

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO AUTOMÁTICO DE
COMEDERO PARA PERROS ADULTOS ENTRE 8 (OCHO) A 12
(DOCE) KG. DE PESO, ALIMENTADOS CON BALANCEADO
GUERPO.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

XAVIER FERNANDO GARCÍA LASSO

DIRECTOR: ING. CARLOS NARANJO

CODIRECTOR: ING. LUIS ECHEVERRÍA

Sangolquí, 2006-04

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO PARA PERROS ADULTOS ENTRE 8 (OCHO) A 12 (DOCE) KG. DE PESO, ALIMENTADOS CON BALANCEADO GUERPO” fue realizado en su totalidad por Xavier Fernando García Lasso, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Ing. Carlos Naranjo

DIRECTOR

Ing. Luís Echeverría

CODIRECTOR

Sangolquí, 2006-04-17

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO PARA PERROS ADULTOS ENTRE 8 (OCHO) A 12 (DOCE) KG. DE PESO, ALIMENTADOS CON BALANCEADO GUERPO”

ELABORADO POR:

Xavier Fernando García Lasso

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

MAYO. Ing. Edgar Pazmiño

DECANO

Sangolquí, 2006-04-17

DEDICATORIA

“A La Dolorosa del Colegio, en el centenario de su milagro.

**A mis padres, Fernando y Elizabeth,
y a mis hermanas, María Gabriela y Estefanía”**

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por regalarme la vida, por brindarme la oportunidad de dar una alegría a mi querida familia y llegar a ser un profesional.

A mis padres y hermanas, por todo el esfuerzo, paciencia, apoyo y cariño brindado durante toda mi vida y especialmente en estos meses que me llevó la elaboración del proyecto.

A los amigos, en especial a Javier y Andrés Robalino, a mi enamorada y demás personas allegadas hacia mí, que de una u otra forma me ayudaron y colaboraron para sacar adelante este proyecto.

Un agradecimiento especial al Sr. Ing. Carlos Naranjo y al Sr. Ing. Luís Echeverría, por su apoyo y colaboración brindada durante la ejecución del mencionado proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	ii
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y GENERALIDADES.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Definición del problema.....	6
1.3 Objetivos.....	8
1.3.1 Objetivo general.....	8
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4 Alcance del proyecto.....	9
1.5 Justificación e importancia.....	10
CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL COMEDERO, PROCESO DE DISPENSACIÓN DEL ALIMENTO BALANCEADO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	13
2.1 Características del comedero.....	13
2.2 Proceso de dispensación del alimento balanceado.....	16
2.2.1 Definición del proceso y sus parámetros generales.....	16
2.2.2 Investigación de dispositivos y controles automáticos para el proceso de dispensación.....	19
2.2.3 Selección de la mejor alternativa.....	21

CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO.....	25
3.1 Aspectos preliminares al diseño del modelo automático de comedero.....	25
3.1.1 Cálculo de parámetros del modelo automático de comedero, en función de sus características y del sistema de dispensación.....	25
3.1.2 Características y selección de la materia prima.....	28
3.1.3 Funcionamiento del sistema.....	34
3.2 Diseño del modelo automático de comedero.....	37
3.2.1 Diseño mecánico del comedero.....	37
3.2.2 Diseño del control automático del comedero.....	60
3.3 Planos.....	65
3.3.1 Planos de diseño del modelo automático de comedero.....	65
3.3.2 Planos de construcción del modelo automático de comedero.....	65
CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO.....	67
4.1 Materiales y equipos.....	67
4.2 Diagrama de procesos y/o secuencia de fabricación.....	69
4.3 Construcción de las partes del modelo automático de comedero.....	70
4.4 Montaje y unión de las partes construidas.....	71
4.5 Ajustes, comprobación y pruebas de funcionamiento.....	73
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA.....	77
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
6.1 Conclusiones.....	85
6.2 Recomendaciones.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
CAPÍTULO 2	
Tabla 2.1 Matriz de decisión.....	22
CAPÍTULO 3	
Tabla 3.1 Costo de materiales.....	30
Tabla 3.2 Cuadro resumen de materiales: principales ventajas y desventajas.....	33
Tabla 3.3 Nomenclatura utilizada en el diseño de la tolva almacenadora...38	
Tabla 3.4 Nomenclatura utilizada para el cálculo de las cargas en la tolva almacenadora.....	43
Tabla 3.5 Nomenclatura utilizada en el diseño del recipiente o plato receptor.....	52
Tabla 3.6 Nomenclatura utilizada en el cálculo de la constante de los resortes del cubículo.....	55
CAPÍTULO 4	
Tabla 4.1 Elementos elaborados.....	67
CAPÍTULO 5	
Tabla 5.1 Detalle costos directos.....	78
Tabla 5.2 Detalle costos indirectos.....	79
Tabla 5.3 Ingresos generados por venta del comedero automático.....	80
Tabla 5.4 Egresos generados por la fabricación del comedero automático.....	82
Tabla 5.5 Flujo de caja e índices de desempeño.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
CAPÍTULO 3	
Figura 3.1 Funcionamiento sistema del comedero.....	37
Figura 3.2 Llenado de caja escogida con balanceado.....	39
Figura 3.3 Toma de medidas de la caja llena con balanceado.....	39
Figura 3.4 Geometría preliminar de la tolva.....	41
Figura 3.5 Geometría y dimensiones de la tolva.....	43
Figura 3.6 Deflexión en pared de comedero.....	45
Figura 3.7 Unión paredes comedero mediante remache.....	48
Figura 3.8 Pared del comedero como viga con doble empotramiento y carga en el centro.....	48
Figura 3.9 Corte en la viga.....	49
Figura 3.10 Sección transversal remache.....	49
Figura 3.11 Dimensiones sección transversal remache estándar.....	50
Figura 3.12 Lámina acero inoxidable sometida a esfuerzo de aplastamiento.....	51
Figura 3.13 Cubículo y lámina base en acero inoxidable junto con resortes.....	54
Figura 3.14 Esquema cubículo y partes junto con recipiente.....	56
Figura 3.15 Espiral de hilo grueso en acero inoxidable.....	57
Figura 3.16 Sistema de dispensación mediante espiral de hilo grueso.....	57
Figura 3.17 Estructura soporte.....	58
Figura 3.18 Estructura soporte, tolva y cubículo.....	59
Figura 3.19 Visera como accesorio adicional, estructura soporte, tolva y cubículo.....	60
Figura 3.20 Esquema general del sistema de control automático.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A

- A1 Planos del modelo automático de comedero
 - A1.1 Planos de diseño o conjunto
 - A1.2 Planos de construcción

- A2 Diagramas
 - A2.1 Diagrama de proceso de fabricación
 - A2.2 Diagrama de montaje

- A3 Especificaciones del controlador programable MicroLogix 1000

- A4 Instrucciones de programa para el controlador programable MicroLogix 1000

- A5 Manual de operación del modelo automático de comedero

- A6 Pruebas de dispensación de balanceados

- A7 Carta de satisfacción

- A8 Fotografías

RESUMEN

En el presente proyecto se diseñó y construyó un modelo automático de comedero para un grupo específico de perros. Este modelo es capaz de dispensar alimento balanceado, dosificándolo en la medida adecuada para alimentar así a la mascota de la mejor manera.

Hoy en día, la alimentación de las mascotas depende íntegramente de la mano del hombre, él debe alimentarlas periódicamente, ya que el perro, en este caso específico, no puede hacerlo por sí mismo. De igual manera, el hombre está atado a la responsabilidad de alimentar a su perro o mascota. Entonces, para liberar al hombre de esta responsabilidad y para poder contar con un dispositivo que sea eficaz y que logre alimentar adecuadamente a la mascota sin la presencia del hombre, es que se decidió dar iniciativa a este proyecto.

Realizando las respectivas investigaciones del caso, observando y analizando dispositivos semejantes en el mercado y determinando diferentes características esenciales para el diseño del comedero, es que se logró construirlo durante los tres últimos meses, utilizando las instalaciones y laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica del Ejército.

Como resultado de este proyecto, se obtuvo una pequeña máquina o dispositivo, que puede alimentar a un perro adulto que se encuentre entre los 8 a 12 kg. de peso, con alimento balanceado Guerpo, por dos veces al día, durante cinco días seguidos, sin la necesidad de la mano periódica del hombre, beneficiándolo así, tanto a él como a su mascota.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Del latín *canis*, el perro, sin importar su aspecto o tamaño, tiene al lobo como su antepasado, por eso es que se sienten y se comportan como ellos. Es posible que el proceso de domesticación de los perros salvajes haya ocurrido hace 40.000 años cuando en la época glacial los humanos y los lobos convivían en el mismo hábitat y dichos animales se alimentaban muchas veces con las sobras que dejaban los humanos luego de las cacerías.

Los egipcios y los habitantes del Asia Occidental fueron los primeros en criar perros, principalmente mastines y galgos. En la época de la Roma imperial ya existían las razas de perros que se conocen actualmente, teniendo una preferencia especial por los galgos, los cuales se usaban como perros de cacería, mientras que los grandes mastines eran considerados ideales para las peleas y la guerra. También fueron usados en esos tiempos para pastorear, como vigilantes, como compañía y en algunas culturas, en especial las orientales, fueron incluidos en los cultos religiosos.

El perro ha heredado los ojos, el olfato y las orejas de su antepasado el lobo. Estos sentidos han evolucionado junto a la nueva especie y se han adaptado en las distintas razas caninas gracias al "cruce" o "selección artificial". Un buen ejemplo es el caso de los galgos, que a través del tiempo han logrado desarrollar una vista mejor aún que la de los lobos. Otro cambio ocurrido en casi todos los perros domésticos es que sus ojos miran más hacia adelante que hacia los lados, mientras que en los lobos sucede lo contrario.

A través de la historia humana sólo el gato y el perro han tenido libertad para entrar en nuestros hogares, independiente de los animales de granja que en los

primeros tiempos se les permitía ingresar a la casa, especialmente por las noches, como medida de seguridad; pero siempre estando encerrados o atados. En tiempos más modernos, se ha acogido otras especies domésticas como peces, aves y pequeños mamíferos, pero siempre tras jaulas y cristales, siendo de esta forma el gato y el perro, las únicas clases de animales que se les ha permitido ingresar, caminar, alimentarse y hasta pernotar dentro de nuestras casas, entablando así una relación especial con los humanos. Dicha relación se ha basado en un mutuo afecto y cariño, una compañía y una ayuda entre ambos; ayuda porque así como el perro hoy en día realiza, entre otras tareas, la de guardia en los hogares, se les debe proporcionar la debida alimentación y cuidados, ya que un perro bien alimentado y cuidado tendrá un buen aspecto y estará sano, que es lo principal.

Los humanos y las mascotas tienen diferentes requisitos nutricionales, al alimentar al perro o gato con golosinas o sobras de las comidas, no se le está brindando la nutrición adecuada que requiere para crecer y vivir saludablemente, la que sí es ofrecida por los alimentos formulados especialmente para ellos. Estos proveen una dieta completa al animal, que incluye proteínas, grasas, vitaminas y minerales en correcta proporción y equilibrio de acuerdo a su etapa de desarrollo y nivel de actividad.

Un factor que se debe tener en cuenta es la raza del perro, ya que cachorros de razas grandes (gran danés, pastor alemán, mastines, etc.) deben consumir un alimento especialmente formulado que generalmente tiene menos energía que para perros chicos. Esto puede parecer un contrasentido, pero la razón es que si el animal crece demasiado rápido su esqueleto no va a ser lo suficientemente fuerte para soportar las partes blandas de su cuerpo, predisponiéndolo a una serie de patologías del desarrollo que pueden tener graves consecuencias.

Nuestros amigos los perros, son un grupo que se caracteriza por su gran variedad de razas, tamaños, temperamentos y propósitos. Los perros de razas grandes y pequeñas tienen necesidades alimenticias diversas. Por esta razón muchas compañías han desarrollado productos con características específicas

para los distintos tamaños. Un perro adulto puede llegar a pesar desde 1 kg. hasta sobre los 70 kg., según sea su raza y sexo. Por lo tanto es fácil imaginarse que la cantidad de alimento que deben recibir es muy variable, influyendo además el punto del ciclo de vida en que se encuentran, su grado de actividad y la calidad del alimento que reciben. De manera que no es posible dar recetas ni indicaciones que sean válidas en toda ocasión, por cuanto cada perro constituye un organismo individual, cuya situación actual es el resultado de una historia y de un presente, que pueden haberlo llevado a ser un animal bien nutrido o mal nutrido.

Un perro es adulto al año de vida en las razas pequeñas, al año y medio en las razas grandes y a los dos años en las razas gigantes. Esta es la etapa más prolongada de la vida del perro, pues dura hasta que el animal se transforma en senil¹, que también será variable según la raza y más importante que eso, según el estado de salud, pues el perro puede ser clínicamente senil a una edad más temprana que lo normal si ha sufrido enfermedades que lo han llevado a un deterioro prematuro. Las necesidades de proteína, energía, minerales y otros nutrientes, son conocidas hoy en día en forma precisa.

Son estas necesidades básicas las que deben ser cubiertas por el alimento que el perro reciba. La verdad es que el animal no requiere un alimento determinado, sino que requiere nutrientes que se encuentren contenidos en los alimentos de manera que el perro adulto, para mantenerse en buen estado, con buena apariencia, buen ánimo y buena salud, debe recibir un conjunto de nutrientes que podrían estar en un alimento que se prepare en casa o en la gran variedad de alimentos formulados disponibles en el mercado.

La alimentación del perro adulto debe ser lo suficientemente adecuada como para mantener el peso del animal según la raza, cualquiera sean los hábitos y su temperamento. Esto debe ser debidamente considerado, pues es muy importante que el animal mantenga su peso en forma relativamente estable. Un descuido en este aspecto puede llevar a que el animal se vuelva muy delgado

¹ Senil, perteneciente a los viejos o a la vejez.

o muy gordo, pudiendo llegar incluso a la obesidad. Tanto el perro flaco como el perro gordo, son perros mal nutridos y por lo tanto susceptibles a contraer una variedad de enfermedades que pueden poner en peligro su vida.

Dentro de los aspectos más importantes que se deben considerar al momento de alimentar al perro se encuentran:

Energía y Proteína: Con respecto a los aportes de energía y proteínas, el alimento debe estar sobre las 1500 Kcal. y mayores al 20% a 25% en la fuente proteica dependiendo de los niveles de actividad o trabajo de la mascota. Esta información se la encuentra en el envase del alimento balanceado.

Vitaminas y minerales: Los alimentos comerciales cuentan con todas las vitaminas y minerales que el perro necesita. En consecuencia, no es necesario suplementarlos. Ello siempre que el animal no se encuentre en algún estado carencial, de inapetencia, o afectado por enfermedades que requieran complementos alimenticios o dietas especiales.

Agua: Se deberá tener siempre disponible para la mascota una fuente de agua limpia y fresca, las 24 horas del día.

En el Ecuador se puede encontrar una amplia variedad de alimentos balanceados disponibles en el mercado para el consumo de las mascotas, para toda clase y raza de perros; pero no solo para las diferentes razas, sino también para diferentes edades y etapas de desarrollo de los perros, y hasta alimentos determinados para diferentes perros según su actividad física diaria, su entorno y su sexo. Esto quiere decir que no cualquier alimento balanceado puede ser administrado a cualquier mascota, sino que cada una de ellas requerirá un diferente tipo de alimento según su raza y edad principalmente, como ya se lo ha mencionado.

Alrededor de un 70% de los alimentos balanceados para mascotas que podemos adquirir en el mercado local son producidos en el país, y el restante 30% son balanceados importados, es decir, el consumo mayoritario de

alimentos balanceados para mascotas es de producción nacional. Esta estadística da la idea que en el país sí se pueden encontrar alimentos balanceados para mascotas de muy buena calidad, capaces de competir con los balanceados importados, aunque por otro lado no se puede dejar de mencionar también la preferencia que se tiene muchas veces por adquirir este tipo de productos que tengan los costos más bajos en el mercado.

Son aproximadamente 13.000 toneladas anuales de alimento balanceado para mascotas que se venden en el Ecuador; la mayoría de ellas para consumo canino, ya que, en ciudades grandes del país como Quito y Guayaquil que poseen alrededor de 2 y 2.5 millones de habitantes respectivamente, existe un 20% de población canina en cada ciudad. Esto quiere decir que, si en Quito habitan hoy en día 2 millones de personas, existe una población aproximada de 400 mil canes, de los cuales 300 mil pueden ser estimados para estadísticas y como mercado potencial para algún posible negocio relacionado con estos animales, dependiendo, claro está, del tipo de producto que se desee comercializar.

Uno de estos balanceados producidos en el país es Guerpo², el cual es elaborado por la empresa auspiciante y beneficiaria de este proyecto, y el cual ha sido escogido como alimento base para ser dispensado por el modelo automático de comedero que se va a construir, por sus diferentes características las cuales son apropiadas para el grupo o raza de perros escogido, para los cuales el comedero se va a desempeñar.

Con respecto al número de veces por día necesarios para alimentar a la mascota, podrán ser entre dos a tres, lo cual evitará problemas de torsión gástrica y ansiedad. En nuestro caso, para el modelo automático de comedero, se ha escogido que este dispense dos veces al día el alimento balanceado, ya que esta es la cantidad de veces al día adecuada para alimentar a un perro de

² Guerpo, marca de alimento balanceado producida y registrada en el país por “Cronoscorp S.A.”.

la raza o peso escogido, es decir que se encuentre entre los ocho a doce kilogramos de peso.

La cantidad de alimento por día está indicado en el envase de cada producto y dependerá principalmente de la raza, edad, sexo y actividad de la mascota. Se puede realizar un cálculo estimativo, considerando el consumo diario de alimento como equivalente a cerca del 2% a 3% del peso corporal del perro. Igualmente para nuestro caso, lo especificado y recomendado por la marca de alimento balanceado Guerpo para esta clase de perros, es de 300 gr. a 320 gr. diarios de este alimento. Con esto podremos dispensar una cantidad de 150 gr. a 160 gr., dos veces al día, y cumplir así los requisitos alimenticios de nuestro grupo de perros.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El problema surge de la necesidad que tienen las mascotas, en este caso específico, perros; de ser alimentados por su dueño o amo, o por la persona encargada de realizar dicha tarea; debido a que el perro, animal doméstico, no puede hacerlo por sus propios medios.

