

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE HARINA DE
SACHA INCHI PARA CONSUMO HUMANO**

SUSANA ARISMENDY PÉREZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL/ INGENIERÍA MECÁNICA

MEDELLÍN

2017

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE HARINA DE
SACHA INCHI PARA CONSUMO HUMANO**

Presentado por:

SUSANA ARISMENDY PÉREZ

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniera Agroindustrial e Ingeniería Mecánica

Director

Ingeniero Silvio Andrés Salazar Martínez

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL/ INGENIERÍA MECÁNICA

MEDELLÍN

2017

Nota de aceptación

Firma
Nombre:
Presidente del jurado

Firma
Nombre:
Jurado

Firma
Nombre:
Jurado

FORMATO CARTA DE PRESENTACIÓN DE PROYECTO

Medellín, 11 de Marzo de 2017

Señores
Consejo de Facultad
Medellín

Asunto: Trabajo de Grado

Cordial saludo

La presente tiene como objetivo presentar para su estudio por parte de Consejo de Facultad, el Proyecto de Grado titulado: **Diseño conceptual de una planta productora de harina de Sacha Inchi para consumo humano.**

Manifiesto además que, conozco el manual de Proyecto de Grado de la Escuela de Ingenierías de la UPB y los deberes y derechos que como Estudiante esto implica. El desarrollo del proyecto se hará de conformidad con lo estipulado en dicho manual.

Atentamente,

Susana Arismendy Pérez

c.c. 1.041.326.885 de San Vicente

Estudiante

Ingeniería Mecánica e Ingeniería Agroindustrial

DEDICATORIA

A Dios y mi familia....

A Dalila Mery Pérez mi madre, Roque Eugenio Arismendy mi padre y Javier Eugenio Arismendy mi hermano, por darme la oportunidad de crecer como persona, de motivarme por mis sueños y estar en todo momento a mi lado para enseñarme a como ser mejor persona cada día. A mis padres en especial quienes día a día han hecho todo lo posible por ver a su hija triunfando y buscar incesantemente los recursos para financiar este gran sueño.

Una y mil gracias....

AGRADECIMIENTOS

Principalmente el más eterno agradecimiento con la Ingeniera Angélica María Gil por ser la guía y constante promotora de este proyecto quien en compañía de la Ingeniera Lina María Vélez han logrado materializar el proyecto que hoy en día da grandes aportes al bajo Cauca. Y a pesar de los inconvenientes el Ingeniero Silvio Salazar quien es el artífice de la obtención de ambos títulos.

Le agradezco a mi mejor amigo Alejandro Moreno quien fue una ayuda incondicional en la formulación del proyecto por sus grandes conocimientos en el diseño y en el compromiso del curso de diseño, donde se presentó este proyecto.

A mis compañeras Diana Vélez y Diana quienes orientaron el proceso y constantemente ayudaron a ser fuente de información e investigación a lo largo del proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
JUSTIFICACIÓN.....	13
CAPITULO 1: ESTADO DEL ARTE.....	14
1.1 LA SACHA INCHI.....	14
1.2 TORTA DE SACHA INCHI	16
1.3 PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA DE SACHA INCHI	18
1.4 OPERACIONES UNITARIAS PARA LA EXTRACCIÓN DE HARINA DE SACHA INCHI	19
1.4.1 EXTRUSIÓN	19
1.4.2 REDUCCIÓN DE TAMAÑO DE PARTÍCULA	21
1.4.3 SEPARACIÓN MECÁNICA	21
CAPITULO 2: CARACTERIZACIÓN COMPOSICIONAL DE LA TORTA DE SACHA INCHI.....	24
2.1 ANÁLISIS DE HUMEDAD.....	24
2.2 ANÁLISIS DE CENIZAS.....	25
2.3 ANÁLISIS DE PROTEINA.....	26
CAPITULO 3: CONDICIONES DE PROCESO Y DE EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE SACHA INCHI	28

3.1 CONDICIONES DEL PROCESO Y CARACTERÍSTICAS DE INGENIERIA.....	28
3.2 NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS DE USUARIO	29
3.3 CARACTERÍSTICAS DE INGENIERIA (QFD).....	30
3.4 IDENTIFICACIÓN DE FUNCIONES	32
3.5 PROCESO DE IDEACIÓN	39
3.6 MATRICES MORFOLÓGICAS.....	43
CAPITULO 4: DISEÑO DE PLANOS DE LA PLANTA Y LOS EQUIPOS PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE SACHA INCHI.....	48
4.1 DISEÑO CONCEPTUAL PROCESO DE <i>LAY-OUT</i>	48
4.2 DISEÑO DE PLANOS.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXO 1: ANÁLISIS DE HUMEDAD.....	65
ANEXO 2: ANÁLISIS DE CENIZA.....	69
ANEXO 3: CUANTIFICACIÓN DE PROTEÍNA EN MATRICES SECAS.....	71
ANEXO 4: MAPA EMPATÍA.....	75
ANEXO 5: ENTREVISTA HABITANTE BAJO CAUCA.....	76
ANEXO 6: HAUSE OF QUALITY.....	78
ANEXO 7: FORMATOS DE FACTIBILIDAD.....	79

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CONTENIDO DE PROTEÍNAS Y ÁCIDOS GRASOS EN SACHA INCHI...15

TABLA 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA TORTA DE SACHA INCHI.....	17
TABLA 3. EQUIPOS DE REDUCCIÓN DE TAMAÑO SEGÚN LAS CONDICIONES DEL MATERIAL.....	22
TABLA 4. RESULTADOS HUMEDAD.....	25
TABLA 5. RESULTADOS CENIZAS.....	26
TABLA 6. RESULTADOS OBTENCIÓN DE PROTEÍNA.....	27
TABLA 7. RANKING DE IMPORTANCIA ABSOLUTA CON LAS CARACTERÍSTICAS DE USUARIO.....	32
TABLA 8. CARACTERÍSTICAS EN CADA SUBSISTEMA.....	34
TABLA 9. VERBOS PRINCIPALES Y SECUNDARIOS PARA FUNCIONES.....	41
TABLA 10. MATRIZ MORFOLÓGICA – RECIBIR MATERIA PRIMA.....	43
TABLA 11. MATRIZ MORFOLÓGICA – CARACTERIZAR MATERIA PRIMA.....	44
TABLA 12. MATRIZ MORFOLÓGICA – ACONDICIONAR MATERIA PRIMA.....	44
TABLA 13. MATRIZ MORFOLÓGICA – EXTRAER.....	45
TABLA 14. MATRIZ MORFOLÓGICA – REDUCIR.....	45
TABLA 15. MATRIZ MORFOLÓGICA – ACONDICIONAR PROCESO.....	46
TABLA 16. MATRIZ MORFOLÓGICA – ALMACENAR PRODUCTO.....	46
TABLA 17. MATRIZ MORFOLÓGICA – SUMINISTRAR.....	47

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. SEMILLA DE SACHA INCHI.....	14
ILUSTRACIÓN 2. TORTA DE SACHA INCHI.....	16

ILUSTRACIÓN 3. PROCESOS DE OBTENCIÓN DE LA HARINA DE SACHA INCHI.....	18
ILUSTRACIÓN 4. MECANISMO DE EXTRUSIÓN.....	20
ILUSTRACIÓN 5. MOLINO DE MARTILLOS.....	23
ILUSTRACIÓN 6. (IZQUIERDA) PELLETS TORTA SACHA INCHI EXTRUIDA (DERECHA) TORTA SACHA INCHI SIN EXTRUIR.....	24
ILUSTRACIÓN 7. PERSONAL DE CAPACITACIÓN EN EL BAJO CAUCA.....	29
ILUSTRACIÓN 8. SISTEMA DE LA PLANTA Y SUBSISTEMAS.....	33
ILUSTRACIÓN 9. SUBSISTEMA IDENTIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA (MP)..	35
ILUSTRACIÓN 10. SUBSISTEMA ACONDICIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA (MP).....	36
ILUSTRACIÓN 11. SUBSISTEMAS DE CLASIFICACIÓN Y EXTRACCIÓN DENTRO DEL PROCESO.....	37
ILUSTRACIÓN 12. SUBSISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DEL PROCESO...	37
ILUSTRACIÓN 13. SUBSISTEMA DEL PRODUCTO.....	38
ILUSTRACIÓN 14. SUBSISTEMA OPERARIO.....	38
ILUSTRACIÓN 15. SUBSISTEMA DE <i>LAY-OUT</i>	39
ILUSTRACIÓN 16. TOMA DE DECISIONES EN LA SELECCIÓN DE CONCEPTOS.....	40
ILUSTRACIÓN 17. DISEÑO DE PLANO <i>LAY- OUT</i> DE PLANTA PRODUCTORA DE SACHA INCHI.....	49
ILUSTRACIÓN 18. VISTA SUPERIOR PLANTA.....	52

ILUSTRACIÓN 19. VISTA FRONTAL Y LATERAL IZQUIERDA PLANTA CONTENEDOR 1.....	53
ILUSTRACIÓN 20. VISTA FRONTAL Y LATERAL IZQUIERDA PLANTA CONTENEDOR 2	54
ILUSTRACIÓN 21. VISTA FRONTAL Y LATERAL DERECHA PLANTA CONTENEDOR 2.....	55
ILUSTRACIÓN 22. VISTA FRONTAL Y LATERAL DERECHA PLANTA CONTENEDOR 1.....	56
ILUSTRACIÓN 23. MÁQUINA DE EMPAQUE.....	57
ILUSTRACIÓN 24. EXPELLER.....	58
ILUSTRACIÓN 25. MOLINO DE MARTILLOS.....	59
ILUSTRACIÓN 26. TAMIZADOR.....	60
ILUSTRACIÓN 27. PLANO DE PARTES.....	61

INTRODUCCIÓN

La inclinación mundial por el consumo de alimentos saludables con altos niveles de proteínas y aceites de origen vegetal que son menos perjudiciales para la salud, hacen de la Sacha Inchi un producto con gran potencial en el mercado. (Fernando & López, 2013)

La Sacha Inchi es una *Euphorbiaceae*, nativa de la selva de las amazonas que se conoce comúnmente como maní del monte, Sacha maní o maní del Inca. Se encuentra distribuida en América Central y América del Sur, es una planta que se adapta a suelos arcillosos y ácidos y se desarrolla en climas cálidos. Dentro de sus componentes se encuentran principalmente: proteínas, aminoácidos, ácidos grasos esenciales (omegas 3, 6, y 9) y vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles) en contenidos significativamente elevados, respecto de semillas de otras oleaginosas (maní, palma, soya, maíz, colza y girasol) (Manco Céspedes, 2006).

Hoy en día la mayor producción de Sacha Inchi se encuentra en la Amazonia Peruana, pionera en la industrialización de la semilla y ha incursionado en el mercado internacional. En Colombia no existe un dato actualizado de la producción de este producto, sin embargo se conoce de zonas donde hoy en día se cultivan, como lo es el Putumayo que según la Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente existen 200 hectáreas de Sacha Inchi cultivadas. En Colombia la semilla de Sacha es comercializada principalmente en seco, cuyo destino principal es la extracción del aceite por el método de prensado, industria que no se encuentra muy tecnificada y hace que el proceso sea ineficiente. Como subproducto de este proceso queda la torta de Sacha Inchi, que contiene alto contenido proteico, pero que no está siendo aprovechada, principalmente por el insuficiente conocimiento que se tiene de su caracterización (Corpoica, 2004).

Teniendo en cuenta los parámetros anteriores, el gobierno actual aprobó un proyecto a través del Sistema Nacional de Regalías propuesto por la Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad EAFIT en compañía de la Universidad Nacional de Colombia y la Gobernación de Antioquia, con el fin de abordar diferentes aspectos de la cadena agroindustrial de la Sacha Inchi, entre los cuales está el núcleo 7 el cual se basa en el aprovechamiento de la torta

residual de la extracción de aceite para obtención de harina proteica para consumo humano, para lo cual es necesario el diseño de una línea prototipo que posibilite obtener este producto.

