producción requerida
- Densidad de los ingredientes a mezclar
- Proporción de líquidos y aditivos
- Espacio físico disponible

3.6.Cálculos para escoger la mezcladora

- Base de cálculos para el diseño de la mezcladora.

- * Capacidad 2000 litros
- * Densidad del material a mezclar:
 - Vacunos: 420 Kg / m³
 - Aves: 585 Kg / m³
 - Cerdos: 580 Kg / m³
 - Caballos: 550 Kg / m³
 - Conejos: 312 Kg / m³
 - Truchas: 590 Kg / m³
 - Mascotas: 610 Kg / m³

- Cálculos de capacidad de mezcladora

Para que exista un buen mezclado la mezcladora se debe llenar con producto un 85% debiendo quedar libre el 15% de la capacidad total es decir se debe llenar con 1700 litros.

- Vacunos: peso / bach = 700 kg.

$$\text{Densidad} = m \text{ (kg)} / v \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen} = 700 / 420 = 1.666 \text{ m}^3 = 1666 \text{ l}$$

- Aves: peso / bach = 1000 kg.

$$\text{Densidad} = m \text{ (kg)} / v \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen} = 1000 / 585 = 1.709 \text{ m}^3 = 1709 \text{ l.}$$

$$\text{Caballos: peso / bach} = 700 \text{ kg.}$$

$$\text{Densidad} = m \text{ (kg)} / v \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen} = 900 / 550 = 1.636 \text{ m}^3 = 1636 \text{ litros}$$

- Conejos: peso / bach = 520 kg.

$$\text{Densidad} = m \text{ (kg)} / v \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen} = 520 / 312 = 1.666 \text{ m}^3 = 1666 \text{ litros}$$

- Truchas: peso / bach = 1000 kg.

$$\text{Densidad} = m \text{ (kg)} / v \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen} = 1000 / 590 = 1.694 \text{ m}^3 = 1694 \text{ litros}$$

- Mascotas: peso / bach = 1000 kg.

$$\text{Densidad} = m \text{ (kg)} / v \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen} = 1000 / 610 = 1.639 \text{ m}^3 = 1639 \text{ litros}$$

- **Cálculos de Capacidad / hora.**

- Base de cálculo: 1 hora
- Tiempo de mezclado: 4 mit
- Tiempo de preparación: 1 mit.
- Tiempo total: 5 mit
- Nro. de bach x hora: 12

- Capacidad Vacunos:

$$700 \text{ kg} \times 12 = 8400 \text{ kg} / \text{h} = 8.4 \text{ TM} / \text{h}$$

- Capacidad Aves:

$$1000 \text{ kg} \times 12 = 12000 \text{ kg} / \text{h} = 12.0 \text{ TM} / \text{h}$$

- Capacidad cerdos:

$$1000 \text{ kg} \times 12 = 12000 \text{ kg} / \text{h} = 12.0 \text{ TM} / \text{h}$$

- Capacidad Caballos:

$$700 \text{ kg} \times 12 = 8400 \text{ kg} / \text{h} = 8.4 \text{ TM} / \text{h}$$

- Capacidad Conejos:

$$520 \text{ kg} \times 12 = 6240 \text{ kg} / \text{h} = 6.24 \text{ TM} / \text{h}$$

- Capacidad Truchas:

$$1000 \text{ kg} \times 12 = 12000 \text{ kg} / \text{h} = 12.0 \text{ TM} / \text{h}$$

- Capacidad Mascotas:

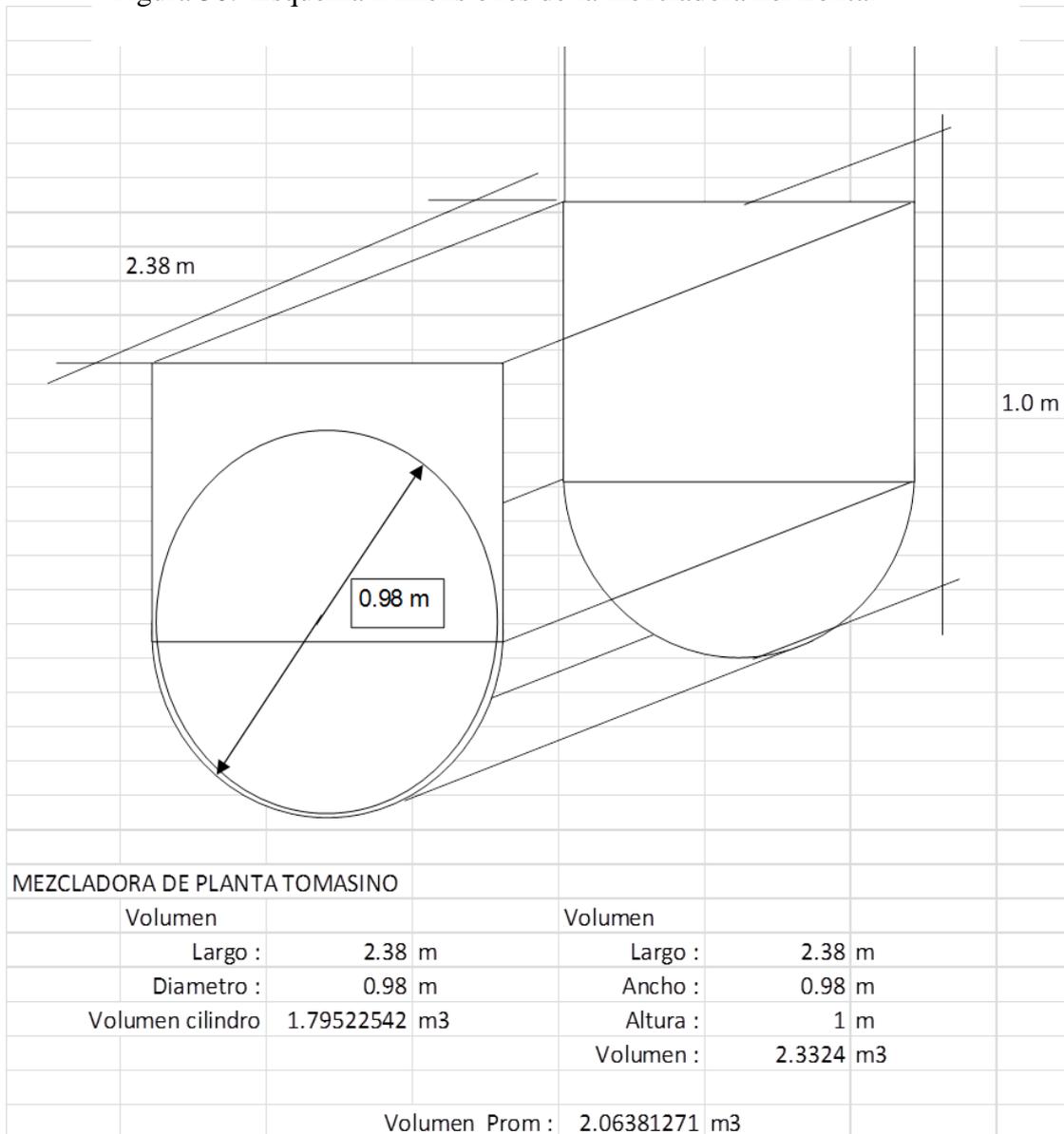
$$1000 \text{ kg} \times 12 = 12000 \text{ kg} / \text{h} = 12.0 \text{ TM} / \text{h}$$

Tabla 9. Dimensiones de la mezcladora horizontal de cintas helicoidales

GEOMETRIA DE MEZCLADORA

MEZCLADORA : PLANTA TOMASINO	
CUERPO DE MEZCLADORA	
Largo :	<input type="text" value="2.38"/> m
Ancho :	<input type="text" value="0.98"/> m
Altura :	<input type="text" value="1.14"/> m
Perímetro de Arco :	<input type="text" value="1.55"/> m
Volumen :	<input type="text" value="1.80"/> m ³
COMPUERTA SUPERIOR	
Largo :	<input type="text" value="36"/> cm
Ancho :	<input type="text" value="36"/> cm
COMPUERTA INFERIOR x 4	
Largo :	<input type="text" value="15"/> cm
Ancho :	<input type="text" value="29"/> cm
CINTAS HELICOIDALES	
CINTA EXTERIOR	
Ancho :	<input type="text" value="2.5"/> cm
Grosor :	<input type="text" value="0.8"/> cm
Altura con respecto al eje :	<input type="text" value="41"/> cm
Diámetro circunf. de cinta exterior :	<input type="text" value="98"/> cm
CINTA INTERIOR	
Ancho :	<input type="text" value="2.5"/> cm
Grosor :	<input type="text" value="0.8"/> cm
Altura con respecto al eje :	<input type="text" value="26"/> cm
MOTOR :	
Potencia (HP) :	<input type="text" value="15"/>
Velocidad (rpm):	<input type="text" value="1755"/>
EJE DE MEZCLADORA :	
Diámetro de Eje de Mezcladora :	<input type="text" value="11"/> cm
Longitud varilla :	<input type="text" value="43.5"/> cm
Nro. de varillas crucetas:	<input type="text" value="24"/> cm
Distancia entre crucetas:	<input type="text" value="42"/>
Velocidad Angular (rpm) :	<input type="text" value="30.4"/> rpm

Figura 30. Esquema Dimensiones de la mezcladora horizontal



- **Análisis estadísticos de los resultados de la eficiencia de mezclado**

- “Para realizar la prueba de eficiencia de mezclado se utilizan los trazadores de color codificados, que son partículas finamente divididas de hierro que han sido cubiertas con colorantes solubles en agua y que dejan marcas en papel filtro especial. Se toman 10 muestras por prueba no menos de

230 gr. de alimento y se analiza, lo ideal es 5 sub-muestras de alrededor de 30 gr. cada uno. Cada sub-muestra debería marcar en el papel filtro 30 partículas de color codificadas.” (Folletos Informativos Técnicos, Para Fábricas de Alimentos. Pfizer. Números .4.)

- En la prueba que se da como ejemplo fueron del rango de 20 a 28 partículas, con una eficiencia de mezclado cerca de 90 % con 5 mit. de tiempo de mezclado para la especie vacas.