Fue así como el perro, descendiente del lobo, llegó a domesticarse a través de la historia; siendo alimentado con las sobras de las comidas de los humanos, hasta llegar a lo que hoy en día podemos observar, que es la dependencia alimenticia que llegaron a tener los perros, y no sólo los perros sino todas las mascotas domésticas, por parte de los humanos, los cuales en la actualidad les proporcionan en la gran mayoría de los casos, alimentos balanceados formulados.

Todos quienes tienen una mascota han experimentado problemas referentes a la alimentación de la misma, especialmente cuando se planea ausentarse por vacaciones, es por tanto que la necesidad específica de contar con un dispositivo capaz de dosificar y temporizar la alimentación de los perros, se

hacía evidente. Este proyecto está encaminado a ofrecer un dispositivo capaz de satisfacer dicha necesidad.

En la actualidad, el procedimiento que se realiza para proporcionar un alimento balanceado a un perro, generalmente durante dos veces al día para que este se alimente, consiste, en la gran mayoría de los casos, vertiendo el mencionado balanceado directamente de la funda que lo contiene o mediante algún recipiente que permite dosificar la cantidad requerida, en otro recipiente o en el plato del cual se alimenta el perro. Luego de esto se procede a llevar dicho recipiente o plato al lugar donde usualmente come, y se lo deja ahí para que la mascota proceda a alimentarse. Cuando termina de hacerlo, se procede a retirar el plato o recipiente para en la siguiente hora de comida, realizar nuevamente el mismo proceso.

Según lo detallado en el párrafo anterior, se puede observar que el procedimiento para alimentar a una mascota mediante algún alimento balanceado es netamente manual, lo cual quiere decir que necesariamente alguna persona debe realizarlo, y que el perro depende de esta persona para alimentarse, caso contrario la mascota no se alimentará; lo que se conseguirá con el modelo automático de comedero es justamente eliminar la necesidad de la mano periódica del hombre en el proceso de alimentación de un perro, especialmente cuando la persona que realiza esta tarea pretenda ausentarse por uno o varios días, por cualquier motivo o razón, y no pueda ser reemplazada por otra persona para que realice dicha tarea.

Con este preámbulo, lo que se desarrollará en este proyecto será el diseño y la construcción de un modelo automático de comedero para perros adultos entre ocho a doce kilogramos de peso, alimentados con balanceado Guerpo, el cual podrá dispensar una cantidad específica del mencionado alimento, para perros que se encuentren dentro de este rango de peso, por dos veces al día.

Cabe mencionar que las características detalladas anteriormente son requerimientos de la empresa auspiciante y beneficiaria del proyecto, ya que dicha empresa produce y comercializa alimentos balanceados para perros,

entre ellos Guerpo, el cual por sus características de tamaño y forma de pellet³, entre otras, es el recomendable de entre los alimentos que produce, para perros adultos que se encuentren dentro del rango de peso establecido.

Se prevé que, para que este modelo automático de comedero se desempeñe y realice de la mejor manera la dispensación del alimento balanceado, sea mediante el almacenamiento previo del balanceado en una tolva, la cual poseerá una tapa que permitirá la adecuada conservación y protección del alimento balanceado ante diferentes agentes ajenos y perjudiciales para el alimento, como el agua lluvia e insectos, por ejemplo. Luego, mediante un sistema de control automático, con el cual estará equipado el comedero, se procederá a dispensar la cantidad específica de balanceado Guerpo requerida por los perros adultos entre ocho a doce kilogramos de peso, por dos veces al día. Por último, el comedero estará equipado con un receptor del balanceado dispensado, el cual servirá como recipiente o plato para que el perro pueda comer dicho alimento y lo haga de una manera limpia y cómoda.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general planteado para este proyecto es diseñar y construir un modelo automático de comedero para perros adultos entre ocho a doce kilogramos de peso, alimentados con balanceado Guerpo.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos planteados para este proyecto son:

- Observar y analizar dispositivos similares existentes en el mercado local, y así determinar las características principales que debe poseer el

³ Pellet, pelotilla o bolita. Se reconoce con este nombre a cada grano de alimento balanceado.

comedero automático para satisfacer las necesidades de alimentación del perro.

- Lograr un diseño apropiado para que la dispensación del alimento balanceado se realice de la mejor manera, para satisfacer las necesidades y requerimientos planteados.
- Construir el modelo automático de comedero con los materiales y elementos más apropiados, a un costo acorde al mercado nacional y menor al costo de los comederos automáticos que podemos encontrar en el mercado internacional.
- Liberar al dueño de la tarea y responsabilidad de alimentar a su mascota.

1.4 ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto tiene como alcance el construir y probar un modelo automático de comedero adecuado para el grupo o raza de perros escogidos en un principio, que son los perros adultos que posean entre ocho a doce kilogramos de peso, y satisfacer sus necesidades alimenticias, brindándoles así una mejor calidad de vida tanto a ellos como a sus dueños o amos, ya que la preocupación y responsabilidad que tenían las personas encargadas de alimentar a su mascota estará ahora encomendada a un dispositivo eficaz, que realizará esta tarea de la manera más adecuada, pudiendo hacerlo durante uno o varios días, de ser necesario, y sin la necesidad de la mano periódica del hombre.

Todo esto se lo buscará realizar dentro de dieciocho semanas hábiles, y también se procurará que el costo de producción final del modelo de comedero automático esté acorde al mercado local y que sea menor al costo que tienen los comederos automáticos en el mercado internacional, para que pueda estar al alcance de una gran cantidad de personas y entidades que posean perros de esta raza o que se encuentren dentro del rango de peso establecido.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El proyecto desea brindar una solución a la dependencia que tienen las mascotas de ser alimentadas de manera periódica, necesariamente por una persona, principalmente cuando esta persona encargada de realizar dicha tarea no puede hacerlo por cualquier motivo o razón. A su vez, se pretende beneficiar y facilitar a las personas que posean perros adultos entre ocho a doce kilogramos de peso y potenciales compradores del comedero la realización de dicha tarea, especialmente en centros de hospedaje de mascotas, criaderos de perros, clínicas veterinarias y pet shops; ya que así la persona encargada de alimentar a los perros ya no tendrá que preocuparse por hacerlo y ese tiempo que necesitaba para realizar esta tarea podrá ahora emplearlo en otras actividades, manejando así de mejor forma el valioso y necesario recurso del tiempo y en consecuencia disminuyendo costos.

Como referencia se pueden citar algunos datos aproximados, con un margen de error de un 10%, en cuanto a un mercado potencial donde tendría cabida el modelo automático de comedero. En la ciudad de Quito por ejemplo, existen alrededor de 330 clínicas veterinarias, 155 pet shops, 25 criaderos de perros y 8 centros de hospedaje grandes para mascotas; todos estos debidamente registrados, ya que, dentro del negocio que involucra a lo que son mascotas, especialmente perros, existe un comercio informal bastante considerable.⁴

En la actualidad, en el mercado local no se puede encontrar comederos automáticos que realicen esta tarea y que dosifiquen de manera adecuada algún balanceado con el cual se puedan alimentar los perros. Únicamente se puede encontrar comederos de los cuales los perros pueden alimentarse a su gusto y placer, es decir, comer toda la cantidad de alimento balanceado que deseen a cualquier hora y las veces al día que quieran.

Se ha podido investigar a través del Internet, que en el mercado internacional si existen este tipo de comederos automáticos para perros, pero a costos un poco

⁴ Datos proporcionados por la empresa "Cronoscorp S.A."

elevados para el poder adquisitivo que tienen en promedio las personas en nuestro país y para lo que se pretende realizar con el actual proyecto.

Se estima que el modelo automático de comedero que se pretende diseñar y construir en este proyecto tenga un costo de producción que este alrededor de los USD. 100 (cien dólares), valor que podría disminuir un poco más a su vez, si luego de producido el primer comedero se puede determinar que se lo podrá producir al por mayor o en serie, y dependiendo también del dispositivo mecánico, mecanismo y sistema de control automático que vaya a poseer y con el que vaya a funcionar este comedero.

Los comederos existentes en el mercado internacional, no son específicos para las diferentes razas de perros que existen, es decir, no podrían satisfacer las necesidades alimenticias específicas de cada raza o clase de perros, lo cual si lo hará el modelo automático de comedero, ya que es específico para un grupo de perros, el cual ya se lo ha especificado anteriormente.

La realización de este proyecto se justifica plenamente ya que además de lo mencionado en los párrafos anteriores, se puede desarrollar un proyecto en el cual la ingeniería mecánica será aplicada tanto en el escoger el mejor y más adecuado material para el comedero, como en el diseño del sistema de dispensación del alimento balanceado, las ventajas mecánicas que se le pueden brindar al sistema para que realice de la mejor manera esta tarea y en el diseño de todo el comedero en sí para que satisfaga las diferentes necesidades y requerimientos, y en la construcción propia del comedero ya que implica la utilización de procesos de manufactura y manejo de maquinaria mecánica para el corte, doblado y unión de chapa metálica, y posterior armado y montaje de las piezas y dispositivos que incluirán en el comedero.

Son por estas razones que el diseño y construcción de un modelo automático de comedero se vuelve importante, casi imprescindible.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS DEL COMEDERO, PROCESO DE DISPENSACIÓN DEL ALIMENTO BALANCEADO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL COMEDERO

En la gran mayoría de los casos se ha acostumbrado a los perros a que se alimenten, ya sea con comida preparada en casa o con algún balanceado existente en el mercado, de un plato o recipiente en el cual previamente se ha dosificado de alguna forma cierta cantidad de alimento. Si se han fijado en este hecho, es decir, en el momento justo en el que el perro se está alimentando de dicho plato o recipiente, se puede observar que el perro se adapta a la manera de alimentarse que se le ofrece y que a simple vista no se necesita nada más que este plato o recipiente con la cantidad, apropiada o no, de alimento balanceado que se le esta proporcionando, ya que en muchos casos se desconocen las cantidades requeridas por los perros según su raza y edad principalmente, para satisfacer la necesidad de alimentación de las mascotas.

Luego de observar y analizar con detenimiento este proceso de alimentación con varios perros, utilizando primero un plato o recipiente de donde el perro pueda alimentarse y, segundo, utilizando un comedero simple, es decir, un comedero sin ningún tipo de control automático existente en el mercado local, se pudo observar y pensar, entre otras cosas, que primeramente no se puede saber si la mascota se siente cómoda, o si es conveniente para el perro el ingerir los alimentos que se encuentren en un plato o en un comedero a nivel del suelo.

Según lo que se pudo observar, la mayoría de los perros, especialmente adultos, después de ingerir cierta cantidad de alimento, proceden a levantar su

cabeza para terminar de masticarlo y poder tragar; luego prosiguen a ingerir más alimento y realizan el mismo proceso cada vez hasta terminar la cantidad de alimento proporcionado. No así con algunos perros jóvenes que en su desesperación de comerse todo el alimento que se les ha proporcionado, lo hacen de manera rápida y continua, es decir, sin levantar su cabeza.

Luego de esta primera observación, y siendo consultada con un especialista, se puede decir que si bien toda la vida los perros se han alimentado siempre a nivel del suelo, no es lo mejor ni lo más recomendable. Esta resulta ser una de las primeras consideraciones a ser tomadas en cuenta para el diseño del modelo automático de comedero, es decir, el receptor del alimento balanceado dispensado que poseerá el comedero y que servirá como plato o recipiente para que el perro se alimente, deberá estar a una cierta altura, lo más adecuada posible, para que los perros de la raza o clase escogida para este proyecto puedan alimentarse de una manera más cómoda y apropiada. Esta será determinada alrededor de una altura promedio del pecho de esta clase de perros, ya que esta altura aproximada del pecho es la más recomendable y apropiada a la que debe estar el balanceado o cualquier comida para que los perros se alimenten.

Una segunda observación a tomarse en cuenta para el respectivo diseño, es que el comedero a construirse deberá posibilitar un fácil acceso de la cabeza u hocico del perro hacia el alimento dispensado, igualmente según un tamaño promedio de cabeza y hocico del grupo de perros escogido, para no causarle alguna molestia o dificultad al momento de su alimentación, ya que este alimento dispensado de alguna forma deberá estar protegido por el comedero contra agentes externos y perjudiciales para su apropiada conservación, como el agua lluvia, insectos, etc., en el caso de que al comedero se lo mantenga a la intemperie, mientras o hasta que el perro proceda a alimentarse.

Al mismo tiempo, el alimento balanceado almacenado en la tolva también deberá estar protegido, más aún, porque dicho alimento deberá conservarse de la mejor manera para que no pierda ninguna de sus propiedades alimenticias, durante varios días, los cuales dependerán de la capacidad de la tolva, y así

poder alimentar a la mascota de una manera sana, limpia y confiable. Se prevé que el modelo automático de comedero podrá alimentar a un perro adulto entre ocho a doce kilogramos de peso durante aproximadamente cinco días, es decir, la tolva deberá tener una capacidad de almacenamiento de alimento balanceado Guerpo aproximada de 1600 gr. para cumplir con este particular, tomando en cuenta que la cantidad diaria de alimento balanceado Guerpo que requieren los perros que se encuentran dentro de este grupo está entre los 300 gr. a 320 gr., como ya se lo mencionó en el Capítulo 1, numeral 1.1 “Antecedentes”.

Una tercera y última observación realizada, y que igualmente resulta importante para ser tomada en cuenta en el diseño del modelo automático de comedero, es que, muchas veces al momento en que se está alimentando el perro, especialmente cuando está terminando de hacerlo, este mueve el recipiente del lugar donde se lo dejó, con su cabeza y hocico, en su afán de alcanzar hasta el último pellet que se encuentre en su recipiente o plato para alimentarse, ya que el perro por su naturaleza tratará de comer todo el alimento que se le ha proporcionado, siempre y cuando tanto el perro como el alimento se encuentren en buen estado y condiciones normales. Este hecho debe considerarse ya que, si bien el comedero será lo más estable posible y tendrá un peso apropiado cuando se encuentre lleno de balanceado en su capacidad, este, al momento de empezar a vaciarse, podría ser movido por el perro en su afán de alimentarse como ya lo hemos mencionado, y hasta podría llegar a voltear el comedero para seguir alimentándose con el balanceado restante en el comedero, o simplemente voltearlo a manera de juego y así usarlo como juguete; esto es posible ya que perros de estas razas son más activos y juguetones que otros tipos o clases de perros.

Para evitar que el mencionado hecho suceda, el comedero contará con algún sistema u opción para asegurarlo o empotrarlo a una pared por ejemplo, para que este no se deslice, mueva o sea volteado por la mascota, por terceros, o por algún otro agente externo.

En resumen se puede decir que el modelo automático de comedero a construirse deberá ser lo más adecuado posible para satisfacer las necesidades de alimentación del perro; deberá proteger al alimento balanceado de agentes y circunstancias ya mencionadas y por último, deberá ser lo suficientemente resistente para que el perro, por su naturaleza y en su afán de juego, no pueda averiarlo ni destruirlo.

2.2 PROCESO DE DISPENSACIÓN DEL ALIMENTO BALANCEADO

2.2.1 DEFINICIÓN DEL PROCESO Y SUS PARÁMETROS GENERALES

Luego de haber analizado y expuesto las características básicas que debe poseer el modelo automático de comedero para que cumpla con las necesidades y requerimientos alimenticios del perro, se estudiará cual será el proceso de dispensación del alimento balanceado más adecuado que se usará en el comedero y cuales serán sus parámetros generales a tomarse en cuenta para el posterior diseño y construcción.

El proceso de dispensación comenzará previo almacenamiento del alimento balanceado Guerpo en la tolva, el cual deberá ser vertido en la misma hasta llenarla, desde el saquillo en el que se encuentra el alimento. Esta será la única ocasión en que la mano del hombre estará presente en el proceso de alimentación de su mascota cuando se beneficie con el comedero automático. Claro está que cada vez que el perro termine de comer todo el alimento balanceado existente en la tolva y la vacíe, en los aproximadamente cinco días que le durará el alimento, el proceso de llenado de dicha tolva deberá volverse a realizar por parte del dueño o amo del perro o por la persona encargada de esta tarea.

En este punto es importante mencionar y dar a conocer que existe una razón o concepto válido para haber determinado la utilización de un solo tipo de

alimento balanceado, en primera instancia, para la realización de este proyecto, independiente de las razones ya mencionadas de ser el alimento más apropiado para el grupo de perros escogido porque a su vez es producido por la empresa auspiciante y beneficiaria del proyecto; este concepto está relacionado con la acomodación que tendrán los pellets Guerpo en la tolva almacenadora. Esto es explicable ya que los pellets de los alimentos balanceados por tener diferentes formas y tamaños, nunca se van a acomodar de la misma manera en la tolva, sea cual sea el alimento balanceado; inclusive cada vez que el comedero dispense una cantidad de alimento balanceado, cada vez que el perro coma sus raciones diarias y cada vez que la tolva sea llenada nuevamente con alimento balanceado, los pellets se moverán, acomodarán y almacenarán de diferente manera.

Esto se debe a que la capacidad volumétrica que tenga la tolva nunca podrá ser llenada en su totalidad con este tipo de alimentos balanceados, ya que debido a las diferentes formas y tamaños que tienen los pellets, estos nunca podrán acomodarse de tal forma que no queden espacios vacíos entre ellos, así sean mínimos, creando así una especie de porosidad entre los pellets almacenados en la tolva. Sólo vertiendo algún líquido o alimento desintegrado o pulverizado en la tolva, se puede llegar a llenarla en su totalidad, obviamente, sin tener espacios vacíos o crear porosidades.