El diseño de la planta prototipo es el enlace para la formulación de este trabajo de grado, en el que se implementan conocimientos como agroindustrias colombianas, diseño de equipos, diseño de plantas y formulación de proyectos. El primer capítulo presenta una breve información sobre la Sacha Inchi y qué procesos implica su transformación y comercialización para enfocarse en la torta de Sacha Inchi como materia prima en la obtención de la harina.

En el segundo capítulo se encuentra la argumentación en la composición de la torta de Sacha Inchi, resaltando su contenido de proteína como un suplemento alimenticio de alta importancia. El tercer capítulo constituye una de las partes más importantes del trabajo ya que se analizan los equipos a adquirir basados en todo un proceso de estudio visto en la disciplina de diseño de equipos a lo largo de un semestre por el docente Elkin Flores, es de aclarar que no se presentará ningún diseño de los ellos sino un proceso de selección y análisis basado en los requerimientos del usuario y acotados a las necesidades presentadas por la gobernación. Para el último capítulo se presenta los planos con la respectiva ubicación de cada uno de los elementos analizados en el capítulo anterior.

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocará en el diseño básico de los planos para la planta productora de harina de Sacha Inchi, tiene como fundamento entregar toda la información y análisis de cómo se obtuvieron y toda la investigación ingenieril que provee.

Este trabajo se basa en tres objetivos que encaminan el resultado final. El primero es caracterizar la torta de Sacha Inchi, el cual da las condiciones ideales para la elección de los equipos de producción y las condiciones finales con las que queda el producto. El segundo corresponde a establecer las condiciones de proceso y de equipos requeridos para la obtención de harina de Sacha Inchi, la base de este trabajo dado que se implementa un proceso de ideación, identificación de características de ingeniería y procesos de Lay-out. Para finalizar el tercer objetivo es el diseño de los planos y equipos, es de aclarar que todos los equipos elegidos son comerciales y no se evalúa el valor monetario del proyecto.

CAPITULO 1

ESTADO DEL ARTE

1.1 LA SACHA INCHI

Es una planta hermafrodita de crecimiento voluble, abundantes hojas y ramas. Gracias a sus características en grasas y proteína constituye un cultivo con alto potencial de industrialización como acompañamiento de las oleaginosas normalmente conocidas como las semillas de girasol o las de soya. Existen por lo menos 17 especies de distribución Pan tropical, 12 en América, 3 en África, 1 en Madagascar y 1 en Asia. En la Ilustración 1 se observa las características físicas de la semilla Sacha Inchi desde su fase vegetativa hasta su fase productiva.



Ilustración 1. Semilla de Sacha Inchi (Seijas del Castillo, 2011).

En Colombia se ha registrado presencia de Sacha Inchi en los departamentos de Caquetá y Putumayo, sin embargo la mayor producción se encuentra en Perú en la zona sur del país alcanzando hasta altitudes desde los 100 msnm hasta los 1500 msnm (Martinez, 2012), en una amplia gama de tipos de suelo. Su mejor comportamiento es en suelos ácidos y con concentraciones elevadas de aluminio, del mismo modo que en suelos aluviales planos bien drenados. Según la Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente de Putumayo se estima que puede haber más de 200 Hectáreas sembradas, sin embargo el conocimiento agronómico de la especie es muy limitado, en manejo de plagas y enfermedades es muy desconocido.

Los cultivos oleaginosos están entre los más dinámicos en los últimos decenios dado que los aceites vegetales muestran un panorama amplio y diverso en campos como la industria oleoquímica, los biocombustibles y los alimentos funcionales entre otras posibilidades (Hurtado Ordoñez, 1937).

Para dar unos alcances más estadísticos de la importancia de la Sacha Inchi, el Ministerio de Agricultura de Perú desarrolló una gran investigación donde establece una composición importante, de algunas oleaginosas que se conocen industrialmente y los compara con las características composicionales de esta hermafrodita, esto se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Contenido de proteínas y ácidos grasos en Sacha Inchi. Fuente: (Seijas del Castillo, 2011).

Nutriente (%)	Semillas de Oleaginosas							
	Sacha Inchi	Soya	Maíz	Maní	Girasol	Algodón	Palma	Oliva
Proteínas	29	28		23	24	32.9		
Aceite total	54	19		45	48	16		
Palmítico	3.85	10.5	11	12	7.5	16.4	45	13
Estearico	2.54	3.2	2	2.2	5.3	2.4	4	3
Oleico	8.28	22.3	28	43.3	29.3	18.7	40	71
Linoleico	36.8	54.5	58	36.8	57.9	57.7	10	10
Linolénico	48.61	8.3	1			0.5		1

Es importante resaltar el contenido de proteínas respecto a las demás semillas, este contenido le brinda características de un producto antioxidante, los antioxidantes son ampliamente utilizados como ingredientes en suplementos dietéticos con la esperanza de mantener la salud y de prevenir enfermedades tales como el cáncer y la cardiopatía isquémica. Muchos estudios han sugerido que los suplementos antioxidantes tienen beneficios para la salud (Sharma, 2004). Además de estas aplicaciones tienen muchos usos industriales, tales como conservantes de alimentos y cosméticos, la prevención de la degradación del caucho y la gasolina.

No solo su capacidad antioxidante lo perfila como un alimento con grandes propiedades, sino que se ha determinado que la incorporación de ácidos grasos poli-insaturados (AGPI) de

cadena larga (omega 6 y omega 3) en la alimentación contribuye a disminuir los riesgos de enfermedades cardiovasculares asociados a altos niveles de colesterol.

El proceso de extracción de aceite se realiza mediante un prensado en frío donde se mantienen controladas las temperaturas por debajo de los 49°C. Empresas como Hidromec en Perú desarrollaron un interesante proceso que se basa en tres partes: la zaranda (selecciona las semillas en tres rubros dependiendo de su diámetro), la peladora y la prensa (que extrae el aceite de las semillas peladas). Y finalmente con el fin de obtener un aceite de calidad pasa a un filtrado que le da el color característico. Sin embargo el subproducto que se obtiene y que realmente interesa en este trabajo es la torta de Sacha Inchi, la cual es la materia prima para el proceso (Seijas del Castillo, 2011).

1.2 TORTA DE SACHA INCHI

No existen muchos trabajos alrededor de este subproducto agroindustrial, sin embargo autores como Reátegui, en el 2010, introducen importantes características al utilizar esta harina como alimento para animales, por los desarrollos que se ven han visto en semillas como la Soya. Otros como Fernando & López, 2013 realizan un análisis similar, pero más detallado con el mismo propósito de alimento para animales (ver ilustración 2). En tanto el presente trabajo tiene como función darle otro uso que normalmente no se ha implementado el cual es la harina para consumo humano y no para consumo animal.



Ilustración 2. Torta de Sacha Inchi (Betancourth López, Cristhian Fernando, 2013).

La torta de sachá Inchi obtenida en procesos de extracción de aceite ha arrojado resultados como un buen contenido de proteína y aceite, sin embargo su concentración depende

básicamente de la variedad de Sacha Inchi. En el artículo Pérez, 2014 la variedad *Plukenetia huayllabambana* se destacan por su mayor contenido de grasas en comparación con las de *P. volubilis* (54 y 49%, respectivamente). (Perez C, 2014)

Estas investigaciones establecen que el mayor contenido de aceite sigue siendo para la especie *P. huayllabambana* y el mayor contenido de proteínas par a *P. volubilis*, lo cual implicaría que para la extracción de proteínas o elaboración de hidrolizados proteicos a partir de semillas o tortas, la especie más promisoría sería *P. volubilis*. En Putumayo se desarrolla esta especie aunque no hay un dato cercano de cuantas hectáreas están sembradas con esta variedad se estima que al menos más del 60% se considera que es la *P. volubilis*.

En la tabla 2 (Fernando & López, 2013) se puede ver la composición química de una muestra de la torta de sachá Inchi, que se realizó para la tesis “aprovechamiento de la torta residual de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis linneo*) mediante extracción por solventes de su aceite”.

Tabla 2. Composición química de la torta de Sacha Inchi (Fernando & López, 2013).

Parámetro	Prom Amazonía		Este estudio	
	Base seca	Base húmeda	Base seca	Base húmeda
Humedad	0	0.59	0	0.69
Proteína Total	57.26	58.71	59.13	58.70
Grasa cruda	9.86	6.88	6.93	6.90
Fibra cruda	16.29	17.18	17.30	17.20
Ceniza	9.25	8.65	8.72	8.65
Carbohidratos	6.98	7.86	7.91	7.90

1.3 PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA DE SACHA INCHI

En la actualidad el proceso más cercano a la obtención de harina de Sacha Inchi es el de Soya. Algunas patentes españolas explican cómo es el método de producción de harina de Soya hablando de actividades como el descascarillados, molienda y secado, sin embargo en el grupo de Investigaciones de Ingeniería Agroindustrial GRAIN se ha dado a cabo un proceso de experimentación con torta de Sacha Inchi encontrando actividades claves para llevar a la calidad del producto final. En la ilustración 3 se presenta el proceso que se realiza en los laboratorios de Ingeniería Agroindustrial de la UPB

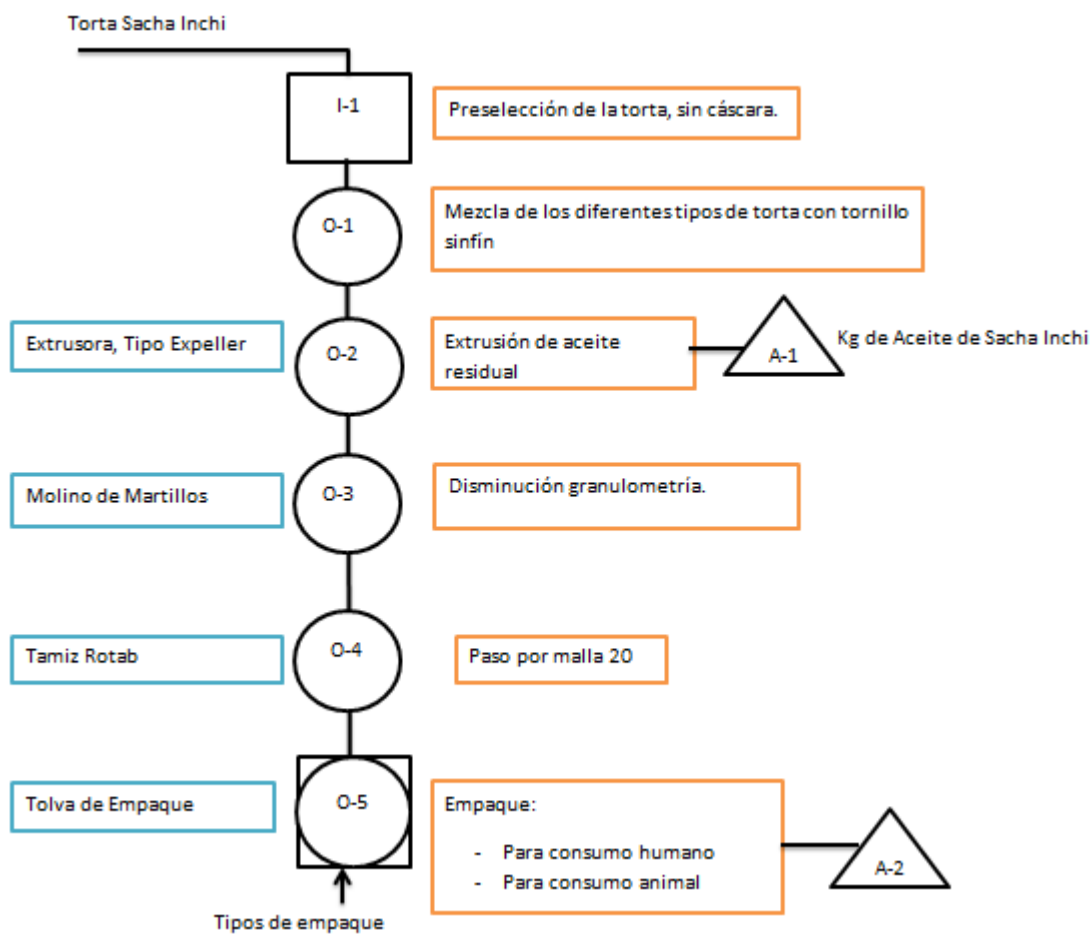


Ilustración 3. Procesos de obtención de la harina de Sacha Inchi. Fuente: Autor.

