

**DISEÑO DE UN PROCESO DE OBTENCIÓN DE ALIMENTO PARA PECES A  
NIVEL INDUSTRIAL EN EL MARCO DEL PROYECTO DE REGALÍAS ID VRI  
3883 – SGR**

**ANEXOS**



**Carlos Andrés Erazo Pino  
César Airle Sánchez Belalcázar**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL  
INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL**

**POPAYÁN-CAUCA**

**2015**

**DISEÑO DE UN PROCESO DE OBTENCIÓN DE ALIMENTO PARA PECES A  
NIVEL INDUSTRIAL EN EL MARCO DEL PROYECTO DE REGALÍAS ID VRI  
3883 – SGR**

**ANEXOS**



**Monografía presentada como requisito parcial para optar por el título de  
Ingenieros en Automática Industrial**

**Carlos Andrés Erazo Pino  
César Airle Sánchez Belalcázar**

**Director: Ing. Juan Fernando Flórez Marulanda**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL**

**INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL**

**POPAYÁN-CAUCA**

**2015**

## TABLA DE CONTENIDO

ANEXO A - ARMADO DEL EXTRUSOR DE TORNILLO DOBLE MARCA HAAKE POLYLAB OS [1] .....	7
ANEXO B - RELACIÓN ENTRE LOS MODELOS ISA S88.01 DEL POAP A NIVEL DE LABORATORIO.....	14
ANEXO C - REQUERIMIENTOS GENERALES Y REQUERIMIENTOS DE AUTOMATIZACIÓN DEL POAP A NIVEL DE LABORATORIO .....	20
REQUERIMIENTOS GENERALES.....	20
REQUERIMIENTOS DE AUTOMATIZACIÓN.....	25
ANEXO D - SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL POAP A NIVEL INDUSTRIAL....	26
MOLINO .....	27
MEZCLADORA .....	30
EXTRUSOR .....	34
SECADOR .....	37
ENFRIADOR .....	40
ANEXO E – CADENA DE VALOR DEL POAP A NIVEL INDUSTRIAL.....	45
ANEXO F – INFORME VISITA TÉCNICA A LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTO PARA PECES “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA. ....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Instalación de los tornillos .....	7
Figura 2 Ajuste de tornillos .....	8
Figura 3 Instalación de la parte superior del barril.....	8
Figura 4 Instalación de la base.....	9
Figura 5 Instalación del dado .....	9
Figura 6 Instalación de la resistencia .....	10
Figura 7 Instalación de sensores.....	10
Figura 8 Instalación de la boquilla .....	11
Figura 9 Instalación del chiller .....	11
Figura 10 Instalación del metering feeder .....	12
Figura 11 Instalación del barril .....	12
Figura 12 Instalación del computador .....	13
Figura 13 Encender el master .....	13
Figura 14 Encender el barril .....	13
Figura 15 Relación modelos ISA S88.01 procedimiento de unidad ensilado de pescado del POAP a nivel de laboratorio .....	15
Figura 16 Relación modelos ISA S88.01 procedimiento de unidad desengrasado y secado del ensilaje del POAP a nivel de laboratorio .....	16
Figura 17 Relación modelos ISA S88.01 procedimiento de unidad formular la dieta del POAP a nivel de laboratorio .....	17
Figura 18 Relación modelos ISA S88.01 procedimiento de unidad extrusión del POAP a nivel de laboratorio .....	18
Figura 19 Relación modelos ISA S88.01 procedimiento de unidad cortado y empacado del POAP a nivel de laboratorio.....	19
Figura 20 Cadena de valor para el proceso POAP a nivel de laboratorio .....	25
Figura 21 Cadena de valor de la planta procesadora de alimento .....	46
Figura 22 Distribución de planta “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN (HUILA).....	47
Figura 23 Molino de martillos “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA .....	50
Figura 24 Mezcladora “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN- HUILA.....	50
Figura 25 Tolva de almacenamiento “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA.....	50
Figura 26 Extrusor “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN- HUILA.....	51

Figura 27 Cortador “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA.....	51
Figura 28 Secador “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA.....	52
Figura 29 Enfriador “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA.....	52
Figura 30 Ciclón “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA.....	53
Figura 31 Diagrama de flujo de proceso "ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR S.A” GARZÓN-HUILA.....	54

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Formato formal de planeación de la ejecución de las etapas del POAP a nivel de laboratorio .....	21
Tabla 2 Formato estándar para el seguimiento y registro de los parámetros de las etapas del proceso .....	22
Tabla 3 Formato para análisis de la formulación y extrudido del POAP a nivel de laboratorio .....	23
Tabla 4 Formato de control de inventario de materias primas e insumos del POAP a nivel de laboratorio .....	24
Tabla 5 Variables (manipuladas, controladas y de disturbio) presentes en las operaciones sobre los equipos principales.....	26
Tabla 6 Ponderado molino pulverizador marca PULVEX.....	28
Tabla 7 Ponderado molino suspendido en alta presión.....	29
Tabla 8 Ponderado molino de martillos .....	30
Tabla 9 Ponderado mezcladora rotativa al vacío .....	31
Tabla 10 Ponderado mezcladora horizontal.....	32
Tabla 11 Ponderado mezcladora de aspas.....	33
Tabla 12 Ponderado double screw extruder LTA85 .....	35
Tabla 13 Ponderado extrusor modelo ex 1000.....	36
Tabla 14 Ponderado extrusor insta-pro MS3000 extruder.....	37
Tabla 15 Ponderado secador modelo SDURS220 .....	38
Tabla 16 Ponderado del secador modelo DLWD10 .....	39
Tabla 17 Ponderado secador .....	40
Tabla 18 Ponderado del enfriador de contraflujo.....	40
Tabla 19 Ponderado del enfriador de contraflujo.....	41
Tabla 20 Ponderado del enfriador de contraflujo modelo SKLN 11.....	42
Tabla 21 Selección de equipos del POAP a nivel industrial .....	44
Tabla 22 Listado de equipos de la planta procesadora de alimentos "ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR S.A" .....	48
Tabla 23 Identificación de las variables de la planta procesadora de alimentos "ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR S.A" .....	55

## **ANEXO A - ARMADO DEL EXTRUSOR DE TORNILLO DOBLE MARCA HAAKE POLYLAB OS [1]**

Para iniciar el proceso de extrusión se debe realizar un armado correcto y cuidadoso del extrusor de doble tornillo, en un proceso secuencial descrito a continuación.

Paso 1 revisión del equipo: certificar que las partes que componen el equipo se encuentran completas, en buen estado y limpias. De no ser así reportar con el técnico encargado del equipo.

Paso 2 instalaciones de los tornillos: verificar que los dos tornillos se encuentren en la posición correcta dentro de los canales del barril (ver Figura 1).

**Figura 1 Instalación de los tornillos**



Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.

Observación. Los tornillos deben ser ajustados trayendo hacia el frente la tuerca indicada (ver Figura 2).

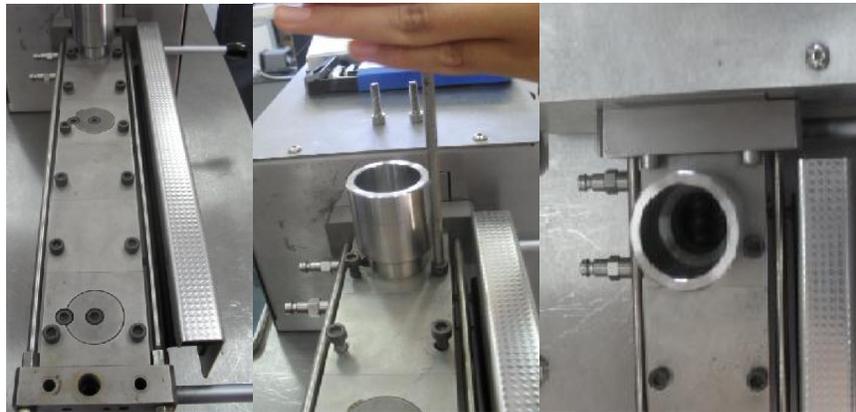
**Figura 2 Ajuste de tornillos**



**Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.**

Paso 3 Instalación de la parte superior del barril: colocar y ajustar en x las tuercas superiores de la tapa del barril y posteriormente las tuercas frontales (ver Figura 3).

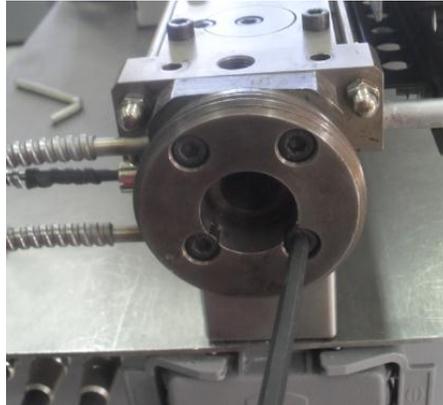
**Figura 3 Instalación de la parte superior del barril**



**Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.**

Paso 4 instalación de la base: ajustar la base de la termocupla de salida en x, dejando hacia el lado izquierdo los sensores (ver Figura 4).

**Figura 4 Instalación de la base**



**Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.**

Paso 5 instalación del dado: ajustar firmemente el dado y su base al final del barril (ver Figura 5).

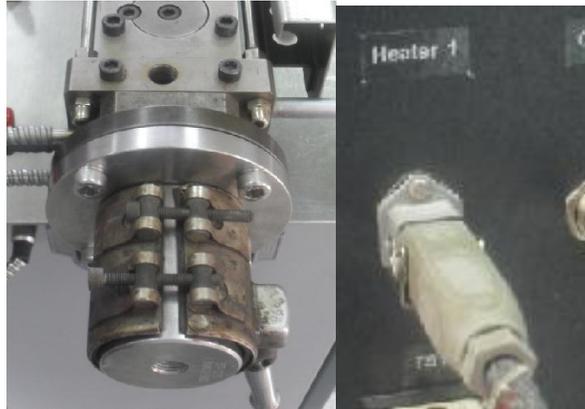
**Figura 5 Instalación del dado**



**Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.**

Paso 6 instalación de la resistencia: poner la resistencia sobre el dado y conectar a la entrada Heater 1 del barril (ver Figura 6).

**Figura 6 Instalación de la resistencia**



**Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.**

Paso 7 instalación de sensores: ubicar y conectar el sensor de temperatura en el dado y en la entrada TS1 del barril y posteriormente el sensor de presión (ver Figura 7).

**Figura 7 Instalación de sensores**



**Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.**

Paso 8 instalación de la boquilla: seleccionar la boquilla de 5mm de diámetro y ajustar firmemente sobre el dado (ver Figura 8).

**Figura 8 Instalación de la boquilla**



**Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.**

Paso 9 instalación del chiller: llenar con agua el baño termostataado, conectar a 120 voltios, y posteriormente al extrusor, encenderlo y programarlo a 20°C (ver Figura 9).