Eficiencia de Mezclado Empleando Microtrazadores						
Linco-Spectin Premezcla						
CALIDAD :		VPT1				
TIEMPO DE MEZCLADO :		5 minutos				
CODIGO DE FORMULA :		FTB111.012				
CODIGO DE PREMEZCLA :		FIB023.012				
NUMERO DE MUESTRAS :		10	FECHA :	12 de Enero de 2018		
i	Xi	(Xi) ²				
1	28.0	784.00	Media	24.20		
2	24.0	576.00				
3	22.0	484.00	Variación	6.40		
4	27.0	729.00				
5	25.0	625.00	Desviación Estandar	2.53		
6	25.0	625.00				
7	21.0	441.00	Coefficiente Variación	10.45		
8	20.0	400.00				
9	25.0	625.00	Eficiencia Mezclado	89.55 %		
n =	10	25.0				
	suma Xi	suma Xi ²	((suma Xi) ²)/n			
	10	242.0	5914.00	5856.4		
Xi : Numero de puntos trazados en el papel filtro						
i : Numero de muestra analizada						

Media =	$X = \frac{\text{suma Xi}}{n}$
Variación =	$S = \frac{\text{suma (Xi)}^2 - (\text{suma Xi})^2}{n-1}$
Desviación Estandar	$DS = \text{Raiz2} (S)$
Coefficiente Varianza	$CS = DS \times 100 / X$
Eficiencia mezclado	$EF = 100 - CS$

- Media: $X = 242 / 10 = 24.2$
- Variación: $S = (5914 - 5856.4) / 9 = 6.4$
- Desviación estándar: $DS = 2.53$
- Coeficiente de varianza: $CS = 2.53 \times 100 / 24.2 = 10.45$
- Eficiencia de mezclado $EF = 100 - 10.45 = 89.5$

- Un coeficiente de varianza de 10% o menos puede ser considerado como satisfactorio en la mezcla. Los coeficientes por encima del 10% significan que se debe mejorar el mezclado del alimento que generalmente es aumentando el tiempo de mezclado, mejorando la molienda y revisando la cantidad de alimento mezclado por batch

Tabla 10. Calidades con sus densidades

Fuente: Elaboración propia

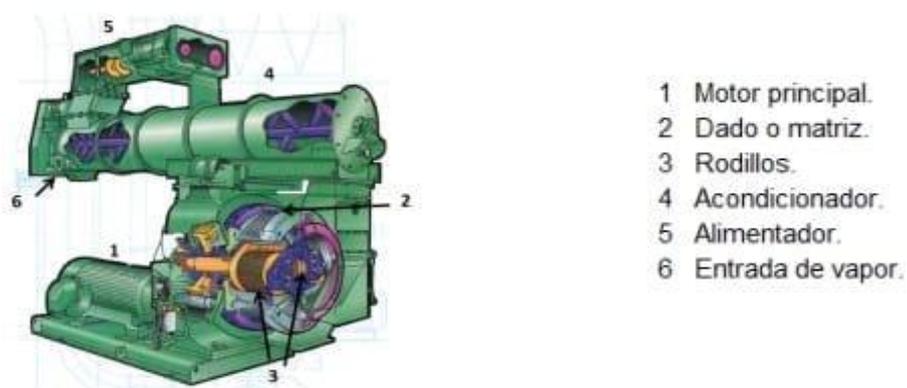
	Materias Primas	Formula	Densidad (Kg/m3)	Densidad(gr./cm3)
1	CJ.C.T	FTB 024.023	312.3949	0.3123
2	AV.C.T		391.2854	0.3912
3	V.P.T.2	FTB 005.091	397.0439	0.3970
4	V.P.T.1	FTB 004.106	423.2447	0.4232
5	CBT	FTB 01.045	550.0000	0.5500
6	T.T.P.	FTB 001.070	446.8542	0.4468
7	TR.R.T.P2	FTB 041.048	450.8751	0.4508
8	TR.A.T	FTB 038.097	456.3556	0.4563
9	V.P.T.1	FTB 003.081	461.5383	0.4615
10	GL.C.C.D-P	FTB 061.025	462.9778	0.4629
11	TR.R.T.	FTB 040.054	470.7567	0.4707
12	TR.I.T	FTB 035.066	473.6309	0.4736
14	TR.A.T.P.2	FTB 074.050	592.0000	0.5920
15	TR.A.T P. 6	FTB 038.095	579.0000	0.5790
18	I.P.T.	FTB 050.030	495.2251	0.4952
19	C.E.T.	FTB 013.067	503.2869	0.5032
20	TR.C.T.2	FTB 037.085	595.0000	0.5950
21	C.D.T.	FTB 011.067	580.0000	0.5800
22	C.D.T.	FTB 011.068	589.0000	0.5890
23	P.C.T.D	FTB 047.063	590.0000	0.5900
24	CD.P.T.	FTB 080-016	555.4007	0.5554
25	C.I.T.	FTB 009.061	565.4779	0.5654
26	P.A.T.D.	FTB 048.061	576.4189	0.5764

27	P.C.T.	FTB 021.071	576.7069	0.5767
28	AV.I.T		578.1465	0.5781
29	BIG DOG ADULTOS	FTBE 012-009	583.0411	0.583
30	BIG DOG ADULTOS	FTBE 012-009	586.4962	0.5864
31	P.A.T.	FTB 022.071	598.0131	0.5980
32	C.S.M.T.	FTB 058.051	604.0594	0.6040
33	AVEMET	FTB 111.011	604.6353	0.6046
34	BIG DOG CACHORROS	FTBE 011-008	609.5299	0.6095
35	BIG DOG CACHORROS	FTBE 011-008	614.4246	0.6144
36	MASCOTAS		619.0900	0.619

3.7.Fundamento teórico técnico para el diseño de la Peletizadora

El peletizado junto con la molienda es una de las operaciones más costosas dentro del proceso de fabricación de alimentos balanceados, ya que implica la utilización de energía eléctrica y energía térmica (vapor)

Figura 31. Partes de la prensa peletizadora. CPM



Cortesía CPM

La peletizadora, produce una aglomeración de muchas partículas pequeñas de ingredientes alimenticios dentro de partículas más grandes (pellets) por medio de un proceso mecánico que combina la humedad, el calor y la presión. La calidad del pellet obtenido por este proceso se ve afectada por diversos factores en los que se encuentran desde la “materia prima hasta el proceso de producción, la calidad del vapor, la temperatura, la humedad, el enfriamiento, la compacidad, la dureza” (Robert R. McElhiney.1994. p.114).

Figura 32 Esquema funcionamiento del rodillo con la matriz

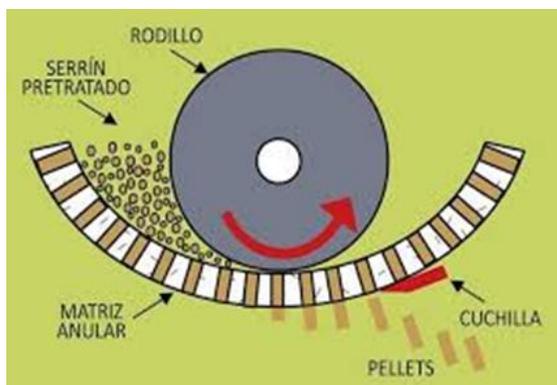


Figura 33. Ajuste de rodillos

3.8. Los factores para el éxito de un buen diseño de una peletizadora son:

1. La correlación entre las cualidades de la materia prima,
2. Fuerzas de una peletizadora:
 - fuerza del rodillo,
 - fuerza radial,
 - fuerza tangencial.

Factores externos:
3. condicionamiento de la mezcla para peletizar.
4. Calidad de vapor.

1. La correlación entre las cualidades de la materia prima.

Tipos de alimentos

Existen 5 categorías de alimento.

- Alimentos sensibles al calor.
 - “Contienen de 5% a 25% de azúcares y o leche en polvo. Estos empezarán a caramelizarse a 60 °C. 2.” (Manual del operario de prensas peletizadoras. CPM. P.35), A medida que empieza a caramelizarse los huecos del dado se taponean. La acción correctiva es utilizar un dado de menor grosor. También lubricar el dado aumentando grasa y agua.
- Alimentos completos para vacunos.
 - “Contienen 12 a 16% de proteína. Estos alimentos ni son alta ni bajos en contenido de granos o proteína, ni contienen altos % de ingredientes de baja densidad, esto

los hacen aceptar baja % de humedad. Deben ir de 12 a 13% de humedad al entrar al dado. La temperatura debe estar en el rango de 55 a 71°C”. (Manual del operario de prensas peletizadoras. CPM. P.35)

- Alimentos de alto contenido de proteína.

“Contienen de 25 a 45% de proteína. Algunos alimentos para vacunos y terneros caen en esta categoría. Requieren cantidad de calor con baja humedad de 1 a 2%”.(Manual del operario de prensas peletizadoras. CPM. P.35)

- Alimentos con alto contenido de almidón.

“Contienen altos % de granos (50-80% de grano con 25% de proteína). El factor principal es la gelatinización del alimento que es el rompimiento de la molécula del almidón que se convierten en simples azúcares, estos sirven como adhesivo cuando el pellets se enfrían.” (Manual del operario de prensas peletizadoras. CPM. P.36) Para gelatinizar se necesita tiempo, temperatura y humedad, también la adición de la presión y el corte mecánico. Estos alimentos necesitan alto calor 80° C y alta humedad de 16 a 17% antes de entrar al dado. Existe una regla práctica que por cada aumento de 1% de vapor agregado es equivalente a 14°C

- Alimentos con alto contenido de urea.

“Contienen de 6 a 30% de urea. Se debe usar el mínimo de humedad. La urea se disuelve en el agua y atrae al agua, es higroscópico. El problema viene cuando los

pellets con alta humedad en las tolvas de estacionamiento comienzan a pegarse a las paredes.” (Manual del operario de prensas peletizadoras.” CPM. P.37)

Matriz con tres camisas de superficies diferentes para rodillos: acanalado en diagonal a la derecha, a la izquierda y forma horizontal

Figura 34. Matriz y rodillos de la prensa peletizadora



2- Fuerzas de una peletizadora: fuerza del rodillo, fuerza radial, fuerza tangencial.

Estas fuerzas son el corazón del proceso.

- “Fuerza del rodillo, es la fuerza del rodillo actuando sobre el material en relación con el punto de contacto con el dado. Es una fuerza que actúa para comprimir el material y extruirlo.
- Fuerza radial o resistencia, es la fuerza del dado que resiste el flujo del material través de los agujeros del dado.

- Fuerza tangencial, es la fuerza en la cara del dado que trata de mantener la cuña del alimento entre el rodillo y el dado constante, evitando que el material se escape y sobrepase el rodillo. Esta fuerza está relacionada con la presión ejercida por el rodillo y las características de fricción del alimento mismo.

La velocidad Tangencial del dado, la cual debe estar en el caso de Aves por encima de 8 mts/ seg y en cerdos entre 6.9 a 8 mts /seg. Esto es debido a la diferencia de densidad de Formulas de Aves (pesadas), Cerdos (medianas).

La Velocidad Tangencial está relacionada con el diámetro del Dado y las RPM del Dado que están en proporción a las del Motor de la peletizadora.” (Manual del operario de prensas peletizadoras.CPM. p.4)

Entre más alta sea la velocidad periférica o tangencial del dado, más alta será la fuerza centrífuga que se ejerce sobre el pellet que está dentro del orificio y por ende, menor será el tiempo de retención del producto dentro del orificio del dado.

Si el tiempo de retención dentro del orificio del dado es menor, menor será la compactación del pellet y esto tendrá como resultado una menor durabilidad del pellet o un PDI más bajo.

Si se quiere más capacidad de producción (ton./hr), se deberá seleccionar una velocidad periférica más alta, en detrimento de la durabilidad del pellet.

Si lo que se quiere es calidad, durabilidad y estabilidad en el agua, se tendrá que seleccionar una velocidad periférica baja en el dado, pero la capacidad se ira hacia abajo.

Cuando se compra una peletizadora es importante especificar qué tipo de alimento se producirá en ella puesto que dependiendo de esto, el fabricante deberá seleccionar la velocidad periférica adecuada. La velocidad del dado se debe correr a la más alta velocidad posible que lo permita la calidad de los pellets.

“Las velocidades periféricas del dado por lo general están en el rango de 5.5 - 12 metros/segundo un alimento para camarones que requiere muy buena calidad, PDI y estabilidad en el agua se produce a una velocidad periférica entre 5.5 - 6 m/s. Un alimento para pollos, con buen contenido de granos y buscando PDI no muy altos (se busca algo de finos) sin perjudicar la capacidad, se produce a una velocidad periférica de unos 8 - 8.5 m/s. alimentos para bovinos de buena calidad también se producen con velocidades periféricas

medias a bajas (según los ingredientes y las especificaciones del dado).