1.4 OPERACIONES UNITARIAS PARA LA EXTRACCIÓN DE HARINA DE SACHA INCHI

En la obtención industrial de los alimentos, se debe diseñar cada una de las etapas para obtener productos de alta calidad, es por eso que las operaciones unitarias brindan la información necesaria de los procesos, ejemplo la molienda (Ibarz, 2005).

Para este subcapítulo se encontrará la explicación y análisis de cada uno de los procesos que se han utilizado por el grupo de investigaciones GRAIN para la obtención de la harina, adicionalmente la información que existe para la producción de harina de soya, alimento que es utilizado en el alimento de los animales (Jimenez, 2007).

Se explicará inicialmente la extrusión como el proceso fundamental para obtener el aceite residual de la torta de Sacha Inchi, seguido por la reducción de tamaño de partícula para proveer la característica de harina y finalmente la separación mecánica donde se establece el tamaño de partícula final a obtener.

1.4.1 EXTRUSIÓN

La extrusión es definida como "el proceso que consiste en dar forma a un producto, forzándolo a través de una abertura con diseño específico". La extrusión puede o no implicar simultáneamente un proceso de cocción. A grandes rasgos la extrusión consiste en hacer pasar a través de los agujeros de una matriz la harina de estos productos a presión por medio de un tornillo sinfín que gira a cierta velocidad (Ibarz, 2005).

Este proceso afecta la estructura y composición de las proteínas (desnaturalización, formación de enlace disulfuro, etc.), que provoca cambios en sus propiedades funcionales (solubilidad, capacidad de retención de agua, emulsificación, gelificación y texturización). Respecto a la desnaturalización e inactivación de factores antinutricionales, las condiciones utilizadas durante la extrusión mejoran la aptitud de estas fuentes vegetales para la obtención de productos, por ejemplo: destrucción de aflatoxinas en harina de cacahuate (Geankoplis, 1998).

La extrusión se lleva a cabo de varias maneras. Una forma de clasificar a estas operaciones es atendiendo a su configuración física, se distinguen dos tipos principales: extrusión directa (Ver

ilustración 4) y extrusión indirecta. Otro criterio es la temperatura de trabajo: en frío, en tibio o en caliente. Finalmente el proceso de extrusión puede ser continuo o semicontinuo.

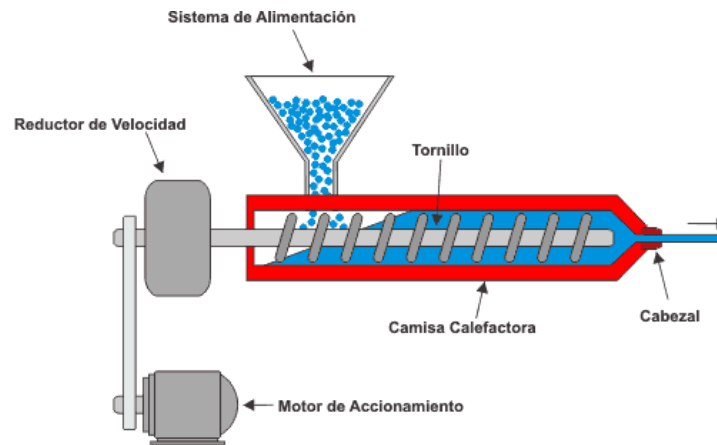


Ilustración 4. Mecanismo de extrusión (Científicos, 2013).

Extrusión en frío: La extrusión fría se realiza a alrededor de la temperatura ambiente. La ventaja de ésta sobre la extrusión en caliente es la falta de oxidación, lo que se traduce en una mayor fortaleza debido al trabajo en frío o tratamiento en frío, estrecha tolerancia, buen acabado de la superficie y rápida velocidad de extrusión si el material es sometido a calentamiento (Geankoplis, 1998).

Extrusión tibia: La extrusión tibia se hace por encima de la temperatura ambiente pero por debajo de la temperatura de recristalización del alimento, en un intervalo de temperaturas de 424 °C a 975 °C. Este proceso se usa generalmente para lograr el equilibrio apropiado en las fuerzas requeridas, ductilidad y propiedades finales de la extrusión (Geankoplis, 1998).

1.4.2 REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA

La molienda es una operación que posibilita reducir el tamaño del producto o la materia hasta el tamaño deseado, desintegrando o separando las partículas del sólido. Los ejemplos más comunes se pueden ver en la minería para la separación de materiales valiosos, en la extracción de jugos, la elaboración de papel y la recuperación de harinas y aceite en granos.

Existen muchos equipos utilizados para la reducción de tamaño (Ver tabla 3). La mejor fuente para obtener descripciones de equipos, es por medio de catálogos de los fabricantes. Una

consideración clave en la selección de equipos de reducción de tamaño es la compensación entre el costo de capital del equipo y los gastos de operación. Este equipo es, por lo tanto, una inversión de capital de alto grande, y no se requieren grandes cantidades de los servicios públicos, lo que resulta en altos costos operativos (Couper, James R; Penney, W. Roy; Fair, James R.; Walas, 2010).

Tabla 3. Equipos de reducción de tamaño según las condiciones del material (Juliana. Bucalá, 2013).

	Molino de gruesos a rodillos	Molino de martillos	Molinos de atrición	Molino de tambor
<i>Tamaño molienda</i>				
Gruesos	●			
Intermedios	●	●	●	●
Finos/ Ultrafinos		●	●	●
<i>Aplicaciones</i>				
Chocolate	●			●
Cacao			●	●
Maiz (húmedo)			●	
Frutas secas		●		
Vegetales secos		●		
Granos	●			
Pimienta		●		
Sal		●		●
Especies		●		
Azúcar		●		●

Dentro de la obtención de la harina de soya se utiliza molino de martillos, ver ilustración 5 (Jimenez, 2007) el cual emplea elementos giratorios de mayor dureza que el sólido a moler, el cual cuando es lo suficientemente pequeño pasa por una malla situada en la parte inferior de la carcasa del molino. Está compuesto por un eje de rotación orientado horizontalmente y el eje está equipado con conjuntos de martillos oscilantes. La acción de molienda resulta de impacto y el desgaste entre el material y los martillos. El tamaño del producto se determina por la velocidad de los martillos y el tamaño de la abertura de la malla. (Couper, James R; Penney, W. Roy; Fair, James R.; Walas, 2010)

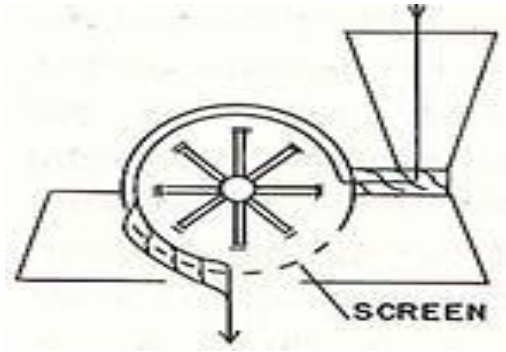


Ilustración 5. Molino de Martillos.

1.4.3 SEPARACIÓN MECÁNICA

La distribución de tamaños de una mezcla dada a menudo es importante (Geankoplis, 1998). La separación de mezclas de sólidos en partículas según el tamaño se puede conseguir mediante una serie de mallas con aberturas de tamaños estándar llamadas tamices. Los tamices estándar de EE.UU. corresponden a los recomendados por la Organización Internacional de Normalización (ISO). En el análisis granulométrico, los tamices con aberturas precisas están localizados en una pila desde el más grueso hasta el más fino. El material se deposita en la malla superior y se hace vibrar la columna de tamices de tal manera que el material se estratifica por tamaño de las partículas que quedan atrapadas a través de los diferentes tamices. Después de un período de tiempo dado, la pila se desmonta, y el peso del material retenido en cada pantalla se mide y se expresa como un porcentaje del total. El tamizado es probablemente el método más utilizado frecuentemente para el análisis de tamaño de partículas, pero tiene algunas desventajas importantes: hay tolerancias muy amplias, especialmente para las mallas finas, la malla se daña a menudo en uso, ya que son frágiles y las partículas deben ser distribuidos de manera uniforme en el tamiz. Otras nuevas técnicas de medición, como el láser de difracción, difracción de la luz, espectroscópica de fotones, vídeo-proyección de imagen, y varios de barrido métodos están disponibles y dan resultados más fiables. (Couper, James R; Penney, W. Roy; Fair, James R.; Walas, 2010).

CAPITULO 2

CARACTERIZACIÓN COMPOSICIONAL DE LA TORTA DE SACHA INCHI

Este capítulo se basa en el análisis de tres pruebas como lo son humedad, cenizas y proteína. Se realizaron para evidenciar características que pueden influir en el inicio del proceso y en el producto final. La humedad establece condiciones como la disminución de granulometría y también el tipo de empaque, el contenido de cenizas permite conocer los minerales que se encuentran en la torta y finalmente el contenido de proteína es quien le da el color característico del funcionamiento de la torta.

Iniciando el proyecto se adquirió un equipo alemán Expeller, que por medio de un tornillo sinfín transporta hasta unas placas a alta temperatura y logra extraer el aceite residual que se encuentra en la torta. Es por eso que en la ilustración 6 es visible los dos tipos de muestras de izquierda a derecha los pellets que salen del equipo y la torta de Sacha Inchi. En los diferentes análisis se realiza las pruebas con antes y después del expeller.



Ilustración 6. (Izquierda) Pellets torta Sacha Inchi extruida (Derecha) Torta Sacha Inchi sin extraer. Fuente: Grupo de investigaciones GRAIN.

2.1 ANÁLISIS DE HUMEDAD

Esta prueba de humedad (ANEXO 1) se realizó a la muestra antes y después del expeller, en la tabla 4 se evidencia los resultados:

Tabla 4. Resultados Humedad.

FECHA PRUEBA: 10 DE FEBRERO DE 2015						
Muestra	Cápsula #	Peso Cápsula vacía (g)	Peso Muestra húmeda (g)	Peso Muestra seca + Capsula (g)	Pérdida de peso	% de humedad
Mezcla (Antes)	4	28.4	2.9	31.0	0.23	7.90
	5	28.4	1.8	30.1	0.15	7.93
	6	18.1	1.4	19.4	0.11	7.83
Mezcla (Después)	7	35.4	2.3	37.6	0.14	5.87
	8	22.6	1.7	24.1	0.10	5.84
	9	25.0	2.0	27.0	0.12	5.82

Al pasar por el expeller la muestra perderá humedad, ya que la torta sube hasta una temperatura de 53 a 58°C, dependiendo de la velocidad del tornillo sinfín. Existe una diferencia de 2 a 3% de humedad (Ver tabla 4), si se tiene en cuenta que la harina de Sacha Inchi tiene similitud con la harina de soya según la norma del CODEX (Stan, 1989) para productos proteicos de Soya que el contenido de humedad no debe exceder del 10%, esto quiere decir que aun así desde que entra la materia prima cumple las condiciones de normatividad como uso de harina proteíca ya sea para consumo humano o consumo animal.

2.2 ANÁLISIS DE CENIZAS

El protocolo para la obtención de los resultados reflejados en la Tabla 5 se encuentra en el Anexo 2

Tabla 5. Resultados cenizas.