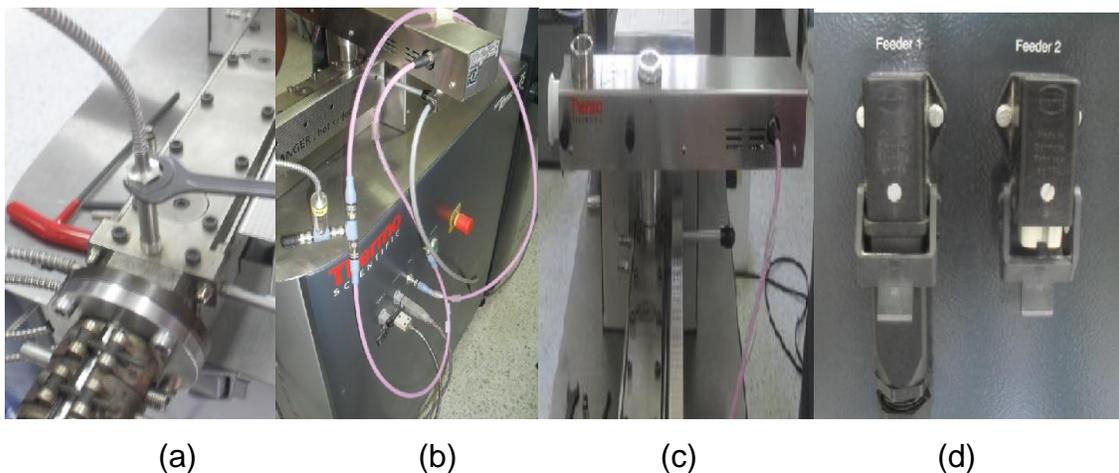
**Figura 9 Instalación del chiller**



**Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.**

Paso 10 instalación del metering feeder: (a) conectar y ajustar en la zona 6 la termocupla que registra la temperatura del alimento, (b) instalar en la zona de alimentación el metering feeder, (c) conectar por medio de una T la termocupla y el metering feeder y (d) finalmente conectar al barril en la entrada feeder 1 (ver Figura 10).

**Figura 10 Instalación del metering feeder**



Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.

Paso 11 instalación del barril: ensamblar el barril con el master y girar la palanca del master para su ajuste (ver Figura 11).

**Figura 11 Instalación del barril**



Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.

Paso 12 instalación del computador: conectar el computador al puerto CAN ubicado en la parte posterior del master (ver Figura 12).

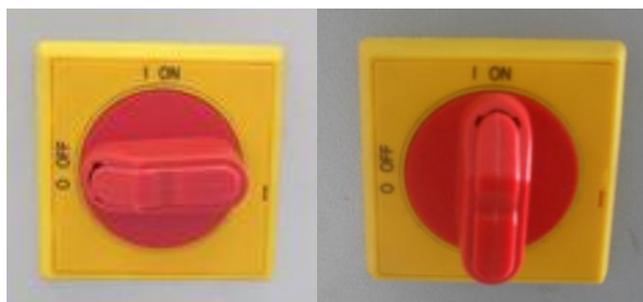
**Figura 12 Instalación del computador**



Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.

Paso 13 encender el master: girar la perilla 90° en sentido a las manecillas del reloj (ver Figura 13).

**Figura 13 Encender el master**



Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.

Paso 14 encender el barril (ver Figura 14).

**Figura 14 Encender el barril**



Fuente Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola Sistema General de Regalías ID 388, ejecutor Universidad el Cauca, ASUBAGROIN , Abril de 2015.

Paso 16 encender el computador y seleccionar el programa para extrusión HAAKE Polysoft OS - Monitor.

Paso 17 establecer las condiciones de trabajo: para iniciar la extrusión se deben programar las revoluciones del tornillo y elegir los perfiles de temperatura.

OBSERVACIÓN. El dado, la resistencia y la boquilla deben ser ajustados nuevamente cuando el equipo ya este caliente, antes de iniciar la tapa de alimentación.

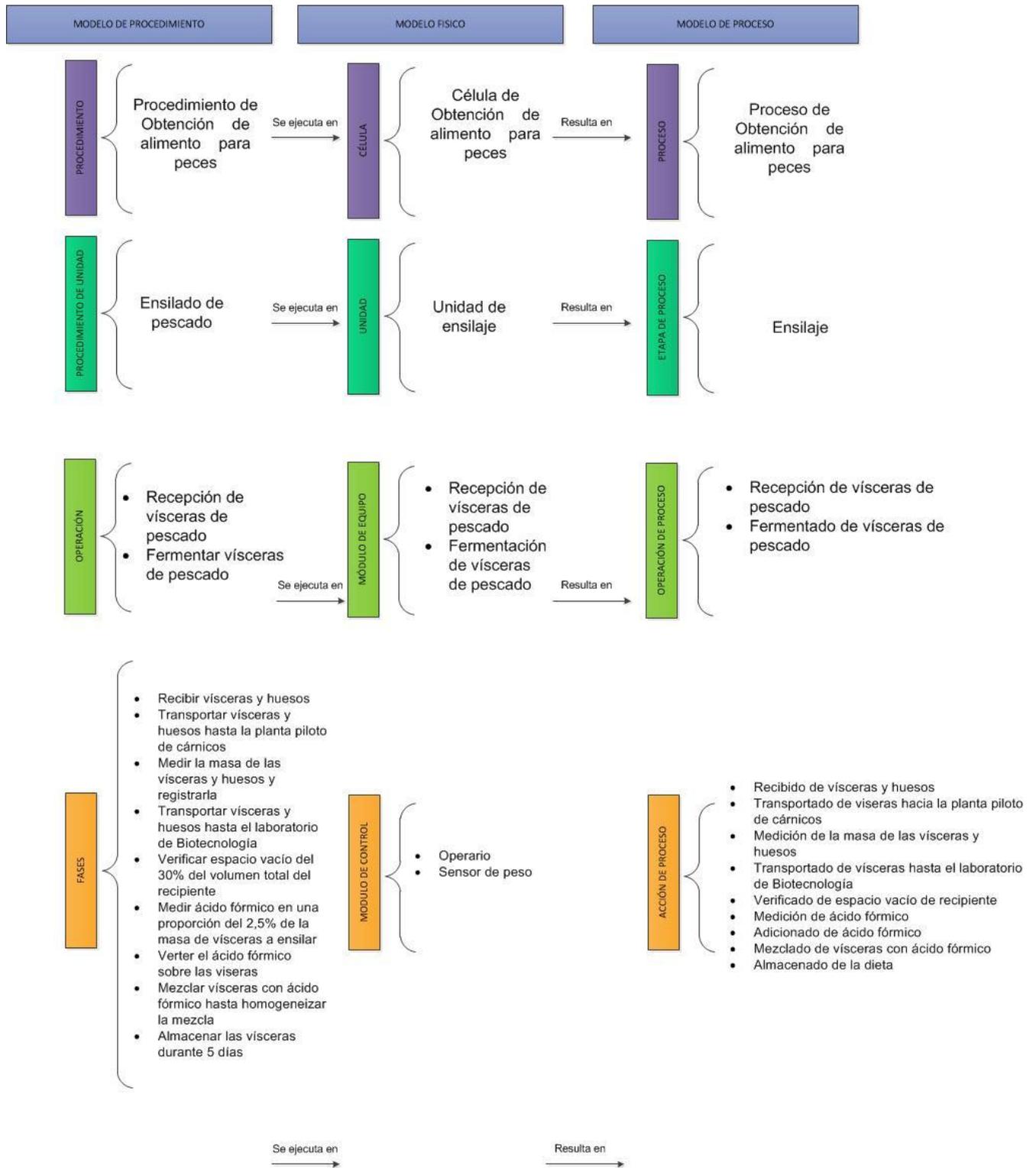
Paso 18 limpieza del equipo: terminado el proceso de extrusión desmontar la resistencia, dado y tornillos, e inmediatamente empezar su limpieza en seco. El barril se limpia en caliente en seco con la ayuda de glicerol. Cuando las piezas (Dado, disco, tornillos) del equipo se encuentren totalmente frías, se procede a un lavado con detergente y posteriormente una desinfección con hipoclorito al 5 %.

## **ANEXO B - RELACIÓN ENTRE LOS MODELOS ISA S88.01 DEL POAP A NIVEL DE LABORATORIO**

Luego de realizar los modelos propuestos por ISA S88.01 (de control de proceso, físico y de control de procedimiento) para el POAP a nivel de laboratorio en el ítem 2.2, entre ellos se genera una relación que determinan las tareas emitidas, sobre que equipos se van a ejecutar y a su vez las funciones que se generaran para conformar el proceso.

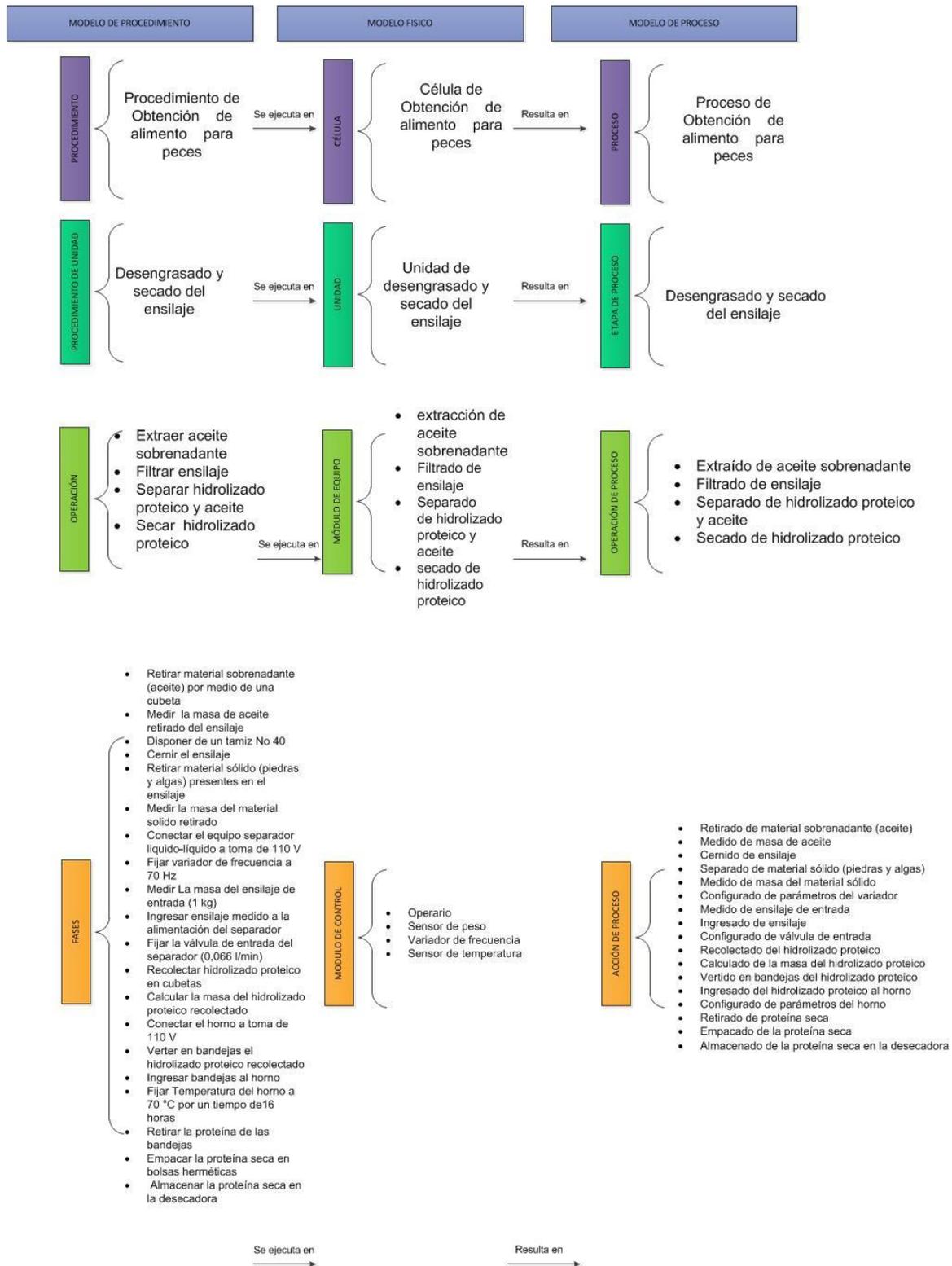
A continuación se presenta las figuras de la relación de los tres (3) modelos sobre las (5) unidades del POAP, la explicación de la relación del procedimiento de unidad "formulado de la dieta" se realizó en el ítem 2.2.4 del trabajo de grado, la lectura de la relación sobre las cuatro (4) procedimientos de unidad restantes se hace de la misma forma.