Los Pellets de diámetro pequeño entre 1/8, 3/16 y 1/4 pulg. se producen mejor a velocidades altas del dado a 12 m/seg. Para pellets más grandes de 3/8, 5/8 y 3/4 pulg. La velocidad es menor de 5.5 a 7 m/seg.” (Manual del operario de prensas peletizadoras.CPM. p.17)

Figura 35. Vista panorámica de la matriz, rodillos y cono de alimentación de la prensa ALPROSA



OTRAS VARIABLES

- **Potencia del motor principal, y velocidad del dado.**

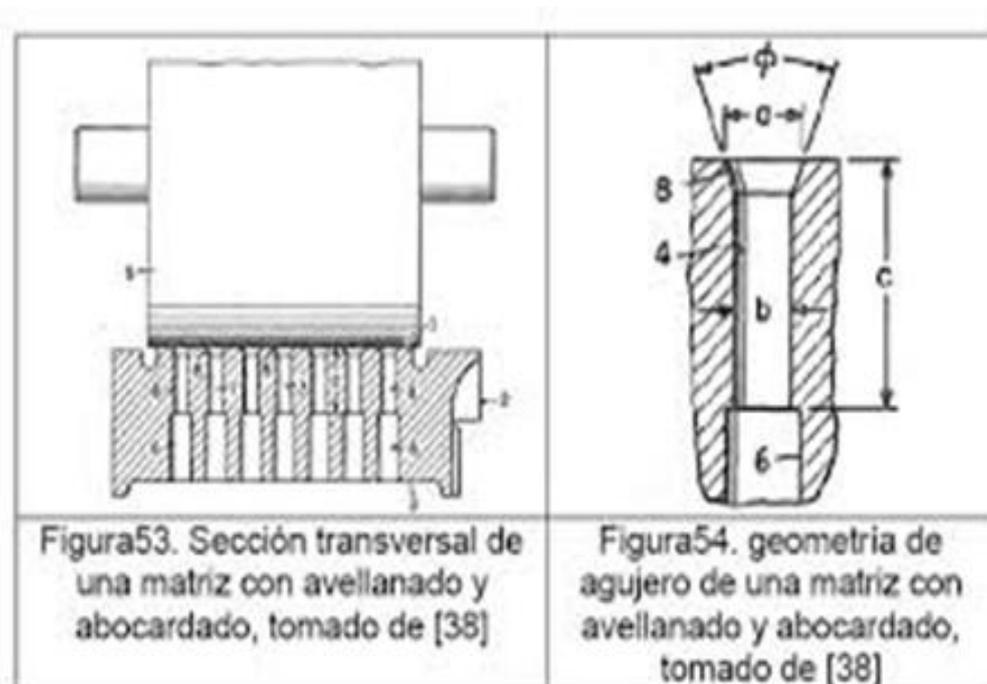
La potencia HP del motor principal son determinados en relación de la capacidad requerida.

Una buena eficiencia de una peletizadora es la producción de una 1 tonelada por cada 12 o 15 HP motor.

- **Relación L/d o relación de Compresión,** “lo cual relaciona el Espesor del dado Con el Diámetro del agujero. esta relación se encuentra entre 16-20.” (Manual del operario de prensas peletizadoras.CPM. p.19)

- **Relación de superficie del dado por Hp de Fuerza del Motor,** “la cual se debe mantener entre: 2,2 – 3 Pulg² por Hp en (Aves).” (Foros por internet de alimento balanceados, ERGOMIX. 2013)

Figura 36.Geometría de los agujeros de una matriz.



$b = d =$ Diámetro de pellet

$C = L =$ largo efectivo

$C' = D =$ Diámetro de entrada

● = Angulo de entrada

G = Alivio

Radio de compresión = “ D/d Es la relación entre el área de entrada y el área del pellets. Es una indicación de cómo se comprime el material. En los pellets pequeños en radio de compresión es de 1.56 a 1.00.”(Manual del operario de prensa peletizadoras.CPM. p.17)

Factor de trabajo = “ L/d relaciona el largo efectivo del dado con el diámetro del pellets. Cada alimento tiene un factor L/d que se requiere `para formar un pellets firme.” (Manual del operario de prensas peletizadoras.CPM. p.17)

- **La distancia entre la matriz y los rodillos** “tiene una influencia en la calidad del pellet, Un incremento en la distancia entre 0 y 1 mm causa un 20% más de consumo de energía.”(Foros por internet de alimento balanceados, ERGOMIX. 2013)
-

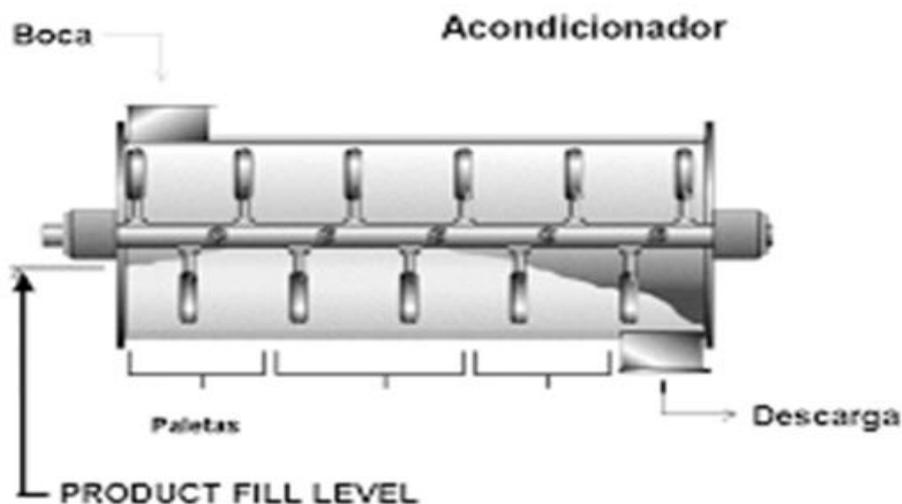
3...Acondicionamiento de la mezcla para peletizar,

- Vapor La Presión de Entrada del Vapor al Acondicionador para Formulas de Aves y Cerdos se obtienen mejores resultados entre 15-20 PSI y aplicando Vapor saturado Seco.

Para un acondicionamiento adecuado la mezcla que entra al acondicionador con una humedad aproximada de 12 % debe obtener una ganancia de Humedad entre 3-4 % y alcanzar una temperatura entre 80-85 °C.

- Humedad y Temperatura. En la fase de acondicionamiento se define la estabilidad final del pellet debido a la cocción que sufre la mezcla gracias a la inyección de vapor proveniente del caldero, con el cual el producto alcanza temperaturas entre 60 y 90°C por intervalos de tiempo 0,5 hasta 5 min. El acondicionamiento incrementa la gelatinización de los almidones, regula la carga bacteriana de la mezcla, en consecuencia aporta las propiedades funcionales y la estabilidad final del pellet

Figura 37. Disposición de las paletas del acondicionador de prensa



4. Calidad de vapor

- Acondicionamiento: el vapor requerido debe contener una calidad de 95 – 100%, es necesario que esté libre de gotas de agua, esto garantiza una buena mezcla e hidratación de la misma, la alta tasa de transferencia de calor produce que un buen acondicionamiento. Los efectos más favorables del vapor se consiguen a presiones que varían entre 1 y 4 kg/cm² y totalmente seco.

Calidad de los pellets La compresión se lleva a cabo en el canal de la matriz. De la matriz sale el gránulo bien conformado o con defectos que pueden ser mala calidad física de pellet, quebrados o muchos finos

Figura 38. Pellets de diferentes colores y diámetros.



- **Para determinar la dureza de los pellets PDI**

El termino Durabilidad se define como un análisis físico y se fundamenta en la cantidad de pellets recuperados después de haber sido sometidos a una agitación mecánica que simula el transporte y manejo del alimento peletizado Este parámetro es expresado en forma de porcentaje. Actualmente se tiene muy definido un índice de Durabilidad nombrado PDI por sus iniciales en inglés (Pellet Durability Index).

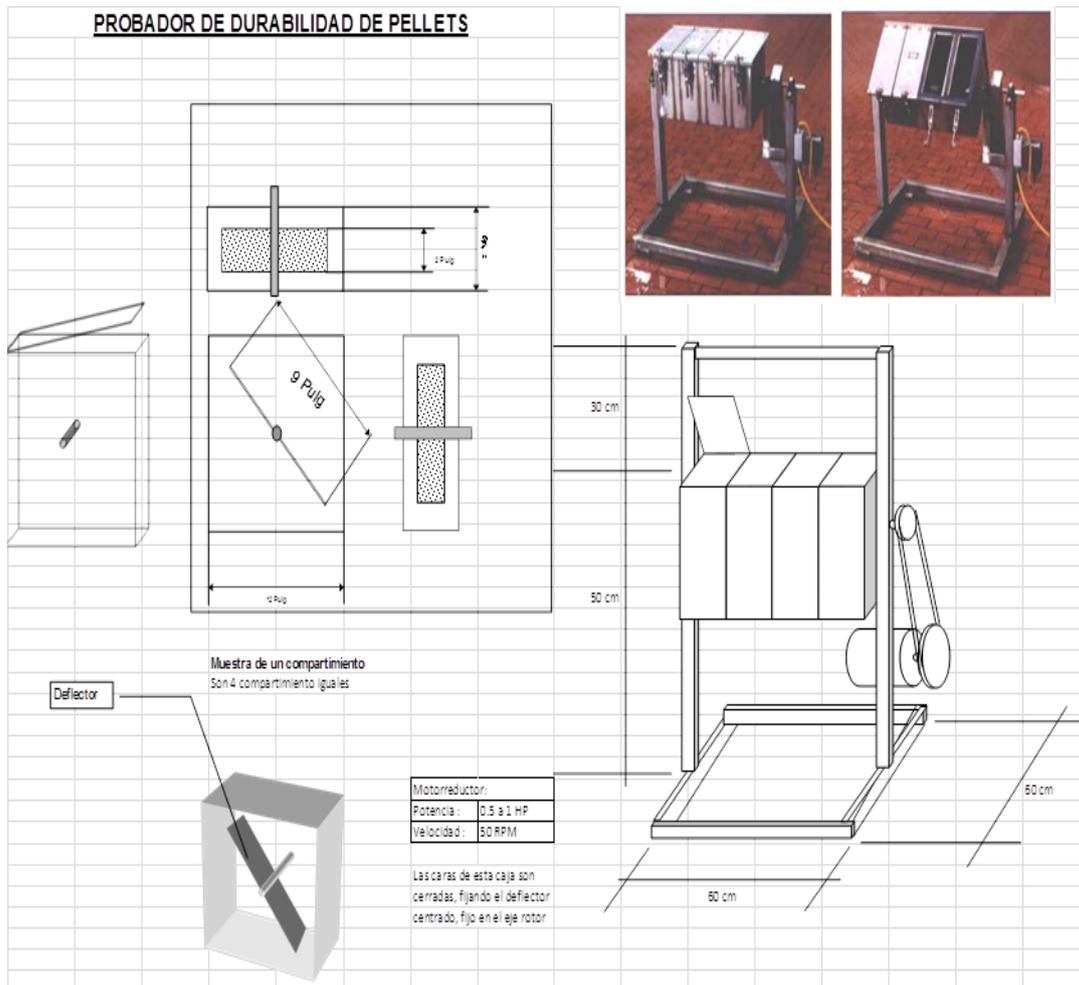
“Se puede medir la durabilidad, utilizando el medidor de Pfast (o de Kansas State University), el cual mide la Durabilidad utilizando 500 gr. de pellets que son depositados en los compartimientos. Después de que rotan durante 10 mit. (500 veces. RPM del motor 50), los pellets se remueven, se pasan por el tamiz y se pesan. La calidad de los pellets se describe como

INDICE DE DURABILIDAD, PDI

$$\text{PDI} = \text{Pellets resultantes} / \text{Total de la muestra} \times 100$$

Un buen PDI es de 93% para arriba.”(Robert R. McElhiney. 1994.)

Figura 39. Probador de durabilidad de pellets.