FECHA PRUEBA: 10 DE FEBRERO DE 2015					
Muestra	Crisol #	Peso Crisol vacía (g)	Peso Muestra inicial (g)	Peso cenizas + Capsula (g)	Cenizas
Mezcla (Antes)	4	28.40	2.86	28.53	4.43
	5	28.44	1.83	28.52	4.34
	6	18.16	1.37	18.22	4.48
Mezcla (Después)	7	35.42	2.34	35.67	10.40
	8	22.63	1.66	22.77	8.47
	9	25.03	2.05	25.27	11.68

Las cenizas representan el contenido en minerales del alimento en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos. Como se ve en la tabla 5 los resultado entre la mezcla antes y después varían en un 40% porque el aceite extraído hace que aumente el contenido de minerales, respecto a los resultados la Universidad de Colombia con una presencia del 5% de proteína en la torta (Hurtado Ordoñez, 1937). Mucho de los componentes tiene a perderse por el tiempo que lleve la torta después de que se extrajo el aceite. Teniendo en cuenta su similitud con la harina de soya, esta tiene un 7.115% (Stan, 1989) lo que varía en un 30% respecto a la harina de Sacha Inchi.

Es importante en productos de cereales porque revela el tipo de refinamiento y molienda. Ejemplo una harina de trigo integral (todo el grano) contiene aproximadamente 2% de cenizas; mientras que la harina proveniente del endospermo tiene un contenido de cenizas de 0,3%. Las cenizas para la sachá Inchi tienen un promedio de 10.18% lo que lo hace un cereal ideal para obtención de harina ya que sobrepasa el 2%, las condiciones para realizar la reducción de tamaño se analizaran con detenimiento más adelante (Hurtado Ordoñez, 1937).

2.3 ANÁLISIS DE PROTEÍNA

Existen varios procesos para determinar en contenido de proteína en un cereal en este caso se realizó por el método Kjeldahal el cual el proceso se explica en el Anexo 3 y los resultados se evidencian en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados obtención de proteína.

FECHA 11 DE FEBRERO DE 2015	
MUESTRAS	% DE PROTEÍNA
MEZCLA ANTES	46,5
MEZCLA DESPUES	62,01

Dentro de los resultados presentados y teniendo en cuenta los proceso que hubo antes y después es ideal reconocer que su contenido proteico se potencializa cuando es sometido a temperatura y extrusión en un 26%. En los estudios hechos por Hurtado Ordoñez, 1937 se encuentra que la proteína de la torta es del 51.23% lo que quiere decir que no son resultados muy alejados a lo esperado.

La proteína está establecida como unos de los componentes indispensables en la alimentación del ser humano no sólo por su gran contenido de aminoácidos sino que permite la generación de masa muscular y también mejora las funciones fisiológicas del organismo. Teniendo en cuenta estas premisas y aunque no se toque en este trabajo de grado el proceso de mercadeo de la harina de Sacha Inchi puede ir muy guiada a harina para deportistas donde mejoran notablemente su masa muscular.

CAPITULO 3.

CONDICIONES DE PROCESO Y DE EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE SACHA INCHI

Un capítulo que equivale a una de las partes más importantes del proyecto porque no sólo establece las condiciones del usuario sino también la elección de los procesos ideales para la mayor productividad en la demanda de harina.

Inicia desde las condiciones del proceso y características de ingeniería en el cual se dan dos aspectos muy importantes que acotan el proceso, como lo es la ubicación y el área permitida para el diseño. Busca ante todo darle el privilegio a personas potenciales que usarían la planta que mediante una encuesta se evalúan las necesidades y requerimientos de usuario que finalmente arroja las características de ingeniería o QFD basado por un ranking de importancia a nivel ingenieril.

De obtener las condiciones de ingeniería mediante un ranking que se estableció con cuatro ingenieros, se inicia una diferenciación de funciones que permite trabajar el proyecto por subsistemas.

Implementar subsistemas genera orden y enfatiza las funciones que se necesitan en cada área, además de dar prioridad a los componentes que son cuello de botella dentro del proceso

3.1 CONDICIONES DEL PROCESO Y CARACTERISTICAS DE INGENIERÍA

Dentro el proceso se encuentra dos restricciones de alta importancia que acotan el proyecto y establece condiciones de temperatura, ubicación, movilidad, dimensionamiento, estas son:

- El proyecto se ubicará en el Bajo Cauca específicamente en El Bagre
- Debe ser diseñado en 2 contenedores los cuales deben ser movilizadas entre diferentes ciudades.

3.2 NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS DE USUARIO

Las necesidades y requerimientos de usuario presentan las condiciones para la generación del proyecto, es de esta forma se acotan ciertas ideas que quedan a la suposición de la creación física del proyecto. Se explica ¿Quién es el usuario? ¿Cuál es su información acerca de ciertas características de la producción de harina de Sacha Inchi?

Caracterización del usuario. Corresponde al conjunto de población al cual le llegará el proyecto (Ver ilustración 7), ubicado en el bajo Cauca. En el ANEXO 4 se encuentra el mapa de empatía este es una herramienta que ayuda a entender mejor al usuario a través de un conocimiento más profundo del mismo, su entorno y su visión única del mundo y de sus propias necesidades.



Ilustración 7. Personal de capacitación en el Bajo Cauca.

Proceso de adquisición de información de usuario. Se realizó mediante una entrevista a una persona que trabajó directamente en el proyecto y pertenece al Bajo Cauca, con altos conocimientos en Oleaginosas. Su entrevista se encuentra en el ANEXO 5 de este mismo documento.

Requerimiento de usuarios consolidados. Teniendo en cuenta la información suministrada por el usuario, se dieron los siguientes requerimientos:

- Facilidad de manejo de la planta: Busca que la interacción entre operario y máquina sea fácil y sencilla.
- Facilidad de limpieza: Inocuidad para industrias alimentarias.

- No exista material particulado en el interior: Debido a que puede generar problemas de salud e inclusive una propagación de incendios.
- Proceso continuo. Menor interacción entre operario y producto.
- Granulometría baja.
- Bajo contenido de aceite.
- Alta producción. Para generar rentabilidad.
- Conectarse a la red eléctrica.
- Equipos eficientes con bajo consumo energético: A mayor eficiencia y menor consumo la rentabilidad aumenta.
- Variedad de empaque y presentaciones.
- Trabajo acompañado. Existen máquinas que pueden exigir la interacción de dos o más personas.
- Comodidad y ventilación. Dentro de las que se contemplan en BPM y derechos y deberes del trabajador.
- Indumentaria de trabajo. De acuerdo a la normatividad por la manipulación de alimentos.
- Piso seguro. Que no sea resbaladizo porque se usan botas de plástico.
- No haya mucho ruido. Equipos como el rotab, molino o pulverizadoras pueden tender a ser muy ruidosos por lo cual afectan el ambiente de trabajo.
- Fácil empaque. No puede ser un empaque muy innovador, empaque comerciales de fácil uso y fácil de encontrar.

3.3 CARACTERÍSTICAS DE INGENIERÍA (QFD)

Basado en la entrevista entregada por el usuario se presenta una modalidad para el diseño de equipos, en este caso de plantas llamado QFD (Despliegue de la función de calidad) en el que se presentan todas las características de ingeniería que surgen de las necesidades del usuario. Estas características tienen un orden de importancia que será implementado en el diseño conceptual de la planta.

El despliegue de la función de calidad es un método de diseño de productos y servicios que recoge las demandas y expectativas de los clientes y las traduce, en pasos sucesivos, a características técnicas y operativas satisfactorias.

Teniendo en cuenta los requerimientos de usuario se presentan las siguientes características de ingeniería:

- Temperatura de ambiente de trabajo.
- Flujo de agua lavado.
- Calidad agua de lavado.
- Granulometría de la harina.
- Humedad del producto de la harina.
- Contenido de aceite después de extrusión.
- Eficiencia de equipos.
- Eficiencia del proceso. Reflejado en los kg/ día que se producen.
- Rendimiento personal. Tiempo que se demoran procesando X kg de materia prima.
- Control de partículas. Equipos como el molino o pulverizadora que generan mayor material particulado.
- Permeabilidad del empaque de la harina.
- Ventilación dentro del lugar de trabajo.
- Coeficiente de fricción. Referente al suelo de la planta.
- Luminosidad.
- Desviación entre los flujo de equipo. Es una característica que la capacidad volumétrica de producción de cada etapa de proceso sea nulo entre la salida de una equipo y la entrada de otro evita cuellos botella.
- Distancia entre contenedores y cultivos.
- Garantizar el suministro de potencia adecuada. De acuerdo a los consumos energético de la planta.
- Cumple normatividad BPM (Buenas prácticas de manufactura), por ser una empresa de alimentos
- Ruido.

Basado en las necesidades y requerimientos de usuario fue necesario el criterio de 4 ingenieros para darle la importancia absoluta a cada una de las características de ingeniería, se estableció un *ranking* de la siguiente manera: 0, sin importancia. 3, importancia media. 9 Alta importancia. Teniendo en cuenta esto y una puntuación establecida por el usuario de acuerdo a sus necesidades se llegó a la siguiente conclusión de importancia absoluta (Ver tabla 7).

Tabla 7. *Ranking* de Importancia Absoluta con las características de Usuario.

Ranking de Importancia Absoluta		
1	Rendimiento personal	414
2	Eficiencia del proceso	282
3	Cumple normatividad BPM	255
4	Temperatura de ambiente de trabajo	246
5	Garantizar suministro de potencia adecuada	246
6	Distancia entre contenedores y cultivos	237
7	Granulometría	234
8	Luminosidad	216
9	Eficiencia de equipos	207
10	Calidad de agua de lavado	195
11	Flujo de agua de lavado	192
12	Ruido	153
13	Ventilación	150
14	Desviación entre los flujos de equipo	144
15	Contenido de aceite	129
16	Control de partículas	126
17	Permeabilidad del empaque	105
18	Coefficiente de fricción	105
19	Humedad al producto	84

En ocasiones la eficiencia de una planta requiere de un personal adecuado y con todos los conocimientos para manejar una maquinaria y realizar un proyecto inocuo. Por lo tanto es necesario presentar una planta que sea de fácil uso, fácil mantenimiento y que los cuellos de botella sean ausentes en el proceso. Las condiciones de trabajo son ideales para una buena operación de la planta, como lo es una buena circulación del aire y agua con buena calidad para el lavado de los equipos. No obstante las características del producto final como lo es

contenido de aceite, humedad y granulometría dependen no sólo de la eficiencia de cada equipo sino de la calidad de la materia prima.

3.4 IDENTIFICACIÓN DE FUNCIONES

Partiendo de las características de ingeniería y teniendo en cuenta las necesidades de usuarios, se indaga en uno de los puntos más importantes del proyecto *LAY OUT*

Este obedece a un esquema de distribución de los elementos dentro de un diseño, es por eso que para este subcapítulo encontramos la identificación de funciones, el cual permite crear subsistemas del proyecto y canalizar la distribución de acuerdo a estas funciones.

Sin embargo estas funciones responden al ¿Qué? de los requerimientos de usuario más no al ¿Cómo?, es decir las funciones se basan en verbos y no en sustantivos (Objetos). Más adelante se encontrará un capítulo que presenta el cómo del proyecto y sus posibles sustitutos. La ilustración 8 presenta el esquema general de la planta teniendo 4 subsistemas identificados en colores diferentes como lo son materia prima, proceso, producto y operario

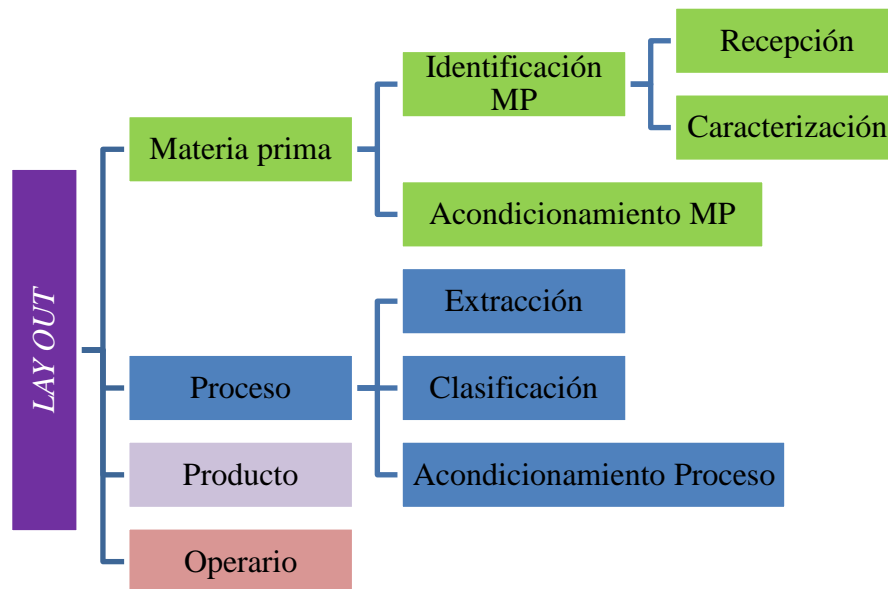






Ilustración 8. Sistema de la Planta y subsistemas.