**Figura 15 Relación modelos ISA S88.01 procedimiento de unidad ensilado de pescado del POAP a nivel de laboratorio**



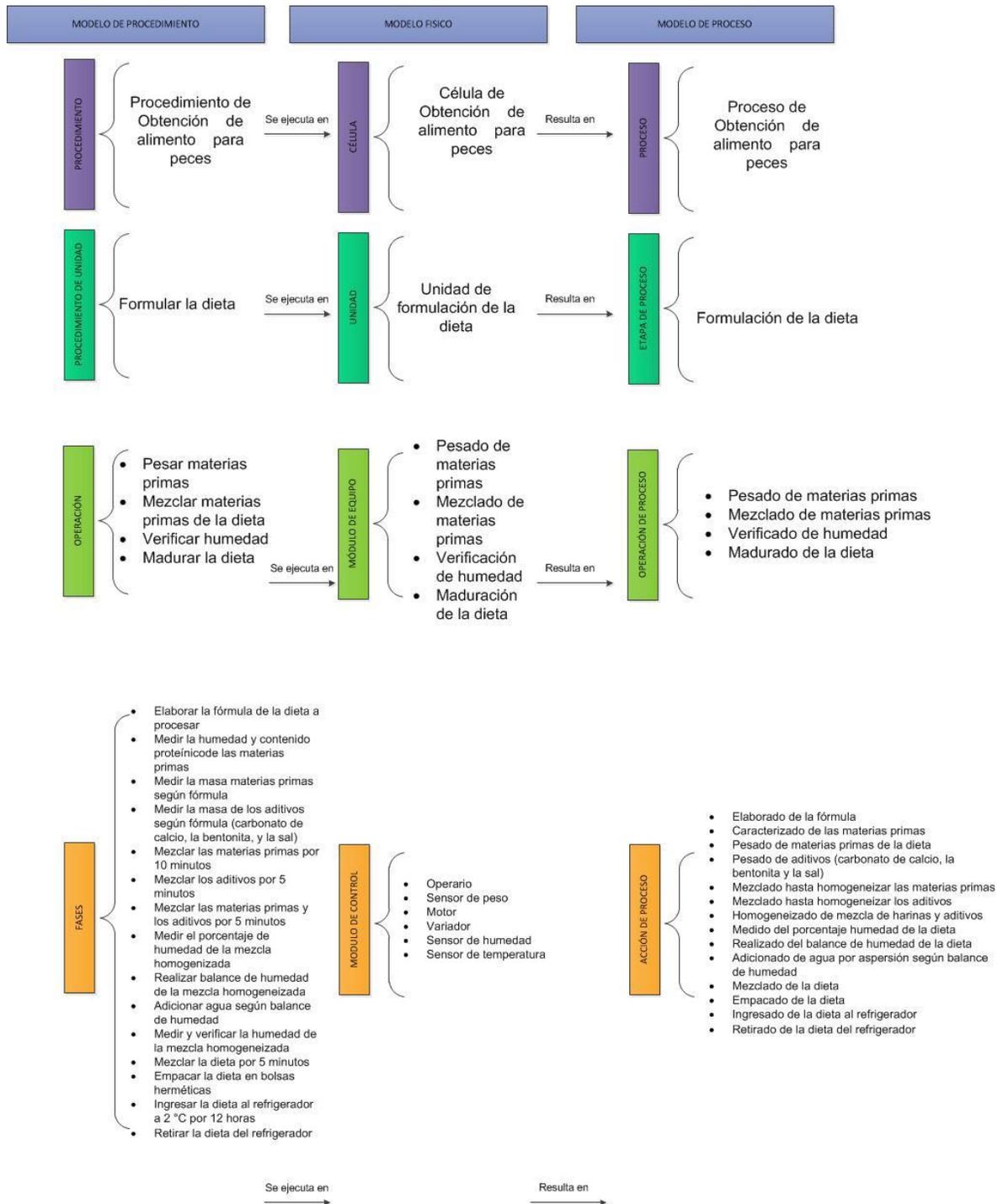
Elaboración propia, Agosto de 2015.

**Figura 16 Relación modelos ISA S88.01 procedimiento de unidad desengrasado y secado del ensilaje del POAP a nivel de laboratorio**



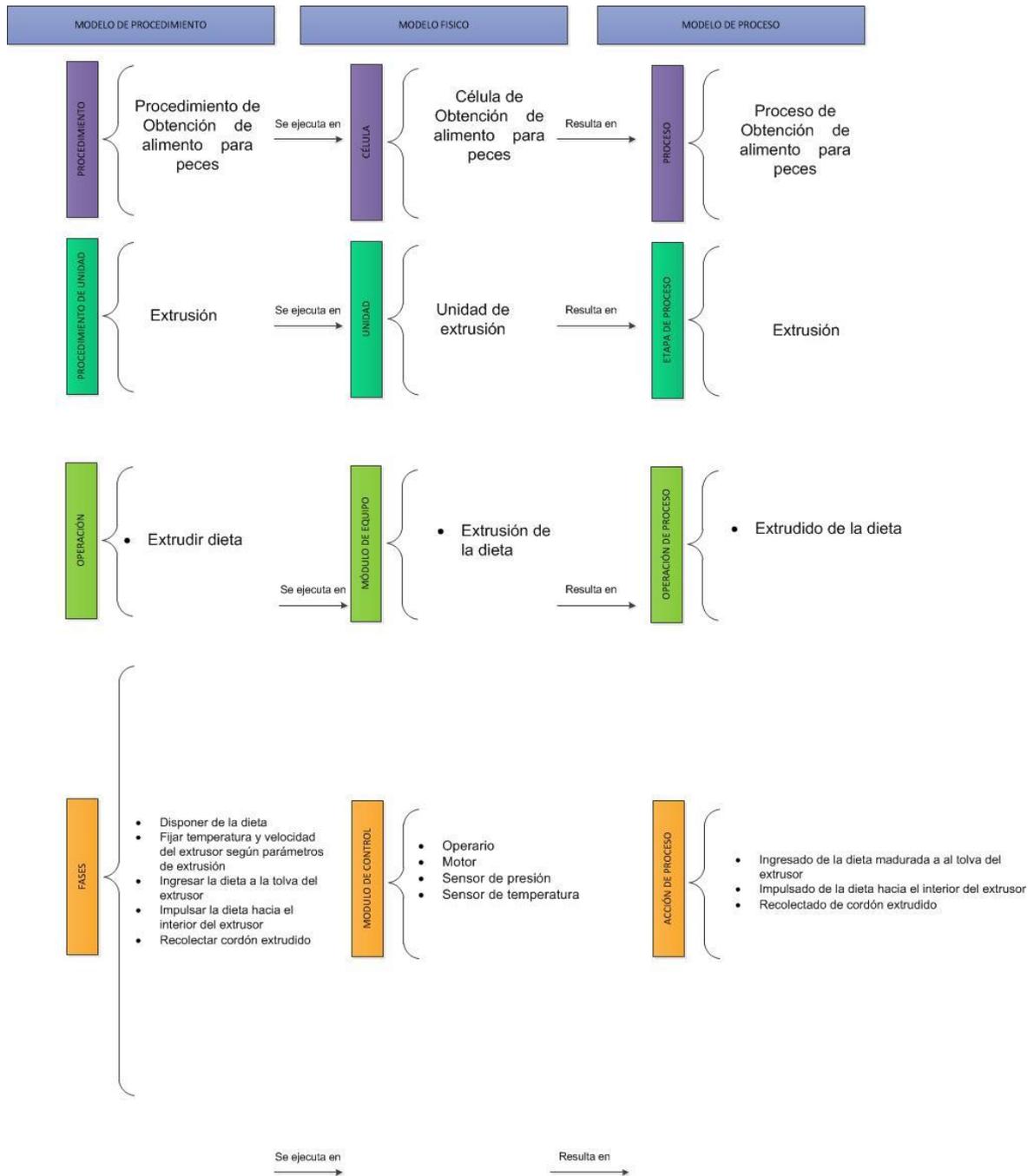
Elaboración propia, Agosto de 2015.

**Figura 17 Relación modelos ISA S88.01 procedimiento de unidad formular la dieta del POAP a nivel de laboratorio**



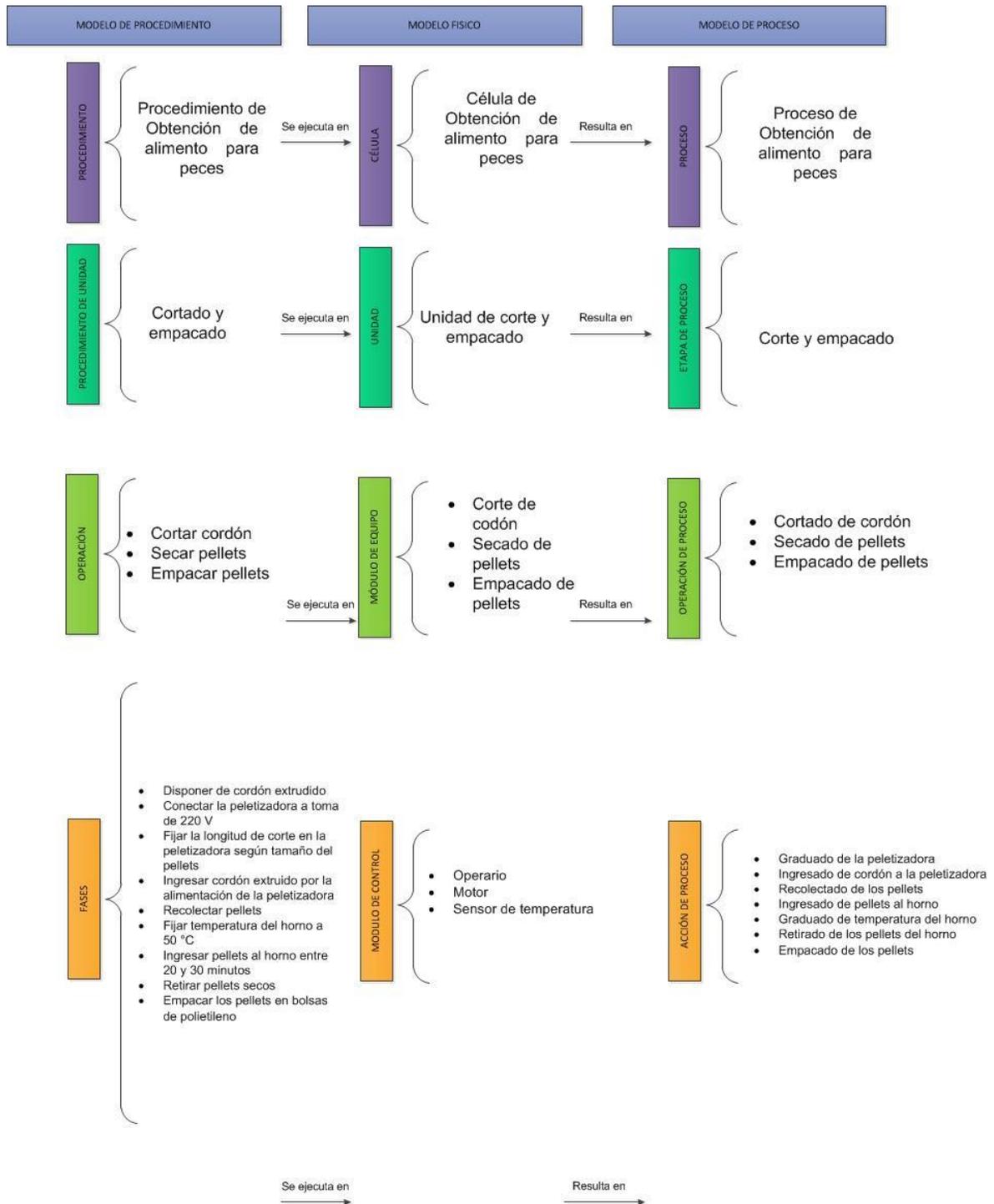
Elaboración propia, Agosto de 2015.