Debido a esta circunstancia que ya se la ha explicado, se decidió dar una tolerancia a las porciones de alimento balanceado que serán dispensadas por el modelo automático de comedero. Esto quiere decir que, habiendo sido determinada una cantidad de 160 gramos por porción de alimento balanceado Guerpo, y dispensando esta cantidad por dos veces al día, se tiene que el margen de tolerancia que tendrá el comedero al momento de dispensar el alimento balanceado será de ± 15 gramos. Como resultado de esto se puede decir entonces que si bien el comedero controlará automáticamente la dispensación de 160 gramos de balanceado cada vez que realice esta tarea, este podrá tener un margen de tolerancia que estará entre 145 gr. y 175 gr. de alimento balanceado Guerpo dispensado en cada ocasión. Este margen de tolerancia es perfectamente admitible por el perro ya que quince gramos más o

quince gramos menos por porción, no le afectarán en lo absoluto en sus requerimientos alimenticios. En porcentaje se estaría hablando de alrededor de un $\pm 10\%$ de margen de tolerancia.

Dicha tolerancia también podrá favorecer para que otros alimentos balanceados puedan ser utilizados con este modelo automático de comedero, siempre y cuando, previa prueba y constancia, cumplan y estén dentro de esta tolerancia al momento de dispensar la cantidad de alimento balanceado requerida y estimada.

Otra tolerancia a ser considerada será una que esté relacionada con el tiempo. Debido a que el modelo automático de comedero dispensará dos veces al día el alimento balanceado, a dos horas determinadas, por decir a las 8:00 a.m. y a las 8:00 p.m., se tendrá presente una tolerancia de tiempo aceptable que se encuentre entre los ± 15 minutos, es decir, entre 7:45 y 8:15 a.m. y 7:45 y 8:15 p.m., continuando con el ejemplo, por cualquier motivo o razón por la que pueda adelantarse o atrasarse la hora a la que debe dispensarse el alimento balanceado. Igualmente este margen no incidirá ni influirá negativamente con una correcta alimentación que se le brindará al perro por medio del modelo automático de comedero.

Después de tener almacenado el alimento balanceado Guerpo en la tolva, este balanceado procederá a descender dentro de esta por medio de la fuerza de la gravedad cada vez que se dispense una cantidad del alimento balanceado y, de esta manera, quedar con el alimento listo para ser dispensada una nueva cantidad a la hora determinada que se tenga que repetir el proceso.

El detalle de los dispositivos, mecanismos y sistemas de control que pueden ser utilizados para realizar esta tarea de dispensación del alimento balanceado serán dados a conocer en un siguiente punto del subcapítulo “Proceso de dispensación del alimento balanceado.”

Por último, el modelo automático de comedero procederá a recoger el alimento balanceado Guerpo dispensado, en un plato o recipiente, para que el perro proceda a alimentarse.

Dentro de los parámetros generales a ser tomados en cuenta para el diseño y la construcción del modelo automático de comedero estarían entonces; la capacidad volumétrica de la tolva, la cual debe almacenar alrededor de 1600 gr. de alimento balanceado Guerpo, para poder alimentar a un perro adulto que se encuentre entre los ocho a doce kilogramos de peso durante aproximadamente cinco días, es decir, capacidad para proporcionar 10 raciones de alimento balanceado a 160 gr. de alimento por ración, con sus respectivas tolerancias anteriormente mencionadas.

Otro parámetro será la cantidad de alimento balanceado Guerpo, por ración, la cual deberá estar entre los 145 gr. a 175 gr. tomando ya en cuenta la tolerancia de $\pm 10\%$ que ha sido considerada para este proyecto.

Un tercer parámetro será el número de veces al día que deberá ser dispensada la mencionada cantidad de alimento balanceado. Este número de veces ha sido determinado que sean dos, ya que es una medida adecuada y suficiente para la clase de perros escogidos en esta ocasión.

2.2.2 INVESTIGACIÓN DE DISPOSITIVOS Y CONTROLES AUTOMÁTICOS PARA EL PROCESO DE DISPENSACIÓN

Dentro de lo investigado y analizado en cuanto a dispositivos mecánicos, mecanismos y sistemas de control automáticos en ingeniería mecánica, se ha considerado algunos de ellos como opciones para realizar la tarea de dispensación del alimento balanceado en el modelo de comedero automático.

Entre las diferentes opciones o alternativas a considerarse en cuanto a estos dispositivos mecánicos, mecanismos y sistemas de control automáticos que se podrían aplicar, están:

1. Mecanismo de compuerta a la salida de la tolva, que permita, a través de un tiempo calculado y determinado, y de un ángulo de apertura de la misma, la salida de la cantidad de alimento balanceado requerida y necesaria. Este mecanismo se accionaría a través de un motor eléctrico pequeño que funcione con una cantidad de energía de alrededor de 12 voltios, el cual permitiría, por intermedio de una polea en su eje, con un determinado tiempo de giro del mismo y por medio de una pequeña cadena o resorte, la apertura y posterior cierre de la compuerta para la salida del alimento balanceado.
2. Mecanismo de paletas o aspas que giren sobre un eje horizontal, igualmente a la salida de la tolva, colocado perpendicular al sentido de caída del alimento balanceado. Este mecanismo permitirá que, entre cada par de paletas o aspas se coloque un volumen calculado de alimento balanceado y, por medio de un giro de $\frac{1}{4}$ de vuelta del eje, se dispense la cantidad requerida. Este sistema funcionaría con un motor eléctrico de pasos el cual permitirá realizar un giro de $\frac{1}{4}$ de vuelta y que el eje con las paletas o aspas a su vez gire. Este motor de pasos podría estar acoplado directamente al eje.
3. Mecanismo de tornillo sin fin, a la salida de la tolva, colocado en forma perpendicular al sentido de caída del alimento balanceado. Este elemento mecánico permitirá que, a través de un cálculo de tiempo y velocidad de giro del mismo y de capacidad volumétrica por vuelta del tornillo, se pueda dispensar la cantidad de alimento balanceado requerida. Este componente funcionaría con un motor eléctrico acoplado al eje con un sistema de reducción de r.p.m. para lograr la velocidad de giro adecuado del tornillo sin fin.
4. Algún otro mecanismo que involucre un sistema de apertura por intermedio de una compuerta, ubicado igualmente a la salida de la tolva, pero esta vez accionado por un pistón o cilindro con solenoide. Este pistón, a parte de necesitar un solenoide para recibir la señal eléctrica, necesitará además de su sistema neumático o hidráulico respectivo para

poder ser accionado y de esta forma poder abrir y cerrar el paso o salida del alimento balanceado a través de una compuerta.

Todos estos sistemas y mecanismos podrían tener igualmente diferentes sistemas de control para cada uno de ellos. Estos sistemas de control podrían tener como dispositivos principales a un PIC, el cual trabaja a manera de memoria con sus diferentes contactos para entrada y salida, y que deberá ser programado y su circuito diseñado en su totalidad, debido a su estado de simpleza inicial; a un control temporizado, el cual es un conmutador eléctrico especializado que permite controlar un dispositivo de mayor potencia mediante un dispositivo de potencia mucho menor, formado por un electroimán y unos contactos conmutadores mecánicos que son impulsados por el electroimán y que casi llega a ser un PLC debido a que posee sus diferentes entradas y salidas para poder programar sus rutinas; y a un PLC pequeño propiamente, el cual deberá poseer las entradas y salidas necesarias únicamente, y que podrá ser programado para realizar cualquier rutina deseada.

2.2.3 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Ya fueron mencionadas las diferentes posibilidades y alternativas en cuanto a dispositivos mecánicos, mecanismos y sistemas de control que podría tener el modelo automático de comedero para realizar el proceso de dispensación del alimento balanceado Guerpo.

A continuación se presentará un cuadro o matriz de decisión, para, a través de este, seleccionar la mejor alternativa. En este cuadro o matriz constarán diferentes criterios de selección, los cuales serán evaluados por medio de una puntuación, la misma que será totalizada según cada alternativa, y la alternativa que obtenga la más alta puntuación, será la mejor a ser tomada en cuenta para el proyecto.

Se valorarán dichas alternativas del 1 al 10 según el grado de dificultad o complejidad del criterio. A mayor dificultad o complejidad, menor será la puntuación y viceversa.

Tabla 2.1 Matriz de Decisión

ALTERNATIVAS CRITERIOS	1 Compuerta	2 Paletas/aspas	3 Tornillo sin fin	4 Compuerta/pistón
Complejidad mecánica en diseño	6	5	3	4
Complejidad sistema de control	5	3	7	2
Factibilidad de construcción	6	5	4	6
Funcionabilidad	3	4	7	3
Costos	5	3	7	2
TOTAL	25	20	28	17

Según la matriz de decisión, la mejor alternativa a considerarse para el proceso de dispensación del alimento balanceado, y que, en conclusión, deberá tener el modelo automático de comedero, será la alternativa 3, es decir, mecanismo de tornillo sin fin.

Luego de realizada dicha selección, se procederá a detallar el proceso de dispensación del alimento balanceado Guerpo que se tiene pensado utilizar y realizar en un principio en el modelo automático de comedero, su funcionamiento y sistema de control elegido. Cabe mencionar que este proceso detallado a continuación podrá estar sometido a cambios y variaciones según requerimientos y dificultades que se podrían presentar en el transcurso del desarrollo del proyecto.

El proceso empezará, como se lo mencionó anteriormente en este capítulo, con la colocación del alimento balanceado Guerpo en la tolva almacenadora, hasta llenarla en su totalidad. Posteriormente, a una hora determinada y programada mediante un reloj o *timer*, se procederá con un pequeño y sencillo circuito electrónico, a encender automáticamente un motor eléctrico pequeño, el cual

tendrá acoplado en su eje un tornillo sin fin, con el que, a través del giro a bajas revoluciones del mismo, procederá a dispensar una determinada cantidad de este alimento balanceado.

Este balanceado dispensado procederá a caer y a colocarse en un receptor de dicho alimento, que servirá como recipiente o plato para que el perro se alimente. A su vez, este receptor contará, en su parte inferior, con uno o varios resortes, dependiendo de su diseño, y con un par de contactos, los cuales emitirán un pulso eléctrico cada vez que se separen cuando la mascota haya terminado de comer ya sea total o parcialmente y, de esta forma, esperar el pulso que emitirá el reloj o *timer* cuando sea la siguiente hora de comida determinada, y solo así proceder a encender el motor eléctrico provocando el giro del tornillo sin fin, y de esta forma, dispensar la cantidad de comida determinada o necesaria hasta que los contactos del receptor vuelvan a unirse, y de esta forma apagar el motor eléctrico, controlando y optimizando así la dosificación y dispensación del alimento balanceado.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO

3.1 ASPECTOS PRELIMINARES AL DISEÑO DEL MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO

3.1.1 CÁLCULO DE PARÁMETROS DEL MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO, EN FUNCIÓN DE SUS CARACTERÍSTICAS Y DEL SISTEMA DE DISPENSACIÓN

Habiendo ya determinado en el capítulo anterior las características y el sistema o proceso de dispensación que tendrá y se empleará en el modelo automático de comedero, se procederá a determinar algunas dimensiones y a realizar los respectivos cálculos iniciales de los parámetros necesarios para el posterior diseño del comedero.

Una de las características mencionadas y requeridas para que el modelo automático de comedero brinde las comodidades necesarias a la mascota al momento de alimentarse, es que el alimento balanceado dispensado en el receptor o recipiente que poseerá, no se encuentre a nivel del suelo. Para satisfacer este requerimiento se procedió a realizar un estudio de las alturas del pecho promedio que tienen los perros adultos que pesan entre ocho a doce kilogramos. Esto, porque se había mencionado igualmente en el capítulo anterior, que a la altura del pecho de los perros aproximadamente, debe encontrarse el alimento balanceado para que sea ingerido por la mascota con mayor comodidad y facilidad.

Luego de esto se determinó entonces que, el borde superior del recipiente que tendrá el comedero y que receptorá el alimento balanceado dispensado, se encontrará aproximadamente a 15 cm. del nivel del suelo para que el perro se alimente de la mejor manera.

Está previsto igualmente que el perro, al momento de alimentarse, deberá introducir su hocico y su cabeza, o parte de ella, dentro del comedero para poder acceder al alimento, ya que, como se lo mencionó, el alimento balanceado estará cubierto o se encontrará protegido por el mismo comedero para evitar su contaminación o deterioro por cualquier agente externo cuando este se encuentre a la intemperie. Para esto se ha determinado que el modelo automático de comedero tendrá un accesorio adicional para poder satisfacer estos requerimientos. Dicho accesorio será a manera de una visera con paredes laterales, con una abertura u orificio de aproximadamente 15 cm. de lado, es decir de 225 cm², para brindar así las respectivas facilidades de acceso del perro hacia el alimento, y al mismo tiempo, mantenerlo protegido. Esta medida de 15 cm. se la determinó de un tamaño promedio de la cabeza de los perros adultos que se encuentran entre los ocho y doce kilogramos de peso.

Se especificó en el Capítulo 2, numeral 2.2.1 “Definición del proceso y sus parámetros generales”, que la tolva almacenadora deberá tener la capacidad de acopiar 1600 gr. de alimento balanceado aproximadamente, suponiendo que siempre será dispensada una cantidad de 160 gr. cada vez; pero tomando en cuenta la tolerancia considerada de $\pm 10\%$ en cuanto a la cantidad de alimento balanceado a ser dispensada, se encuentra que las cantidades podrán variar entre los 145 gr. a 175 gr. Esto hace razonar entonces, y de este modo considerar una tolva que tenga la capacidad de almacenar una cantidad un poco mayor a la que había sido estimada de 1600 gr. Esta cantidad deberá ser entonces de 1750 gr. en el caso de que al momento de ser dispensado el alimento balanceado, la cantidad siempre sea de 175 gr. por dos veces al día y durante cinco días, que son condiciones preliminares que se las estableció para el comedero.

De esta forma, conociendo que se necesitará una tolva que acopie 1750 gr. de alimento balanceado Guerpo, se deberá calcular el volumen necesario para almacenar esta cantidad.

Utilizando un método de prueba y error, es decir, pesando cantidades de alimento balanceado Guerpo hasta obtener la deseada de 1750 gr. y luego, vertiendo esta cantidad dentro de un cuerpo hueco con cierta capacidad volumétrica, como una caja cuadrada por ejemplo, se podrá observar y analizar si el cuerpo hueco escogido es apropiado y si su tamaño es suficiente para acoger todos los 1750 gramos de alimento balanceado. De ser así, se procederá a tomar las medidas del cuerpo escogido para así determinar el volumen que pudo acoger la cantidad requerida de alimento; caso contrario se deberá considerar un cuerpo con capacidad volumétrica mayor o menor, dependiendo del caso, y proceder nuevamente con el método hasta encontrar el cuerpo más adecuado. De ahí el nombre del método, de prueba y error.

De esta manera entonces se encontrará el volumen requerido para almacenar los 1750 gr. de alimento balanceado Guerpo y con este dato se podrá determinar y calcular posteriormente la forma y las dimensiones necesarias que deberá tener la tolva almacenadora para satisfacer estos requerimientos.

Finalmente se deberá determinar la capacidad volumétrica que deberá tener el recipiente del comedero el cual receptorá el alimento balanceado dispensado cada vez. Se mencionó anteriormente que las cantidades dispensadas podrán variar entre los 145 gr. a 175 gr.; esto quiere decir que la capacidad que deberá tener el recipiente lo obligará a receptor 175 gr. de alimento balanceado por lo menos.

Se ha considerado prudente determinar una tolerancia de aproximadamente el 25% del volumen a determinarse para el recipiente, por cualquier eventualidad que se presente, y para evitar así que el alimento balanceado se disperse al exterior del recipiente. Esto quiere decir que el recipiente tendrá un 25% más de capacidad volumétrica de lo requerido para receptor 175 gr. cada vez que se realice la dispensación.

Para determinar entonces este volumen, se procederá posteriormente a realizar una regla de tres simple, utilizando los datos obtenidos al momento de determinar el volumen de la tolva almacenadora. El resultado de esta regla de

tres, multiplicado por el 25%, será el volumen que deberá tener el recipiente. Con esto podremos determinar su forma y dimensionar el mismo.

Estos son los principales parámetros que serán considerados y cuantificados al momento de realizar el diseño del modelo automático de comedero.

3.1.2 CARACTERÍSTICAS Y SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

En el mercado local, hoy en día, se pueden encontrar diferentes tipos y clases de materiales para utilizarse en cualquier aplicación. En nuestro caso se necesita que la materia prima o material a ser utilizado para la construcción del modelo automático de comedero se encuentre en estado o forma laminar, para así poder realizar los diferentes cortes y dobleces necesarios para elaborar el comedero, sea cual sea el material a ser empleado.

Dentro de las opciones de materiales a ser tomadas en cuenta para la construcción del comedero, se tienen principalmente el acero inoxidable y el tool galvanizado en cuanto a materiales metálicos; y materiales acrílicos, PVC y poliestirenos en cuanto a materiales plásticos o polímeros se refiere.

Hay que tomar en cuenta que para la selección previa de estas opciones mencionadas, se utilizó el criterio, demás obvio, de no utilizar algún material, de cualquier tipo que sea, que de alguna u otra forma pueda contaminar o infectar el alimento balanceado al momento que este se encuentre almacenado en la tolva y cuando sea dispensado. Esto debido a que el cuidado y la salud de la mascota debe ser lo primero.

Los principales y potenciales agentes de contaminación que podrían causar una infección a la mascota, si el alimento balanceado estaría en contacto con estos, serían el óxido y la corrosión. Dichos factores ocurren cuando un metal que no posee algún tipo de protección contra factores como el agua y la humedad, entra y/o permanece en contacto con ellos. Por esto, los materiales metálicos que han sido preseleccionados, como son el acero inoxidable y el

tool galvanizado, no son vulnerables a los agentes o factores anteriormente mencionados, principalmente el acero inoxidable.

Es preciso mencionar también que cualquiera de estos materiales que podrían utilizarse en la construcción del modelo de comedero automático, tienen una resistencia mínima necesaria para soportar las bajas cargas a las que estará sometido el comedero, sin ningún problema.