Para cada subsistema vienen acompañado de características primordiales como lo son el suministro de agua, energía, control de calidad, entre otras, éstas se visualizan en la tabla 8

identificado por imágenes. En la ilustración 9 hace énfasis en el subsistema de segundo nivel: Identificación de la Materia Prima en el que se presenta la recepción y la caracterización de la torta como elemento primordial del proceso, esto con el fin de manejar trazabilidad en los productos que salen de la planta.

Tabla 8. Características en cada subsistema.

Suministro de agua	
Accesos y salidas	
Suministro de Energía	
Registro de Información	

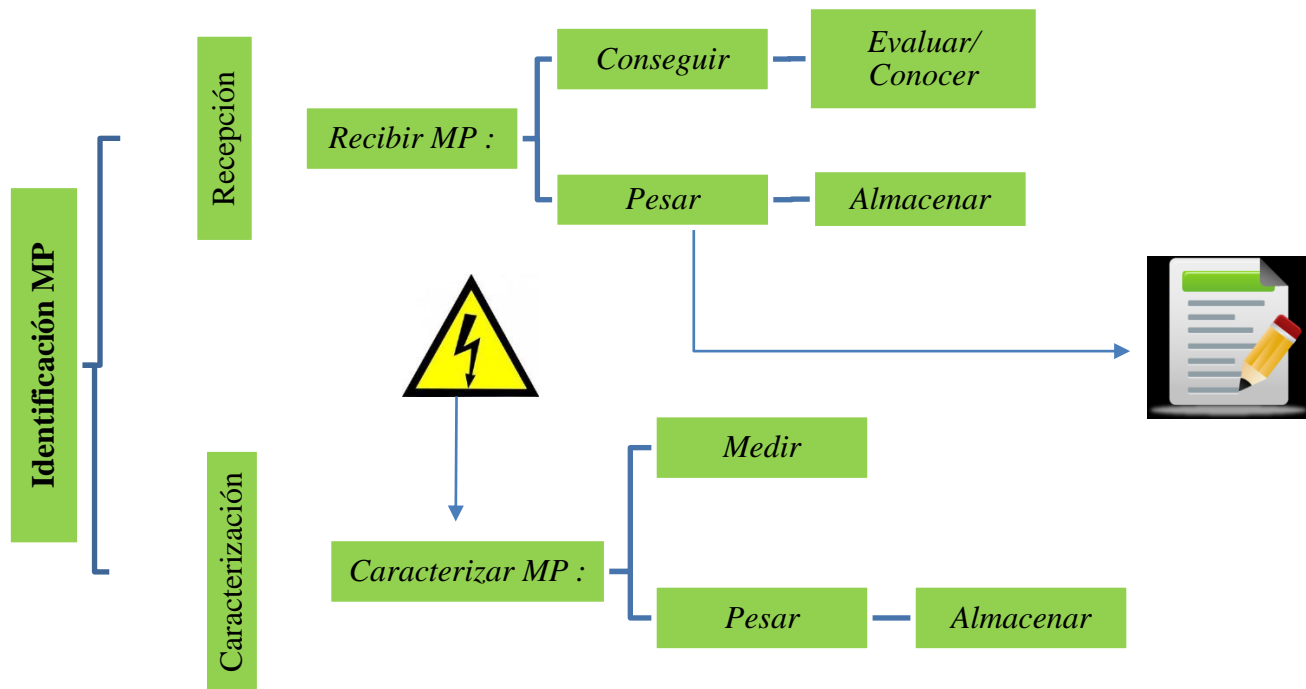


Ilustración 9. Subsistema Identificación de Materia Prima (MP)

En la Ilustración 10 se evidencia el subsistema de acondicionamiento de la materia prima en el que se evalúa las condiciones que llegan la Sacha Inchi desde los diferentes proveedores, se tiene criterio de decisión y se genera el proceso de mezclado en el cual es necesario el suministro de energía y de agua para la limpieza posterior e inocuidad de la planta.

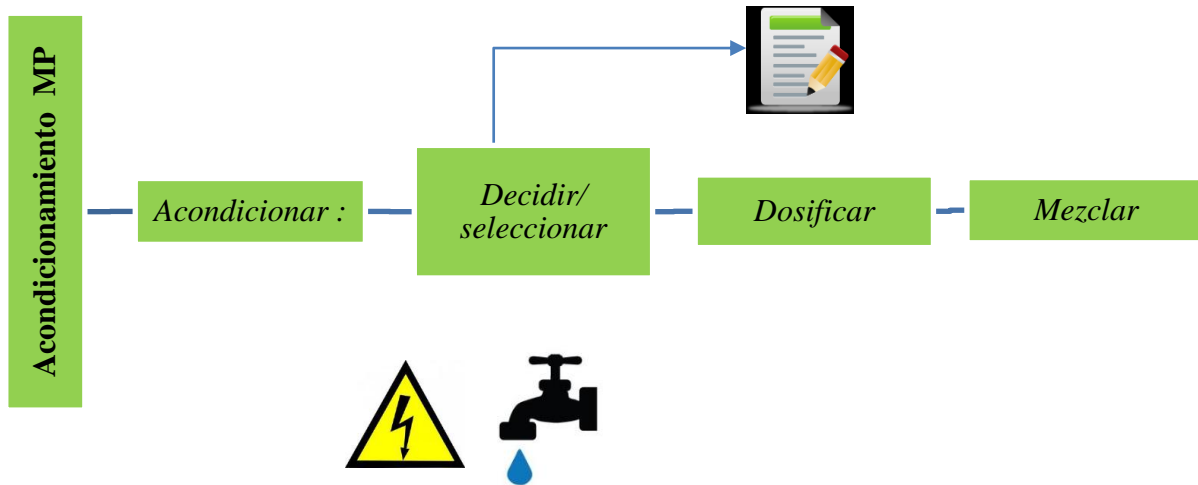


Ilustración 10. Subsistema Acondicionamiento de Materia Prima (MP).

Uno de los subsistemas claves dentro de la planta y en el que se presentan los mayores cuellos de botella es el PROCESO en el que se ve diferenciado 3 sistemas: extracción, clasificación (Ilustración 11) y acondicionamiento de materia prima (Ilustración 12).

Los tres sistemas se crean de acuerdo a los ensayos realizados por el GRAIN y la información que suministra el estado del arte, en el que la materia prima debe estar sometida a actividades como extracción de aceite residual, reducción de tamaño, clasificación de partículas y finalmente acondicionamiento del producto.

Estos procesos están unificados a características alternas como iluminación, cumplimiento de la norma y la inocuidad.

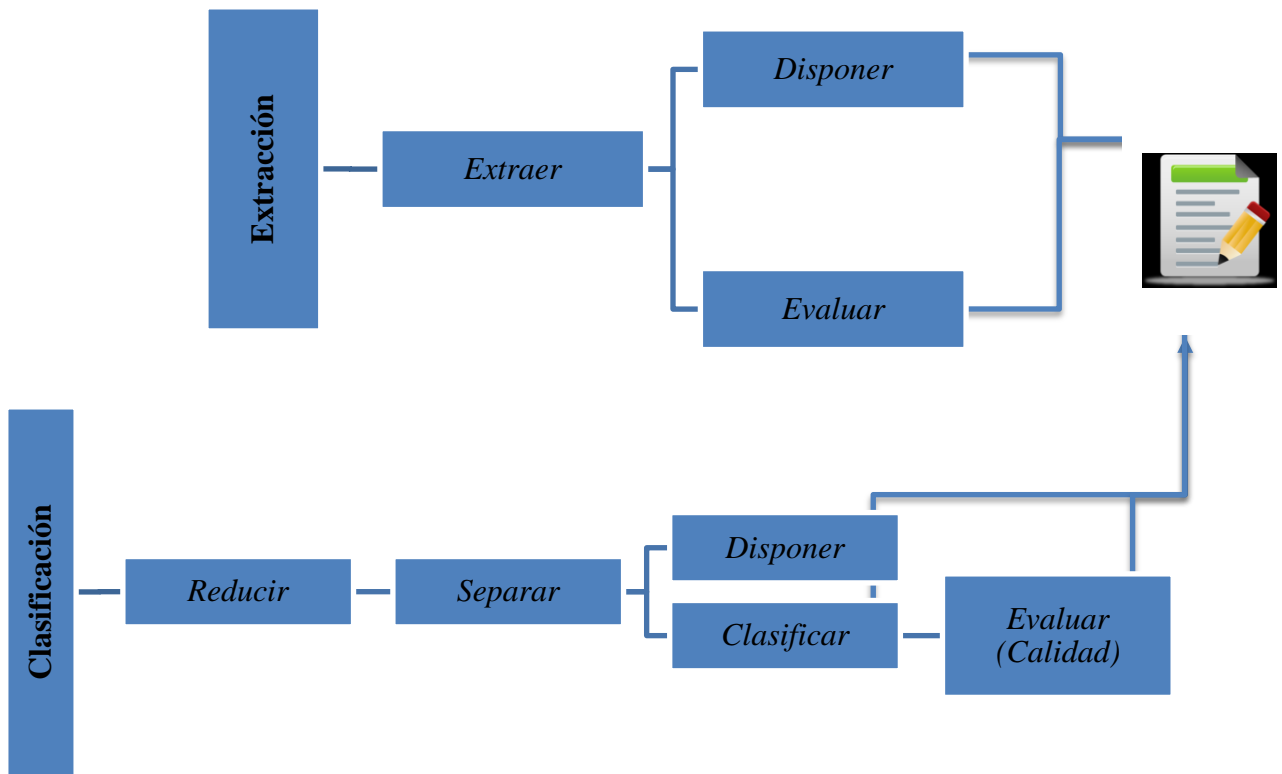


Ilustración 11. Subsistemas de clasificación y extracción dentro del proceso.

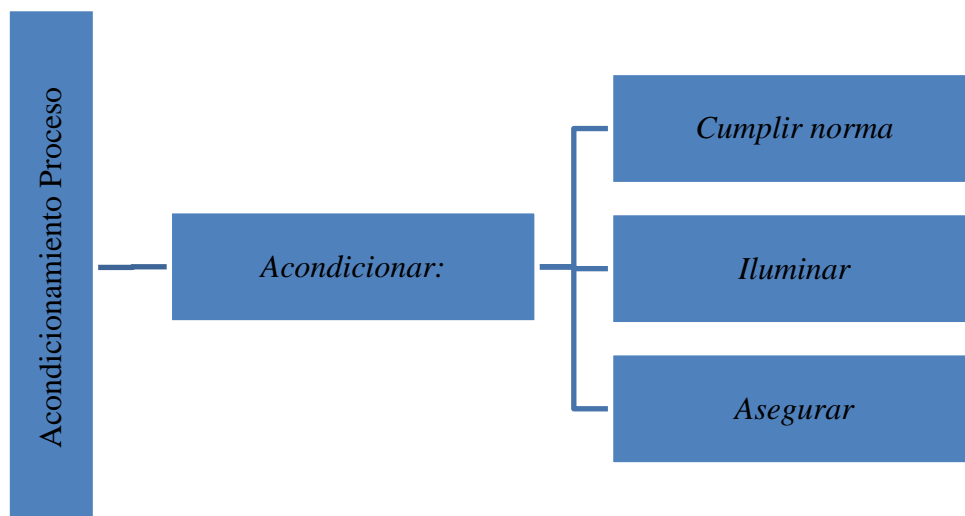


Ilustración 12. Subsistema de acondicionamiento del proceso.