3.9. Variables para diseño de la peletizadora:

1. Se debe especificar qué tipo de alimento se va a fabricar.
2. Capacidad TM/hr.
3. La velocidad tangencial es la velocidad periférica en m/seg
4. Relación de Compresión o factor de trabajo, está calculada al Dividir el Espesor del dado sobre el Diámetro del dado
5. En relación a la condición del vapor La Presión de Entrada del Vapor al Acondicionador
6. HP relación con el TM

7. Distancia entre la matriz y el rodillo.
 8. Relación superficie dado / HP
- **Base de cálculo para el diseño de la peletizadora**
1. El alimento a fabricar es para aves, cerdos, vacunos, caballos, conejos, truchas en todas las etapas de crecimiento
 2. Capacidad: 10 TM / hr,
 3. Velocidad tangencial: aves, cerdos, vacunos, truchas: 7.2-7.5 m/seg.
 4. Relación de compresión o factor de trabajo: aves, cerdos, conejos, caballos, truchas: 7.0 – 16.0.
 5. Presión de entrada de vapor: de 15 a 60 psi.
 6. HP vs Capacidad: 12 a 15 HP / TM
 7. Distancia entre la matriz y rodillos: 0.5 a 1 mm
 8. Relación superficie dado / Hp se debe mantener entre: 2.2-3.0 Pulg² por Hp.
 9. Consumo de energía eléctrica y vapor.

Tabla 11. Característica de la matriz

Motor	Matriz												
RPM	RPM	HP											
1770	261.1	125											
Diamet Orificio	Codigo	Codigo 2	Marca	# 1	# 2	Diametro interno (Pulg)	Diametro externo (Pulg)	Pestaña Sobresaliente (Pulg)	Pulg Superficie Externa	mm Superficie Externa	m/seg Superficie Externa	Pies/min Superficie Externa	
1/8	C32950	2082	CPM	2	15	16	22	1	21	533.4	7.29	1435.5	
3/16	C32823	610375	CPM	2	15	16	22	1	21	533.4	7.29	1435.5	
3/16	C70949	55215	CPM	2	15	16	22	1	21	533.4	7.29	1435.5	
3/16	C79057	65822	CPM	2	15	16	22	1	21	533.4	7.29	1435.5	
1/4	C28469	610375	CPM	2 1/2	15	16	22	0.5	21.5	546.1	7.47	1469.7	
3/8	C28470	610375	CPM	2 1/2	15	16	22	0.5	21.5	546.1	7.47	1469.7	
1/8	54	11869F4-1		2		16	22	1	21	533.4	7.29	1435.5	
3/8	54	11870F4-1		2 1/2		16	22	0.5	21.5	546.1	7.47	1469.7	

- **Calculo de la velocidad tangencial del dado**

- Velocidad tangencial = velocidad angular x radio (m) = m / seg
ó Km / hr.
- Velocidad angular = RPM = ω = radian / seg.
- Si da una vuelta entera (360°) en un segundo, la velocidad es 2π
- Velocidad Tangencial = $V_t = (2\pi \times r \times n) / t$
- Una vuelta completa (longitud de circunferencia) = $2 \times \pi \times r$

V_t = Velocidad tangencial m / seg

r = Radio m

n = RPM

$V_t = 261.1 \text{ RPM} \times 3.1416 \times 533.4 \text{ mm} \times 1 \text{ mit} \times 1 \text{ m}$

60 seg x 1000 mm.

$V_t = 7.29 \text{ m / seg.}$

Tabla 12. Factor de trabajo matrices

		Matrices CPM			Matrices Inoxidable		
Recomendación		Grozor	Factor		Grozor	Factor	
Relacion comp		del dado	de	Para	del dado	de	Para
Diametro			Trabajo	Fabricar		Trabajo	Fabricar
Pulg	mm	Pulg			Pulg		
1/8	3.18	2.00	16.00	Pollos-cerdos	2.00	16.00	Truchas
3/16	4.76	2.00	10.67	Pollos-cerdos-conejos.caballos	3.00	16.00	Truchas
1/4	6.35	2.50	10.00	Pollos-cerdos	3.00	12.00	Truchas
3/8	9.53	2.50	6.67	Vacunos-Caballos			
	2	2.00	25.40	Camarones			
	2	1.25	15.88	Camarones			
	2	1.00	12.70	Camarones			
	2	0.85	10.80	Camarones alevines			

- **Calculo factor de trabajo**

$$\text{Factor de trabajo} = L/d$$

$$L, \text{ largo efectivo} = 2 \text{ pulg}$$

$$D, \text{ diámetro pellet} = 1/8 \text{ pulg}$$

$$\text{Factor de trabajo} = 15.63 = 16$$

- **El consumo de energía eléctrica** se calculó con la siguiente

formula

$$E = (A * V * \text{Raíz}(3) * \text{Cos}(\square) * 0.85) / C * 1000$$

Dónde:

: 0.85 Factor de corrección

A : amperaje de motor

V : Voltaje nominal = 380 Voltios = W

E : Energía consumida KW-h

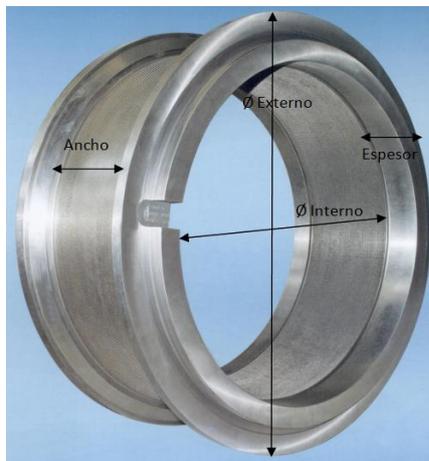
Cos (□) : Coseno del Angulo de desfase = 0.98

C: Capacidad de maquina TM/ hr.

Datos: A = 110 amperios

V = 380 voltios = W

Figura 40. Características de las matrices.

CARACTERISTICAS DE DADO

Repuestos	Modelo de la maquina	Ancho	Espesor	Ø interno	Ø externo	Ø orificio
Dado	CPM 125	5	2	16	22	1/8
Dado	CPM 125	5	3	16	22	1/8
Dado	CPM 125	5	2	16	22	3/16
Dado	CPM 125	5	3	16	22	3/16
Dado	CPM 125	5	2.5	16	22	1/4
Dado	CPM 125	5	3	16	22	1/4
Dado	CPM 125	5	2.5	16	22	3/8
Dado	CPM 125	5	2.5	16	22	1/2



Repuestos	Modelo de la maquina	Ancho (W)	Espesor	Ø interno(ID)	Ø externo (OD)
Rodillo	CPM 125	4.75	1	5 1/3	7 1/3

ancho matriz = 5 pul

Diámetro matriz = 22 pulg

HP motor peletizadora = 125 HP

Formula área lateral cilindro: $A_l = 2 \pi * r * h$

$$= 2 * 3.1416 * 11 * 5$$

$$A1 = 345.58 \text{ pulg}^2$$

$$\text{Relación superficie dado / Hp} = 345.58 / 125$$

$$\text{Relación superficie dado / Hp} = 2.76 \text{ pulg}^2 / \text{HP}$$

- **Calculo de consumo de vapor**

Para determinar la cantidad de vapor en el acondicionador pasos a seguir:

- a) “Fijar la capacidad de la peletizadora en libras / hr.
- b) Multiplicar esta cantidad por la cantidad de humedad añadida. Un valor seguro es 6%.
- c) Dividir esta cantidad por 34.5, esta es la cantidad de agua evaporada en una hora a 212 °F (133°C), lo cual es igual a un BHP caldero.
- d) Dividir este resultado por 0.83 es un factor de corrección aproximada para un 100% de agua.”

(Manual del operario de prensas peletizadoras.

CPM.p.12)

- Capacidad peletizadora: 10 TM/hr. = 22046 Lb/hr.
- Aumento de humedad 6% (=0.06)

Formula: $BHP = \frac{\text{Capacidad} * \% \text{ humedad}}{34.5 * 0.83}$

$$34.5 * 0.83$$

$$BHP = \frac{22046 * 0.06}{34.5 * 0.83}$$

$$28.635$$

$$BHP = 46$$

Es mejor tener un caldero de presión alta (60 a 150 psi). El uso de presión alta permite diseñar tuberías y válvulas más pequeñas por tanto los costos se reducen.

3.11. Ahorro en recursos humanos del proyecto de ampliación

Productividad optimizando ensacado producto terminado							
Editado: 8 de Agosto 2017							
Base de calculo							
Año:	12 meses						
Mes:	25 dias						
Dia:	22 horas						
Antecedentes							
El esfuerzo fisico que requiere el ensacado es grande que sobrepasa las fuerzas del personal que labora en esta area							
Se puede aumentar la produccion por mes automatizando el ensacado del producto terminado acondicionando un brazo robot							
A continuacion se analiza esta factibilidad considerando la situacion actual y proyectando una futura.							
Solo se considera la planta de peletizado							
Situacion actual							
Produccion/mes	1600 TM						
Turnos. Algunos sistemas de trabajo trabajan 3 turnos de 8 horas y otros 2 turnos de 12 horas							
	Nro turnos	hh / turno	Nro. Trabajadores /turno	Total trabajadores	Total hh/ dia	Total hh/ mes	Total hh/ año
Recepcion	3	8	1	3	24	600	7200
Mezclado	2	12	4	8	96	2400	28800
Prensa	2	12	1	2	24	600	7200
Ensacado	3	8	3	9	72	1800	21600
Caldero	2	12	1	2	24	600	7200
		52	10	24	240	6000	72000
Situacion Futura implementando la automatizacion del brazo robotico							
Produccion/hora	7 TM						
Produccion/mes	2450 TM						
Trabajando dos turnos de 8 horas							
	Nro turnos	hh / turno	Nro. Trabajadores /turno	Total trabajadores	Total hh/ dia	Total hh/ mes	Total hh/ año
Recepcion	2	8	1	2	16	400	4800
Mezclado	2	8	4	8	64	1600	19200
Prensa	2	8	1	2	16	400	4800
Ensacado	2	8	3	6	48	1200	14400
Caldero	2	8	1	2	16	400	4800
		40	10	20	160	4000	48000
Implementando el brazo robotico se consigue:							
1 Aumentar la produccion de 1600 a 2450 TM, representa el 53% de aumento							
2 Bajar de tres turnos de trabajo a dos turnos de 8 horas							
3 Bajar el total de trabajadores de 24 a 20 lo que representa el 17 %							
4 Bajar las horas hombre de 240 a 160 (80 hh) lo que representa el 67%							
5 Al año se baja las hh de 72000 a 48000 (24000) lo que representa 120000 soles (se considera 5 soles hh promedio) o 37000 dolares (cambio 3.25)							

CONCLUSIONES

1. La relación existente entre la calidad de proceso de fabricación del alimento balanceado y el desempeño animal es importante y decisivo para cumplir el objetivo fijado. Una buena cartera de proveedores de materia prima, una molienda bien diseñada, un mezclado uniforme, para obtener pellets duros en peleteado, acompañados todos estos procesos con la higiene obtendremos un producto terminado bueno, inocuo y unos clientes contentos.
2. El tamaño de partícula influyen de forma notable sobre la salud intestinal y la productividad de los animales mantenidos bajo condiciones de producción intensiva. En aves de carne un tamaño de partícula relativamente gruesa ($>700 \mu\text{m}$) es probablemente más conveniente que tamaños más finos debido a su influencia positiva sobre el desarrollo de la molleja (peso y pH)
3. El corazón del proceso es la mezcladora. Es aquí donde el alimento sale homogéneo y bien distribuido los principios nutritivos, en el pequeño pellets que se salen de la prensa.
4. El peletizado del alimento balanceado mejora la productividad, especialmente las ganancias de peso, debido en gran medida a la reducción de las mermas y al aumento de la ingesta.
5. La textura apropiada del alimento terminado y la ausencia de partículas excesivamente finas es de particular importancia
6. No hay ningún otro factor relacionado directa o indirectamente a una buena nutrición y alto desempeño de los animales que sea más importante que el adecuado control de calidad de los alimentos terminados y su consistencia en el tiempo.

7. **Él desafío del personal involucrado en el proceso de fabricación, es el de monitorear todos los aspectos relacionados a materias primas, procesos de fabricación y almacenaje de producto terminado, y especificar adecuadamente todas las variables involucradas en la definición de buena calidad. Para cumplir esto el personal de trabajadores deben estar bien motivados para el buen desempeño de sus funciones.**
8. **Con un buen conocimiento teórico técnico y acompañado de la experiencia en el trabajo, se puede diseñar plantas completas de fabricación de alimento animal.**

RECOMENDACIONES.