Para la selección del material o materia prima a utilizarse en la posterior construcción del modelo automático de comedero se tomarán en cuenta diferentes criterios de selección como son costos del material, resistencia y durabilidad, disponibilidad del material en el mercado local, factibilidad de manejo y procesamiento del material, facilidad de fabricación con el material, higiene y facilidad de limpieza etc.

Se empezará el análisis de selección de materiales según la disponibilidad del material en el mercado local.

De los materiales preseleccionados mencionados anteriormente, se puede decir que el tool galvanizado es el material más disponible y que más fácilmente lo podemos encontrar en el mercado local; seguido del acrílico, el acero inoxidable y el poliestireno. Cabe recordar que la disponibilidad de estos materiales en el mercado local debe ser en forma laminar, es decir, encontrar estos materiales en láminas rígidas y de diferentes espesores no menores a 1 mm., y según esto es que se ha procedido a indicar el orden o nivel de disponibilidad.

Dentro del orden que se ha descrito, se puede observar que el PVC no ha sido mencionado, esto debido a que en el mercado local no ha sido posible encontrar este material en formas laminares rígidas con espesores mayores o iguales a 1 mm. Solo se pudo conocer que en nuestro medio este tipo de material es laminado en espesores de orden de micras ya que sus aplicaciones son básicamente para la elaboración de fundas y rollos plásticos para envase y comercialización de productos alimenticios principalmente; es decir, no se

elaboran planchas o láminas rígidas de PVC con espesores de 1 mm. en adelante. Por esta razón es que se puede dar por descartada la opción de utilizar este material para la construcción del modelo automático de comedero.

Siguiendo con los criterios de selección del material, se los analizará ahora según el costo de los mismos. Para ello, se ha elaborado una tabla que se muestra a continuación:

Tabla 3.1 Costo de Materiales

Material	Dimensiones (m.)	Espesor (mm.)	Costo (USD.)
Acero inoxidable	1,22 x 2,44	1,00	47,06 + IVA
	1,22 x 2,44	1,50	66,15 + IVA
Acrílico	1,20 x 2,40	2,00	55,70 + IVA
Poliestireno	1,00 x 1,50	2,00	18,00 + IVA
Tool galvanizado	1,22 x 2,44	1,10	30,21
	1,22 x 2,44	1,40	39,83

NOTA: Las dimensiones, el espesor y el costo son de una lámina o plancha del respectivo material. Cabe mencionar también que en el caso del acrílico y del poliestireno el espesor mínimo encontrado de una lámina fue de 2 mm.

Analizando la tabla anterior, se puede igualmente colocar a los diferentes materiales en un orden según el costo de los mismos, tomando en cuenta los espesores mínimos de cada uno de ellos. Entonces, el material de mayor costo es la plancha o lámina de acrílico; le sigue el acero inoxidable, el poliestireno (ver dimensiones de la plancha en la tabla) y por último el tool galvanizado.

Según el criterio de resistencia y durabilidad de los materiales, se puede mencionar que el acero inoxidable es el material con mayor y mejor resistencia mecánica; a la corrosión, químicos, gases y a la intemperie, al cambio brusco de temperatura, a las manchas, y es un acero que posee alta dureza; es el material que más durabilidad nos puede ofrecer a lo largo del tiempo para nuestro propósito de construir el comedero.

Seguido del acero inoxidable se puede situar al acrílico, ya que es un material resistente a la intemperie y que no se corroe, posee una resistencia al impacto cinco veces mayor a la del vidrio, resiste el cambio de temperaturas y diferentes ácidos químicos, y su dureza es similar a la del cobre y el latón.

En tercer lugar, según este criterio, está ubicado el tool galvanizado. Este es un material igualmente resistente a la corrosión e intemperie pero no en la medida en que lo es el acero inoxidable, resiste cambios de temperatura, tiene una aceptable resistencia mecánica aunque su dureza no es tan alta como la del acero.

Por último se ha considerado que el poliestireno es el material que ofrece menores ventajas según el criterio de resistencia y durabilidad, dentro de los materiales que han sido escogidos. Es un material rígido pero quebradizo como el cristal, tiene baja resistencia al calor y mala estabilidad en exteriores, con frecuencia debe ser modificado para elevar su resistencia al calor y al impacto. Es el menos indicado en este aspecto para nuestra aplicación.

Otro criterio a emplearse para la selección de la materia prima es la factibilidad de manejo y procesamiento que deberá tener el material para que la fabricación del comedero se realice con mayor facilidad, por así decirlo. Dentro de esto, se sabe que los materiales metálicos laminados se los puede doblar, mecanizar, cortar y plegar fácilmente por medio de las respectivas máquinas existentes. Así mismo, la unión de diferentes partes o piezas de dichos materiales se la puede realizar por varios métodos como son la soldadura, el remachado, utilizando tornillos, etc.

En cuanto a los plásticos o polímeros como son el acrílico y el poliestireno, son materiales que no se los pueden doblar, es decir, se deben realizar un mayor número de cortes, por medio de alguna máquina o sistema adecuado, para lograr y obtener las formas y piezas requeridas con el material. Además para la unión de las mismas se deberá emplear algún tipo de pegamento químico.

Por último se pueden mencionar otras diferentes características que poseen estos diferentes materiales y que pueden influenciar en la decisión de la selección del material; y haciendo un resumen con las características anteriormente mencionadas de cada uno de los materiales, se tiene que el acero inoxidable se caracteriza principalmente por su alta resistencia mecánica; por ser un material que no se corroe, es resistente a la intemperie, a químicos y gases; resiste también altas y bajas temperaturas; es un material que posee alta dureza; existe en el mercado local, brinda una buena apariencia y propiedades higiénicas; es reciclable; brinda facilidades de manejo y procesamiento para tareas mecánicas; tiene una superficie brillante; y si bien su costo es el uno de los más elevados se justifica porque brinda mayores y mejores beneficios al momento de realizar una comparación y balance general con los demás materiales, su costo de mantenimiento es bajo.

El acrílico posee una buena resistencia al impacto, cinco veces superior a la del vidrio; no se corroe, resiste la intemperie y varios ácidos químicos; resiste también cambios de temperatura; su dureza es similar a la del cobre y el latón; existe en el mercado local; brinda claridad óptica pero a su vez puede brindar una apariencia no tan buena al momento de ensuciarse ya que es un material transparente y el alimento a su vez estará a la vista de la mascota lo cual puede provocar cierta ansiedad alimenticia en ella; brinda ciertas facilidades de manejo y procesamiento aunque debe utilizarse en conjunto con un pegamento químico; tiene una superficie brillante; y si bien es combustible tiene cierto retardo a la flama; su costo es algo elevado.

El tool galvanizado es un material que en cierta medida resiste la corrosión e intemperie pero no en la medida del tiempo que lo podría hacer el acero inoxidable; resiste cambios de temperatura; tiene una aceptable resistencia mecánica aunque su dureza no es tan alta como la del acero; es el material con mayor disponibilidad en el mercado ya que su uso es muy común en varias aplicaciones; su costo es el más bajo de entre los materiales preseleccionados; igualmente brinda facilidades de manejo y procesamiento para tareas mecánicas; puede brindar una buena apariencia; puede ser reciclable.

Por último, el poliestireno es un material rígido pero quebradizo como el cristal, es decir no brinda mayor resistencia mecánica; tiene baja resistencia al calor y mala estabilidad en exteriores; con frecuencia debe ser modificado para elevar su resistencia al calor y al impacto; está disponible en el mercado local; su costo es uno de los más bajos; y al igual que el acrílico, puede brindar ciertas facilidades de manejo y procesamiento aunque debe utilizarse en conjunto con un pegamento químico.

Para brindar una mayor facilidad de apreciación en cuanto a las principales ventajas y desventajas de cada material, a continuación se muestra un cuadro resumen:

Tabla 3.2 Cuadro resumen de materiales: principales ventajas y desventajas

Material	Ventajas	Desventajas
Acero inoxidable	Alta resistencia mecánica, no se corroe, resistente a la intemperie, resiste altas y bajas temperaturas, alta dureza, muy buena apariencia y propiedades higiénicas, facilidad de manejo y procesamiento.	Costo elevado, alta densidad.
Acrílico	Buena resistencia al impacto, no se corroe, resistente a la intemperie, resiste cambios de temperatura, aceptable dureza, brinda ciertas facilidades de manejo y procesamiento, baja densidad.	Costo algo elevado, apariencia no tan buena al ensuciarse, debe utilizarse en conjunto con un pegamento, es combustible.
Poliestireno	Rígido, bajo costo, brinda ciertas facilidades de manejo y procesamiento, baja densidad.	Quebradizo, baja resistencia mecánica, baja resistencia al calor, mala estabilidad en exteriores, debe utilizarse en conjunto con un pegamento, es combustible.
Tool galvanizado	Resiste la corrosión e intemperie, resiste cambios de temperatura, aceptable resistencia mecánica, costo más bajo, facilidad de manejo y procesamiento, buena apariencia.	Dureza, densidad y durabilidad media.

Luego de realizado este análisis de las características, ventajas y desventajas de la materia prima o materiales preseleccionados para el posterior empleo de

alguno de ellos en la construcción del modelo automático de comedero, y tomando en cuenta varios criterios de selección se ha llegado a la conclusión que el material más apropiado y que brinda mayores beneficios y facilidades, las cuales ya fueron expuestas en párrafos anteriores, y a pesar de su costo elevado, el cual se justifica plenamente, es el acero inoxidable; por todo esto, es el material que será utilizado para la construcción del comedero automático.

3.1.3 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

En este punto se describirá clara y detalladamente el funcionamiento de todo el sistema del modelo automático de comedero, empezando por el acopio del alimento balanceado en la tolva hasta el momento en que la mascota ingiere el alimento. También se describirá el funcionamiento del sistema mediante un diagrama de flujo para una mejor y fácil comprensión del proceso.

El modelo automático de comedero para perros adultos que se encuentren entre los ocho a doce kilogramos de peso, estará equipado con una tolva almacenadora la cual tendrá una capacidad aproximada de 4,6 litros. En dicha tolva se deberá colocar el alimento balanceado Guerpo directamente de la funda o costalillo que lo contiene, hasta llenarla en su totalidad. De esta forma sabremos que el comedero estará apto para dosificar el alimento balanceado durante los cinco días siguientes. Esta tolva almacenadora poseerá su respectiva tapa para protección del alimento.

Mediante un sistema de tornillo sin fin, ubicado paralelamente a la salida de la tolva y acoplado al eje de un motor eléctrico DC, se hará la dispensación del alimento balanceado mediante el giro, a bajas revoluciones, de dicho tornillo a través de un motor eléctrico. Esto se lo logrará por medio de la caída del alimento balanceado almacenado en la tolva hacia dicho tornillo, mediante la fuerza de gravedad y por el adecuado diseño de la tolva. Los pellets Guerpo se irán ubicando por sí solos entre las hélices del tornillo, en los espacios de paso axial. En la medida que vaya girando este, irán cayendo por el otro extremo los pellets Guerpo hacia un recipiente o plato receptor con el cual también estará equipado el comedero.

Luego de un cierto tiempo de giro del motor, y por ende del tornillo, este se detendrá automáticamente cuando ya se haya dispensado la cantidad de alimento balanceado Guerpo necesaria que son 160 gr. aproximadamente por ración. Esto se lo logrará mediante un sistema de control el cual se lo detallará más adelante. Todo el funcionamiento del sistema iniciará cuando se presione un botón, para dispensar la primera ración de alimento balanceado, durante 5 segundos.

Siguiendo con el proceso y el funcionamiento del sistema, una vez dispensada la cantidad necesaria de alimento balanceado, está se encontrará ahora dentro del recipiente o plato receptor, el cual a su vez se encontrará dentro de un cubículo que tendrá una base acoplada a unos resortes y a un par de contactos. Uno de estos contactos (el inferior) tendrá la facultad de ajustarse ya que estará acoplado a un tornillo regulador. Con este tornillo podremos regular la altura requerida y necesaria a la que deberá estar el contacto; esto para fines de control de la cantidad de alimento balanceado que deberá ser dispensada ya que, al momento del cierre de los contactos por medio del peso del balanceado dispensado, se emitirá un pulso eléctrico para, a través del PLC (Controlador Lógico Programable), detener el giro del tornillo sin fin, apagando el motor eléctrico. Este PLC estará conectado a una fuente de 24 voltios para su funcionamiento.

Una vez que la mascota procedió a acercarse al comedero he ingerir su alimento dispensado, los contactos se habrán abierto porque obviamente ya no existe el peso del alimento balanceado dispensado ya que el perro lo ingirió. Debido a esto se podrá realizar una nueva dispensación del alimento balanceado, siempre y cuando ya sea hora de la siguiente comida, la cual será controlada igualmente por el PLC, que a su vez, cuando sea ya la nueva hora, emitirá igualmente una señal eléctrica para ahora sí, proceder a encender nuevamente el motor y así a girar el tornillo, y dispensar una nueva ración de alimento balanceado. De aquí en adelante el proceso de dispensación se realizará de forma repetitiva, cada 12 horas, durante los siguientes 5 días.

Otra característica que poseerá el modelo automático de comedero, y que optimizará el funcionamiento del sistema, es que contará con un LED o luz indicadora, la cual indicará a través de su encendido, que el alimento balanceado existente en la tolva almacenadora se ha terminado y que esta deberá ser llenada nuevamente para poder seguir alimentando a nuestra mascota. Este control se lo realizará mediante el mismo par de contactos que posee el comedero y el PLC.

En algún momento en que se esté realizando la dispensación del alimento balanceado estos contactos deberán cerrarse y toparse debido al peso de dicho alimento y dar la señal al PLC, para que este a su vez apague el motor eléctrico y detenga el giro del tornillo; pero cuando esto no suceda, es decir, cuando los contactos no lleguen a cerrarse y toparse, querrá decir que ya no hubo alimento balanceado para lograr realizar esta acción. Es en este momento cuando el LED o luz indicadora procederá a encenderse en señal de aviso de este hecho. Entonces se deberá proceder a acercarse al comedero y verificar si la tolva almacenadora se encuentra vacía. De ser así se deberá llenar nuevamente dicha tolva con el alimento balanceado respectivo y si se desea alimentar a la mascota en ese momento, oprimir el botón durante 5 segundos para una nueva dispensación, y si no se desea, el comedero procederá automáticamente a alimentar a la mascota 12 horas después de la última vez que lo hizo.

Si por alguna razón la tolva no se encontrase vacía cuando el LED o luz indicadora se halle encendida, será igualmente una indicación de que sucedió algo fuera de lo común con el alimento balanceado, como apelmazamientos dentro de la tolva, por ejemplo, o con el comedero en sí. Deberá entonces revisarse la tolva para remover el alimento balanceado, y de ser necesario inspeccionar todo el comedero.

Para apagar el LED o luz indicadora se deberá simplemente oprimir el mismo botón dándole un pulso para que se apague. El comedero seguirá con su funcionamiento normal.

Esta es la descripción general del funcionamiento del sistema con el que contará el modelo automático de comedero, y que a continuación será esquematizada en un diagrama de flujo simple.

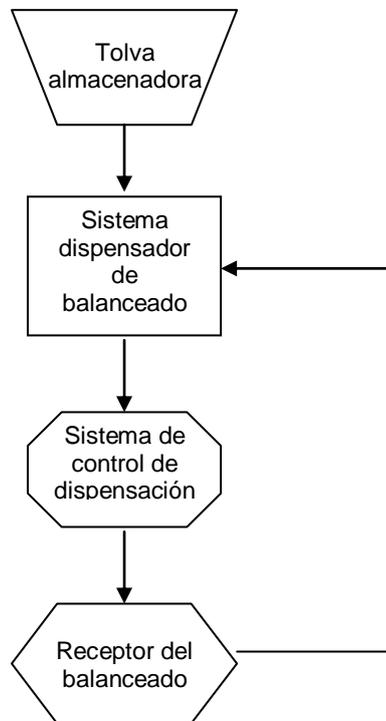


Figura 3.1 Funcionamiento sistema del comedero

3.2 DISEÑO DEL MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO

3.2.1 DISEÑO MECÁNICO DEL COMEDERO

Para lograr el mejor y más funcional diseño mecánico del comedero, se lo irá diseñando parte por parte.

- **Tolva Almacenadora:**

Tabla 3.3 Nomenclatura utilizada en el diseño de la tolva almacenadora

Nomenclatura	Descripción
R_{max}	Ración máxima
n	Número de raciones al día
d	Días
C_t	Capacidad tolva
l_1	Lado 1 caja
l_2	Lado 2 caja
Vol	Volumen necesario tolva
Vol_{aprox}	Volumen aproximado tolva
L_1, L_2	Lados
h_c	Altura volumen superior
Vol_c	Volumen superior
B_p	Base pirámide
h_p	Altura pirámide
Vol_p	Volumen pirámide
h_{tr}	Altura triángulo restante
p	Profundidad triángulo restante
Vol_{tr}	Volumen triángulo restante
Vol_{inf1}	Volumen inferior 1
Vol_t	Volumen trapecio
A_t	Área trapecio
B_M	Base mayor
B_m	Base menor
h_t	Altura trapecio

Se determinará primero la cantidad de alimento balanceado Guerpo total que debe almacenar la tolva.

$$R_{\max} := 175 \cdot \text{gm}$$

$$n := 2$$

$$d := 5$$

$$C_t := R_{\max} \cdot n \cdot d$$

$$C_t = 1.75 \times 10^3 \text{ gm}$$

Luego de pesarse 1750 gm. de alimento balanceado Guerpo, se procedió a colocar esta cantidad en una caja de forma rectangular escogida, de un tamaño acorde para que almacene toda esta cantidad.