Cuando ya se genero todo el proceso de transformación el producto debe tomarse todas las medidas para su presentación final, la ilustración 13 entrega el subsistema del producto en el que se dan funciones de almacenamiento y cumplimiento de la norma.

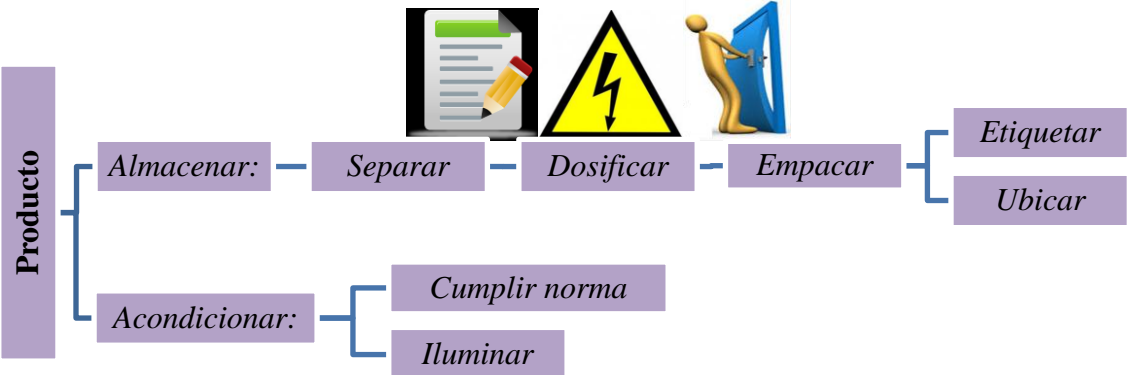


Ilustración 13. Subsistema del producto

Uno de los subsistemas que indica como dependiente para que los demás se desarrollen a cavallidad es el del OPERARIO, persona que debe estar totalmente capacitada para dar función a los otros subsistemas (Ver ilustración 14)

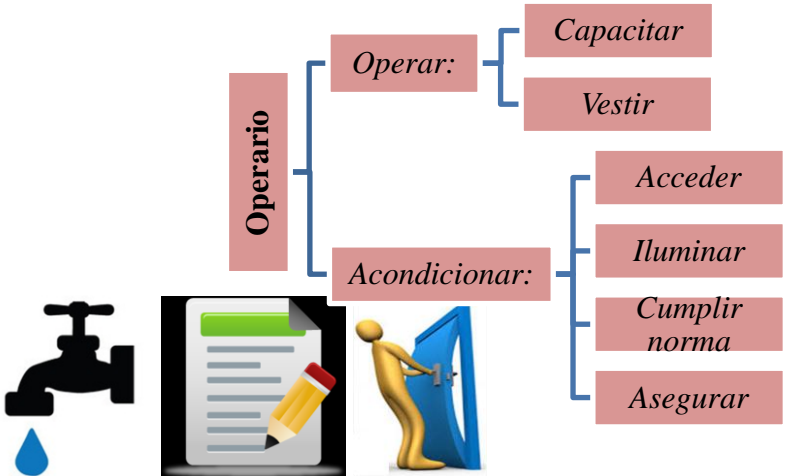


Ilustración 14. Subsistema Operario.

El proceso de *LAY OUT* viene inmerso en el diseño de la planta por lo tanto asegurar y cumplir la norma es una de las funciones de mayor importancia que se ven inmersa en a distribución (Ver ilustración 15).

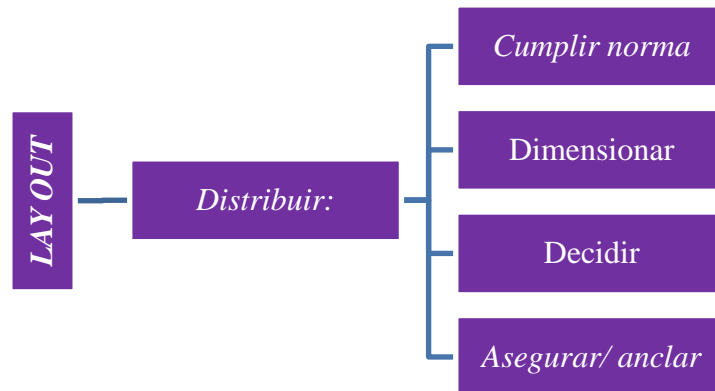


Ilustración 15. Subsistema de *LAY-OUT*

3.5 PROCESO DE IDEACIÓN

En el inicio del capítulo 4 se habla de todas las funciones para el proceso de *LAY OUT* es por eso que para el proceso de ideación de habla de ¿Cómo? De todos los verbos que se especificaron para cada subsistema.

Existen diferentes métodos para dar soluciones a las funciones, entre ellos se encuentra el proceso de *Brainstorming* denominada tormenta de ideas, es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado de acuerdo a unos verbos dados.

En el proceso estuvieron relacionados 4 ingenieros quienes en diversos momentos daban respuesta a cada uno de los verbos. Para dar orden a la lluvia de ideas se tienen en la actualidad diversos formatos que dan respuesta a la selección adecuada. Entre ellos se encuentra: El formato de madurez tecnológica, HoQ y el de factibilidad. En la Ilustración 16 se hace una breve definición de cada formato.

Análisis preliminar de factibilidad	Disponibilidad de tecnología (madurez)	Evaluación contrastada con HoQ
<ul style="list-style-type: none"> • No factible (¿Porqué?) • Condicional (¿Qué se necesita para que funcione?) • Factible 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos de manufactura • Parámetros de control de calidad • Parámetros de confiabilidad • Conocimientos de modos de falla • Verificaciones experimentales de lo anterior 	<ul style="list-style-type: none"> • Sí cumple- SIGUE • Quizá cumple- QUIZÁ • No cumple- NO SIGUE

Ilustración 16. Toma de decisiones en la selección de conceptos. (Elkin Flores, 2015)

Dentro de la selección de formatos se define lo siguiente:

- El formato de madurez de tecnología precisa de parámetros más específicos que aún no estaban definidos en el estado del arte.
- El formato de HoQ se define en consecuencia con lo que quiere un potencial operario, pero realmente el cliente es el gobierno por lo cual debe tener es más un desarrollo de factibilidad donde establece si es viable o no.
- El formato de Factibilidad tenía un mejor acondicionamiento hacia las decisiones que se quieren tomar en el proyecto se encuentra acotado en espacio y estructura.

En la tabla 9 se encuentran los verbos a los cuales se les realizó los formatos de factibilidad, seguidamente se encuentran algunos verbos a los cuales no se les realizó y su razón.

Tabla 9. Verbos principales y secundarios para funciones.

Verbo Principal	Verbo secundario
1. Recibir Materia Prima	Conseguir
2. Caracterizar Materia Prima	Medir
	Pesar
	Almacenar
	Evaluar
3. Acondicionar (Materia prima)	Decidir/ Seleccionar
	Dosificar
	Mezclar
4. Extraer	Disponer
	Evaluar
5. Reducir	Separar
	Clasificar
	Evaluar
	Disponer
6. Acondicionar (Proceso)	Cumplir norma
	Iluminar
	Asegurar
7. Almacenar producto	Separar
	Dosificar
	Empacar
	Etiquetar
	Ubicar
8. Operario	Capacitar operario
	Vestir
9. Acondicionar Operario	Acceder
	Iluminar
	Cumplir norma
	Asegurar
10. Distribuir (LAY OUT)	Cumplir Norma
	Dimensionar
	Decidir
	Asegurar anclar

- Decidir/ Seleccionar la materia prima/ Evaluar. Son funciones cualitativas. Evaluar si una torta viene en buenas condiciones se establece mediante una tabla de colores en la que habla del tiempo que fue procesada, sin embargo existen pruebas como la rancidez o el análisis de proteína que establecen las condiciones de la materia prima.

- Separar/ Clasificar y evaluar materia prima procesada: Este proceso equivale a tener un producto en menor granulometría que para su separación es necesario un juego de tamices preestablecido por lo tanto su clasificación.

- Cumplir Norma. Dentro del procesado de alimentos existe dos normatividades que se debe cumplir como lo es las BPM (Buenas prácticas de manufactura) en el INVIMA las cuales no tienen selección simplemente se debe acatar la norma.

-Etiquetar/ Empacar: Es un proceso que vienen unido, dependiendo del tipo de empaque e etiqueta, por lo tanto es necesario un estudio previo en el cual se establezca el material ideal para almacenar esta harina. Dentro del mercado internacional, en Perú se distribuye en bolsas de Polietileno termoselladas, esto no quiere decir que sean a las mismas condiciones Colombianas, ya que al ser una harina proteíca se opta por empacar en tarros para su mayor conservación y mejorar presentación.

- Acceder: Es una función muy acotada, por ser en 2 contenedores, sólo tienen dos puertas de acceso y generar una tercera implica un análisis estático y resistencia en el diseño.

-Dimensionar: Está relacionado con la función distribuir, en el que se da el proceso de *LAY OUT*, este se establece por las necesidades del proceso y los puntos de acceso a la planta. Existen programas que permiten realizar este proceso como lo es Solid Edge, Excel y Autocad.

- Decidir equipos: Establecido por las ofertas comerciales que se tienen actualmente

- Capacitar operarios: El proceso de capacitación se debe realizar en el momento en el que la planta está instalada y se tengan todas las características de los equipos.

-Vestir: De acuerdo a normatividad INVIMA.

3.6 MATRICES MORFOLÓGICAS

La matriz morfológica consiste en cuadros comparativos de las opciones de diseño para cada una de las partes principales del producto final. Aquí se analizan las ventajas y desventajas de las opciones para seleccionar la mejor de estas.

Las matrices morfológicas resultan del análisis de factibilidad en cual se encuentra en el ANEXO 7, allí se establece la razón por la que se toman las diferentes opciones y se indica las condiciones para cada decisión.

Tabla 10. Matriz morfológica – Recibir materia prima

RECIBIR MATERIA PRIMA				
NIVEL	FUNCIONES	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
1	Recibir materia prima	Recipientes	Costales	Bolsas
2	Adquirir materia prima	Compra	Instalar planta de extracción	Cultivar

Tabla 11. Matriz morfológica – Caracterizar materia prima

CARACTERIZAR MATERIA PRIMA				
NIVEL	FUNCIONES	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
2	Medir materia prima	Higrómetro	Horno de Tiro Forzado	Prensado
2	Pesar materia prima	Balanza	Báscula de piso	Pesa de gancho
2	Almacenar materia prima	Costales	Estibas	Nevera

Tabla 12. Matriz morfológica – Acondicionar materia prima

ACONDICIONAR MATERIA PRIMA				
NIVEL	FUNCIONES	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
2	Dosificar	Recipientes	Banda transportadora	Tolva
2	Mezclar	Manualmente	Tambor	Tornillo

Tabla 13. Matriz morfológica – Extraer

EXTRAER				
NIVEL	FUNCIONES	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
1	Extraer	Prensa	Expeller	
2	Evaluar	Propiedades organolépticas	Termómetro	
2	Disponer	Venderlo	Realizar otro producto	Botarlo

Tabla 14. Matriz morfológica – Reducir

REDUCIR				
NIVEL	FUNCIONES	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
1	Reducir	Molino de martillo	Molino de cuchillas	Pulverizador
2	Separar	Ciclones	Tamices inoxidables	Aspas en Rotab
2	Disponer	Venderla	Reprocesar	

Tabla 15. Matriz morfológica – Acondicionar proceso

ACONDICIONAR PROCESO				
NIVEL	FUNCIONES	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
2	Iluminar	Ventanas	Energía solar	Lámparas
1	Asegurar	Argollas y tornillos	Guías y sistemas de embalaje	Cajones y correas

Tabla 16. Matriz morfológica – Almacenar producto

ALMACENAR PRODUCTO				
NIVEL	FUNCIONES	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
2	Separar	Recipientes	Bolsas	Opción 1 y 2
2	Dosificar	Tolva	Balanza manual	Opción 1 y 2
2	Ubicar	Estantería	Góndolas	

Tabla 17. Matriz morfológica – Suministrar

SUMINISTRAR				
NIVEL	FUNCIONES	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
2	Energía	Red eléctrica	Planta eléctrica	Opción 1 y 2
2	Agua	Tanque agua lluvia	Acueducto municipal	Opción 1 y 2

CAPITULO 4.