Aunque el presente informe es técnico considero importante mencionarlo en lo que respecta la gestión del personal por parte del ingeniero supervisor o jefe de planta. En mi experiencia de estos 28 años que he permanecido en la empresa Alprosa y de los varios egresados de Ingeniería Química que han practicado primero y después se han desempeñado como supervisores en la empresa, su formación, conocimiento y desempeño en el manejo de personal se ha notado que es mínimo. Sabemos que el capital más importante en una empresa es el personal de trabajadores, si estos están mal direccionados y motivados para alcanzar el objetivo de producción, esta no se dará, y esta dirección y motivación es constante, es de todos los días y en cada momento. La optimización de planta sé da de vez en cuando, pero la gestión del personal es de siempre.

Considero importante reforzar esta formación en los estudiantes de ingeniería, mejor en todos los estudiantes de la UNSA porque las relaciones

humanas se presenta siempre, para mantener el dialogo y conseguir un desarrollo sostenido en la empresa y en todos los aspectos de la vida.

BIBLIOGRAFIA

1. Tecnología para la fabricación de alimentos balanceados
De Robert R. McElhiney.
Department of Grain Science and Industry Kansas State University. 1994
2. Manual del operario de prensas peletizadoras.
CPM, California Pellet Mill Co.
Koppers Co. INC. Sprout-Waldron Div. Nuncy, PA
3. Acondicionamiento y Peletizado
Curso: Tecnología de Producción Alimentos Animales
Por: Luis Fernando Moncada P. CPM Ecuador
Lima-Perú Julio 1996.
4. Curso: Clasificación de los Ingredientes Utilizados en la elaboración de Alimentos Balanceados Para Animales.
Dr. Carlos Campabadal PhD D.
Lima-Perú Julio 2000.
5. Folletos Informativos Técnicos, Para Fábricas de Alimentos. Pfizer. Números 3,4,6.
6. Foros por internet de alimento balanceados, ERGOMIX.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla 14 Consumo de corriente por los motores planta piensos peletizados

Anexo 2. Cálculo de energía total por centros de costos peletizado

Anexo 3. Tabla 15 Consumos de corriente por los motores planta piensos extruidos.

Anexo 4. Tabla 16 consumo de corriente ACTUAL.

Anexo 5. Tabla 17 consumo de corriente: PROYECTADO.

Anexo 6. Figura 41. Tablero de mandos del brazo robótico. ALPROSA

Anexo 7. Figura 42. Brazo robótico. ALPROSA.

Anexo 8. Figura 43. Tablero general mandos de la planta peletizado. ALPROSA

Anexo 9. Figura 44. Flujograma tablero mandos planta peletizado. ALPROSA.

Anexo 1

Tabla 14. Consumo de corriente por los motores planta de piensos peletizado

MOTOR	FUNCION	Amperaje 380 V	POTENCIA	
			HP	KW
PREMEZCLAS				
MEZCLADORA 1	mezcla de aditivos para PM	20.0	15.2533	11.44
BALANZA	Pesar	19	15.0	11.3
COSEDORA	Cosedora de premezclas	0.5	0.1	0.1
		0.5	0.12	0.09
MEZCLADO 1				
RASTRA N° 1	Alimenta maiz a molino	119.8	110.333	82.75
EXCLUSA FILTRO DE MANGAS	Extrae polvo de recepcion	3	1.8	1.4
EXCLUSA CICLON	Extrae polvo de recepcion	2	1.8	1.4
VENTILADOR FILTRO MANGAS	Extrae polvo de recepcion	35	40.0	30.0
RASTRA N° 2	Alimenta materias a tolvas 1-13	3.2	2.9	2.2
ELEVADOR N° 2	Alimenta materias a tolvas 1-13	5.2	10.0	7.5
PRECLEANER	Limpia de grumos de ingredientes	1.52	0.73	0.55
REVOLVER N° 1	Alimenta materias a tolvas 1-13	1.5	1.00	0.75
TORNILLO TRANSPORTADOR 1	Transporta hacia tolvas 5,6,7	6.7	4.0	3.0
TORNILLO TRANSPORTADOR 2	Transporta hacia tolvas 8&13, 9&12,10&11	6.7	4.0	3.0
TORNILLO 1	Dosifica materias primas balanza bascula	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 2	Dosifica materias primas balanza bascula	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 3	Dosifica materias primas balanza bascula	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 4	Dosifica materias primas balanza bascula	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 5	Dosifica materias primas balanza bascula	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 6	Dosifica materias primas balanza bascula	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 7	Dosifica materias primas balanza bascula	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 8	Dosifica materias primas balanza bascula	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 9	Dosifica materias primas balanza bascula	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 10	Dosifica materias primas balanza bascula	1.8	1.5	1.1
MEZCLADORA 1	mezcla materias sin moler	19	15.0	11.3
RASTRA N° 3	Evacua mezclado si moler	4.1	2.9	2.2
ELEVADOR N° 3	Transporta a tolvas de molino grueso	5.2	5.3	4.0
TORNILLO TRANSPORTADOR 3	Transporta hacia revolver Molino Fino y grueso	6.7	4.0	3.0
MOLIENDA GRUESA				
REVOLVER N° 4	Alimenta mezclado a tolva molino grueso	341.7	251.133	188.35
ALIMENTADOR	Dosifica flujo a molino	1.5	1.00	0.75
MOLINO N° 1	Molienda de mezclado 1	4.2	1.5	1.10
VENTILADOR FILTRO MANGAS 1	Aspira finos de Plemun	290	213.3	160.0
TORNILLO EXTRACTOR	Extrae molido hacia elevador	27.2	20.0	15.0
ELEVADOR N° 4	Transporta hacia tolvas Mol. Fino o Mezcl 2	6.78	4.0	3.0
TORNILLO TRANSPORTADOR	Transporta hacia tolvas de Mezclado 2	5.2	7.3	5.5
		6.78	4.0	3.0
MOLIENDA FINA				
REVOLVER N° 3	Alimenta mezclado a tolva molino fino	384.5	289.667	217.25
ALIMENTADOR	Dosifica flujo a molino	1.5	1.0	0.8
MOLINO N° 2	Molienda de mezclado 1	4.2	2.0	1.50
VENTILADOR FILTRO MANGAS 2	Aspira finos de Plemun	280	213.3	160.0
TORNILLO EXTRACTOR	Extrae molido hacia elevador	80.2	60.0	45.0
ELEVADOR N° 5	Transporta hacia tolvas Mol. Fino o Mezcl 2	6.7	4.0	3.0
TORNILLO TRANSPORTADOR	Transporta hacia tolvas de Mezclado 2	5.2	5.3	4.0
		6.7	4.0	3.0
MEZCLADO 2				
REVOLVER N° 2	Alimenta mezclado a tolva mezclado 2	74.1	57.7667	43.325
TORNILLO 11	Dosifica materias primas balanza bascula 2	1.5	1.0	0.8
TORNILLO 12	Dosifica materias primas balanza bascula 2	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 13	Dosifica materias primas balanza bascula 2	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 14	Dosifica materias primas balanza bascula 2	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 15	Dosifica materias primas balanza bascula 2	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 16	Dosifica materias primas balanza bascula 2	1.8	1.5	1.1
TORNILLO 17	Dosifica materias primas balanza bascula 2	1.8	1.5	1.1
MEZCLADORA 2	mezcla materias molidas	42.9	29.3	22.0
RASTRA N° 4	Evacua mezclado	5.2	2.9	2.2
ELEVADOR N° 6	Transporta mezclado a tolvas de prensa	5.2	10.0	7.5
TORNILLO ALIMENTADO A TOLVAS	Alimenta a tolvas de prensa o harina	6.7	4.0	3.0
PELETIZADO				
VIBRADOR	Sacude tolvas de prensa	400.7	356.917	267.6875
ALIMENTADOR	Dosifica carga a Prensa	0.9	1.0	0.8
ACONDICIONADOR	Mezcla con vapor la harina	1.9	0.8	0.6
PRESA	Peletiza y aglomera la harina	18	29.3	22.0
ALIMENTADOR 2	Dosifica carga a Prensa	150	125.0	93.8
ALIMENTADOR 2.1	Dosifica carga a Prensa	1.9	0.8	0.6
ACONDICIONADOR 2	Mezcla con vapor la harina	1.9	0.8	0.6
PRESA 2	Peletiza y aglomera la harina	18	29.3	22.0
FAJA TRANSPORTADORA	Transporta los pellet de P2 a exclusiva	150	125.0	93.8
EXCLUSA	Evita la salida de aire de enfriado	2.4	2.0	1.5
VENTILADOR	Aspira el aire de enfriado	2	1.0	0.8
ENFRIADOR	Enfria el producto peletizado	29	20.0	15.0
RODILLO N° 1	Convierte a migajas los pellet	2.85	2.0	1.5
RODILLO N° 2	Convierte a migajas los pellet	4.6	3.0	2.3
ELEVADOR N° 7	Transporta el producto a zaranda	4.6	3.0	2.3
ZARANDA	Clasifica por tamaños el producto	5.2	10.0	7.5
		7.4	4.0	3.0
ENSACADO				
ENSACADORA	Ensaca el producto en envases x 20, 30 y 40 Kg	8.2	4	3
MAQUINA DE COSER	Case sacos	3.82	1.0	0.8
FAJA TRANSPORTADORA	Transporta los sacos hacia las paletas	2	1.0	0.8
		2.4	2.0	1.5
EMBOLSADO				
ENVASADORA	Envasar por 1 Kig	8.5	12.1333	9.1
BALANZA	Pesar	8	12.0	9.0
		0.5	0.1	0.1
APLICACIÓN DE GRASA				
VIBROALIMENTADOR	Dosifica al aplicador de grasa	41.8	58.9333	44.2
APLICADOR DE GRASA	Añade y homogeniza aceite a pellet	2	12.4	9.3
BOMBA APLICADOR DE GRASA	Ayuda a la dosificación de aceite	9.58	12.4	9.3
RESISTENCIA ELECTRICA	Calentamiento del agua de calefaccion	11.6	7.5	5.63
BATIDOR DE ACEITE	Agitador de mezclado	8	20	15.00
FAJA TRANSPORTADORA	Transporta los sacos hacia las paletas	1.07	0.5	0.38
MOTOR DEL VIBROSEPARADOR	Clasificación y separación de finos	2.4	2.0	1.5
BALANZA	Pesar	4.6	3	2.25
MAQUINA DE COSER	Case sacos	0.5	0.1	0.1
		2	1.0	0.8
CALDERO 2				
HIDRONEUMATICA	Bomba de agua	35.7	15.4	11.175
SISTEMA DE CALENTAMIENTO ELECTRICO	Calentamiento de petroleo Tanque Diario	9.5	1.9	1.05
QUEMADOR C-2	Quemador caldero 2	6.5		
BOMBA PETROLEOC-2	Circulación de petroleo	5.7	5	3.75
BOMBA AGUA C-2	Alimentación de agua	4	1	0.75
		10	7.5	5.625
TOTAL		1434.9	1171.54	878.2775

Anexo 2

❖ **Calculo de la energía eléctrica total por sistema de trabajo o centro de costo**

<u>Centro de costo</u>	<u>Caballaje del motor conectado</u>	
	<u>HP</u>	<u>kW / hora</u>
• Molinos	550.08	405.62
• Mezcladoras	178.12	126.09
• Peletizadora	243.82	192.18