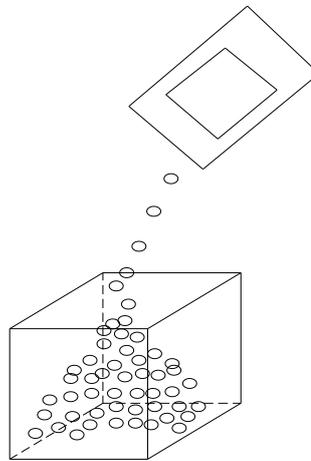


Figura 3.2 Llenado de caja escogida con balanceado

Una vez colocados 1750 gm. de alimento balanceado Guerpo, y observando que la caja escogida fue suficiente en tamaño para recibir esta cantidad, se procedió a tomar las diferentes dimensiones de la caja para así multiplicarlas y obtener un volumen.

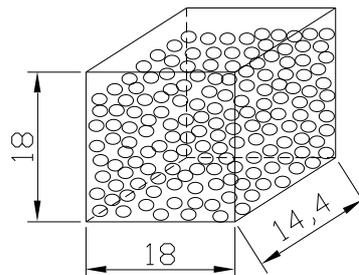


Figura 3.3 Toma de medidas de la caja llena con balanceado

$$l1 := 18 \cdot \text{cm}$$

$$l2 := 14.4 \cdot \text{cm}$$

$$\text{Vol} := l1 \cdot l1 \cdot l2$$

$$\text{Vol} = 4.666 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

Este será entonces el volumen necesario para almacenar 1750 gm. de alimento balanceado Guerpo. Este volumen será aproximado a $4,675 \times 10^3 \text{ cm}^3$ ó 4,675 litros, para facilidad de cálculos posteriores.

Con este dato se procederá ahora a escoger la forma y dimensiones de la tolva almacenadora.

Se ha considerado ciertas condiciones para determinar la geometría de la tolva. Esta deberá presentar una forma simétrica, deberá tener por lo menos dos de los cuatro lados inclinados para el deslizamiento adecuado del alimento balanceado hacia la salida, y dicha salida deberá estar ubicada en el eje central vertical de la tolva.

Otro aspecto a considerarse para determinar la geometría de la tolva es que el motor eléctrico con el que contará el comedero automático, deberá estar debidamente protegido por dicho comedero, y no deberá estar ubicado fuera de la geometría total del comedero, es decir, deberá ser en lo posible parte de un solo cuerpo junto con la tolva almacenadora, el cubículo para el recipiente y demás partes.

Para lograr esto, se ha determinado que la tolva almacenadora posea un tercer lado inclinado, el posterior. De este modo se protegerá al motor eléctrico; por medio de la estructura soporte formará un solo cuerpo con las demás partes del comedero y sobre todo quedará dentro de toda esta estructura.

Según esto, una geometría preliminar de la tolva se presenta a continuación:

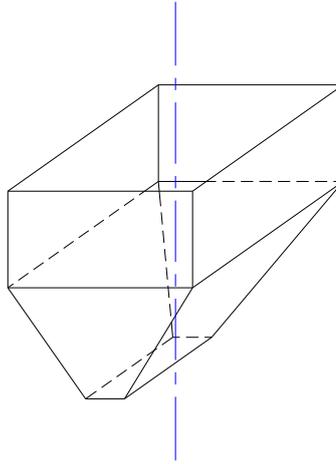


Figura 3.4 Geometría preliminar de la tolva

Como se puede observar, esta sería entonces la geometría de la tolva almacenadora. Así se cumple la condición de simetría, posee tres lados inclinados, dos para el mejor deslizamiento del alimento balanceado hacia la salida y el tercero para protección y mejor ubicación del motor eléctrico; dicha salida de la tolva está ubicada en el eje central vertical de la misma.

Ahora, realizando algunos cálculos, se obtendrá el dimensionamiento más adecuado que deberá tener la tolva almacenadora.

Medidas del volumen superior

$$L_1 := 19 \cdot \text{cm}$$

$$L_2 := 24 \cdot \text{cm}$$

$$h_c := 4.5 \cdot \text{cm}$$

$$\text{Vol}_c := L_1 \cdot L_2 \cdot h_c$$

$$\text{Vol}_c = 2.052 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

Medidas del volumen inferior

$$B_p := 37.5 \cdot \text{cm}^2$$

$$h_p := 12.9 \cdot \text{cm}$$

$$\text{Vol}_p := \frac{1}{3}(B_p \cdot h_p)$$

$$\text{Vol}_p = 161.25 \text{cm}^3$$

$$h_{tr} := 5 \cdot \text{cm}$$

$$p := 4 \cdot \text{cm}$$

$$\text{Vol}_{tr} := \frac{h_p \cdot h_{tr}}{2} \cdot p$$

$$\text{Vol}_{tr} = 129 \text{cm}^3$$

$$\text{Vol}_{inf1} := \text{Vol}_p + \text{Vol}_{tr}$$

$$\text{Vol}_{inf1} = 290.25 \text{cm}^3$$

$$\text{Vol}_t := \text{Vol}_{aprox} - \text{Vol}_c - \text{Vol}_{inf1}$$

$$\text{Vol}_t = 2.333 \times 10^3 \text{cm}^3$$

$$A_t := \frac{\text{Vol}_t}{L_1}$$

$$A_t = 122.776 \text{cm}^2$$

$$B_M := 19 \cdot \text{cm}$$

$$B_m := 4 \cdot \text{cm}$$

$$h_t := 2 \cdot \frac{A_t}{B_M + B_m}$$

$$h_t = 10.676 \text{cm}$$

Entonces, la geometría y dimensiones (cm.) de la tolva serán:

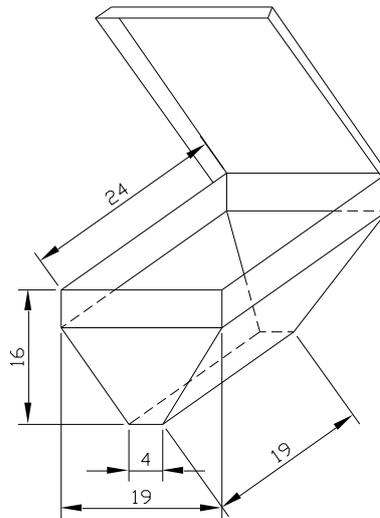


Figura 3.5 Geometría y dimensiones de la tolva

Como se puede observar en la figura 3.5, la tolva poseerá en su parte superior una tapa con sus filos en voladizo para la adecuada protección del alimento balanceado que se encuentre ahí almacenado, sobre todo contra el agua, si se lo pretende dejar a la intemperie.

Una vez determinadas la geometría y dimensiones de la tolva almacenadora, se procederá a calcular las cargas a las que podría estar sometida dicha tolva.

Tabla 3.4 Nomenclatura utilizada para el cálculo de las cargas en la tolva almacenadora

Nomenclatura	Descripción
m	Masa total alimento balanceado en la tolva
w	Peso total alimento balanceado en la tolva
mp	Masa perro
v	Velocidad
Ec	Energía cinética perro

Nomenclatura	Descripción
E	Módulo elasticidad acero inoxidable
L	Longitud pared tolva
I	Inercia
y _{max}	Deflexión máxima vigas doble empotramiento
δ _{max}	Deflexión máxima por impacto
K	Constante de resorte
δ	Deflexión por energía
F	Fuerza debido a energía
M _{max}	Momento máximo vigas doble empotramiento
C	Constante elástica
σ _b	Esfuerzo último
V	Fuerza cortante
S _y	Resistencia a la fluencia
τ _{max}	Esfuerzo cortante máximo
A	Área mínima sección transversal remache
r _e	Radio exterior
r _i	Radio interior
A _{r.e.}	Área remache estándar ø=4 mm.
N _r	Número de remaches
esp	Espesor lámina
A _p	Área proyectada
σ _{ap}	Esfuerzo aplastamiento

Se deberá tomar en cuenta que una carga a la que estará sometido constantemente el comedero es la que aparecerá debido a la masa del alimento balanceado. Dicha masa provocará una fuerza conocida como peso la cual ejercerá una presión sobre las paredes de la tolva.

$$m := 1.75 \cdot \text{kg}$$

$$w := m \cdot g$$

$$w = 17.162\text{N}$$

Conociendo entonces que la carga será de 17,162 N., se puede decir que el acero inoxidable laminado de 1 mm. de espesor, el cual es el material escogido para la construcción del comedero, soportará sin ningún problema esta carga y no se considera necesario realizar el cálculo respectivo.

Una carga que podría ser considerada para el diseño del comedero, es la que se puede presentar por motivos de impacto. Este impacto podría ser ocasionado por la mascota, suponiendo que por algún motivo o razón se choque o golpee contra el comedero, o por algún otro agente externo.

Esta carga será calculada a continuación, considerando una mascota de 12 kg. de peso, que se aproxime al comedero a una velocidad de 0,5 m/s y también considerando la deflexión que sufriría la pared de la tolva del comedero a causa de este impacto, la cual también se calcula a continuación:

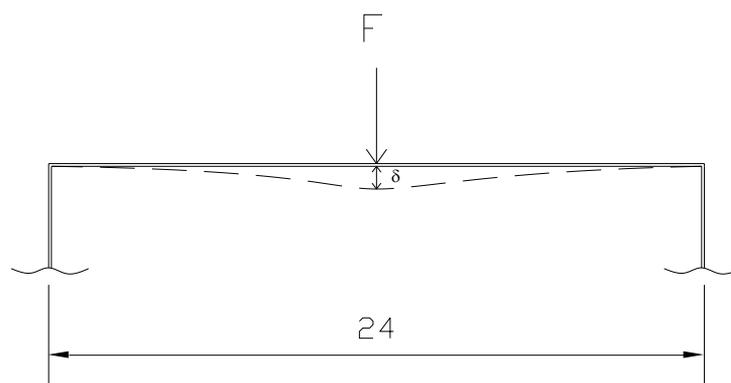


Figura 3.6 Deflexión en pared de comedero

$$m_p := 12 \cdot \text{kg}$$

$$v := 1.8 \cdot \text{kph}$$

$$E_c := \frac{1}{2} \cdot m_p \cdot v^2$$

$$E_c = 1.5 \text{ J}$$

$$L := 240 \cdot \text{mm}$$

$$E := 190 \cdot 10^9 \cdot \text{Pa}$$

$$I := 3.75 \cdot \text{mm}^4$$

En vigas con doble empotramiento y carga en el centr

$$y_{\max} := \frac{-F \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I}$$

Por impacto:

$$\delta_{\max} := \frac{F}{K}$$

Entonces

$$K := \frac{192 \cdot E \cdot I}{L^3}$$

$$K = 9.896 \times 10^3 \text{ m}^{-1} \text{ N}$$

Se debe mencionar que para el cálculo realizado, se ha considerado la transferencia de energía cinética en forma total, por parte del perro, hacia el comedero al momento del impacto, lo cual no ocurre en la realidad. Al momento de un impacto la cantidad de energía transferida desde un cuerpo, hacia el otro que recibe el impacto, es del 50%. Esto quiere decir que se debe considerar una energía cinética de 0,75 Joules para obtener datos reales para nuestro caso.

$$E_{cr} := 0.75 \cdot J$$

$$\delta := \sqrt{\frac{2 \cdot E_{cr}}{K}}$$

$$\delta = 0.012\text{m}$$

$$F := K \cdot \delta$$

$$F = 121.835\text{N}$$

Con esta fuerza real, se calculará el momento máximo ocasionado en esta clase de vigas, para luego, calcular el esfuerzo que tendría que soportar el material al momento del impacto.

$$F = 121.835\text{N}$$

$$M_{\max} := \frac{F \cdot L}{8}$$

$$M_{\max} = 3.655\text{mN}$$

$$y := 0.0005 \cdot \text{m}$$

$$\sigma_b := \frac{M_{\max} \cdot y}{I}$$

$$\sigma_b = 4.873 \times 10^8 \text{Pa}$$

Con este esfuerzo de 487,3 Mpa. obtenido y comparándolo con la resistencia última del acero inoxidable que es igual a 568 Mpa. se puede decir que no existe la posibilidad de que el comedero sufra roturas o daños mayores debido a este impacto.

Ahora, considerando que la unión de las partes y láminas al momento de construir el comedero se la realizará por medio de elementos mecánicos como los remaches, se procederá a calcular el área mínima de sección transversal

que deberán tener estos elementos y cuántos de ellos se deberán usar para soportar la carga de impacto calculada.

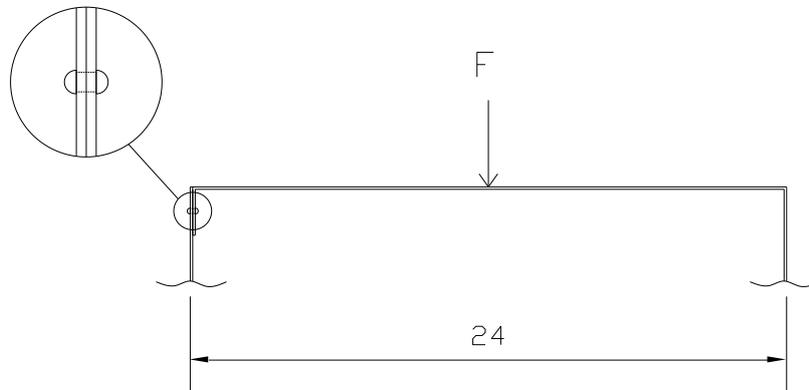


Figura 3.7 Unión paredes comedor mediante remache

Se calculará primero la fuerza cortante que actuará en el remache. Para ello, se seguirá considerando a la pared del comedor como una viga con doble empotramiento y carga en el centro:

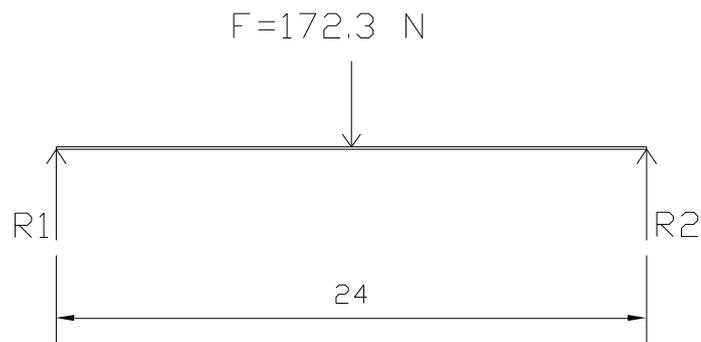


Figura 3.8 Pared del comedor como viga con doble empotramiento y carga en el centro

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_1 + R_2 - F = 0$$

$$R_1 + R_2 = 172,3 \text{ N.}$$

$$\Sigma M_{R_1} = 0$$

$$12 * F - 24 * R_2 = 0$$

$$2067,6 - 24 * R_2 = 0$$

$$R_2 = 86,15 \text{ N.}$$

$$\Rightarrow R_1 = 86,15 \text{ N.}$$

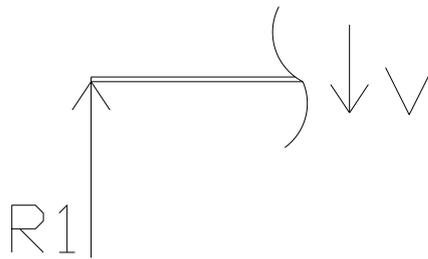


Figura 3.9 Corte en la viga

$$\Sigma F_y = 0$$

$$V - R_1 = 0$$

$$V = 86,15 \text{ N.}$$

Esta entonces será la fuerza cortante a considerarse para el cálculo del área mínima de sección transversal del remache.

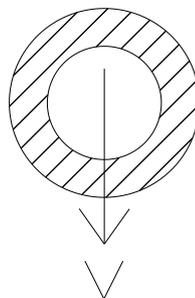


Figura 3.10 Sección transversal remache

S_y aleación aluminio = 169 Mpa.

$$S_y > 2 \tau_{\max}$$

$$\tau_{\max} < 84,5 \text{ Mpa.}$$

$$V := 86.15 \cdot N$$

$$\tau_{\max} := 84.5 \cdot 10^6 \cdot \text{Pa}$$

$$A := \frac{2 \cdot V}{\tau_{\max}}$$

$$A = 2.039 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

El área mínima de sección transversal que deberá tener el remache será de $2,039 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ ó $2,039 \text{ mm}^2$.

Considerando entonces un remache estándar de $\phi=4 \text{ mm}$. fabricado en aluminio, se procederá a comparar el área de la sección transversal calculada con el área de la sección transversal de dicho remache estándar de aluminio, para luego obtener el número de remaches mínimo a utilizarse para soportar la carga.

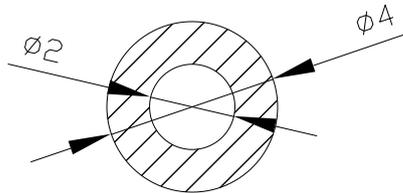


Figura 3.11 Dimensiones sección transversal remache estándar

$$r_e := 2 \cdot \text{mm}$$

$$r_i := 1 \cdot \text{mm}$$

$$A_{r.e.} := \pi \cdot (r_e^2 - r_i^2)$$

$$A_{r.e.} = 9.425 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

Dividiendo entonces el área mínima de sección transversal calculada del remache para el área de sección transversal de un remache estándar, se obtendrá el número de remaches necesarios para soportar la carga.

$$N_r := \frac{A}{A_{r.e.}}$$

$$N_r = 0.216$$

Se necesitaría entonces menos de 1 remache para soportar la carga; como esto no es posible, se considerará un sólo remache que tenga las dimensiones ya indicadas para soportar la carga.

Por último, se calculará el esfuerzo de aplastamiento que tendrían que soportar tanto la lámina de acero inoxidable como el remache, debido a esta carga.