DISEÑO DE PLANOS DE LA PLANTA Y LOS EQUIPOS PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE SACHA INCHI

Este capítulo corresponde a la recopilación de los capítulos 3 y 4 en el que da las características del producto final y las decisiones tomadas a las condiciones de la planta.

Respecto a los equipos ninguno de ellos se diseñó ya que el alcance del proyecto sólo va hasta el diseño conceptual de la planta, es decir el proceso de *LAY OUT*, teniendo en cuenta las decisiones lo que se buscó fue tomar equipos comerciales y que cumplieran con las características solicitadas por el proyecto.

Se evalúa inicialmente las dimensiones y la ubicación de los equipos y finalmente se presentan los planos con el diseño conceptual de cada equipo y su ubicación dentro de cada contenedor.

4.1 DISEÑO CONCEPTUAL PROCESO DE *LAY OUT*

En la ilustración 17 se evidencia un breve resumen de las características finales que toma la planta con su distribución, en el primer contenedor se encuentra el proceso de obtención de la harina y el segundo presenta el proceso del empaque con los implemento para darle todos los beneficios al operador.

Los dos contenedores deben tener unión, es por eso que implica puntos de acceso entre ambos. Se muestran las condiciones básicas en toda planta como lo es la iluminación, suministro de agua y suministro de energía.

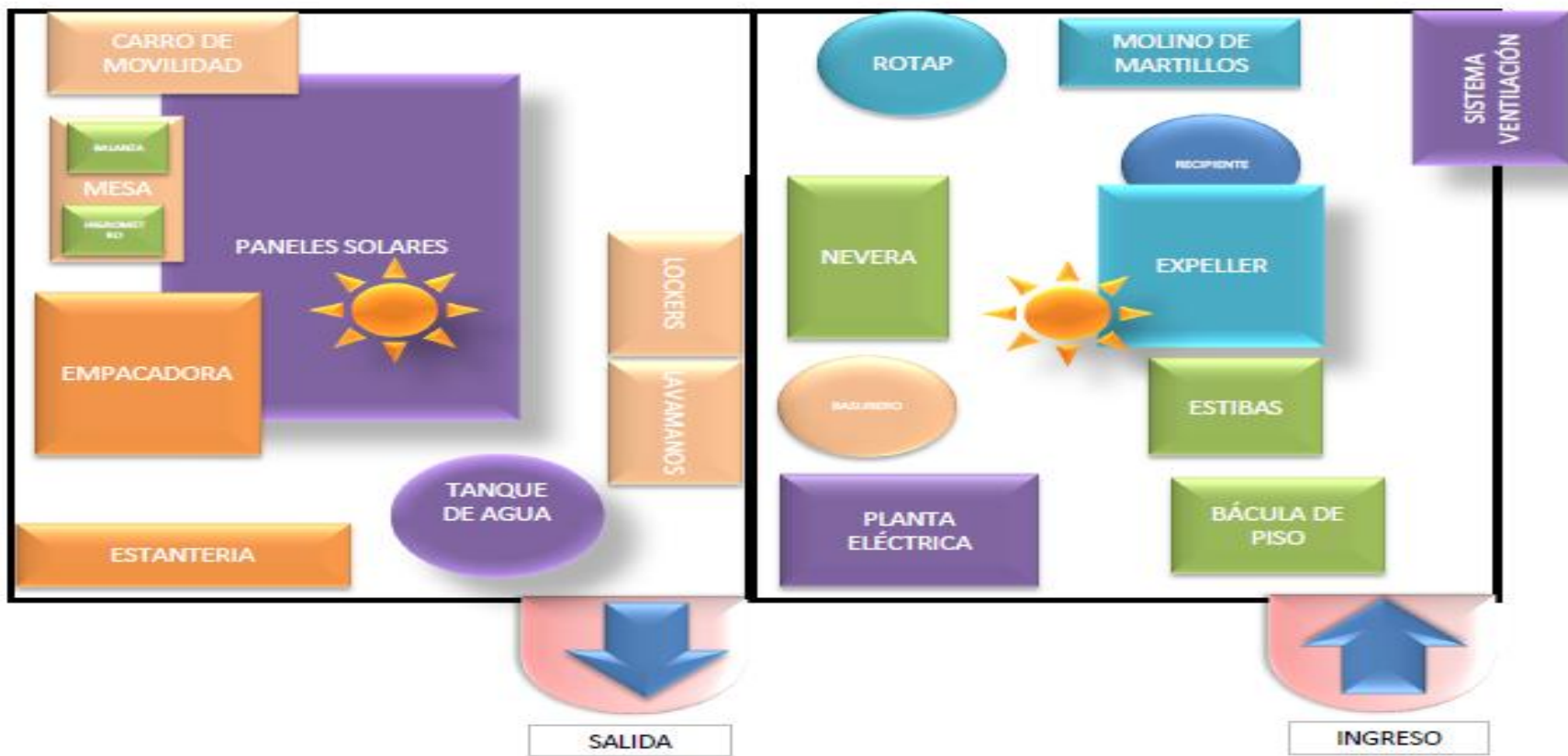


Ilustración 17. Diseño de plano *LAY- OUT* de planta productora de Sacha Inchi

4.2 DISEÑO DE PLANOS

ILUSTRACION	CARCATERÍSTICAS	DESCRIPCION
Ilustración 18	VISTA SUPERIOR DE PLANTA	Plano donde se evidencia la parte superior de ambos contenedores, con las medidas en detalle de la balanza, pHmetro e higrómetro.
Ilustración 19	VISTA FRONTAL Y LATERAL IZQUIERDA PLANTA CONTENEDOR 1	Allí se encuentran la sección en donde se escala el tamaño del rotap, la planta eléctrica, estantería y la nevera donde se almacena la materia prima. Adicionalmente es visible el tanque se agua que se encuentra en la parte superior del segundo contenedor.
Ilustración 20.	VISTA FRONTAL Y LATERAL IZQUIERDA PLANTA CONTENEDOR 2	La vista de este segundo contenedor presenta una sección donde se analiza la materia prima con herramienta como higrómetro. Se tiene el carro transportador de materia prima y la máquina empacadora y la estantería del producto final
Ilustración 21.	VISTA FRONTAL Y LATERAL DERECHA PLANTA CONTENEDOR 2	Se evidencia el lavamanos para la inocuidad del operador y el armario para mantener sus pertenencias en correcto orden
Ilustración 22	VISTA FRONTAL Y LATERAL DERECHA PLANTA CONTENEDOR 1	El otro lado del contenedor 1 presenta equipos de alta importancia como lo son el expeller molino, báscula y estibas por lo tanto se ubicó el aire acondicionado en esta unidad con el fin de mantener temperaturas adecuadas, Se presenta una buena iluminación
Ilustración 23	MAQUINA DE EMPAQUE	Equipo comercial utilizado para empaçar producto final termosellado que hace del producto con características constantes a pesar del tiempo que lleve de empaque.

ILUSTRACION	CARACTERISTICA	DESCRIPCION
Ilustración 24	EXPELLER	Basado en un tornillo sinfín que impulsa la materia prima por un dado y que mediante temperatura ayuda a que sea mayor la extracción de aceite residual
Ilustración 25	MOLINO DE MARTILLOS	Molino de alta capacidad que toma los pellets obtenidos del expeller y reduce su tamaño de partícula, el polvo que se genera en el proceso debe ser controlado para evitar incendios
Ilustración 26	TAMIZADOR	Tamiz eléctrico que separa la granulometría obtenida del molino de martillos y se obtiene la harina
Ilustración 27	PLANO DE PARTES	Un breve resumen de las partes instaladas en los dos contenedores.

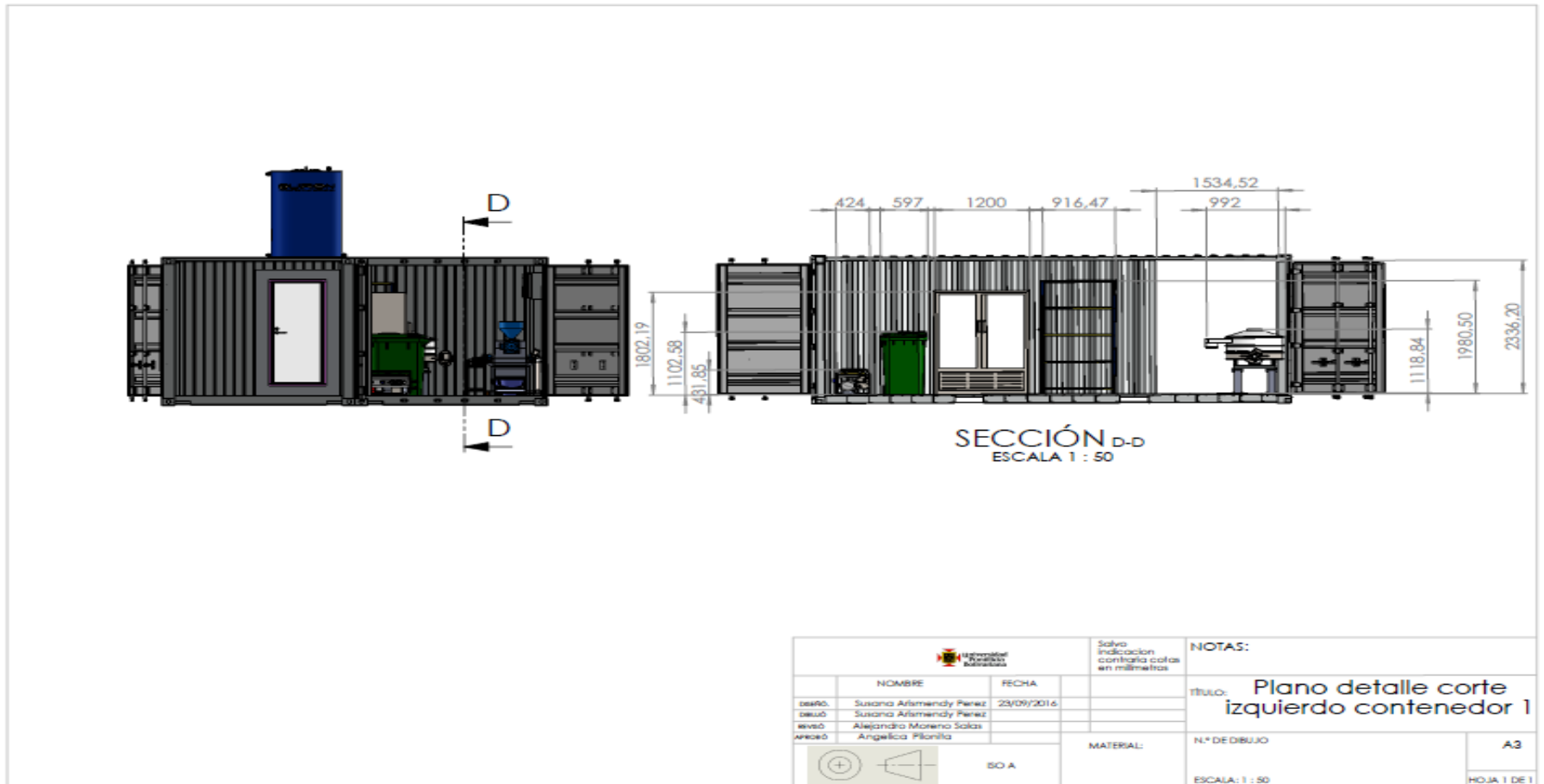


Ilustración 19: Vista frontal y lateral izquierda de planta contenedor 1.