Uso de electricidad para 10 TM/ hr y un costo de electricidad de \$ 0.14 por

Kilowatt hora (KW) / TM

- Para molinos
 - Kilowatt horas por tonelada peletizada

$$\text{kWh/hora} \times \text{Toneladas peletizadas / hora} = \text{kWh / tonelada}$$

$$405.62 \times 10 = \mathbf{40.562 \text{ kWh / TM}}$$
 - Costo de electricidad por hora

$$\text{kWh/hora} \times \text{costo / kWh} = \text{costo por hora}$$

$$405.62 \times 0.14 = \$ 56.79 \text{ costo por hora}$$
 - Costo de electricidad por tonelada peletizada:

$$\text{Costo por hora / toneladas hora} = \text{costo por tonelada}$$

$$\$ 56.79 / 10 = \mathbf{\$ 5.679 \text{ costo por tonelada}}$$
 - Uso de BTU por hora

$$\text{kWh / hora} \times \text{BTU / kWh} = \text{BTU por hora}$$

$$405.62 \times 3412 = 1383975.44 = \text{BTU por hora}$$
 - Uso de BTU por tonelada peletizada

$$\text{BTU por hora / toneladas por hora} = \text{BTU por tonelada}$$

$$1383975.44 / 10 = \mathbf{138397.54 \text{ BTU por tonelada.}}$$

- Para la mezcladora
 - Kilowatt horas por tonelada peletizada

$$\text{kWh/hora} \times \text{Toneladas peletizadas / hora} = \text{kWh / tonelada}$$

$$126.09 \times 10 = \mathbf{12.609 \text{ kWh / TM}}$$
 - Costo de electricidad por hora

$$\text{kWh/hora} \times \text{costo / kWh} = \text{costo por hora}$$

$$126.09 \times 0.14 = \$ 17.653 \text{ costo por hora}$$
 - Costo de electricidad por tonelada peletizada:

$$\text{Costo por hora / toneladas hora} = \text{costo por tonelada}$$

$$\$ 17.653 / 10 = \$ \mathbf{1.765 \text{ costo por tonelada}}$$
 - Uso de BTU por hora

$$\text{kWh / hora} \times \text{BTU / kWh} = \text{BTU por hora}$$

$$126.09 \times 3412 = 430219.08 = \text{BTU por hora}$$
 - Uso de BTU por tonelada peletizada

$$\text{BTU por hora / toneladas por hora} = \text{BTU por tonelada}$$

$$430219.08 / 10 = \mathbf{43021.908 \text{ BTU por tonelada.}}$$

- Para peletizado
 - Kilowatt horas por tonelada peletizada

$$\text{kWh/hora} \times \text{Toneladas peletizadas / hora} = \text{kWh / tonelada}$$

$$192.18 \times 10 = \mathbf{1921.18 \text{ kWh / TM}}$$
 - Costo de electricidad por hora

$$\text{kWh/hora} \times \text{costo / kWh} = \text{costo por hora}$$

$$192.18 \times 0.14 = \$ 26.905 \text{ costo por hora}$$
 - Costo de electricidad por tonelada peletizada:

Costo por hora / toneladas hora = costo por tonelada

$$\text{\$ } 26.905 / 10 = \text{\$ } \mathbf{2.6905} \text{ costo por tonelada}$$

- Uso de BTU por hora

$$\text{kWh / hora} \times \text{BTU / kWh} = \text{BTU por hora}$$

$$192.18 \times 3412 = 655718.16 = \text{BTU por hora}$$

- Uso de BTU por tonelada peletizada

$$\text{BTU por hora} / \text{toneladas por hora} = \text{BTU por tonelada}$$

$$655718.16 / 10 = \mathbf{65571.816} \text{ BTU por tonelada.}$$

Anexo 3

Tabla 15. Consumo de corriente por los motores planta de piensos extruido

CONSUMO DE CORRIENTE POR MOTORES ELECTRICOS EN PLANTA DE BALANCEADO EXTRUIDO

MOTOR	FUNCION	Amperaje 380 V	POTENCIA	
			HP	KW
PREMEZCLAS		20.0	15.253	11.44
MEZCLADORA	mezcla de aditivos para PM	19	15.0	11.3
BALANZA	Pesar	0.5	0.1	0.1
COSEDORA	Cosedora de premezclas	0.5	0.12	0.09
MEZCLADO 1		20.0	15.253	11.44
MEZCLADORA	mezcla de aditivos para PM	19	15.0	11.3
BALANZA	Pesar	0.5	0.1	0.1
COSEDORA	Cosedora de premezclas	0.5	0.12	0.09
MOLIENDA FINA		381.3	287.17	215.375
TORNILLO TRANSPORTADOR	Transporta a elevador de alimentacion a tolvas	5.4	4.0	3.0
ELEVADOR	Transporta hacia tolvas Mol. Fino	5.2	7.3	5.5
REVOLVER N° 3	Alimenta mezclado a tolva molino fino	1.5	1.0	0.8
ALIMENTADOR	Dosifica flujo a molino	4.2	2.0	1.50
MOLINO N° 2	Molienda de mezclado 1	280	213.3	160.0
VENTILADOR FILTRO MANGAS 2	Aspira finos de Plemun	80.2	60.0	45.0
TORNILLO EXTRACTOR	Extrae molido hacia elevador	6.7	4.0	3.0
ELEVADOR N° 5	Transporta hacia tolvas Mol. Fino o Mezcl 2	5.2	5.3	4.0
EXCLUSA	Salida de producto molido fino	3.5	1.5	1.1
MEZCLADO 2		20.0	15.253	11.44
MEZCLADORA	mezcla de aditivos para PM	19	15.0	11.3
BALANZA	Pesar	0.5	0.1	0.1
COSEDORA	Cosedora de premezclas	0.5	0.12	0.09
EXTRUSOR EXTRU TECH		162.06	107	80.25
ELEVADOR CANGUILONES	Alimenta la harina a tolva del alimentador	1.50	1	0.75
ALIMENTADOR	Dosifica la harina al acondicionador	8	5	3.75
ACONDICIONADOR	Mezcla harina, agua y vapor (1ra coccion)	19.6	15	11.25
EXTRUSOR	Extruye las harinas formando pellets precosido	110	75	56.25
TRANSPORTE NEUMATICO A SECADOR	Transporta hacia el secador	21	10	7.5
EXCLUSA DEL SECADOR ENFRIADOR	Evita la salida de aire al ambiente	1.96	1	0.75
SISTEMA ENFRIADOR SECADOR		52.56	30.5	22.875
ALIMENTADOR A SECADOR	Alimenta y regula la cama en secador	1	0.5	0.38
FAJA TRANSPORTADORA1	Transporta el producto primera etapa secado	1	0.5	0.38
VENTILADOR SECADOR - ENFRIADOR	Genera el flujo de aire al secador	21	15	11.25
FAJA TRANSPORTADORA2	Transporta el producto segunda etapa secado y enfriado	1	0.5	0.38
TORNILLO DEL ENFRIADOR SECADOR	Extrae el producto secado y lo entrega al TN	1.1	0.5	0.38
TRANSPORTE NEUMATICO A SECADOR	Transporta hacia la tolva Aceitador	21	10	7.5
EXCLUSA DEL SECADOR ENFRIADOR	Evita la salida de aire al ambiente	1.96	1	0.75
MOTOR DEL VIBROSEPARADOR	Separa las particulas de las enteras	4.5	2.5	1.88
SISTEMA DE APLICACION DE GRASA		31.47	36.6	27.45
VIBROALIMENTADOR	Dosifica el ingreso de pellets al tambor giratorio	0.6	0.6	0.45
APLICADOR DE GRASA (TAMBOR)	Mezcla y homogeniza aceite con pellets	3	2	1.50
BOMBA APLICADOR DE GRASA	Dosifica el ingreso de aceite al tambor	11.6	7.5	5.63
RESISTENCIAS ELECTRICAS	Calienta el aceite	6.8	20	15.00
BATIDOR DE ACEITE	Homogeniza el aceite y su temperatura	1.07	0.5	0.38
FAJA TRANSPORTADORA	Transporta el pellets al Vibroseparador	1.5	1	0.75
MOTOR DEL VIBROSEPARADOR	Separa las particulas de las enteras	4.6	3	2.25
BOMBA ALIMENTACION DE ACEITE A TANQUE	Alimenta el aceite al tanque dosificador	1.2	0.5	0.38
BOMBA DE CALENTAMIENTO AGUA	Recircula el agua de calentamiento por todo el sistema	1.1	1.5	1.13
ENSACADO		8.2	4	3
ENSACADORA	Ensaca el producto en envases x 30 y 40 Kg	3.82	1.0	0.8
MAQUINA DE COSER	Cose sacos	2	1.0	0.8
FAJA TRANSPORTADORA	Transporta los sacos hacia las paletas	2.4	2.0	1.5
APLICACIÓN DE GRASA		9.6	12.4	9.3
MEZCLADORA CONICA GIRATORIA	Mezcla y homogeniza pellets extruidos y aceites	9.58	12.4	9.3
EMBOLSADO		8.5	12.133	9.1
ENVASADORA	Envasar por 1 y 15 Kg	8	12.0	9.0
BALANZA	Pesar	0.5	0.1	0.1
CALDERO 2		35.7	15.4	11.175
HIDRONEUMATICA	Bomba de agua	9.5	1.9	1.05
SISTEMA DE CALENTAMIENTO ELECTRICO	Calentamiento de petroleo Tanque Diario	6.5		
QUEMADOR C-2	Quemador caldero 2	5.7	5	3.75
BOMBA PETROLEOC-2	Circulacion de petroleo	4	1	0.75
BOMBA AGUA C-2	Alimentacion de agua	10	7.5	5.625