**Figura 18 Relación modelos ISA S88.01 procedimiento de unidad extrusión del POAP a nivel de laboratorio**



Elaboración propia, Agosto de 2015.

**Figura 19 Relación modelos ISA S88.01 procedimiento de unidad cortado y empaçado del POAP a nivel de laboratorio**



Elaboración propia, Agosto de 2015.

## **ANEXO C - REQUERIMIENTOS GENERALES Y REQUERIMIENTOS DE AUTOMATIZACIÓN DEL POAP A NIVEL DE LABORATORIO**

Luego de realizar el diagnóstico del POAP a nivel de laboratorio en el ítem 2.3 del trabajo de grado se evidenciaron requerimientos (generales, de automatización, de hardware) para el mejoramiento del proceso, a continuación se da solución a los requerimientos generales y de automatización. Los requerimientos de hardware no se desarrollan dado a que no es prioridad la adquisición de más equipos para el laboratorio, además de que no existen los recursos para este fin.

### **REQUERIMIENTOS GENERALES**

Los requerimientos generales hacen referencia a necesidades de ámbito general que se deben de tener en cuenta para el mejoramiento del proceso a nivel de laboratorio, el requerimiento RG1 (realizar la documentación actualizada, formal y completa de todo el proceso), se hizo en los ítems 1.6 y 1.7 del trabajo de grado. A continuación se da solución a los requerimientos generales RG2, RG3 y RG4.

**RG2** (realizar un formato formal de planeación de la ejecución de las etapas del proceso que garantice la disponibilidad de equipos y el buen desarrollo del proceso)

**Tabla 1 Formato formal de planeación de la ejecución de las etapas del POAP a nivel de laboratorio**

	<b>Formato de planeación de la ejecución de las etapas del POAP</b> <b>ASUBAGROIN</b>	Versión: 01
		Fecha: 10 / 08 /2015
		Realizado: Carlos Erazo Cesar Sánchez

Etapa de proceso
------------------

<input type="checkbox"/> Ensilaje <input type="checkbox"/> Desengrasado y secado del ensilaje <input type="checkbox"/> Formulación de la dieta <input type="checkbox"/> Extrusión <input type="checkbox"/> Corte y empacado
---

Fecha de ejecución de la etapa:     /     /
Investigador encargado:

Equipos requeridos					
Nombre	Cantidad	Localización	Disponible	SI	NO
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materias primas e insumos requeridos					
Nombre	Cantidad	Localización	Disponible	SI	NO
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Elaboración propia, Agosto de 2015.**

**RG3** (realizar formatos estándar para el seguimiento y registro de los parámetros (humedad, proteínas, masa, porcentaje de aceite, etc) y anomalías del proceso)

**Tabla 2** Formato estándar para el seguimiento y registro de los parámetros de las etapas del proceso

	<b>Formato de seguimiento y registro de los parámetros POAP ASUBAGROIN</b>	Versión: 01
		Fecha: 10 / 08 /2015
		Realizado: Carlos Erazo Cesar Sánchez

Fecha de ejecución:     /     /
Investigador encargado:

Operación de proceso		
Parámetro a medir	Cantidad	Anotación

Operación de proceso		
Parámetro a medir	Cantidad	Anotación

Operación de proceso		
Parámetro a medir	Cantidad	Anotación

Operación de proceso		
Parámetro a medir	Cantidad	Anotación

Operación de proceso		
Parámetro a medir	Cantidad	Anotación

Operación de proceso		
Parámetro a medir	Cantidad	Anotación

Elaboración propia, Agosto de 2015.



**RG4** (realizar un formato de control de inventario de materias primas e insumos)

**Tabla 4** Formato de control de inventario de materias primas e insumos del POAP a nivel de laboratorio

	<b>Formato de control de materias primas e insumos del POAP</b> <b>ASUBAGROIN</b>	Versión: 01
		Fecha: 10 / 08 /2015
		Realizado: Carlos Erazo Cesar Sánchez

Registro y control de inventario
----------------------------------

Fecha de la ejecución:     /     /
Investigador encargado:

Materias primas e insumos
---------------------------

Entrada				
No	Fecha	Nombre de materia o insumo	Cantidad	Proveedor

Salida				
No	Fecha	Nombre de materia o insumo	Cantidad	Demandante

Existencia			
No	Fecha	Nombre de materia o insumo	Cantidad

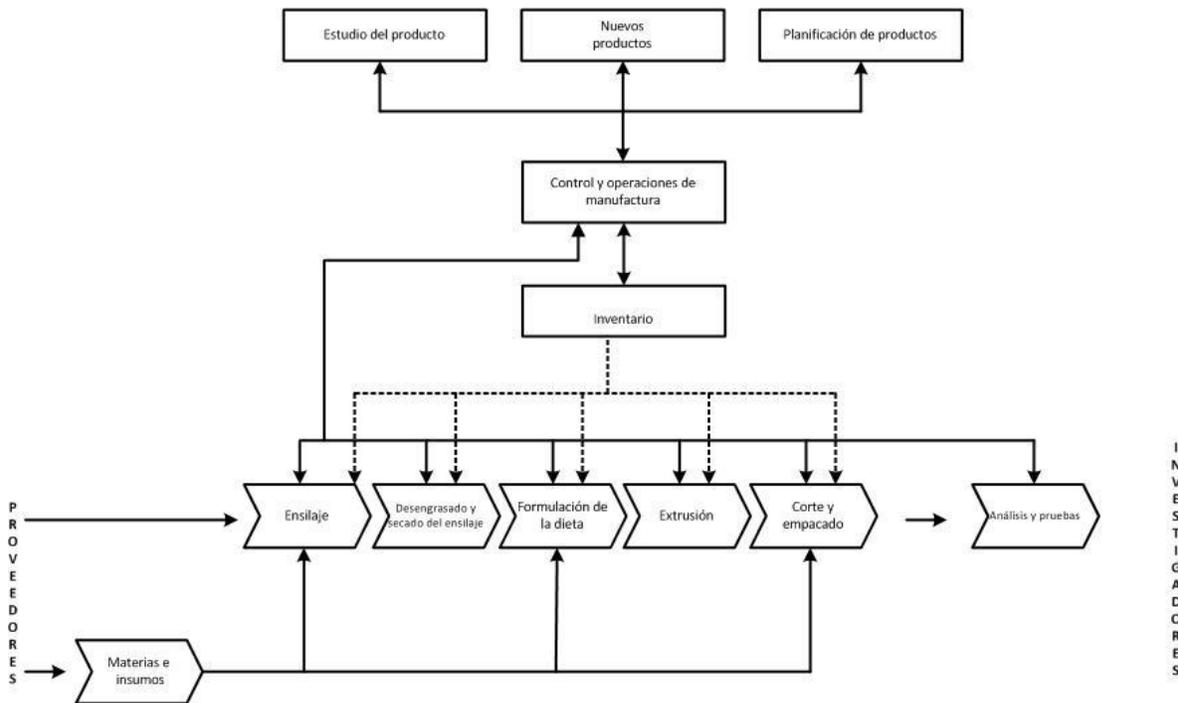
Elaboración propia, Agosto de 2015.

## REQUERIMIENTOS DE AUTOMATIZACIÓN

Los requerimientos de automatización hacen referencia a necesidades de automatización que se deben tener en cuenta para el mejoramiento del proceso a nivel de laboratorio, los requerimientos RA2 (realizar el diagrama PFD a nivel de laboratorio con base a ISA S5.1) y RA3 (modelar el proceso POAP a nivel de laboratorio con ISA S88.01.) se hizo en los ítems 2.1 y 2.2 del trabajo de grado respectivamente. A continuación se da solución a los requerimientos generales RA1 y RA4.

RA1 (diseñar la cadena de valor para el proceso POAP a nivel de laboratorio)

Figura 20 Cadena de valor para el proceso POAP a nivel de laboratorio



Elaboración propia, Agosto de 2015.

RA4 (identificar las variables de proceso (manipuladas, controladas y de disturbio) de los equipos principales)

**Tabla 5 Variables (manipuladas, controladas y de disturbio) presentes en las operaciones sobre los equipos principales**

<b>Equipos principales</b>	<b>Variable manipulada</b>	<b>Variable controlada</b>	<b>Variable de disturbio</b>
Cuarto de temperatura	○ Temperatura	○ Temperatura	○ Flujo eléctrico ○ Temperatura ambiente
Separador liquido – liquido	○ Frecuencia	○ Velocidad	○ Flujo eléctrico ○ Obstrucción del equipo
Horno de circulación de aire	○ Flujo de aire	○ Temperatura	○ Flujo eléctrico ○ Temperatura ambiente
Mescladoras	○ Frecuencia	○ Velocidad	○ Flujo eléctrico
Extrusor	○ Frecuencia ○ Flujo de circulación de agua ○ Flujo de corriente	○ Velocidad ○ Temperatura ○ Presión	○ Flujo eléctrico ○ Desconfiguración del software del extrusor ○ Temperatura ambiente
Peletizadora	○ Frecuencia	○ velocidad	○ Flujo eléctrico ○ Perdida de filo de las cuchillas

Fuente propia, Agosto de 2015.

## **ANEXO D - SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL POAP A NIVEL INDUSTRIAL**

La selección de los equipos para la planta procesadora de alimentos (PPA) se hizo a partir de cotizaciones realizadas a diferentes proveedores, a continuación se listan los cinco (5) equipos principales del proceso de obtención de alimento (POAP) a nivel industrial. Para cada clase de equipo se presentan tres candidatos posibles con sus respectivas características, luego de presentar las principales características se realiza una tabla para cada equipo dándole el puntaje a cada una de los criterios de selección (costo, fabricante y flexibilidad) de dicho equipo. Para el costo se utiliza un método matemático planteado en el ítem 3.2 del trabajo de grado y el máximo valor que puede tomar es 40 puntos. Para el fabricante se tuvieron en cuenta tres criterios de evaluación (trayectoria en el mercado, confiabilidad, certificaciones), cada uno de estos criterios puede tomar un puntaje

hasta de 10 puntos, sumando así un puntaje máximo de 30 para fabricante. Para la flexibilidad se tiene en cuenta el tipo de materias primas a procesar y funciones adicionales del equipo, el puntaje que puede tomar va hasta 30 puntos.

## **MOLINO**

Equipo cuyo fin es permitir la reducción de tamaño de las partículas de las harinas y la obtención de un producto de diámetro y tamaño definido. La fineza de las partículas depende de la edad del animal al cual se va a suministrar el alimento.

### **PRIMERA COTIZACIÓN: MOLINO PULVERIZADOR MARCA PULVEX**

**MODELO: 400 PP (STD.)**

**FABRICANTE: MAQUINARIA Y PROCESOS PULVEX SA**

**VALOR SIN IVA: \$ 12.377 USD**

#### **Especificaciones:**

- Material a elegir entre: acero al carbón, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316; las versiones pueden ir totalmente (todo excepto el motor) o partes (todo lo que entra en contacto con el producto).
- Rendimiento de 580 a 940 kg/h aproximadamente esto dependerá del producto, finura deseada y dosificación.
- Sistema de molienda turbina de 6 aspas en fundición de acero, con insertos (cuchillas) dentados intercambiables y de doble vida desmontables.
- Motor de 29.83 kW.
- Cámara de molienda fabricada en fundición de acero inoxidable con un diámetro de 40 cm y un fondo de 13 cm. la tapa gira sobre bisagras y cierra herméticamente por medio del volante.
- Forro de molienda, coraza dentada de acero con forma de media luna desmontable en la parte superior de la cámara de molienda.
- Cribas intercambiables con forma de media luna en acero (se suministran tres (3); se colocan en la parte inferior de la cámara de molienda con dispositivos sujetadores (zapatitas) las medidas a elección del cliente.