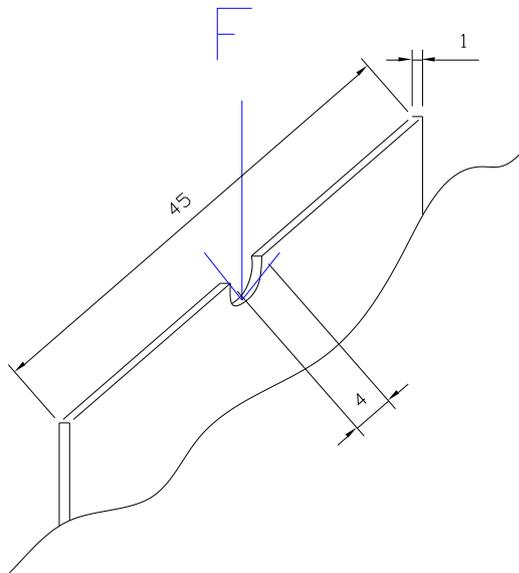


Figura 3.12 Lámina acero inoxidable sometida a esfuerzo de aplastamiento

$$\text{esp} := 1 \cdot \text{mm}$$

$$A_p := 2 \cdot r_e \cdot \text{esp}$$

$$A_p = 4 \times 10^{-6} \text{m}^2$$

$$\sigma_{ap} := \frac{V}{A_p}$$

$$\sigma_{ap} = 2.154 \times 10^7 \text{Pa}$$

Este esfuerzo $\sigma_{ap} = 21,54 \text{ Mpa}$. lo soportarán tanto la lámina de acero inoxidable como el remache de aluminio. Comparando este valor de esfuerzo calculado, con las resistencias a la fluencia del acero inoxidable y del aluminio que son $\sigma_y = 276 \text{ Mpa}$. y $\sigma_y = 169 \text{ Mpa}$. respectivamente, se puede observar que los dos materiales resistirán sin problema el esfuerzo de aplastamiento ocasionado.

- **Recipiente o Plato Receptor:**

Tabla 3.5 Nomenclatura utilizada en el diseño del recipiente o plato receptor

Nomenclatura	Descripción
Vol	Volumen necesario tolva
Rmax	Ración máxima
Ct	Capacidad tolva
Cr	Capacidad recipiente receptor

Conociendo que la ración máxima de alimento balanceado Guerpo que se le podría dispensar cada vez a la mascota es de 175 gm., se ha considerado prudente, como se mencionó en el numeral 3.1.1 del presente capítulo, dar una tolerancia del 25% a esta cantidad para evitar así cualquier eventualidad que

pueda suceder al momento de realizarse la dispensación y, así mismo, evitar de cualquier modo la dispersión del alimento balanceado hacia el exterior del recipiente.

Entonces la capacidad volumétrica que deberá tener el recipiente o plato receptor para el balanceado dispensado deberá ser 25% mayor a la capacidad necesaria que requería para receptor 175 gm. de alimento balanceado Guerpo.

Realizando los cálculos respectivos se obtiene:

$$\text{Vol} = 4.666 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

$$\text{Rmax} := 175 \cdot \text{gm}$$

$$\text{Ct} = 1.75 \times 10^3 \text{ gm}$$

$$\text{Cr} := (1.25 \cdot \text{Rmax}) \cdot \frac{\text{Vol}}{\text{Ct}}$$

$$\text{Cr} = 583.2 \text{ cm}^3$$

La capacidad volumétrica del recipiente o plato receptor del alimento balanceado deberá ser de 583,2 cm³ aproximadamente. Conocido este volumen, se procederá a buscar en el mercado local un recipiente o plato metálico, ya sea en acero inoxidable o aluminio, para alimentación de perros, de esta capacidad. Esto debido a que se busca brindar todas las facilidades y comodidades a nuestra mascota al momento de su alimentación y también con el objeto de reducir costos del comedero, ya que resulta más económico adquirir un recipiente o plato en el mercado local que construirlo.

Escogido entonces el recipiente o plato más adecuado y que cumple holgadamente con la capacidad requerida, se procederá a diseñar un cubículo exterior que albergará a dicho recipiente. Este cubículo poseerá en su interior una lámina metálica acoplada a unos resortes y también contará con un tornillo el cual servirá para regular la abertura de los contactos que serán parte del

sistema que se utilizará para controlar la dispensación del alimento balanceado.

- **Cubículo para Acoger al Recipiente o Plato Receptor:**

Este cubículo que acogerá al recipiente o plato receptor del alimento balanceado, será un cubo metálico, fabricado en acero inoxidable al igual que la tolva, destapado en su cara superior, para poder colocar el recipiente o plato que receptorá el balanceado.

Al interior de este cubículo se encontrarán unos resortes ubicados sobre la cara inferior del mismo, arriba de los cuales irá una lámina cuadrada de acero inoxidable de dimensiones apenas inferiores a las de dicha cara inferior, la cual servirá como base para asentar el recipiente o plato receptor.

En este punto será necesario únicamente realizar un cálculo aproximado de la constante que deberán tener los resortes para, en un inicio, soportar el peso del recipiente o plato vacío y de la lámina cuadrada de acero inoxidable que estarán sobre ellos, sin que se contraigan en su totalidad. Para ello se asumirá que, con este peso, los resortes se deberán contraer aproximadamente 5 mm.

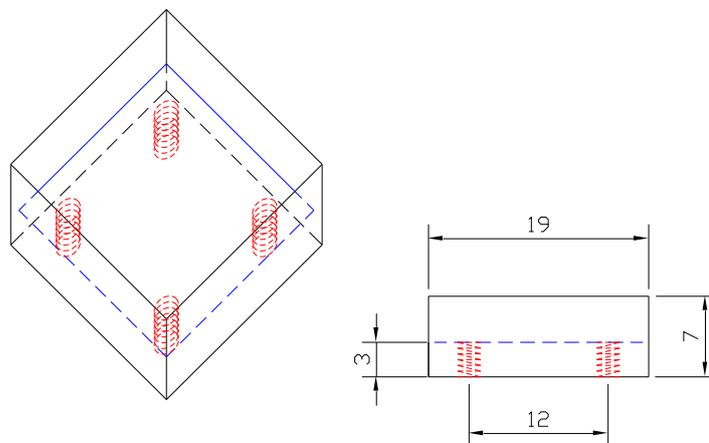


Figura 3.13 Cubículo y lámina base en acero inoxidable junto con resortes

Tabla 3.6 Nomenclatura utilizada en el cálculo de la constante de los resortes del cubículo

Nomenclatura	Descripción
mp	Masa plato
Wp	Peso plato
VI	Volumen lámina base
Wul	Peso unitario acero inoxidable (N/m ³)
WI	Peso lámina base
Wt	Peso total plato y lámina base
y	Deflexión resorte
Kr	Constante resorte

$$m_p := 0.15 \cdot \text{kg}$$

$$W_p := m_p \cdot g$$

$$W_p = 1.471 \text{ N}$$

$$V_I := 0.324 \cdot L$$

$$W_{uI} := 76000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

$$W_I := V_I \cdot W_{uI}$$

$$W_I = 24.624 \text{ N}$$

$$W_t := W_p + W_I$$

$$W_t = 26.095 \text{ N}$$

$$y := 0.005 \cdot \text{m}$$

$$K_r := \frac{W_t}{y}$$

$$K_r = 5.219 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Por último, cabe mencionar también que bajo la lámina que irá dentro del cubículo y que estará sobre los resortes, estará ubicado uno de los contactos

que se utilizarán en el sistema de control, y el otro contacto estará acoplado a un tornillo regulador, el cual estará en la base de dicho cubículo.

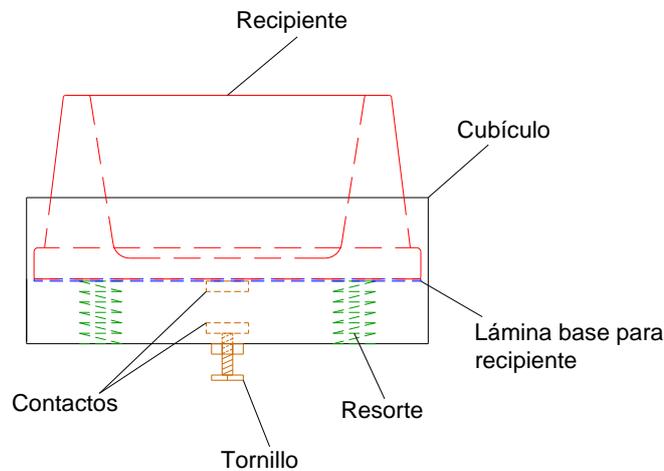


Figura 3.14 Esquema cubículo y partes junto con recipiente

- **Tornillo sin Fin:**

En el capítulo anterior, numeral 2.2.3 “Selección de la mejor alternativa”, se resolvió, mediante una matriz de decisión, que el mejor dispositivo o sistema para realizar la dispensación del alimento balanceado era un tornillo sin fin. Luego de realizar alguna investigación y de analizadas diferentes opciones dentro de este concepto de sistema, entre las cuales podemos destacar al tornillo de Arquímedes, el tornillo o gusano transportador y una espiral de hilo grueso, se ha decidido que la mejor opción será la de la espiral de hilo grueso, ya que presenta mayor facilidad para su construcción, podrá fabricarse en acero inoxidable igual que todas las partes del comedero, es funcional y liviano y resulta más económico que fabricar un tornillo o gusano de avance.

La espiral entonces, será construida en acero inoxidable ya que es el elemento mecánico que estará directamente en contacto con el alimento balanceado; de esta forma garantizaremos la perfecta conservación de dicho alimento y no existirá peligro alguno de contaminación por el metal.



Figura 3.15 Espiral de hilo grueso en acero inoxidable

Para que esta espiral empuje y transporte de una forma más óptima el alimento balanceado, es necesario que sea construida en un hilo metálico grueso y que tenga un paso adecuado para que los pellets del alimento balanceado puedan ingresar entre los hilos y de esta forma ser empujados y transportados.

Dicha espiral irá dentro de un semicilindro en acero inoxidable, cortado por la mitad a lo largo, el cual estará ubicado a la salida de la tolva almacenadora; la misma estará acoplada por el un extremo, mediante una rueda, al eje de un motor eléctrico para que pueda girar, empujar y transportar los pellets a lo largo del semicilindro hasta que caigan, por el otro extremo, en el recipiente o plato receptor del alimento balanceado.

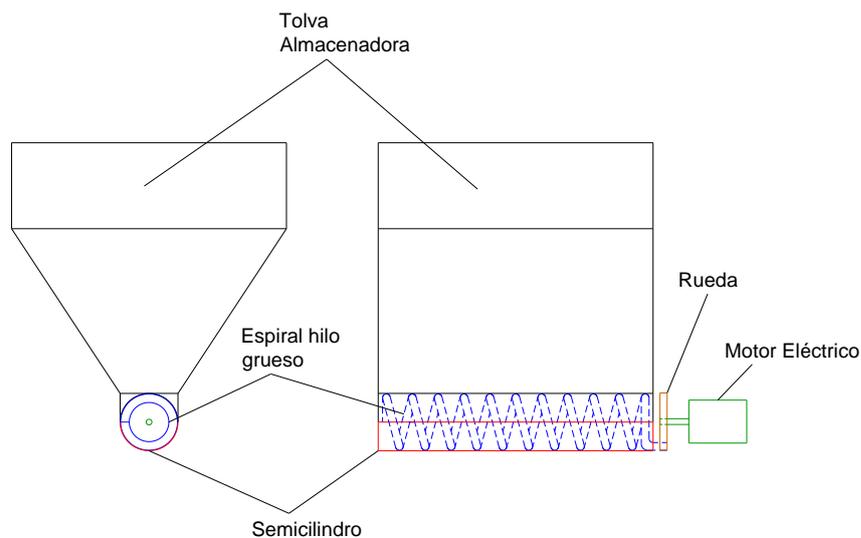


Figura 3.16 Sistema de dispensación mediante espiral de hilo grueso

Es preciso mencionar que no resulta necesario realizar un cálculo de la potencia que deberá tener el motor eléctrico para poder mover la espiral, empujar y transportar el alimento balanceado, ya que la densidad del balanceado es muy baja, la carga debida al peso del alimento balanceado es baja también, se necesita que el motor gire a muy bajas revoluciones y la cantidad de balanceado que se necesita transportar por hora es así mismo muy baja; es decir, se necesitará una potencia mínima del motor eléctrico para realizar la dispensación del alimento balanceado.

Para finalizar el diseño mecánico de todo el modelo automático de comedero, se diseñará una sencilla estructura exterior junto con un accesorio adicional, igualmente en acero inoxidable, la cual servirá como soporte para la tolva almacenadora y para el cubículo que acogerá al recipiente o plato receptor del alimento balanceado, uniendo así estas dos partes principales del comedero, formando un solo cuerpo.

- **Estructura Soporte:**

La estructura soporte constará básicamente de perfiles angulares y pletinas, las cuales serán cortadas y dobladas para lograr sus respectivas formas, utilizando el material restante de la plancha de acero inoxidable que se usará para la fabricación del modelo automático de comedero.

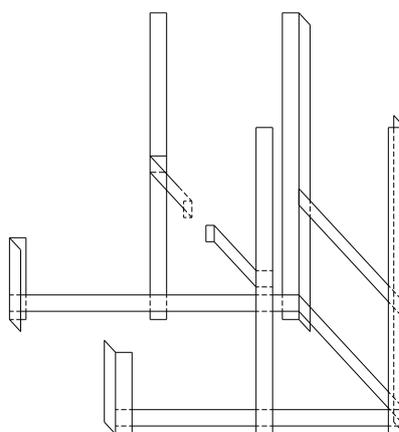


Figura 3.17 Estructura soporte

Esta estructura soporte estará unida entre sí, y a las diferentes partes del comedero, igualmente mediante remaches de aluminio.

La principal función de dicha estructura será la de unir las dos principales piezas del comedero que son, tanto la tolva almacenadora como el cubículo para el recipiente, y así formar un solo cuerpo.

Dicha estructura deberá soportar el peso de todas las partes del comedero, junto con el alimento balanceado que se almacenará en la tolva. El peso total de las piezas y del alimento mencionados, no representan una carga importante para ser considerada en un cálculo estructural, como sí lo fue la carga de impacto, por lo que, el diseño de dicha estructura estará basado en un cálculo geométrico, es decir de forma y dimensiones.

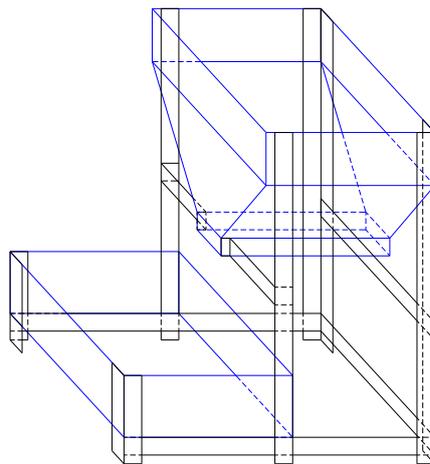


Figura 3.18 Estructura soporte, tolva y cubículo

Cabe mencionar que los perfiles y pletinas a ser construidas tendrán un espesor igual a 2 mm., reforzando así la estructura. Esto se lo hará con la misma chapa de acero inoxidable de 1 mm., pero doblándola y cortándola para conseguir el espesor requerido.

- **Accesorio Adicional:**

El accesorio adicional será una visera con paredes laterales, la cual podrá acoplarse al modelo de comedero automático, para brindar así la protección necesaria al alimento balanceado ante agentes como la lluvia cuando este ya se encuentre dispensado en el recipiente receptor, cuando por cualquier motivo o razón, el comedero deba estar o dejárselo a la intemperie.

Este accesorio brindará igualmente la facilidad para el ingreso del hocico y cabeza de la mascota para que pueda alimentarse, ya que dejará una abertura lo suficientemente amplia para esto.

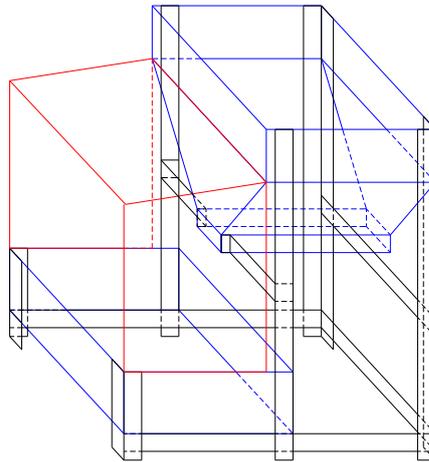


Figura 3.19 Visera como accesorio adicional, estructura soporte, tolva y cubículo.

3.2.2 DISEÑO DEL CONTROL AUTOMÁTICO DEL COMEDERO

Para el diseño del control automático del comedero, se tomarán en cuenta factores como el costo que implicará realizar este sistema de control automático y la facilidad que brinde, y el tiempo que implique el desarrollo del mismo, es decir, se buscará conjugar estos factores para desarrollar un

sistema de control lo más sencillo y al menor costo posible, dentro del tiempo establecido y que se tiene para elaborarlo.

Debido entonces al factor del tiempo, y para obtener un sistema de control automático un tanto sencillo, se ha decidido desarrollar este sistema mediante la utilización de un controlador lógico programable o PLC, con el cual se podrá controlar todo el proceso que implica la dispensación del alimento balanceado, sin tener que recurrir a ningún otro elemento o dispositivo para realizar el control de todo el sistema. El funcionamiento del sistema de control automático fue ya claramente detallado en el subcapítulo 3.1.3 “Funcionamiento del sistema”.