749.39 550.96 412.845

Anexo 4

Tabla 16. Consumo de corriente actual

CONSUMO DE ENERGIA EN LA PRODUCCION DE ALIMENTO BALANCEADO (ACTUAL)																	
FECHA CREACION :																	
MOTOR	POTENCIA		Vacunos					Aves y Cerdos					Truchas				
	HP	KW	% Uso	Labor Op	% Paric	TM(PT)/h	KW-h/TM(PT)	% Uso	Labor Op	% Paric	TM(PT)/h	KW-h/TM(PT)	% Uso	Labor Op	% Paric	TM(PT)/h	KW-h/TM(PT)
MEZCLADORA 2	12.0	9.0	100%	PM	2%	60.00	0.15	100%	PM	2%	100.00	0.09	100%	PM	2%	100.00	0.09
TORNILLO ALIMENTADOR A M PEPEON	0.75	0.6	100%	Mol Pepa	10%	30.00	0.02	0%				0.00	0%				0.00
MOLINO PEPEON	30	22.5	100%	Mol Pepa	10%	30.00	0.75	0%				0.00	0%				0.00
VENTILADOR MOLINO PEPEON	10	7.5	100%	Mol Pepa	10%	30.00	0.25	0%				0.00	0%				0.00
EXCLUSA MOLINO PEPEON	1.5	1.1	100%	Mol Pepa	10%	30.00	0.04	0%				0.00	0%				0.00
TORNILLO ALIMENTADOR P PINES	2.60	2.0					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	2.09
PULVERIZADOR DE PINES	22.5	16.9					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	18.11
ALIMENTADOR PULVERIZADOR 1 (PERLA)	3.1	2.3					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	2.50
PULVERIZADOR 1	40	30.0					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	32.20
ALIMENTADOR PULVERIZADOR 2 (BLANCO)	3.1	2.3					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	2.50
PULVERIZADOR 2 (BLANCO)	40.00	30.0					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	32.20
TURBOSEPARADOR	5.03	3.8					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	4.05
EXCLUSA TURBOSEPARADOR	1.85	1.4					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	1.49
EXCLUSA CICLON PRODUCTO TERMINADO	2.3	1.7					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	1.85
VENTILADOR TRANSPORTE NEUMATICO	40.00	30.0					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	32.20
EXCLUSA FILTRO DE MANGAS	1.6	1.2					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	1.29
COMPRESOR FILTRO DE MANGAS	10.7	8.0					0.00					0.00	100%	Pulveriz	32%	0.93	8.61
ELEVADOR N° 1	1.35	1.0	1%	Rec Maiz	15%	33.33	0.00	1%	Rec Maiz	40%	12.50	0.00					0.00
VENTILADOR (SILO 3)	9.0	6.8	5%	Rec Maiz	15%	33.33	0.01	5%	Rec Maiz	40%	12.50	0.03	0%				0.00
EXTRACTOR(SILO 3)	1.8	1.4	5%	Rec Maiz	15%	33.33	0.00	5%	Rec Maiz	40%	12.50	0.01	0%				0.00
VENTILADOR (SILO 4)	5.0	3.8	5%	Rec Maiz	15%	33.33	0.01	5%	Rec Maiz	40%	12.50	0.02	0%				0.00
EXTRACTOR(SILO 4)	1.2	0.9	5%	Rec Maiz	15%	33.33	0.00	5%	Rec Maiz	40%	12.50	0.00	0%				0.00
RASTRA N° 1	1.8	1.4	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.22	100%	Mol Ing	35%	8.00	0.17	100%	Mol Ing	28%	1.09	1.24
MOLINO N° 1	50.0	37.5	100%	Mol Ing	40%	6.25	6.00	100%	Mol Ing	35%	8.00	4.69	100%	Mol Ing	28%	1.09	34.50
TORNILLO 1	1.5	1.1	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.18	100%	Mol Ing	35%	8.00	0.14	100%	Mol Ing	28%	1.09	1.04
ELEVADOR N° 4	1.8	1.4	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.22	100%	Mol Ing	35%	8.00	0.17	100%	Mol Ing	28%	1.09	1.24
TORNILLO 3	1.5	1.1	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.18	100%	Mol Ing	35%	8.00	0.14	100%	Mol Ing	28%	1.09	1.04
REVOLVER N° 2	0.30	0.3	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.05	100%	Mol Ing	25%	11.20	0.03	100%	Mol Ing	28%	1.09	0.28
MOLINO N° 2	48.0	32.8	100%	Mol Ing	40%	6.25	5.25	100%	Mol Ing	25%	11.20	2.93	100%	Mol Ing	28%	1.09	30.18
TORNILLO 2	1.5	1.1	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.18	100%	Mol Ing	25%	11.20	0.10	100%	Mol Ing	28%	1.09	1.04
ELEVADOR N° 2	1.8	1.4	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.22	100%	Mol Ing	25%	11.20	0.12	100%	Mol Ing	28%	1.09	1.24
TORNILLO 4	1.5	1.1	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.18	100%	Mol Ing	25%	11.20	0.10	100%	Mol Ing	28%	1.09	1.04
REVOLVER N° 3	0.3	0.2	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.04	100%	Mol Ing	25%	11.20	0.02	100%	Mol Ing	28%	1.09	0.21
EXCLUSA EXTRAC POLVO M-1	1.5	1.1	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.18	100%	Mol Ing	25%	11.20	0.10	100%	Mol Ing	28%	1.09	1.03
VENTILADOR EXTR. POLVO M-1	3.0	2.2	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.36	100%	Mol Ing	25%	11.20	0.20	100%	Mol Ing	28%	1.09	2.06
EXCLUSA EXTR. POLVO RASTRA-2	0.0	0.0															
VENTILADOR EXTR. POLVO RASTRA-2	0.0	0.0															
EXCLUSA EXTR. POLVO TOLVAS	0.0	0.0															
VENTILADOR EXTR. POLVO TOLVA	0.0	0.0															
RASTRA N° 2	1.5	1.1	100%	Mezcl	40%	3.00	0.38	100%	Mezcl	40%	3.00	0.38	100%	Mezcl	70%	3.00	0.38
ELEVADOR N° 3	1.5	1.1	100%	Mezcl	40%	3.00	0.38	100%	Mezcl	40%	3.00	0.38	100%	Mezcl	70%	3.00	0.38
REVOLVER N° 1	0.30	0.2	100%	Mezcl	40%	3.00	0.08	100%	Mezcl	40%	3.00	0.08	100%	Mezcl	70%	3.00	0.08
TORNILLO 5 (TOLVA A)	1.5	1.1	60%	Mezcl	20%	15.00	0.05	Mezcl				0.00	70%	Mezcl	65%	4.62	0.17
TORNILLO 6 (TOLVA B)	1.5	1.1	60%	Mezcl	20%	15.00	0.05	5%	Mezcl	10%	30.00	0.00	70%	Mezcl	65%	4.62	0.17
TORNILLO 7 (TOLVA 1)	1.5	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	15%	Mezcl	15%	20.00	0.01	100%	Mezcl			0.00
TORNILLO 8 (TOLVA 2)	1.5	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	10%	Mezcl	10%	30.00	0.00					0.00
TORNILLO 9 (TOLVA 3)	1.5	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	5%	Mezcl	5%	60.00	0.00					0.00
TORNILLO 10 (TOLVA 4)	1.5	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	10%	Mezcl	5%	60.00	0.00					0.00
TORNILLO 11 (TOLVA 5)	1.5	1.1	0%				0.05	60%	Mezcl	50%	6.00	0.11					0.00
TORNILLO 12 (TOLVA 6)	1.5	1.1	0%				0.00	0%				0.00	0%				0.00
TORNILLO 13 (TOLVA 7)	1.5	1.1	0%				0.00	0%				0.00	0%				0.00
TORNILLO 14 (TOLVA 8)	1.5	1.1	0%				0.00	0%				0.00	0%				0.00
MEZCLADORA 1	15.0	11.3	100%	Mezcl	100%	5.28	2.13	100%	Mezcl	100%	6.00	1.88	182%	Mezcl	71%	7.04	3.07
RASTRA N° 5	1.0	0.8	100%	Mezcl	100%	5.28	0.14	100%	Mezcl	100%	6.00	0.13	182%	Mezcl	71%	7.04	0.20
ELEVADOR N° 5	1.0	0.8	100%	Mezcl	100%	5.28	0.14	100%	Mezcl	100%	6.00	0.13	182%	Mezcl	71%	7.04	0.20
REVOLVER N° 4	0.30	0.2	100%	Mezcl	100%	5.28	0.04	100%	Mezcl	100%	6.00	0.04	182%	Mezcl	71%	7.04	0.04
VIBRADOR	1.0	0.8	2%	Prens	100%	6.00	0.00	2%	Prens	100%	6.00	0.00	100%	Prens	100%	5.00	0.15
ALIMENTADOR	0.8	0.6	100%	Prens	100%	6.00	0.09	100%	Prens	100%	4.50	0.13	100%	Prens	100%	5.00	0.11
ACONDICIONADOR	15.0	11.3	100%	Prens	100%	6.00	1.88	100%	Prens	100%	4.50	2.50	100%	Prens	100%	5.00	2.25
PRENSA	125.0	93.8	100%	Prens	100%	6.00	15.63	100%	Prens	100%	4.50	20.83	100%	Prens	100%	5.00	18.75
EXCLUSA	1.0	0.8	100%	Prens	100%	6.00	0.13	100%	Prens	100%	4.50	0.17	100%	Prens	100%	5.00	0.15
VENTILADOR	20.0	15.0	100%	Prens	100%	6.00	2.50	100%	Prens	100%	4.50	3.33	100%	Prens	100%	5.00	3.00
ENFRIADOR	2.0	1.5	100%	Prens	100%	6.00	0.25	100%	Prens	100%	4.50	0.33	100%	Prens	100%	5.00	0.25
RODILLO N° 1	3.0	2.3	0%				0.00	20%	Prens	100%	4.50	0.10	100%	Prens	100%	1.00	2.25
RODILLO N° 2	3.0	2.3	0%				0.00	20%	Prens	100%	4.50	0.10	100%	Prens	100%	1.00	2.25
ELEVADOR N° 6	1.0	0.8	100%	Prens	100%	5.00	0.15	100%	Prens	100%	4.50	0.17	100%	Prens	100%	5.00	0.15
ZARANDA	1.0	0.8	100%	Prens	100%	5.00	0.15	100%	Prens	100%	4.50	0.17	100%	Prens	100%	5.00	0.15
MAQUINA DE COSER	0.3	0.2	100%	Encs	100%	5.00	0.05	100%	Encs	100%	4.50	0.06	100%	Encs	100%	5.00	0.05
BALANZA	0.1	0.1	100%	Envas	100%	5.00	0.02	100%	Envas	100%	5.00	0.02	100%	Envas	100%	5.00	0.02
SISTEMA DE CALENTAMIENTO ELECTRICO	5.0	3.8	100%	Cald	100%	15.00	0.25	100%	Cald	100%	1.00	3.75	100%	Cald	100%	1.00	3.75
QUEMADOR C-2	1.0	0.8	100%	Cald	100%	5.00	0.75	100%	Cald	100%	5.00	0.75	100%	Cald	100%	5.00	0.75
BOMBA PETROLEO-C-2	1.0	0.8	100%	Cald	100%	5.00	0.15	100%	Cald	100%	5.00	0.15	100%	Cald	100%	5.00	0.15
BOMBA AGUA C-2	7.5	5.6	100%	Cald	100%	5.00	1.13	100%	Cald	100%	5.00	1.13	100%	Cald	100%	5.00	1.13
ELEVADOR + ENVASADORA	8.7	6.5	0%				0.00	100%	Envas	100%	5.50	1.19					
MAQUINA DE COSER	0.3	0.															