- Chumacera abridada en fundición de acero, independiente de la carcasa, para alojar los rodamientos (reforzados), separador, flecha del molino, y forma conjunto con los guardapolvos. la lubricación de los rodamientos es por medio de grasa.
- Montaje sobre caballete sencillo de ptr (perfil para fines estructurales) cuadrado tipo plancha perfil de primera calidad de acero incluye cubre bandas, rieles con tensores para el motor en acero y boca de respiración para una (1) manga filtro para capturar polvos y desalojar aire, patas en ptr cuadrado de acero con anclas.
- tolva de carga tipo pirámide invertida en acero, reforzada con compuerta ajustable para regular el flujo del producto hacia la entrada de la cámara de molienda y totalmente pulida por ambos lados
- tolva de descarga tipo rectangular acoplada directamente en el caballete y totalmente pulida por ambos lados

A continuación en la tabla 6 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el molino pulverizador marca PULVEX.

**Tabla 6 Ponderado molino pulverizador marca PULVEX**

Costo (Puntaje de 1 a 40)	Puntaje (x)	Fabricante (Puntaje de 1 a 30)	Puntaje	Flexibilidad (Puntaje de 1 a 30)	Puntaje
$X = - \left( \left( \left( \frac{12.377 * 100\%}{12.377} \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) \right) - 80 \right)$	40	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	10	El equipo es especializado en el molido de harinas para fabricar piensos.	25
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	9		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	9		
subtotal	40	subtotal	28	subtotal	25
<b>Puntaje total</b>					<b>93</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

## SEGUNDA COTIZACIÓN: MOLINO SUSPENDIDO EN ALTA PRESIÓN

MODELO: YGM75

**FABRICANTE: SHANGHAI ORIENTAL HEAUY INDUSTRY MACHINERY CO. LTD**

**VALOR SIN IVA: \$ 16.762 USD**

**Especificaciones:**

- Capacidad 0.4-3.1 (t/h).
- Potencia de motores 35.7 (kW).
- Dimensión 5000x4100x4850 (mm).
- Tamaño del producto final 0.613-0.033 (mm).
- Anillos diámetro exterior 865 (mm), altura 150 (mm).
- Rodillos cantidad 3 diámetro 260 (mm), altura 150 (mm).
- Equipamiento accesorios
- Trituradora de mandíbula 150\*250, potencia de motor 5.5 kW.
- Elevador 200\*8 m potencia de motor 3 kW.
- Alimentador gzf-1 potencia de motor 0.06 kW.
- Tablero de control eléctrico.

A continuación en la tabla 7 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el molino suspendido en alta presión.

**Tabla 7 Ponderado molino suspendido en alta presión**

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = - \left( \left( \left( \frac{16.762 * 100\%}{12.377} \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) \right) - 80 \right)$	25	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	7	El equipo permite procesar las materias primas del POAP, el tamaño final de las materias primas está ente 0.613 y 0.033 (mm).	27
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	6		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	9		
subtotal	25	subtotal	22	subtotal	27
				<b>Puntaje total</b>	<b>74</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

## TERCERA COTIZACIÓN: MOLINO DE MARTILLOS

MODELO: SIN REFERENCIA

FABRICANTE: INDUSTRIAS WASVELT LTDA

VALOR SIN IVA: \$ 17.678 USD

### Especificaciones:

- Potencia (kW): 55
- Capacidad (ton/h): 2,8-10
- Peso neto (kg): 1.500
- Diámetro del rotor (mm): 720
- Ancho recamara (mm): 500
- Velocidad rotatoria (rpm): 2.980
- Numero de martillos (pcs): 96

A continuación en la tabla 8 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el molino de martillos.

Tabla 8 Ponderado molino de martillos

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = - \left( \left( \frac{17.678 * 100\%}{12.377} \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) - 80 \right)$	23	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	6	El equipo permite manipular las materias primas requeridas en el proceso.	20
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	7		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	7		
subtotal	23	subtotal	20	subtotal	20
<b>Puntaje total</b>					<b>63</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

## MEZCLADORA

Equipo que se utiliza para la distribución uniforme de los componentes de la mezcla y lograr una dieta homogénea.

## PRIMERA COTIZACIÓN: MEZCLADORA ROTATIVA AL VACÍO

MODELO: SIN REFERENCIA

FABRICANTE: CENTRICOL LTDA

VALOR SIN IVA: \$ 22.610 USD

### Especificaciones:

- Capacidad de 150 kilogramos
- Tanque en acero inoxidable, horizontal de 50cm diámetro x 75cm de profundidad.
- Sistema de rotación de 0 a 100 rpm con variador de velocidad.
- Moto reductor trifásico de 1.49 kW.
- Sistema de aspersión automático de 2 boquillas de 1 a 8 l/min.
- Todo el sistema contará con panel de control principal para variables como vacío, velocidad y aspersión.

A continuación en la tabla 9 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para la mezcladora rotativa al vacío.

Tabla 9 Ponderado mezcladora rotativa al vacío

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = - \left( \left( \left( \frac{22.610 * 100\%}{9.939} \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) \right) - 80 \right)$	-11	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	4	El equipo permite mezclar las materias primas requeridas en el proceso.	23
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	3		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	5		
subtotal	-11	subtotal	12	subtotal	23
<b>Puntaje total</b>					<b>24</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

## SEGUNDA COTIZACIÓN: MEZCLADORA HORIZONTAL

MODELO: MH 500/300

**FABRICANTE: MAQUINARIA Y PROCESOS PULVEX SA**

**VALOR SIN IVA: \$ 9.939 USD**

**Especificaciones:**

- Capacidad de 500 kilogramos con densidad 1:1
- Materia a elegir entre acero al carbón, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, las versiones pueden ir totalmente (todo excepto el motor) o partes (todo lo que entra en contacto con el producto).
- Sistema de mezclado ribbon blender, sistema electromotriz de impulsión doble a través del elemento mezclador con flecha de 2" en acero, cinta interior de 5/16" x 1 ½" en solera de acero y cinta exterior de "3/8 x 2" en solera de acero
- Motor marca US trifásico, transmisión por medio de catarina y cadena de rodillos.
- Artesa fija en acero calibre 12.
- Tapa plana en acero con perillas y empaques sanitarios para un sellado hermético.
- Chumaceras embaladas y pre-lubricadas con diámetro interior de 2".
- Dimensiones generales frente: 88" aprox. Fondo: 55" aprox. Altura: 92" aprox.
- Medidas modificables según necesidades del cliente.

A continuación en la tabla 10 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para la mezcladora horizontal.

**Tabla 10 Ponderado mezcladora horizontal**

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = \left( \left( \frac{9.939 * 100\%}{9.939} \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) \right) - 80$	40	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	10	El equipo realiza el mezclado de las materias primas a través del sistema electromotriz de	25
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	9		

		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	9	impulsión doble a través del elemento mezclador	
subtotal	40	subtotal	28	subtotal	25
<b>Puntaje total</b>					<b>93</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

### TERCERA COTIZACIÓN: MEZCLADORA DE ASPAS

**MODELO: SIN REFERENCIA**

**FABRICANTE: INDUSTRIAS WASVELT LTDA**

**VALOR SIN IVA: \$ 10.708 USD**

#### Especificaciones:

- Capacidad 500 kg
- Material Acero al carbón
- Potencia 11 kW
- Peso neto 2,200 kg
- Tiempo 60 a 180 segundos/batch
- Velocidad rotatoria 43 rpm

A continuación en la tabla 11 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para la mezcladora de aspas.

**Tabla 11 Ponderado mezcladora de aspas**

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = -\left(\left(\frac{10.708 * 100\%}{9.939}\right) * \left(\frac{40}{100\%}\right) - 80\right)$	37	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	6	El equipo realiza el mezclado de las materias primas necesaria para el proceso	23
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	7		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	7		
subtotal	37	subtotal	20	subtotal	23
<b>Puntaje total</b>					<b>80</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

## **EXTRUSOR**

Equipo que se utiliza para someter la dieta a un calentamiento bajo presión y mezclarla, haciéndola pasar a través de un sistema de tornillos y una boquilla o dado que le da la forma deseada (cordón), al final del extrusor va una cuchilla que corta el cordón en trozos pequeños (pellets).

### **PRIMERA COTIZACIÓN: DOUBLE SCREW EXTRUDER LTA85**

**MODELO: LTA85**

**FABRICANTE: SHANDONG LIGHT M&E CO, LTD**

**VALOR SIN IVA: \$ 49.500 USD**

#### **Especificaciones:**

- Capacidad: 800-1000 Kg/h.
- Dimensión: 5420 \* 2300 \* 2900 mm.
- Alta capacidad de alimentación de la tolva, velocidad de frecuencia variable, dos etapas de mezcla.
- Doble eje diferencial acondicionador, disponible para vapor pre-cocinar.
- Face slide lineal sistema de corte frecuencia variable
- Los barriles Square diseñados únicos resistentes y duraderos.
- Tornillos modulares con ranura circular, disponible para diferentes aplicaciones de extrusión.
- Sistema de calentamiento de vapor que garantiza el más eficiente continuo y estable calentamiento.
- Dispositivos electrónicos de fama mundial utilizados en la caja del controlador asegurando el proceso de extrusión perfecto.
- Motor principal de SIEMENS (CHINA) 90kW.

A continuación en la tabla 12 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el extrusor double screw extruder LTA85.

**Tabla 12 Ponderado double screw extruder LTA85**

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = - \left( \left( \frac{49.500 * 100\%}{49.500} \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) - 80 \right)$	40	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	6	El equipo permite extrudir la mezcla a través de tornillos con diferentes aplicaciones de extrusión, velocidad de frecuencia variable.	25
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	5		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	8		
subtotal	40	subtotal	19	subtotal	25
<b>Puntaje total</b>					<b>84</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

## SEGUNDA COTIZACIÓN: EXTRUSOR

**MODELO: EX 1000**

**FABRICANTE: EXTEEC MÁQUINAS**

**VALOR SIN IVA: \$ 288.775 USD**

### Especificaciones:

- Modelo EX 1000 con estructura, panel eléctrico, cámaras de refrigeración, silo, tapas laterales y compartimiento de salida.
- fabricados totalmente en acero inoxidable.
- Accionada por motor eléctrico trifásico de 100 hp (75 kW), con velocidad variable por inversor de frecuencia.
- Sistema de corte con rotación variable, accionado por motor eléctrico trifásico e inversor de frecuencia Weg de 3.73 kW.
- Panel eléctrico con componentes de primera línea, no necesita vapor.
- Cañón del extrusor sistema monobloc con intercambio rápido de las boquillas.

- Tornillos y camisas moduladas con tratamiento térmico, lo que permite el montaje de varias configuraciones dependiendo de la necesidad de la extrusión requerida.

A continuación en la tabla 13 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el extrusor modelo ex 1000.

**Tabla 13 Ponderado extrusor modelo ex 1000**

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = - \left( \left( \left( \frac{288.775 * 100\%}{49.500} \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) \right) - 80 \right)$	-153	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	7	El equipo permite extrudir la mezcla del con una velocidad de frecuencia variable, sistema de corte con rotación variable	23
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	8		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	8		
subtotal	-153	subtotal	23	subtotal	23
<b>Puntaje total</b>					<b>-107</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

### **TERCERA COTIZACIÓN: INSTA-PRO MS3000 EXTRUDER**

**MODELO: MS3000**

**FABRICANTE: INSTA-PRO INTERNATIONAL**

**VALOR SIN IVA: \$ 120.892 USD**

#### **Especificaciones:**

- Capacidad: 850-1000kg / h
- Dimensión: 343 largo x203 ancho x267 (cm) alto
- Potencia de motor 125 hp (93 kW)
- Peso 2640 kg
- Variedad de tamaños de pellets y formas
- Pellet uniforme de alta calidad
- Operación simple y de puesta en marcha fácil
- Diseño confiable y robusto para aplicaciones de mediano y bajo volumen

- Un 43% menos de humedad para remover

A continuación en la tabla 14 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el extrusor insta-pro MS3000 extruder.