A continuación se presenta un esquema simple y general del sistema de control automático con el que contará el comedero:

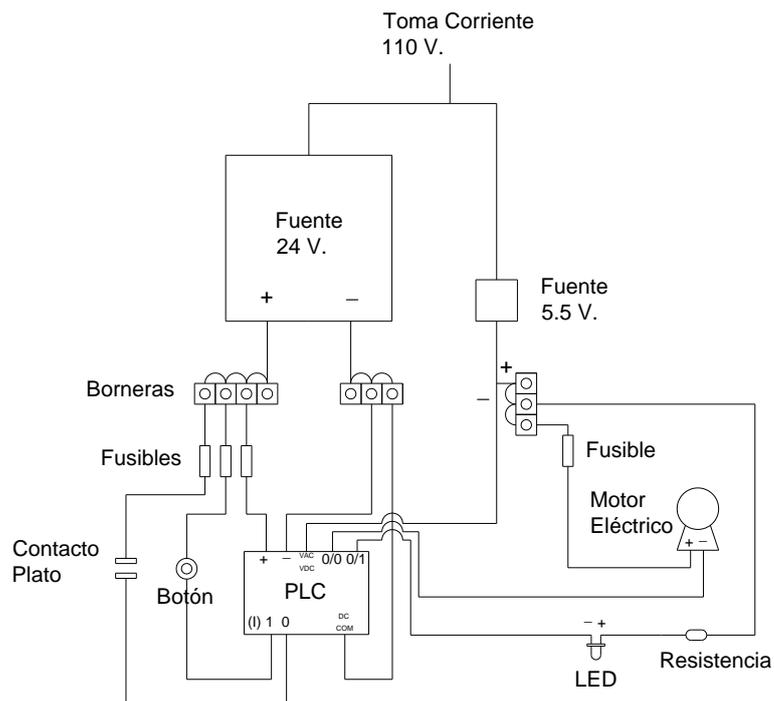


Figura 3.20 Esquema general del sistema de control automático

Según el esquema, a una toma de corriente de 110 voltios deberán conectarse tanto la fuente de 24 voltios como la de 5,5 voltios. La salida positiva de la

fuelle de 24 V. deberá conectarse a una bornera con 3 salidas previamente puenteadas para que todas ellas se encuentren energizadas. La primera de estas salidas deberá ir a la entrada positiva del PLC; la segunda ir a uno de los bornes del botón que servirá para dar inicio al sistema de dispensación y del otro borne deberá conectarse un cable a la entrada 1 del PLC; la tercera ir al contacto superior de la base donde se asentará el recipiente o plato receptor. El otro contacto, es decir el inferior, deberá conectarse a la entrada 0 del PLC.

Continuando con el detalle del esquema, la salida negativa de la fuente de 24 V. deberá conectarse a otra bornera con 2 salidas igualmente puenteadas. La primera salida deberá ir conectada a la entrada negativa del PLC y la segunda deberá ir al DC COM de las entradas (I) del PLC.

Por último, el cable positivo de la fuente de 5,5 V. deberá conectarse a una bornera con 2 salidas puenteadas. A una de ellas deberá conectarse el cable positivo del motor eléctrico y a la otra, el terminal positivo del LED, soldando previamente una resistencia; el cable negativo de esta fuente ir conectado directamente al VAC VDC de la salida 0 y 1 del PLC. El cable negativo del motor eléctrico deberá conectarse a la salida 0/0 del PLC y el terminal negativo del LED a la salida 0/1 del mismo.

Cabe mencionar que todo el sistema contará con sus respectivos fusibles para seguridad de todos los dispositivos y equipos utilizados en caso de alguna variación de voltaje en la red de energía eléctrica.

En complemento a este sistema de control automático, el comedero, como igualmente ya se lo mencionó, contará con un LED o luz indicadora para notificar por medio de su encendido, que el alimento balanceado almacenado en la tolva se ha terminado.

Se detallarán ahora los principales componentes que integraran el sistema de control automático.

- **Entradas**

- *Sensores:*

Contactos.- será simplemente un sistema de tornillo regulable, el cual se encontrará en la base del cubículo que alberga al recipiente o plato receptor. La cabeza de dicho tornillo será uno de los contactos y su cuerpo atornillará una tuerca, la cual se encontrará fija y aislada en la base del cubículo; de esta forma se podrá regular el tornillo a la altura necesaria. El otro contacto se encontrará en la cara inferior de la lámina base donde se asentará directamente el recipiente o plato, será la cabeza de otro tornillo y se encontrará aislado de dicha lámina mediante acrílico o algún polímero.

Cuando por el peso del alimento balanceado dispensado se compriman los resortes hasta que se topen los contactos, se emitirá un pulso eléctrico para, a través del PLC, apagar el motor eléctrico y así detener la dispensación del alimento balanceado.

Botón.- mediante el botón con el que contará el comedero, se podrá inicializar el proceso de dispensación de alimento balanceado, oprimiéndolo durante 5 segundos. De esta forma el PLC encenderá por primera vez el motor eléctrico y se llevará a cabo la dispensación de la primera ración de alimento balanceado. Si este proceso no se realiza el sistema no se inicializará en ese momento.

Cabe mencionar además que esto se lo deberá realizar una sola vez, al momento que se desee dispensar la primera ración de balanceado.

- **Controlador Lógico Programable o PLC**

El PLC a utilizarse en nuestra aplicación será un controlador programable MicroLogix 1000⁵. Este PLC se lo programará mediante un computador con un software específico, a través del cual definiremos y ejecutaremos las líneas del programa para luego transferir dichas instrucciones al PLC⁶. De este modo controlaremos todo lo que se desea que el modelo automático de comedero realice.

- **Salidas**

- *Actuadores:*

Motor eléctrico.- pequeño motor eléctrico DC, que trabaja con un voltaje de 5,5 voltios. Este motor tiene la particularidad de girar a muy bajas revoluciones, es decir, es un pequeño moto-reductor lo cual lo hace muy útil para nuestra aplicación.

LED o Luz Indicadora.- unidad que poseerá el comedero automático para, mediante su encendido, indicar que el alimento balanceado almacenado en la tolva se ha terminado. También servirá como indicador, en caso de que el alimento balanceado no se haya terminado, de que existe un problema de apelmazamiento del balanceado dentro de la tolva, por ejemplo, y que el comedero deberá ser revisado.

Dentro de las alternativas de sistemas de control que se podían implementar con el modelo automático de comedero está la utilización de un microcontrolador o PIC y circuitos electrónicos, con los cuales se logra abaratar el costo total del sistema de control, pero por diferentes factores como el

⁵ Controlador programable MicroLogix 1000; ver especificaciones en el anexo A3.

⁶ Las líneas o instrucciones de programa para el PLC se encuentran en el anexo A4.

tiempo, lo cual ya se lo mencionó al inicio mismo de este subcapítulo, es que se decidió utilizar el sistema de control con PLC escogido.

3.3 PLANOS

Los respectivos planos del modelo automático de comedero pueden ser observados en el Anexo A1.

3.3.1 PLANOS DE DISEÑO DEL MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO

Los planos de diseño o conjunto del modelo automático de comedero se encuentran detallados en el Anexo A1.1

3.3.2 PLANOS DE CONSTRUCCIÓN DEL MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO

Los planos de construcción del modelo automático de comedero se encuentran detallados en el Anexo A1.2

CAPÍTULO 4

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO

MATERIALES Y EQUIPOS

Para la construcción del modelo automático de comedero, básicamente se utilizó poco menos de media plancha de acero inoxidable 304 y remaches de aluminio.

En la siguiente tabla se muestran los elementos o piezas que fueron elaboradas en acero inoxidable 304, para la construcción del comedero:

Tabla 4.1 Elementos elaborados

Cantidad	Elemento
1	Pared frontal tolva almacenadora
1	Pared posterior tolva almacenadora
2	Paredes laterales tolva almacenadora
1	Tapa tolva almacenadora
4	Paredes cubículo para recipiente
1	Base cubículo
1	Base recipiente receptor
4	Perfiles tipo "L" estructura soporte
1	Perfil tipo "C" estructura soporte
5	Pletinas dobles estructura soporte
2	Pletinas en "S" estructura soporte
1	Pletina en "C" para soporte motor
1	Rueda de acople del motor con la espiral

Como se muestra en la tabla se decidió elaborar todas las partes del comedero, incluyendo los perfiles y pletinas, en acero inoxidable 304; de este modo se aprovechará de forma óptima la materia prima, se brindará hegemonía al comedero utilizando el mismo material para todas sus partes y de esta forma se garantiza también la durabilidad y resistencia de todos los elementos del comedero.

Cabe mencionar que se utilizará también un pedazo de tubo de acero inoxidable para elaborar el semicilindro que se ubicará a la salida de la tolva, dentro del cual irá la espiral de hilo grueso.

En cuanto a los equipos utilizados para la construcción del modelo automático de comedero, se presenta a continuación una lista con los mismos:

- Cizalla
- Taladro de banco
- Esmeril
- Dobladora
- Entenalla

Todos estos equipos se encuentran en el laboratorio de máquinas-herramientas de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPE, lugar donde se construyó el modelo automático de comedero.

Para realizar el sistema de control automático se debió adquirir en el mercado local diferentes elementos, los cuales se detallan a continuación:

- Controlador programable MicroLogix 1000.
- Fuente de alimentación eléctrica de 24 VDC.
- Fuente de alimentación eléctrica de 5,5 VDC.
- 2 tornillos con tuerca zincados, de 3/8" x 1".
- Botón de arranque.
- 2 borneras

- 4 fusibles de 500 mA.
- 1 LED rojo
- 2 metros de cable de hilos número 18 AWG.

DIAGRAMA DE PROCESOS Y/O SECUENCIA DE FABRICACIÓN

La secuencia de fabricación para el comedero automático se enumera a continuación:

1. Trazado o rayado de los elementos o piezas en la plancha de acero inoxidable 304 según planos. En este punto es importante mencionar que este paso debe ser bien realizado para posteriormente tener que ejecutar el menor número de cortes posibles.
2. Cortado de los elementos o piezas mediante la cizalla.
3. Cortado de detalles mediante tijera. Esto debió realizarse en pequeños detalles imposibles de cortar mediante la cizalla.
4. Señalado mediante granete y martillo de todas las piezas en lugares donde se debe taladrar.
5. Taladrado de todos los agujeros para colocación de remaches, mediante broca de acero de \varnothing 4 mm.
6. Esmerilado de filos y virutas cortantes.
7. Sujeción mediante entenalla de elementos pequeños y limado de los mismos para obtener las formas requeridas.
8. Doblado de los elementos o partes para conseguir las formas definitivas.

9. Cortado longitudinal del tubo de acero inoxidable para fabricación del semicilindro.

Todos estos pasos deben seguir la secuencia establecida para no tener mayores problemas durante todo el proceso de construcción del comedero automático.

El diagrama de proceso de fabricación se encuentra detallado en el Anexo A2.1

CONSTRUCCIÓN DE LAS PARTES DEL MODELO AUTOMÁTICO DE COMEDERO

La construcción del modelo automático de comedero, casi en su totalidad, se la llevó a cabo en el laboratorio de máquinas-herramientas de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPE, ubicado dentro del campus de la Escuela. Dicho laboratorio posee todos los equipos necesarios y brinda las respectivas facilidades para realizar el proceso de construcción del comedero.

Los diferentes elementos o piezas del comedero elaborados en este laboratorio se detallan a continuación:

- Pared frontal tolva almacenadora
- Pared posterior tolva almacenadora
- Paredes laterales tolva almacenadora
- Tapa tolva almacenadora
- Paredes cubículo para recipiente
- Base cubículo
- Base recipiente receptor
- Perfiles tipo “L” estructura soporte
- Perfil tipo “C”
- Pletinas dobles estructura soporte
- Pletinas en “S” estructura soporte

- Pletina en “C” para soporte motor eléctrico
- Semicilindro
- Rueda de acople del motor con la espiral

La construcción de la espiral de hilo grueso se la realizó en un taller donde se construyen todo tipo de espirales y resortes para diversas aplicaciones, ya que dicho taller posee los equipos necesarios para fabricarlos.

El sistema de control automático fue elaborado en el laboratorio de CAD-CAM de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPE. y en Automation Solutions Ecuador (A.S.E.), empresa dedicada a brindar soluciones de automatización.

La construcción del modelo automático de comedero se llevó a cabo durante las dos primeras semanas del mes de febrero y la primera semana de marzo, con alrededor de 40 horas de trabajo, entre construcción, ajustes y pruebas del comedero, cumpliendo así con la planificación planteada.

MONTAJE Y UNIÓN DE LAS PARTES CONSTRUIDAS

Luego de realizada la construcción de los diferentes elementos y partes del comedero automático, se procedió al montaje y unión de estas partes. En un principio y por motivos de comprobación, se procedió a realizar la respectiva unión de las partes mediante tornillos y tuercas; de este modo se pudo verificar que todas las partes y elementos se encuentren correctamente contruidos y ubicados y sobre todo que los diferentes agujeros taladrados en las diferentes partes coincidan entre sí, para luego no tener problemas al momento de unir las mediante remaches.

El diagrama de montaje se encuentra especificado en el Anexo A2.2.

Para el montaje de las diferentes partes del comedero fueron necesarios los siguientes instrumentos y herramientas:

- Destornillador plano
- Playo
- Alicate
- Limas
- Pistola de silicona
- Adhesivo químico
- Estilete
- Regla de madera
- Escuadra
- Aceite
- Pie de rey 0 - 100 mm.
- Marcador
- Cinta adhesiva

Una vez realizado el montaje y la unión mediante tornillos de todas las partes construidas, se decidió montar también todo el sistema de control automático dentro del comedero, exactamente en el espacio que queda bajo la tolva almacenadora, y de esta formar un solo cuerpo con todos los equipos y demás elementos eléctricos del comedero. Para esto se vio la necesidad de construir también una pequeña base para asentar la fuente de 24 voltios, una pletina debidamente doblada para sujetar dicha fuente a la base y dos paredes laterales para cerrar este espacio desde la altura de la tolva, todo en acero inoxidable, y de esta forma brindar mayor protección a todos estos equipos y elementos que quedarán al interior. El detalle de estas nuevas partes se encuentra igualmente en los respectivos planos, adjuntos en los anexos.

El montaje final y definitivo de las partes, es decir, mediante remaches, no podrá ser realizado hasta que no se hayan efectuado las respectivas pruebas y ensayos de comprobación y funcionamiento, para, de este modo, desatornillando y desmontando las partes necesarias, realizar sin mayor dificultad las correcciones y ajustes requeridos.

AJUSTES, COMPROBACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Luego de realizado el montaje y la unión preliminar de las partes construidas mediante tornillos como elementos de sujeción, se procedió a realizar el cableado de todo el sistema, es decir, la conexión mediante cable eléctrico de varios hilos número 18 AWG, de todos los componentes y elementos eléctricos y electrónicos del sistema de control del comedero automático, para posteriormente poder realizar la comprobación del sistema y las pruebas de funcionamiento. El esquema de dicho cableado se muestra en la figura 3.20.

Una vez conectado todo el sistema de control, se procedió a encender el equipo y verificar primeramente el correcto funcionamiento y giro del motor eléctrico. Luego de esto, acoplado la espiral de hilo grueso al motor eléctrico, se pudo comprobar que el giro de dicha espiral no era uniforme, es decir, realizaba el giro con notoria excentricidad.

El problema encontrado fue que las espiras o las vueltas de la espiral de hilo grueso, no coincidían todas en su diámetro y de este modo unas se asentaban sobre la superficie y otras no al momento de su giro. Para solucionar este primer problema, se decidió tornearse dicha espiral, para de esta manera, igualar las espiras, logrando así que todas se asienten uniformemente y de esta forma la espiral pueda realizar un giro sin excentricidad.

Montando la espiral nuevamente y energizando el motor eléctrico, se pudo observar que la espiral ya giraba correctamente luego de realizada la respectiva corrección.

Se procedió entonces a colocar una pequeña cantidad de alimento balanceado para observar el proceso de dispensación. Sin notar alguna anomalía durante la realización del proceso de dispensación, se decidió colocar una mayor cantidad de balanceado hasta llenar la tolva a la mitad de su capacidad. Fue en este momento cuando se evidenció que los pellets del balanceado Guerpo

empezaron a trabarse y remorderse entre la espiral y la pared frontal del comedero al momento de su salida hacia el recipiente o plato receptor, al punto de forzar demasiado al motor eléctrico. Tras varios intentos y minutos de análisis y observación, se decidió que la solución a este problema sería recortar en media vuelta a la espiral. Con esta acción se logró evitar que los pellets se remuerdan y traben y no forcen así el giro del motor.

En este punto se observó también que los pellets accedían al semicilindro donde se ubica la espiral, de una manera muy directa y amontonada, es decir, como una sola masa de alimento balanceado la cual dificultaba el movimiento y transporte del mismo hacia la salida al recipiente o plato receptor. Este problema también contribuía a que se traben o remuerdan los pellets con mayor facilidad.

Para solucionar este nuevo inconveniente, se resolvió disminuir el ancho, y en consecuencia el área, del espacio que tenían los pellets para acceder a la espiral de hilo grueso y al lugar donde esta reposa para poder ser conducidos hacia la salida al plato receptor. Realizando igualmente varias pruebas, se decidió disminuir el ancho de esta sección en alrededor de un 30%. De este modo se evitó el apelmazamiento en la tolva almacenadora de los pellets, ya que si este espacio se lo reducía en un porcentaje mayor era inevitable que ocurra este fenómeno. Para esto, se elaboró una pletina, igualmente en acero inoxidable, para luego soldarla al interior de la tolva almacenadora. De esta forma se solucionó este nuevo problema ya que ahora dichos pellets acceden a la espiral de forma más ordenada y sin amontonamientos, su transporte y conducción se realiza con mayor facilidad por parte de la espiral y se evitó también así que se remuerdan con la pared frontal de la tolva al momento de su salida.

Otro detalle observado al momento de realizar las pruebas de funcionamiento fue que, en el instante en que se vierte el alimento balanceado en la tolva almacenadora, los primeros pellets que bajan por las paredes de la misma lograban conducirse, salir y caer en el recipiente o plato receptor del comedero. Esto si bien no representa un problema, ya que apenas son alrededor de unos

ocho a diez pellets que caen al plato, fue un motivo de análisis del sistema y proceso de dispensación del alimento balanceado.

Mediante una pequeña compuerta abatible, ubicada a la salida del alimento balanceado, se dio solución a esta observación realizada. Dicha compuerta evita la salida de los pellets al momento de verter el alimento balanceado en la tolva almacenadora y se abrirá mediante el empuje de dichos pellets por acción del giro de la espiral de hilo grueso y se cerrará por acción del peso de la misma. De esta manera se evitará de paso que el perro al momento de alimentarse, pretenda acceder hacia los demás pellets de balanceado que se encontraban justo por caer hacia el recipiente o plato receptor.

Esto es todo lo que se pudo observar al momento de realizar las pruebas de funcionamiento del modelo automático de comedero, y las correcciones y ajustes que se hicieron en el mismo para obtener un dispositivo que realice la dispensación del alimento balanceado Guerpo de la mejor manera.