Anexo 5

Tabla 17. Consumo de corriente proyectado

CONSUMO DE ENERGIA EN LA PRODUCCION DE ALIMENTO BALANCEADO (PROYECTADO)																	
FECHA CREACION :																	
MOTOR	POTENCIA	Vacunos					Aves y Cerdos					Truchas					
		HP	KW	% Uso	Labor Op	% Partic	TM(PT)/h	KW-h/TM(PT)	% Uso	Labor Op	% Partic	TM(PT)/h	% Uso	Labor Op	% Partic	TM(PT)/h	KW-h/TM(PT)
MEZCLADORA 2	12.0	9.0	100%	PM	2%	60.00	0.15	100%	PM	2%	100.00	0.09	100%	PM	2%	100.00	0.09
TORNILLO ALIMENTADOR A M PEPON	0.75	0.6						0%				0.00	0%				0.00
MOLINO PEPON	30	22.5						0%				0.00	0%				0.00
VENTILADOR MOLINO PEPON	10	7.5						0%				0.00	0%				0.00
EXCLUSA MOLINO PEPON	1.5	1.1						0%				0.00	0%				0.00
ELEVADOR N° 1	1.35	1.0	1%	Rec Maiz	15%	33.33	0.00	1%	Rec Maiz	40%	12.50	0.00					0.00
VENTILADOR (SILO 3)	9.0	6.8	5%	Rec Maiz	15%	33.33	0.01	5%	Rec Maiz	40%	12.50	0.03	0%				0.00
EXTRACTOR(SILO 3)	1.8	1.4	5%	Rec Maiz	15%	33.33	0.00	5%	Rec Maiz	40%	12.50	0.01	0%				0.00
VENTILADOR (SILO 4)	5.0	3.8	5%	Rec Maiz	15%	33.33	0.01	5%	Rec Maiz	40%	12.50	0.02	0%				0.00
EXTRACTOR(SILO 4)	1.2	0.9	5%	Rec Maiz	15%	33.33	0.00	5%	Rec Maiz	40%	12.50	0.00	0%				0.00
RASTRA N° 1	1.8	1.4	100%	Mol Ing	15%	16.67	0.08	100%	Mol Ing	40%	7.00	0.19	100%	Mol Ing	64%	12.42	0.19
RASTRA N° 2	2.9	2.2	100%	Mol Ing	85%	2.94	0.75	100%	Mol Ing	70%	4.00	0.55	100%	Mol Ing	64%	12.42	0.55
ELEVADOR N° 2	10.0	7.5	100%	Mezcl	85%	2.94	2.55	100%	Mol Ing	70%	4.00	1.88	100%	Mol Ing	64%	12.42	0.50
REVOLVER N° 1	1.0	0.8	100%	Mezcl	30%	8.33	0.09	100%	Mol Ing	45%	6.22	0.12	100%	Mol Ing	64%	12.42	0.06
REVOLVER N° 2	1.0	0.8	100%	Mezcl	30%	8.33	0.09	100%	Mol Ing	25%	11.20	0.07	100%	Mol Ing	64%	12.42	0.06
TORNILLO 5 (TOLVA A)	1.5	1.1	100%	Mezcl	20%	12.50	0.09	100%	Mol Ing	10%	28.00	0.04	100%	Mol Ing	64%	12.42	0.09
TORNILLO 6 (TOLVA B)	1.5	1.1	100%	Mezcl	20%	15.00	0.08	5%	Mezcl	10%	30.00	0.00	100%	Mol Ing	64%	12.42	0.09
TORNILLO 7 (TOLVA 3)	1.5	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	15%	Mezcl	15%	20.00	0.01					0.00
TORNILLO 8 (TOLVA 2)	1.5	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	10%	Mezcl	10%	30.00	0.00					0.00
TORNILLO 9 (TOLVA 3)	1.5	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	5%	Mezcl	5%	60.00	0.00					0.00
TORNILLO 10 (TOLVA 4)	1.5	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	10%	Mezcl	10%	30.00	0.00					0.00
TORNILLO 11 (TOLVA 5)	1.5	1.1	20%	Mezcl	5%	60.00	0.00	10%	Mezcl	10%	30.00	0.00					0.00
TORNILLO 12 (TOLVA 6)	1.5	1.1					0.00	0%				0.00	0%				0.00
TORNILLO 13 (TOLVA 7)	1.5	1.1					0.00	0%				0.00	0%				0.00
TORNILLO 14 (TOLVA 8)	1.5	1.1	0%				0.00	0%				0.00	0%				0.00
MEZCLADORA 1	15.0	11.3	100%	Mezcl	60%	5.28	2.13	100%	Mezcl	70%	8.57	1.31	100%	Mezcl	83%	6.04	1.86
RASTRA N° 5	1.0	0.8	100%	Mezcl	60%	5.28	0.14	100%	Mezcl	70%	8.57	0.09	100%	Mezcl	83%	6.04	0.12
ELEVADOR N° 5	1.0	0.8	100%	Mezcl	60%	5.28	0.14	100%	Mezcl	70%	8.57	0.09	100%	Mezcl	83%	6.04	0.12
REVOLVER N° 4	0.30	0.2	100%	Mezcl	60%	5.28	0.04	100%	Mezcl	70%	8.57	0.03	100%	Mezcl	83%	6.04	0.04
ALIMENTADOR	1.47	1.1	100%	Mol Ing	60%	25.00	0.04	100%	Mezcl	70%	21.43	0.05	100%	Mol Ing	83%	14.49	0.08
MOLINO N° 1	213.33	160.0	100%	Mol Ing	60%	25.00	6.40	100%	Mezcl	70%	21.43	7.47	100%	Mol Ing	83%	14.49	11.04
VENTILADOR FILTRO MANGAS 1	20.00	15.0	100%	Mol Ing	60%	25.00	0.60	100%	Mezcl	70%	21.43	0.70	100%	Mol Ing	83%	14.49	1.04
TORNILLO EXTRACTOR	4.00	3.0	100%	Mol Ing	60%	25.00	0.12	100%	Mezcl	70%	21.43	0.14	100%	Mol Ing	83%	14.49	0.21
ELEVADOR N° 4	7.33	5.5	100%	Mol Ing	60%	25.00	0.22	100%	Mezcl	70%	21.43	0.26	100%	Mol Ing	83%	14.49	0.38
TORNILLO TRANSPORTADOR	4.00	3.0	100%	Mol Ing	60%	25.00	0.12	100%	Mezcl	70%	21.43	0.14	100%	Mol Ing	83%	14.49	0.21
REVOLVER N° 3	1.00	0.8					0.00					0.00	100%	Mol Ing	83%	6.04	0.12
ALIMENTADOR	2.00	1.5					0.00					0.00	100%	Mol Ing	83%	6.04	0.25
MOLINO N° 2	213.33	160.0					0.00					0.00	100%	Mol Ing	83%	6.04	26.50
VENTILADOR FILTRO MANGAS 2	60.00	45.0					0.00					0.00	100%	Mol Ing	83%	6.04	7.45
TORNILLO EXTRACTOR	4.00	3.0					0.00					0.00	100%	Mol Ing	83%	6.04	0.50
ELEVADOR N° 5	5.33	4.0					0.00					0.00	100%	Mol Ing	83%	6.04	0.66
TORNILLO TRANSPORTADOR	4.00	3.0					0.00					0.00	100%	Mol Ing	83%	6.04	0.50
REVOLVER N° 2	1.00	0.8	100%	Mol Ing	60%	5.28	0.09	100%	Mezcl	70%	8.57	0.09	100%	Mol Ing	83%	6.04	0.12
EXCLUSA EXTRAC POLVO M-1	1.49	1.1	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.18	100%	Mol Ing	25%	11.20	0.10	100%	Mol Ing	83%	0.36	3.09
VENTILADOR EXTR. POLVO M-1	2.98	2.2	100%	Mol Ing	40%	6.25	0.36	100%	Mol Ing	25%	11.20	0.20	100%	Mol Ing	83%	0.36	6.17
EXCLUSA EXTR. POLVO RASTRA-2	0.0																
VENTILADOR EXTR. POLVO RASTRA-2	0.0																
EXCLUSA EXTR. POLVO TOLVA	0.0																
VENTILADOR EXTR. POLVO TOLVA	0.0																
TORNILLO 7 (TOLVA 9)	1.50	1.1	100%	Mezcl	20%	15.00	0.08	10%	Mezcl	10%	30.00	0.00	100%	Mezcl	21%	38.10	0.03
TORNILLO 8 (TOLVA 10)	1.50	1.1	100%	Mezcl	20%	15.00	0.08	10%	Mezcl	10%	30.00	0.00	100%	Mezcl	21%	38.10	0.03
TORNILLO 9 (TOLVA 11)	1.50	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	10%	Mezcl	10%	30.00	0.00	100%	Mezcl	21%	38.10	0.03
TORNILLO 10 (TOLVA 12)	1.50	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	10%	Mezcl	10%	30.00	0.00	100%	Mezcl	21%	38.10	0.03
TORNILLO 11 (TOLVA 13)	1.50	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	20%	Mezcl	20%	15.00	0.02					0.00
TORNILLO 12 (TOLVA 14)	1.50	1.1	20%	Mezcl	10%	30.00	0.01	20%	Mezcl	20%	15.00	0.02					0.00
TORNILLO 13 (TOLVA 15)	1.50	1.1					0.00	10%	Mezcl	10%	30.00	0.00					0.00
TORNILLO 14 (TOLVA 16)	1.50	1.1					0.00					0.00					0.00
TORNILLO 15 (TOLVA 17)	1.50	1.1					0.00					0.00					0.00
MEZCLADORA 2	29.33	22.0	100%	Mezcl	100%	10.00	2.20	100%	Mezcl	100%	10.00	2.20	100%	Mezcl	100%	10.00	2.20
RASTRA N° 4	2.93	2.2	100%	Mezcl	100%	10.00	0.22	100%	Mezcl	100%	10.00	0.22	100%	Mezcl	100%	10.00	0.22
ELEVADOR N° 6	10.00	7.5	100%	Mezcl	100%	10.00	0.75	100%	Mezcl	100%	10.00	0.75	100%	Mezcl	100%	10.00	0.75
Sistema de Adición Líquidos	16.27	12.2	100%	Mezcl	100%	10.00	1.22	100%	Mezcl	100%	10.00	1.22	100%	Mezcl	100%	10.00	1.22
REVOLVER N° 4	0.30	0.2	100%	Mezcl	100%	10.00	0.02	100%	Mezcl	100%	10.00	0.02	100%	Mezcl	100%	10.00	0.02
PRECLEANER	0.73	0.6	100%	Mezcl	100%	10.00	0.06	100%	Mezcl	100%	10.00	0.06	100%	Mezcl	100%	10.00	0.06
TORNILLO ALIMENTADO A TOLVAS	4.00	3.0	100%	Mezcl	100%	8.00	0.38	100%	Mezcl	100%	10.00	0.30	100%	Mezcl	100%	10.00	0.30
VIBRADOR	1.00	0.8	100%	Mezcl	100%	8.00	0.09	100%	Mezcl	100%	10.00	0.08	100%	Mezcl	100%	8.00	0.09
ALIMENTADOR	0.75	0.6	100%	Mezcl	100%	8.00	0.07	100%	Mezcl	100%	8.00	0.07	100%	Mezcl	100%	8.00	0.07
ACONDICIONADOR	29.33	22.0	100%	Mezcl	100%	8.00	2.75	100%	Mezcl	100%	8.00	2.75	100%	Mezcl	100%	8.00	2.75
PRESA	125.00	93.8	100%	Mezcl	100%	8.00	11.72	100%	Mezcl	100%	8.00	11.72	100%	Mezcl	100%	8.00	11.72
EXCLUSA	1.00	0.8	100%	Mezcl	100%	8.00	0.09	100%	Prens	100%	8.00	0.09	100%	Mezcl	100%	8.00	0.09
VENTILADOR	20.00	15.0	100%	Prens	100%	8.00	1.88	100%	Prens	100%	8.00	1.88	100%	Prens	100%	8.00	1.88
ENFRIADOR	2.00	1.5	100%	Prens	100%	8.00	0.19	100%	Prens	100%	8.00	0.19	100%	Prens	100%	8.00	0.19
RODILLO N° 1	3.00	2.3	100%	Prens	100%	8.00	0.28	100%	Prens	100%	8.00	0.28	100%	Prens	100%	8.00	0.28
RODILLO N° 2	3.00	2.3	100%	Prens	100%	8.00	0.28	100%	Prens	100%	8.00	0.28	100%	Prens	100%	8.00	0.28
ELEVADOR N° 7	10.00	7.5	100%	Prens	100%	8.00	0.94	100%	Prens	100%	8.00	0.94	100%	Prens	100%	8.00	0.94
ZARANDA	4.00	3.0	100%	Prens	100%	8.00	0.38	100%	Prens	100%	8.00	0.38	100%	Prens	100%	8.00	0.38
APLICADOR DE GRASA	12.40	9.3					0.00						100%	Prens	100%	8.00	1.16
ENSACADORA	1.00	0.8	100%	Prens	100%	10.00	0.08	100%	Prens	100%	8.00	0.09	100%	Prens	100%	8.00	0.09
MAQUINA DE COSER	1.00	0.8	100%	Prens	100%	10.00	0.08	100%	Prens	100%	8.00	0.09	100%	Prens	100%	8.00	0.09
FAJA TRANSPORTADORA	2.00	1.5	100%	Prens	100%	10.00	0.15	100%	Prens	100%	8.00	0.19	100%	Prens	100%	8.00	0.19
BALANZA	0.13	0.1					0.00	100%	Prens	100%	13.50	0.01	100%	Prens	100%	8.00	0.01
SISTEMA DE CALENTAMIENTO ELECTRICO	5.00	3.8					0.00	100%	Cald	100%	8.00	0.47	100%	Cald	100%	8.00	0.47
QUEMADOR C-2	5.00	3.8	100%	Cald	100%	5.00	0.75	100%	Cald	100%	5.00	0.75	100%	Cald	100%	8.00	0.47
BOMBA PETROLEOC-2	1.00	0.8															

Anexo 6

Figura 41. Tablero de mando del brazo robotico. ALPROSA



Anexo 7

Figura 42. Brazo Robotico. ALPROSA



Anexo 8

Figura 43. Tablero general de mandos de la planta peletizado. ALPROSA



Anexo 9

Figura 44. Flujo grama del tablero general de mandos de la planta peletizado. ALPROSA