Tabla 14 Ponderado extrusor insta-pro MS3000 extruder

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = - \left( \left( \left( \frac{120.775 * 100\%}{49.500} \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) \right) - 80 \right)$	-18	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	8	El equipo permite extrudir entregando el producto final con un 43% menos de humedad para remover, variedad de tamaños de pellets y formas	25
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	8		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	7		
subtotal	-18	subtotal	23	subtotal	25
<b>Puntaje total</b>					<b>30</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

## SECADOR

Tiene como fin reducir el contenido en humedad de los pellets tras su extrusión y posterior corte de niveles humedad desde 26% hasta 8%, siendo este último el valor final ideal del contenido de humedad del producto terminado.

### PRIMERA COTIZACIÓN: SECADOR MARCA SHENDE-ANDRITZ

**MODELO: SDURS220**

**FABRICANTE: INDUSTRIAS HD SAS**

**VALOR SIN IVA: \$ 103.360 USD**

### Especificaciones:

- sin especificaciones

A continuación en la tabla 15 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el secador modelo SDURS220.

**Tabla 15 Ponderado secador modelo SDURS220**

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = - \left( \left( \left( \frac{103.360 * 100\%}{24.920} \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) \right) - 80 \right)$	-86	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	7	El equipo permite secar varios tipos de piensos	20
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	6		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	6		
subtotal	-86	subtotal	19	subtotal	20
<b>Puntaje total</b>					<b>-47</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

## SEGUNDA COTIZACIÓN: SECADOR MESH BELT-TYPE FEED PELLETS DRYER

**MODELO: DLWD10**

**FABRICANTE: HENAN KINGMAN M&E COMPLETE PLANT CO. LTD (KMEC)**

**VALOR SIN IVA: \$ 24.920 USD**

### Especificaciones:

- Capacidad de 1 ton/h
- Ancho de la correa de malla 1m
- Longitud de la sección de secado 6m
- Longitud de la sección de alimentación 1m
- Área de secado 18 m<sup>2</sup>
- Capacidad de carga 90-200 Kg / m<sup>2</sup>
- Temperatura de la operación menor o igual a 400 C °
- Intensidad de evaporación agua 5-20kg / m<sup>2</sup>.h
- Velocidad de carrera 0.06-1m / min
- Potencia de transmisión 3 kW

- Ventilador de tiro inducido 7.5 kW
- Ciclón 1.5kW
- Humedad original de gránulos 18 % - 21 %
- Terminado la humedad de los pellets 8 % -10 %

A continuación en la tabla 16 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el secador modelo DLWD10.

**Tabla 16 Ponderado del secador modelo DLWD10**

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = - \left( \left( \left( \frac{24.920 * 100\%}{24.920} \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) \right) - 80 \right)$	40	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	7	El equipo permite enfriar varios tipos de piensos con una humedad de entrada del pellet de 18 % - 21 % terminado con una humedad del pellet del 8 % -10 %	28
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	6		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	5		
subtotal	40	subtotal	18	subtotal	28
<b>Puntaje total</b>					<b>86</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

### **TERCERA COTIZACIÓN: SECADOR**

**MODELO: SIN REFERENCIA**

**FABRICANTE: INDUSTRIAS WASVELT LTDA**

**VALOR SIN IVA: \$ 89.027 USD**

#### **Especificaciones:**

- sin especificaciones

A continuación en la tabla 17 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el secador

**Tabla 17 Ponderado secador**

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = - \left( \left( \frac{89.027 * 100\%}{24.920} \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) - 80 \right)$	-63	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	6	El equipo permite secar varios tipos de piensos	20
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	7		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	7		
subtotal	-63	subtotal	20	subtotal	20
<b>Puntaje total</b>					-23

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

## ENFRIADOR

Este equipo deberá reducir la temperatura de los pellets provenientes del secador con el objetivo que al empacar el producto este a temperatura ambiente y no se generen hongos.

### PRIMERA COTIZACIÓN: ENFRIADOR DE CONTRAFLUJO

**MODELO: SIN REFERENCIA**

**FABRICANTE: INDUSTRIAS HD SAS**

**VALOR SIN IVA: \$ 10.336 USD**

#### Especificaciones:

- Capacidade de 500 a 1000 kg/h
- Potencia de 1.1 kW
- Con contraflujo

A continuación en la tabla 18 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el enfriador de contraflujo.

**Tabla 18 Ponderado del enfriador de contraflujo**

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
-------	-----------------------	------------	-------------------	--------------	-------------------

$X = - \left( \left( \left( \frac{10.336 * 100\%}{6.508} \right) \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) - 80 \right)$	16	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	7	El equipo permite enfriar una varios tipos de piensos	15
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	6		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	6		
subtotal	16	subtotal	19	subtotal	15
<b>Puntaje total</b>					<b>50</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

## SEGUNDA COTIZACIÓN: ENFRIADOR DE CONTRAFLUJO

**MODELO: SIN REFERENCIA**

**FABRICANTE: INDUSTRIAS WASVELT LTDA**

**VALOR SIN IVA: \$ 9.977 USD**

### Especificaciones:

- Potencia del alimentador 0.55 kW
- Potencia del distribuidor 0.55 kW
- Potencia del sistema hidráulico 0.75 kW
- Peso neto 1,300 kg
- Capacidad 5 ton/h
- Tiempo de enfriado 6-10 min aproximadamente
- Temperatura después enfriado (C): 3 a 5 °C más temperatura ambiente.

A continuación en la tabla 19 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el enfriador de contraflujo.

**Tabla 19 Ponderado del enfriador de contraflujo**

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
$X = - \left( \left( \left( \frac{9.977 * 100\%}{6.508} \right) \right) * \left( \frac{40}{100\%} \right) - 80 \right)$	18	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a 10)	6	El equipo permite enfriar una varios tipos de piensos a una temperatura de enfriado de 3 a 5 °C	25
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	7		

		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	7	utilizando de 6 a 10 minutos	
subtotal	18	subtotal	20	subtotal	25
<b>Puntaje total</b>					<b>63</b>

Elaboración propia, Septiembre de 2015.

### TERCERA COTIZACIÓN: ENFRIADOR DE CONTRAFLUJO

**MODELO: SKLN 11**

**FABRICANTE: HENAN KINGMAN M&E COMPLETE PLANT CO. LTD (KMEC)**

**VALOR SIN IVA: \$ 6.508 USD**

#### Especificaciones:

- Potencia 0.75 kW
- Capacidad de 1 ton/h
- KLN11 está diseñado profesionalmente para enfriar los gránulos de salida de 70 a 90 °C a la temperatura ambiente.
- Los gránulos enfriados pueden ser empacados y almacenados directamente.
- Tiene las características de bajo costo, el consumo, alta fácil operación eficiente y el mantenimiento, etc.
- La máquina consta de cuadro, bolsa de aire de alimentación, compartimiento de almacenaje, sistema de descarga, tamiz vibrante clasificar etc.

A continuación en la tabla 20 se presentan los puntajes asignados a los criterios de selección (costos, fabricante, flexibilidad) para el enfriador de contraflujo modelo SKLN 11.

**Tabla 20 Ponderado del enfriador de de contraflujo modelo SKLN 11**

Costo	Puntaje de 1 a 30 (x)	Fabricante	Puntaje de 1 a 30	Flexibilidad	Puntaje de 1 a 30
X	40	Trayectoria en el mercado (puntaje de 1 a	7	El equipo permite enfriar una varios tipos	23

$= - \left( \left( \left( \frac{6.508 * 100\%}{6.508} \right) \right) \right)$ $* \left( \frac{40}{100\%} \right) - 80$		10)		de piensos desde una temperatura de 90 °C hasta temperatura ambiente	
		Confiabilidad (puntaje de 1 a 10)	6		
		Certificaciones (puntaje de 1 a 10)	5		
subtotal	40	subtotal	18	subtotal	23
<b>Puntaje total</b>					<b>81</b>

**Elaboración propia, Septiembre de 2015.**

En la tabla 21 se presenta el consolidado de todas las cotizaciones realizadas de los cinco (5) clase de equipos (molino, mezcladora, extrusor, secador, enfriador). Para cada clase de equipo se presentan tres candidatos los cuales tienen un puntaje para cada una de los criterios de selección (costo, flexibilidad, fabricante), se hace una suma de los puntajes para cada equipo y se escoge el equipo de mayor puntaje de entre los tres candidatos, este procedimiento se hace para las cinco (5) clases de equipos.

Tabla 21 Selección de equipos del POAP a nivel industrial

Equipo		Costo USD	P	Flexibilidad	P	Fabricante	P	Puntaje Total
Molino	MOLINO PULVERIZADOR MARCA PULVEX MODELO 400 PP (STD)	\$ 12.377	40	Si	25	MAQUINARIA Y PROCESOS PULVEX SA	28	93
	MOLINO SUSPENDIDO EN ALTA PRESIÓN MODELO YGM75	\$ 16.762	25	Si	27	SHANGHAI ORIENTAL HEAUY INDUSTRY MACHINERY CO. LTD	22	74
	MOLINO DE MARTILLOS	\$ 17.678	23	Si	20	INDUSTRIAS WASVELT LTDA	20	63
Mezcladora	MEZCLADORA ROTATIVA AL VACÍO	\$ 22.610	-11	Si	23	CENTRICOL LTDA	12	24
	MEZCLADORA HORIZONTAL MODELO MH 500/300	\$ 9.939	40	Si	25	MAQUINARIA Y PROCESOS PULVEX SA	28	93
	MEZCLADORA DE ASPAS	\$ 10.708	37	Si	23	INDUSTRIAS WASVELT LTDA	20	80
Extrusor	DOUBLE SCREW EXTRUDER LTA85	\$ 49.500	40	Si	25	SHANDONG LIGHT M&E CO,LTD	19	84
	EXTRUSOR MODELO EX 1000	\$ 288.775	-153	Si	23	EXTEEC MÁQUINAS	23	-107
	INSTA-PRO MS3000 EXTRUDER	\$ 120.892	-18	Si	25	INSTA-PRO INTERNATIONAL	23	30
Secador	SECADOR MARCA SHENDE-ANDRITZ	\$ 103.360	-86	Si	20	INDUSTRIAS HD SAS	19	-47
	SECADOR MESH BELT-TYPE FEED PELLETS DRYER	\$ 24.920	40	Si	28	HENAN KINGMAN M&E COMPLETE PLANT CO. LTD (KMEC)	18	86
	SECADOR	\$ 89.027	-63	Si	20	INDUSTRIAS WASVELT LTDA	20	-23
Enfriador	ENFRIADOR DE CONTRAFLUJO	\$ 10.336	16	Si	15	INDUSTRIAS HD SAS	19	50
	ENFRIADOR DE CONTRAFLUJO	\$ 9.977	18	Si	25	INDUSTRIAS WASVELT LTDA	20	63
	ENFRIADOR DE CONTRAFLUJO MODELO SKLN 11	\$ 6.508	40	Si	23	HENAN KINGMAN M&E COMPLETE PLANT CO. LTD (KMEC)	18	81