Adicionalmente, cuando se hubo solucionado todos los inconvenientes y problemas presentados durante la operación y funcionamiento del comedero, se decidió realizar otras pruebas con el mismo, pero esta vez, utilizando diferentes alimentos balanceados existentes en el mercado, para verificar y comprobar si el modelo automático de comedero podría ser utilizado para dispensar y dosificar otros balanceados y no sólo el alimento balanceado Guerpo.

Para realizar las pruebas de dispensación, se procedió a llenar la tolva almacenadora con los diferentes alimentos balanceados hasta la mitad de su capacidad. Esto como medida de prevención, con el afán de evitar cualquier contratiempo que pueda presentarse con los balanceados al momento de dispensarlos con el modelo automático de comedero.

Luego, se procedió a graduar el tornillo regulador a la altura necesaria para que el comedero dispense la cantidad de 160 gr. como si estuviera dispensando alimento balanceado Guerpo. Esto se lo realizó para poder comparar las

cantidades de alimento balanceado dispensadas con la referencia que se tiene con respecto al balanceado Guerpo.

Los datos y resultados obtenidos realizadas las pruebas de dispensación de balanceados se los puede observar en el Anexo A6.

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

Para realizar la evaluación económica y financiera de este proyecto, se tomará en cuenta un mercado potencial lo más real posible, donde tendría cabida el comedero automático. Es así, como ya se lo mencionó en el capítulo 1, que en ciudades grandes del país como Quito y Guayaquil que poseen alrededor de 2 y 2.5 millones de habitantes respectivamente, existe un 20% de población canina en cada ciudad. Esto quiere decir que, si en el Distrito Metropolitano de Quito habitan hoy en día 2 millones de personas, existe una población aproximada de 400 mil canes, de los cuales 250 mil pueden ser estimados como mercado potencial para algún posible negocio relacionado con estos animales.

De estos 250 mil canes, una quinta parte son perros de razas pequeñas, es decir 50 mil, de los cuales aproximadamente la mitad podrían encontrarse dentro del grupo que pesan entre 8 a 12 kilogramos, el cual es el que nos concierne para nuestro estudio.

Se pretende que el comedero automático se comercialice en dos pet shops en los cuales también se distribuye alimento balanceado Guerpo, el cual es el que se debe utilizar con el comedero. Dichos pet shops se encuentran ubicados, uno en Miravalle, sector de Cumbayá y el otro en la avenida Occidental, al norte de la ciudad de Quito, en el sector de El Pinar. Con esto se puede citar que, del grupo de 25 mil canes, la tercera parte se alimenta con balanceados formulados; se tiene entonces alrededor de 8300 canes.

Los dueños de una tercera parte de los 8300 canes, tendrían una cierta facilidad de adquirir el comedero en los dos mencionados lugares debido a su ubicación en la ciudad.

Por último, del mercado de 2700 canes aproximadamente que se puede tomar en cuenta, se asumirá que una cuarta parte tendría la posibilidad económica de adquirir un comedero automático, es decir, el mercado sería de 675 canes.

Para realizar la evaluación económica y financiera del proyecto, se empezará detallando todos los costos, directos e indirectos, en que se incurrieron para la construcción del modelo automático de comedero.

En la tabla siguiente se determinan los costos directos para la construcción del comedero.

Tabla 5.1 Detalle costos directos

1. Materiales para Construcción	Valor (USD)
½ Plancha acero inoxidable 304	26,40
Remaches de aluminio	0,80
Bisagras galvanizadas	0,20
Espiral hilo grueso acero inoxidable	21,00
Resortes	1,00
Plato aluminio	6,00
Otros	10,00
Costo Total Materiales para Construcción	65,40
1.1 Materiales para Sistema de Control	
Controlador lógico programable (PLC)	150,00
Fuente 24 VDC	15,00
Material eléctrico variado	10,00
Costo Total Materiales para Sistema de Control:	175,00
2. Mano de Obra Directa	40,00
3. Ingeniería	250,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (USD):	530,40

En la tabla siguiente se determinan los costos indirectos para la construcción del comedero.

Tabla 5.2 Detalle costos indirectos

1. Costos Indirectos	Valor (USD)
Herramientas	7,60
Transporte materiales	12,00
Pruebas funcionamiento	10,00
Otros	10,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS (USD):	39,60

Sumando entonces el costo directo e indirecto, se tiene que el costo total del modelo automático de comedero es de USD 570,00. Este valor se lo considerará como inversión inicial para construir un comedero automático.

Se pretende que el comedero automático pueda producirse en serie, al menos de forma parcial, evitando así ciertos costos a los que se incurrió para construir el modelo, y que ciertos elementos como los utilizados en el sistema de control puedan ser reemplazados por otros, para de esta manera, disminuir ciertos costos como la materia prima, sistema de control, mano de obra, herramientas, transporte y pruebas de funcionamiento, y así poder llegar a obtener un costo razonable para poder comercializarlo.

Es así que se ha estimado que al momento de la fabricación en serie y al por mayor de los comederos, y utilizando otros elementos principalmente para el sistema de control, los gastos se reduzcan considerablemente, logrando que cada uno tenga un costo aproximado de fabricación que se encuentre alrededor de los USD 100,00. De este modo, el comedero automático saldría al mercado con un precio de venta al público próximo a los USD. 120,00.

Se detalla a continuación los valores de ingresos y egresos que tendrá el comedero automático cada mes, por motivos de su fabricación en serie y comercialización.

Tabla 5.3 Ingresos generados por ventas del comedero automático

Mes	Número de Comederos	Total Ingresos Mensuales (USD)
1	10	1200,00
2	15	1800,00
3	20	2400,00
4	30	3600,00
5	40	4800,00
6	50	6000,00
7	60	7200,00
8	70	8400,00
9	80	9600,00
10	90	10800,00
11	100	12000,00
12	110	13200,00

Para los egresos se han considerado gastos que se generarán por la fabricación en serie del comedero automático, como son la mano de obra directa, alquiler de taller y maquinaria para la fabricación del comedero, limpieza de los comederos fabricados, empaque y logotipo para distribución del comedero, transporte de los comederos a los lugares de comercialización y comisión por ventas del mismo.

En cuanto a la mano de obra directa necesaria para fabricar los comederos, se ha considerado a dos obreros para la fabricación de los comederos durante los 6 primeros meses. Luego de este tiempo se prevé incrementar un obrero más hasta el final del año, es decir, 3 obreros en total; cada uno con un salario promedio de USD 180,00 por obrero. Esto por concepto de mano de obra directa.

Por concepto de alquiler de un taller y la respectiva maquinaria necesaria para fabricar los comederos automáticos, se consideró un gasto de USD 500,00 al mes.

Para realizar la limpieza de los comederos fabricados antes de su distribución, se ha considerado un gasto mensual de USD 10,00.

Para distribuir y comercializar el comedero se necesitará un empaque que será una caja de cartón con su respectivo logotipo. Por este concepto existirá un gasto mensual de USD 100,00.

Luego, para el transporte de los comederos hacia los lugares de comercialización se pretende alquilar un vehículo para este propósito, por lo cual se ha estimado un gasto de USD 25,00 por viaje, realizando dos viajes al mes, debido a que los comederos se comercializarán en dos lugares diferentes.

Se acordó que la comisión que recibirán cada uno de los locales por la venta de los comederos será del 6% por cada unidad vendida, es decir USD 7,20 por unidad.

Por último se consideró un rubro por imprevistos de USD 10,00.

Dentro de lo que respecta al análisis económico y financiero, se obtendrán índices de desempeño como el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno).

Tabla 5.4 Egresos generados por la fabricación del comedero automático

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gastos												
Materia Prima	750,00	1125,00	1500,00	2250,00	3000,00	3750,00	4500,00	5250,00	6000,00	6750,00	7500,00	8250,00
Mano de Obra	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00	540,00	540,00	540,00	540,00	540,00	540,00
Alquiler Taller y Maquinaria	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Limpieza Comederos	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Empaques y logotipo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Comisión Venta de Comederos	72,00	108,00	144,00	216,00	288,00	360,00	432,00	504,00	576,00	648,00	720,00	792,00
Transporte comederos	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Imprevistos	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
TOTAL EGRESOS	1852,00	2263,00	2674,00	3496,00	4318,00	5140,00	6142,00	6964,00	7786,00	8608,00	9430,00	10252,00

Tabla 5.5 Flujo de Caja e Índices de Desempeño

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. INGRESOS													
Ingresos Venta Comedero Automático		1200,00	1800,00	2400,00	3600,00	4800,00	6000,00	7200,00	8400,00	9600,00	10800,00	12000,00	13200,00
2. EGRESOS													
Materia Prima		750,00	1125,00	1500,00	2250,00	3000,00	3750,00	4500,00	5250,00	6000,00	6750,00	7500,00	8250,00
Mano de Obra		360,00	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00	540,00	540,00	540,00	540,00	540,00	540,00
Alquiler Taller y Maquinaria		500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Limpieza Comederos		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Empaques y Logotipo		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Comisión Venta de Comederos		72,00	108,00	144,00	216,00	288,00	360,00	432,00	504,00	576,00	648,00	720,00	792,00
Transporte Comederos		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Imprevistos		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
TOTAL EGRESOS		1852,00	2263,00	2674,00	3496,00	4318,00	5140,00	6142,00	6964,00	7786,00	8608,00	9430,00	10252,00
UTILIDAD GRAVABLE		-652,00	-463,00	-274,00	104,00	482,00	860,00	1058,00	1436,00	1814,00	2192,00	2570,00	2948,00
15% Utilidad a Trabajadores		-97,80	-69,45	-41,10	15,60	72,30	129,00	158,70	215,40	272,10	328,80	385,50	442,20
Impuesto a la Renta (25%)		-138,55	-98,39	-58,23	22,10	102,43	182,75	224,83	305,15	385,48	465,80	546,13	626,45
UTILIDAD NETA		-415,65	-295,16	-174,68	66,30	307,28	548,25	674,48	915,45	1156,43	1397,40	1638,38	1879,35
INVERSIÓN INICIAL	-570,00												
FLUJO DE CAJA NETO	-570,00	-415,65	-295,16	-174,68	66,30	307,28	548,25	674,48	915,45	1156,43	1397,40	1638,38	1879,35
VAN	6357,58												
TIR	24,45%												
TASA DE DESCUENTO:	12,13%												
TASA DE DESCUENTO MENSUAL:	1,01%												

Como se puede observar en la tabla anterior, se obtuvo un VAN de 6357,58 el cual es mayor a cero y representa el valor actual de la inversión inicial luego de un período de 12 meses, logrando así recuperar la inversión y obtener una ganancia.

En cuanto al TIR, su valor obtenido fue del 24,45%, superando así a la suma de la tasa pasiva (4,63%) y el riesgo país (7,5%), considerados como tasa de descuento utilizada para el cálculo del VAN.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se ha diseñado y construido un modelo automático de comedero para perros adultos entre 8 a 12 kg. de peso, que se alimenten con balanceado Guerpo, cumpliendo así el objetivo general planteado para este proyecto.
- Se observó y analizó dispositivos similares existentes en el mercado local, y se determinó las características básicas que debía poseer el comedero para satisfacer las necesidades de alimentación del grupo de perros determinado. También se investigó a través del Internet dispositivos existentes en el mercado internacional.
- Se logró obtener un diseño lo más adecuado posible para que la dispensación del alimento balanceado se la realice de la mejor manera y lograr así satisfacer todos los requerimientos planteados.
- Con la utilización del Controlador Lógico Programable o PLC, como dispositivo único para el sistema de control automático, se consiguió dar solución a los problemas más comunes que posiblemente podrían aparecer durante la operación y funcionamiento del modelo automático de comedero, logrando también emitir la señal de advertencia respectiva.
- El modelo automático de comedero se construyó con el material y los elementos que se creyó, fuesen los más apropiados para esta aplicación.

- El costo total del modelo automático de comedero, incluyendo el diseño, la construcción, mano de obra, ingeniería y costos indirectos, fue de USD 570,00. El costo de fabricación del modelo fue de aproximadamente USD 240,00 lo cual resultó un poco elevado. El posible costo del mismo utilizando otro sistema de control especialmente, para abaratar costos, y construyéndolo en serie y para producción, estaría alrededor de los USD 100,00 resultando un valor que se encuentra dentro de lo estimado y acorde al mercado nacional, y sobre todo en un menor costo con respecto a los comederos automáticos que se pueden encontrar en el mercado internacional.
- Habiendo realizado pruebas con el modelo automático de comedero utilizando diferentes balanceados existentes en el mercado, se puede decir que el comedero es capaz de dispensar y dosificar sin mayor problema diferentes alimentos balanceados, siempre y cuando el tamaño del pellet sea semejante al pellet Guerpo, sin importar su forma, ya que la cantidad de gramos dispensada en cada ración se encuentra dentro de la tolerancia establecida.
- Debido a que generalmente el tamaño del pellet de los alimentos balanceados para cachorros es menor al del pellet Guerpo, se puede indicar que el modelo automático de comedero podría ser utilizado para alimentar también a cachorros de razas de mayor tamaño, tomando en cuenta que será responsabilidad del dueño el saber regular la dosificación adecuada del alimento para su cachorro, mediante el tornillo regulador que posee el comedero, ya que la cantidad de gramos de alimento balanceado que debe ingerir un cachorro es diferente y deberá ser consultada con un especialista, dependiendo de la raza del mismo.
- Definitivamente se logró liberar al dueño de la mascota de la responsabilidad de alimentar diariamente a la misma.

6.2 RECOMENDACIONES

- Para fines de producción en serie del comedero, se recomienda fabricarlo utilizando otros componentes como los que se mencionó en este mismo proyecto, para así abaratar costos y poder realizarlo.
- Cuando se pretende diseñar y construir alguna máquina o dispositivo es siempre recomendable observar y analizar artefactos similares, si existiesen en el mercado, para tener una idea más clara y determinar características básicas de diseño y posibles fallas que se podrían corregir y mejorar.
- Se recomienda realizar el diseño respectivo tomando en cuenta situaciones fuera de lo común que se puedan presentar cuando la máquina o dispositivo se encuentre terminado y funcionando.
- Es necesario proporcionar la debida protección y cuidado a los diferentes componentes eléctricos y electrónicos principalmente, cuando son utilizados en las diferentes aplicaciones de ingeniería, para poder optimizar su funcionamiento y evitarse contratiempos, dificultades posteriores y daños en los equipos.
- Se debe proporcionar el mantenimiento adecuado al dispositivo, limpiando el comedero con un paño o franela limpio y seco, especialmente al interior de la tolva almacenadora, cada vez que el alimento balanceado dispuesto en la misma se haya terminado y antes de volverla a llenar, para eliminar cualquier residuo de alimento sobrante y así alargar la vida útil tanto de los diferentes materiales que componen el dispositivo como de todo el aparato o máquina en sí.
- Con los costos obtenidos y estimados del comedero automático, se recomienda un valor de comercialización del mismo de USD 120,00.

- Si bien se realizaron las pruebas pertinentes utilizando otros alimentos balanceados y observando que el comedero dispensó sin mayor dificultad la mayoría de los mismos, se recomienda utilizar con el comedero sólo alimento balanceado Guerpo como balanceados cuyo tamaño de pellet sea semejante al pellet Guerpo, para evitar algún posible problema de apelmazamiento del alimento en la tolva y traba de los pellets al momento de realizar la dosificación, ya que el comedero fue diseñado para dispensar alimento balanceado Guerpo y será responsabilidad del propietario del comedero el utilizar algún otro tipo de balanceado cuyo pellet sea de mayor tamaño al de Guerpo con el mismo.
- Igualmente se recomienda utilizar el comedero únicamente para alimentar perros adultos cuyo peso se encuentre entre los 8 a 12 kg. de peso y cachorros de razas de mayor tamaño, siempre y cuando se regule adecuadamente el tornillo regulador para que el comedero pueda dosificar la cantidad de alimento balanceado correcta y necesaria para el cachorro, lo cual igualmente será responsabilidad del propietario del comedero el utilizarlo para este propósito.
- En lo posible, mantener el comedero automático en lugares secos y en interiores. Esto se recomienda debido a los delicados componentes eléctricos y electrónicos que posee dicho comedero, para de este modo, alargar la vida útil del mismo. De no ser posible, el comedero cuenta con las respectivas protecciones del caso y deberá utilizarse entonces el accesorio adicional para proteger también al alimento dispensado en el recipiente o plato receptor, en caso de lluvia principalmente.
- No utilizar el comedero automático como banquito o grada para sentarse o subirse encima de él, ya que si bien está diseñado contra fuertes impactos, no es seguro que resista cargas de este tipo, pudiendo así ocasionar graves daños al dispositivo.

BIBLIOGRAFÍA

- MORRIS, DESMOND. Observe a su perro. Primera edición. Barcelona-España. Plaza & Janes editores. 1988.
- GLOVER, HARRY. Perros. Traducido del inglés por Montserrat Arté Escatllar. Primera edición. Barcelona-España. Editorial Juventud. 1983.
- SHIGLEY, JOSEPH. Diseño en ingeniería mecánica. 5ta edición. México. McGraw-Hill. 1990.
- JUVINAL, ROBERT C. Fundamentos de diseño para ingeniería mecánica. Primera edición. México. Editorial Limusa. 1991.
- NORTON, ROBERT L. Diseño de maquinaria. 2da edición. México. McGraw-Hill. 2000.
- MARKS. Manual del ingeniero mecánico. 9na edición. México. McGraw-Hill. 1995.
- DEPARTAMENTO TÉCNICO. Boletín técnico. Cámara de la construcción de Quito. Noviembre 2005.
- <http://www.spiroflowsystems.com/spanish/fsc/flexscrew.html>
- www.mascotia.com/articulos/1305.htm
- <http://www.mascotas-plus.com/mascotas+/p718.html>
- <http://www.midsa.com/>
- <http://www.ab.com/programmablecontrol/index.html>

- <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/1239746/2159993/>