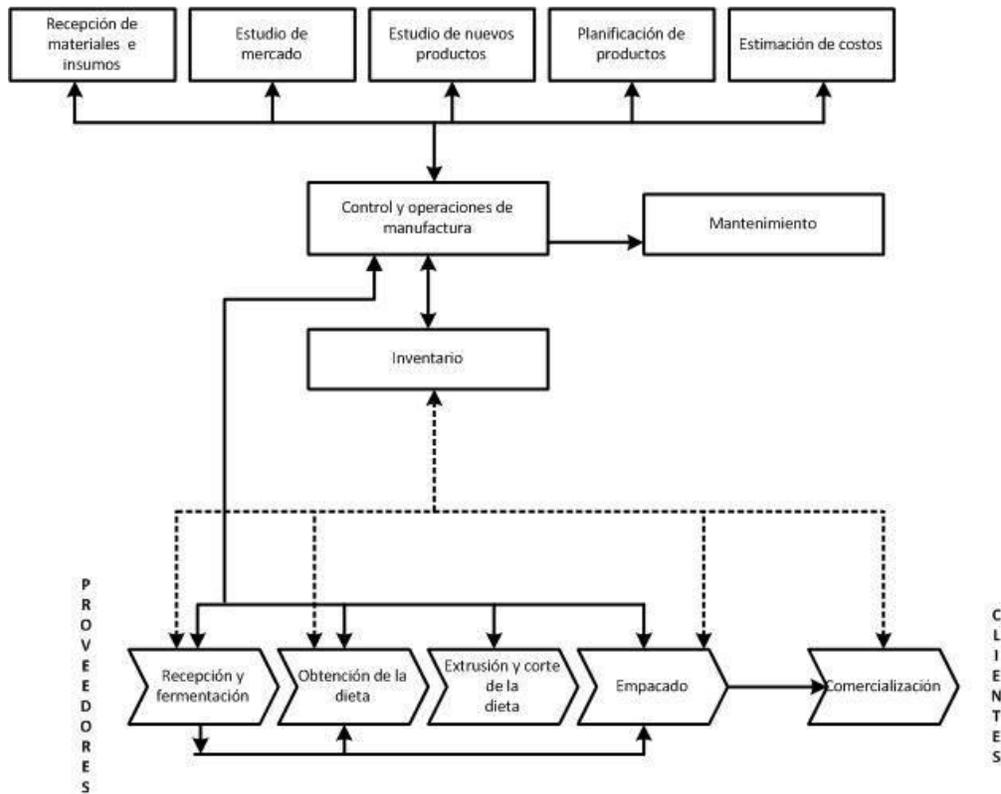
Elaboración propia, Septiembre 2015

## **ANEXO E – CADENA DE VALOR DEL POAP A NIVEL INDUSTRIAL**

Para Michael Porter, la ventaja competitiva no puede ser comprendida observando una organización como un todo, sino a través de la identificación de las distintas actividades que desarrolla [2]. La cadena de valor se entiende como una forma de análisis y evaluación de todas las funciones de la actividad empresarial, mediante las cuales se divide una empresa en sus partes constitutivas (producción, marketing, investigación y desarrollo, recursos humanos, sistema de información y la infraestructura), buscando identificar fuentes de ventajas competitivas en aquellas actividades generadoras de valor [2] [3].

Según las definiciones anteriores se propuso la cadena de valor para la planta procesadora de alimento (PPA), en la figura 21 se presenta la cadena de valor de la siguiente manera: en los primeros bloques se encuentran las actividades de apoyo: recepción de materiales e insumos, estudio de mercado, estudio de nuevos productos, planificación de productos, estimación de costos, control de operaciones de manufactura. En la parte de abajo se encuentra las actividades principales: recepción de materias e insumos, inventario, mantenimiento, transformación de las materias e insumos (recepción, fermentación de ensilaje, obtención de proteína, extrusión de la dieta, corte y empaçado), comercialización.

**Figura 21 Cadena de valor de la planta procesadora de alimento**



Elaboración propia, Septiembre de 2015

## **ANEXO F – INFORME VISITA TÉCNICA A LA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTO PARA PECES “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA.**

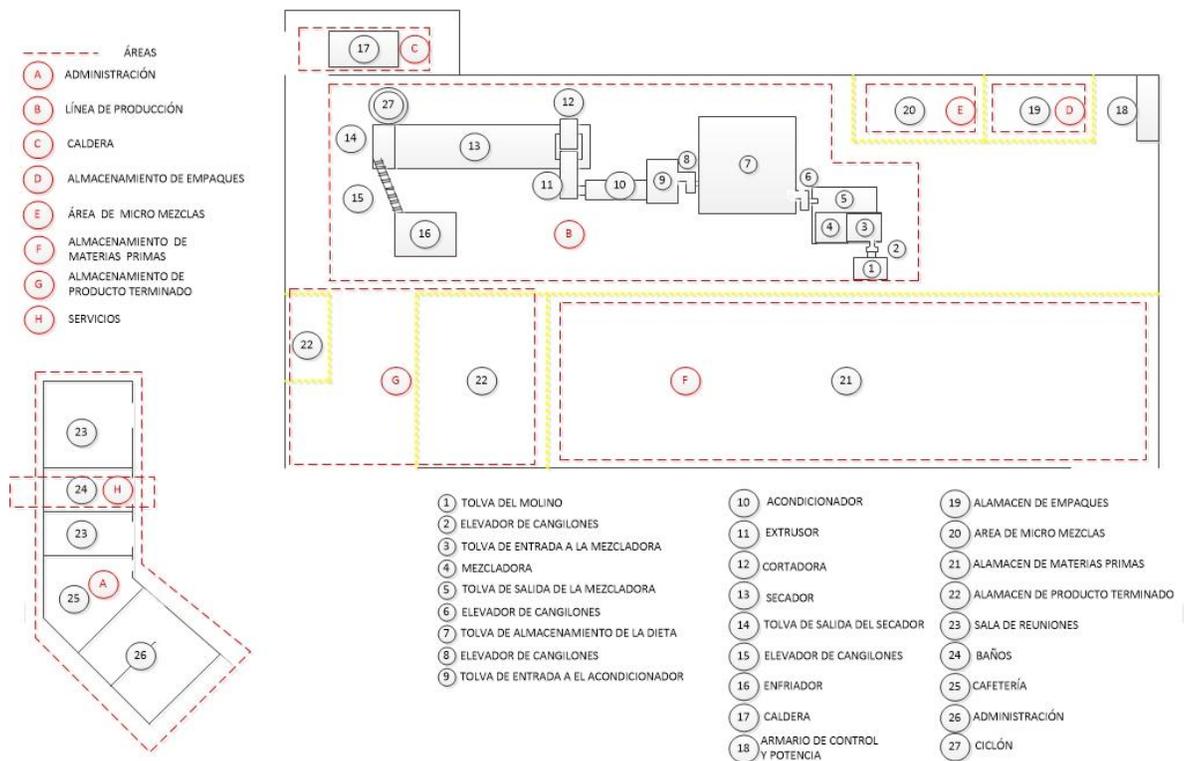
Se realizó una visita técnica el 19 de Octubre de 2015 a la planta procesadora de alimento para peces “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” ubicada en Garzón-Huila, con el objetivo de conocer el proceso de producción de alimento para peces, para la cual se planeó y clasificó con anterioridad la información que se deseaba conocer tras la visita técnica.

A continuación se presentan los puntos desarrollados en la visita técnica.

# 1. Distribución de planta de la planta procesadora de alimento para peces "ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR S.A"

Se realizó un plano a mano alzada de la distribución en planta con el objetivo de identificar los equipos y el orden en que estaban organizados, se evidenció que la planta tienen una distribución por proceso y los recorridos que hace el operario son cortos, tienen ocho (8) áreas bien definidas: administración, línea de producción, caldera, almacenamiento de empaques, área de micro mezclas, almacenamiento de materias primas, almacenamiento de producto terminado y servicios (ver Figura 22).

Figura 22 Distribución de planta "ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA" GARZÓN (HUILA).



Elaboración propia, Octubre de 2015

## 2. Listado de equipos de la planta procesadora de alimentos "ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR S.A".

Se identificaron los equipos utilizados en el proceso y se levantó la siguiente información:

**Equipo:** nombre del equipo o referencia.

**Capacidad:** capacidad de producción del equipo.

**Descripción del control sobre el equipo:** se describe como se hace el control sobre el equipo y se identifica si es control (manual, lazo cerrado, feedback, feedforward, cascada).

**Módulos de control:** se lista la instrumentación adicional que tiene el equipo para su funcionamiento y control.

**Descripción del proceso en el equipo:** se describe como sucede la transformación de la materia prima.

**Fotos mínimo (4):** se toman fotos por cada uno de los ítems anteriores.

Tabla 22 Listado de equipos de la planta procesadora de alimentos "ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR S.A"

Equipo	Capacidad	Descripción del control sobre el equipo	Módulos de control	Descripción del proceso en el equipo	Fotos Min(4)
Molino de martillos	1 ton/h	Se hace un control de la corriente consumida por el motor, la cual no debe pasar los 100 A, para lo cual se manipula la apertura de una abertura que permite el flujo de material hacia el molino (control lazo cerrado por el operario sin instrumentación).	Moto de 5 Hp Ventana de entrada	Un operario introduce las materias primas a moler a la tolva de entrada del molino, éste operario manipula el tamaño de abertura de la entrada a través de un timón variando el flujo de entrada, es necesario mantener un flujo determinado de entrada debido a que si entra demasiada el motor se apaga producto del disparo del interruptor de protección, el material, molido se transporta a través de un sistema de cangilones hasta una tolva, la cual conduce a la alimentación de la mezcladora.	Figura 23
Mezcladora	400 Kg por batch	La mezcladora solo se prende al inicio de la jornada y se apaga cuando se termina de mezclar toda la dieta a procesar en la jornada, se controla la entrada de material con la apertura de una boquilla de salida, y el descargue de la mezcladora con la apertura de la boquilla de salida (control lazo abierto sin instrumentación).	Motor 3 Hp boquilla de entrada boquilla de salida	Un operario abre la boquilla de entrada del material molido permitiendo que la mezcladora se llene, luego cierra la boquilla de entrada, espera un tiempo de mezclado e introduce el aceite de pescado, espera otro tiempo de mezclado y vacía la mezcladora abriendo la boquilla de salida permitiendo salir la dieta, y repite el proceso llenando de nuevo la mezcladora.	Figura 24
Tolva de almacenamiento	10 toneladas	Se prende y apaga el motor de los cangilones para la entrada de material a la tolva, se prende y apaga el motor de salida de la tolva (control lazo abierto sin instrumentación).	Motor de salida 1.5 Hp	Un operario prende y apaga el motor de salida de la tolva para alimentar la tolva de entrada al sistema de acondicionamiento de la dieta.	Figura 25

<b>Extrusor</b>	500 Kg/h	Se prende y apaga los motores del acondicionador y el extrusor (control lazo abierto sin instrumentación).	4 motores del acondicionador Motor del extrusor 2 Válvula de entrada de vapor Válvula de entrada de agua al extrusor	Un operario llena la tolva de entrada del acondicionador de la dieta, el cual está compuesto por 4 motores y 4 cilindros los cuales: el primer cilindro es un sistema de transporte de la dieta hacia el segundo cilindro que es un acondicionador, el cual mezcla, calienta y humecta la dieta con vapor y transporta la dieta hacia el tercer cilindro, el cual sigue calentando y mezclando la dieta con vapor que circula a través de una chaqueta, y el cuarto cilindro transporta la dieta hacia el extrusor, éste mezcla y transporta la dieta hasta unos orificio por la cual sale a presión en forma de cordón.	Figura 26
<b>Cortador</b>	----	Se prende y apaga del motor, se puede fijar la velocidad de giro del motor permitiendo pellets más cortos o largos según requerimientos (control lazo abierto sin instrumentación).	Motor del cortador	Las cuchilla del cortador están pegadas a los orificios del extrusor, a medida que va saliendo la dieta extrudida, las cuchillas la van cortando en trozos pequeños (pellets).	Figura 27
<b>Secador</b>	1 ton/h	Se controla la temperatura de la resistencia (alto, medio, bajo), se abre o cierra la válvula de flujo de vapor, se controla la velocidad de la banda transportadora (control lazo abierto sin instrumentación).	Resistencias Ventilador centrífugo Motor banda transportadora	Los pellets son transportados por medio de una banda transportadora de malla, y se van secando por el flujo de aire caliente a través del secador, un operario controla la temperatura a través del encendido y apagado de un número determinado de resistencias, solo existen tres estados, alto, medio y bajo, además controla la velocidad de la banda transportadora.	Figura 28
<b>Enfriador</b>	1 ton/h	Se controla el prendido y apagado del ventilador centrífugo (control lazo abierto sin instrumentación).	Ventilador centrífugo	Los pellets son transportados desde el secador hasta una tolva de almacenamiento donde se secan a través de un ventilador centrífugo, un operario abre y cierra la boquilla de salida para llenar los sacos de alimento.	Figura 29
<b>Ciclón</b>	1 ton/h	Se controla el flujo de entrada de aire y partículas suspendidas (control lazo abierto sin instrumentación)	Ventilador centrífugo	Se recolecta el flujo de salida de aire caliente y partículas suspendidas que se desprenden de los pellets secos, este aire se llevan hasta un ciclón por medio de una tubería, en donde por fuerza centrífuga y por gravedad se separa el aire de las partículas, el aire sale por una tubería hacia el exterior y las partículas caen hacia el fondo del ciclón donde son recolectadas en un saco.	Figura 30

Elaboración propia, Octubre de 2015

**Figura 23 Molino de martillos “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA**



**Fuente propia, Octubre de 2015**

**Figura 24 Mezcladora “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA**



**Fuente propia, Octubre de 2015**

**Figura 25 Tolva de almacenamiento “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA**



**Fuente propia, Octubre de 2015**

**Figura 26 Extrusor “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA**



**Fuente propia, Octubre de 2015**

**Figura 27 Cortador “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA**



**Fuente propia, Octubre de 2015**

**Figura 28 Secador “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA**



**Fuente propia, Octubre de 2015**

**Figura 29 Enfriador “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA**



**Fuente propia, Octubre de 2015**

Figura 30 Ciclón “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR.SA” GARZÓN-HUILA

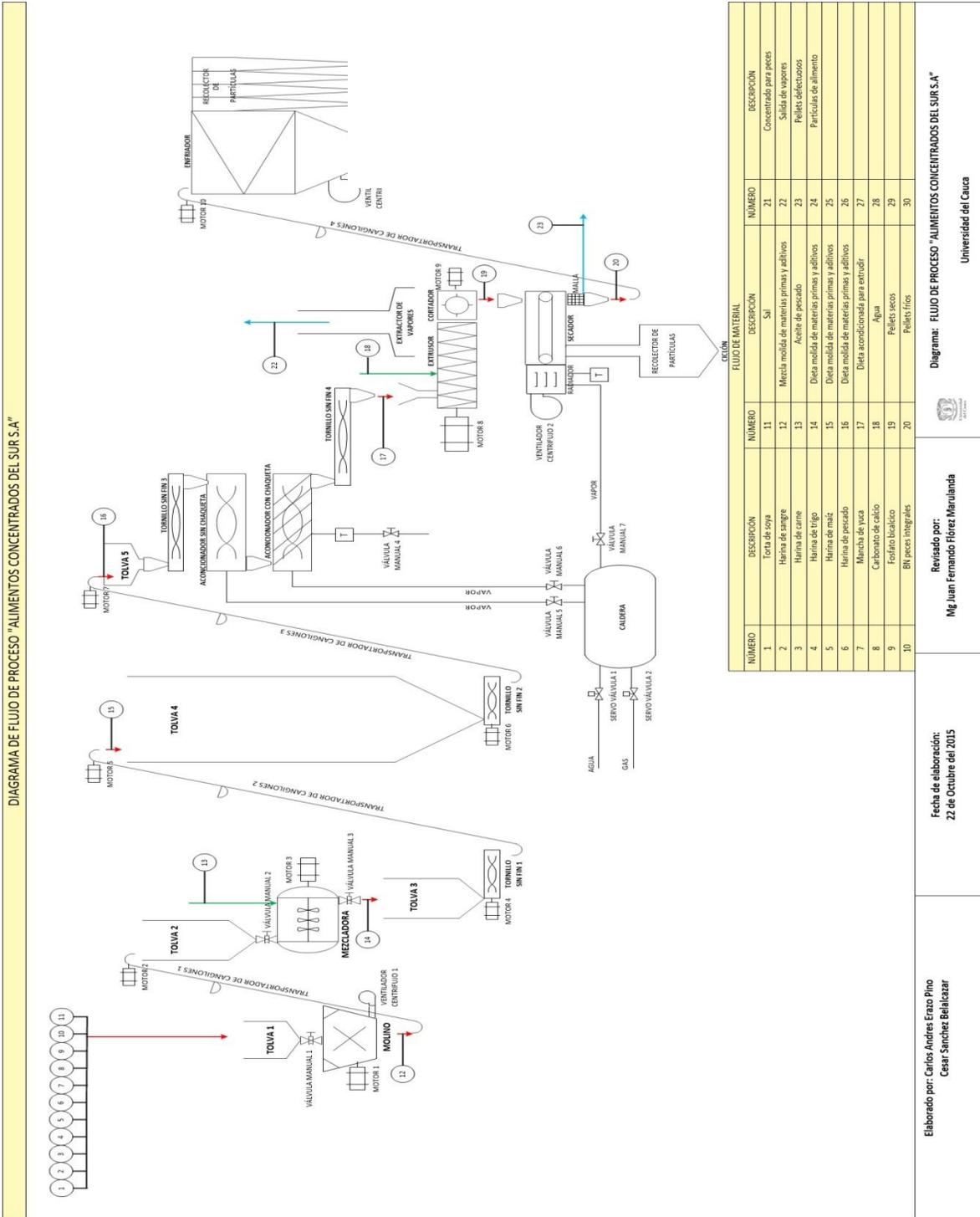


Fuente propia, Octubre de 2015

### 3. Diagrama de flujo del proceso

Se procede a elaborar el PFD (ver Figura 31). El proceso inicia con la entrada de una de las materias primas del 1 al 11 a la tova de alimentación del molino (tolva 1), éstas se muelen y son transportadas en cangilones hasta la tova de alimentación de la mezcladora (tolva 2), se llena la mezcladora y se procede a mezclar las materias primas y el aceite de pescado. Luego el orificio de salida de la mezcladora y bacía conduciendo la dieta a una tova (tolva 3), por medio de cangilones se transporta la dieta hasta una tova de almacenamiento (tolva 4), de la tova de almacenamiento, se transporta la dieta por medio de cangilones hasta la tova de alimentación del sistema de acondicionado de la dieta (tolva 5). La dieta pasa por un sistema de calentado, hidratado, mezclado y transporte hasta el extrusor, la dieta sale a presión en forma de cordón el cual es cortado por una cortadora de cuchillas, los pellets caen a la banda transportadora de del secador, el cual los seca a través de aire caliente y los lleva hasta una tova con malla en donde se recolectan nuevamente en un sistema de transporte de cangilones que los lleva hasta el enfriador. Luego los pellets son empacados en sacos y llevados al área de almacenamiento de producto terminado.

Figura 31 Diagrama de flujo de proceso "ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR S.A" GARZÓN-HUILA



laboración propia, Octubre de 2015

4. **Identificación de variables de la planta procesadora de alimentos “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR S.A”**: se identificaron las variables (Controlada, Manipulada, Disturbio) de las etapas de proceso de la planta procesadora de alimentos “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR S.A”, las cuales se presentan a continuación en la tabla 23.

**Tabla 23 Identificación de las variables de la planta procesadora de alimentos “ALIMENTOS CONCENTRADOS DEL SUR S.A”**

<b>Etapas de proceso</b>	<b>Variable controlada</b>	<b>Variable manipulada</b>	<b>Variable de disturbio</b>	<b>Anotación</b>
Molido de materias primas	corriente	Flujo de materia prima	Perdida de tensión Ingreso de materiales duros	Si la variable controlada pasa de 100 A se dispara el <i>switch</i> de protección del motor
Mezclado de materias primas	Tiempo de mezclado	Tiempo de mezclado	Perdida de tensión Apertura de boquilla de entrada Apertura de boquilla de salida	No llevan un control del tiempo exacto de mezclado, lo hacen empíricamente
Extrusión de la dieta	Textura Humedad	Flujo de vapor	Perdida de tensión Perdida de vapor	No hacen un control como tal de la temperatura el proceso ,es rígido
Corte de cordón	Tamaño del pellet	Velocidad del motor del extrusor Flujo de agua al extrusor	Perdida de tensión	El control que se hace es manual y está sujeto a la experiencia del operario
Secado de pellets	% humedad	Velocidad del motor del cortador	Humedad de ingreso de los pellets Tamaño de los pellets	El control es manual
Enfriado de pellets	Temperatura de salida de los pellets	Temperatura Velocidad de la banda del secador	Temperatura de entrada de los pellets	Control lazo abierto
Empacado de los pellets	Cantidad de la masa	Cantidad de la masa	Perdida de tensión	Ninguna

**Elaboración propia, Octubre de 2015**

## **5 Consideraciones a tener en cuenta para el POAP a nivel industrial**

Uno de los propósitos de la visita a la planta procesadora de alimento para peces “Alimentos Concentrados del Sur S.A.” era contrastar la propuesta de diseño del proceso de obtención de alimento para peces a nivel industrial en el marco del proyecto de regalías ID VRI 3883, y servir como apoyo para el planteamiento de los modelos (de control de procesos, físico, de control de procedimiento), y el diagrama de flujo de proceso, de la cual se pudo hacer las siguientes consideraciones:

1. La distribución de la planta “Alimentos Concentrados del sur S.A.” es una distribución por producto, tal cual como se había planteado en el POPA a nivel industrial, sin embargo tiene solo 7 áreas para su funcionamiento, la mayoría de estas áreas no tienen una división física como se evidencia en la figura 22.
2. En la distribución de planta del POAP a nivel industrial el área administrativa está cerca de la línea de proceso, por lo cual se recomienda que al realizar la construcción de la área administrativa se haga un adecuado aislamiento para evitar olores y partículas (polvo fino) de harina.
3. Los equipos principales para el funcionamiento de la planta son: molino, mezcladora, acondicionador, extrusor, secador y enfriador. Sin embargo, la producción de 200 sacos de alimento con capacidad de 40 Kg por saco no sería posible sin el sistema de transporte de material (elevador de cangilones y tolvas de almacenamiento), la planta en la línea de producción solo tiene tres (3) operarios. Con un sistema de transporte de material manual se aumentaría la cantidad de operarios considerablemente y por ende el costo de producción.
4. Para el POAP a nivel industrial se propuso comprar los cinco (5) equipos principales debido a la falta de presupuesto. Sin embargo, si la PPA va a funcionar a la capacidad total (1 Ton/h) se necesitaría de seis (6) operarios para realizar solo el transporte de material, lo que incurriría en mayores costos. Por lo tanto se recomienda diseñar e instalar un sistema de

transporte y almacenamiento de material que permita disminuir la cantidad de operarios y aliviar el esfuerzo físico.

5. Se recomienda diseñar o adquirir un sistema de evacuación de vapores producidos en el extrudido de la dieta y un sistema de recolección de partículas de harinas en el secador y enfriador.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. M. Sanchez Trujillo, “Informe tres, avance del proyecto “Alternativas para el uso de subproductos derivados de la agroindustria piscícola ID 3883 – SGR,” Popayán, 2014.
- [2] “Cadena de Valor.” [Online]. Available: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lcp/zamacona\\_s\\_r/capitulo\\_3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lcp/zamacona_s_r/capitulo_3.pdf). [Accessed: 28-Aug-2015].
- [3] G. Ruiz, “La cadena de valor,” *Bus. Sch.*, pp. 1–9, 2013.