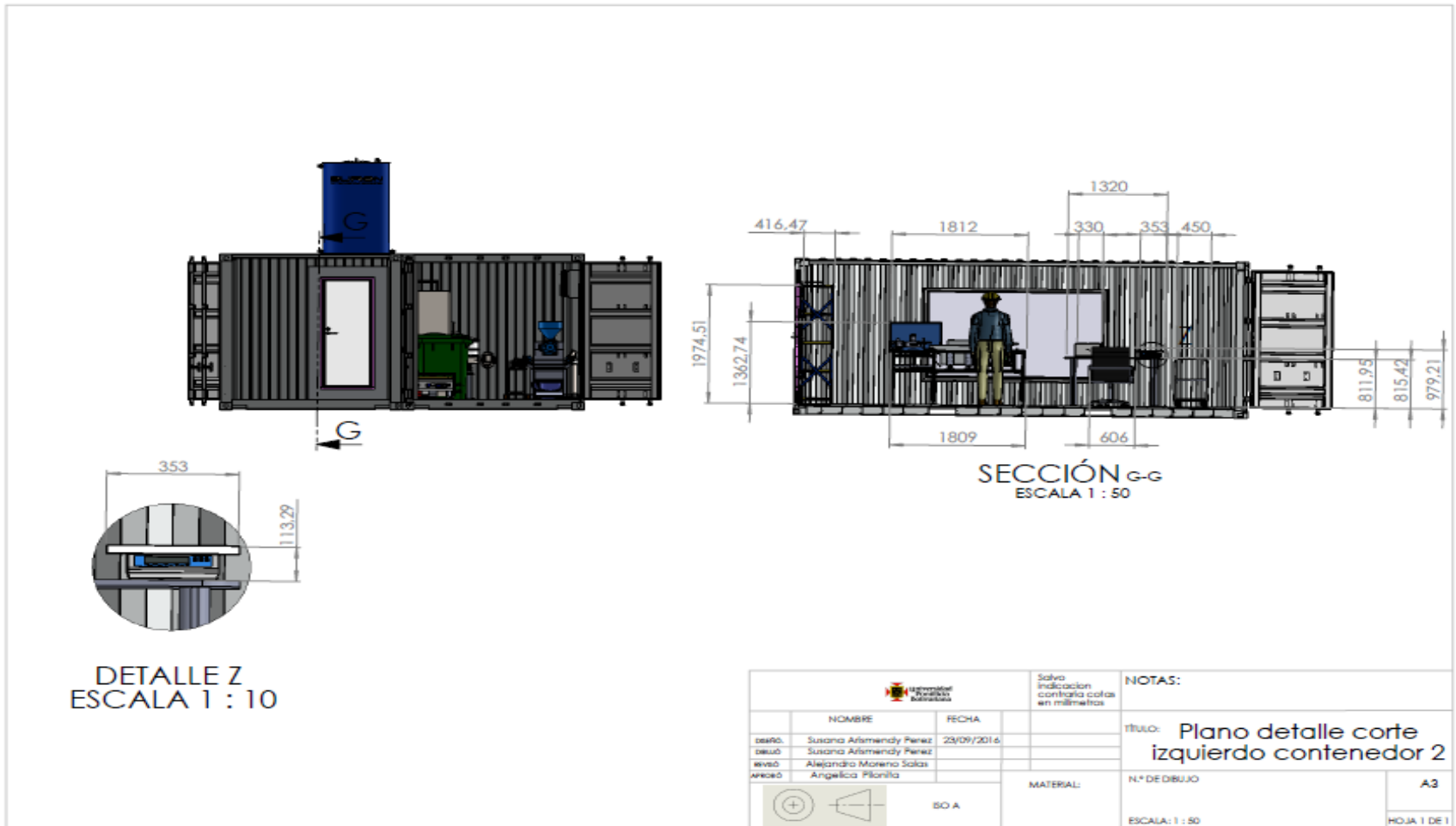


Ilustración 20. Vista frontal y lateral izquierda planta contenedor 2.



Ilustración 21. Vista frontal y lateral derecha de planta contenedor 2.

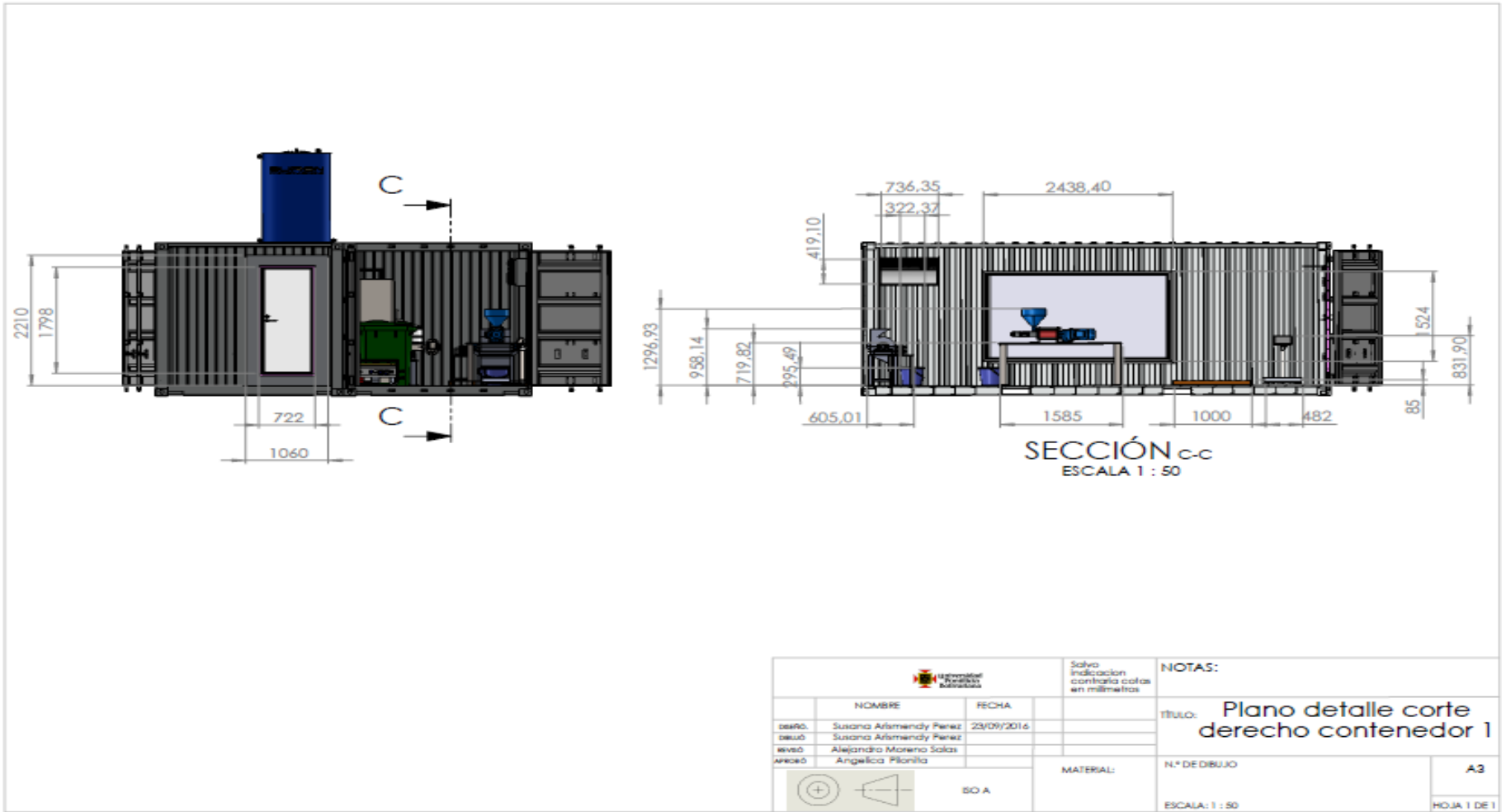


Ilustración 22. Vista frontal y lateral derecha planta contenedor 1.

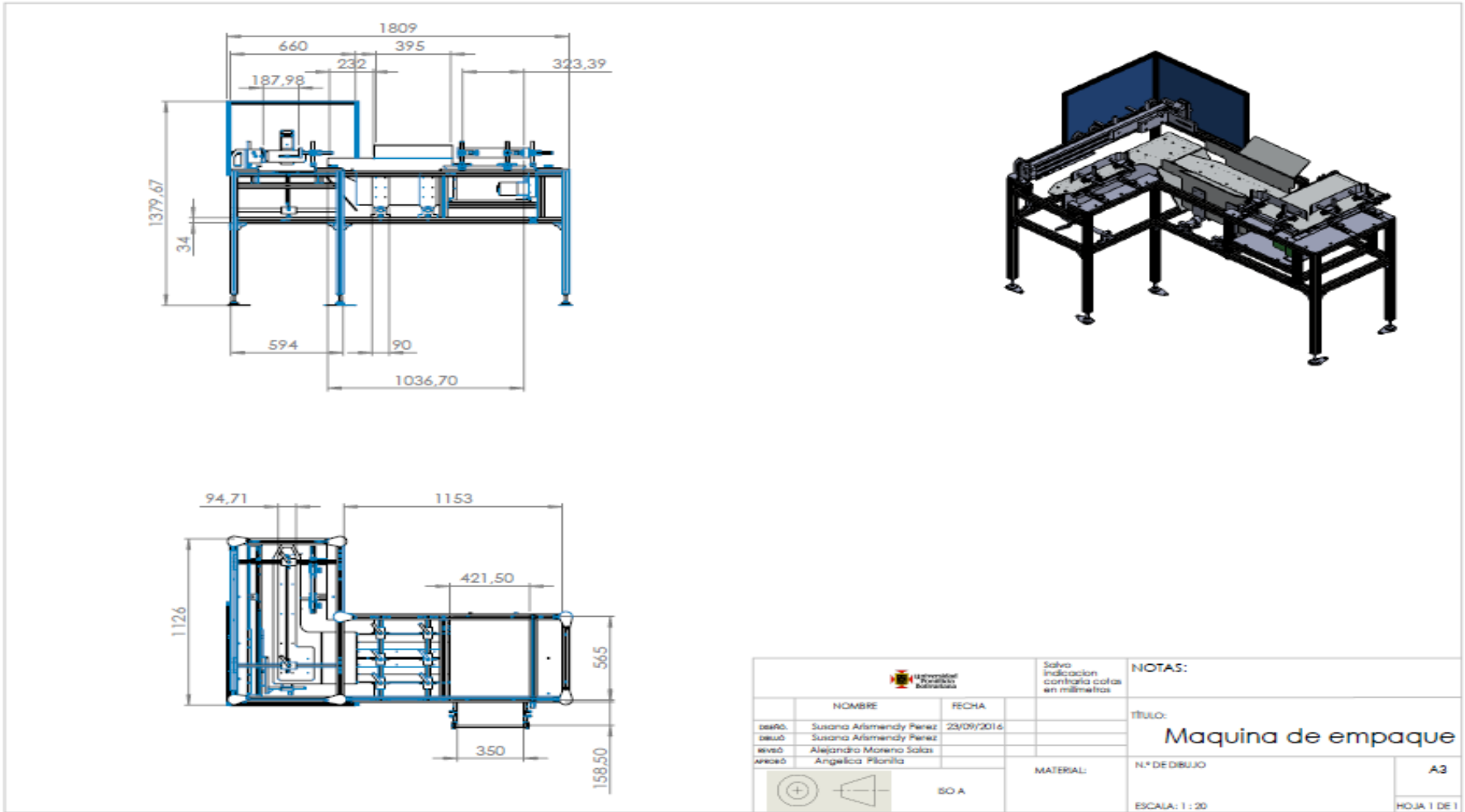


Ilustración 23. Máquina de empaque.

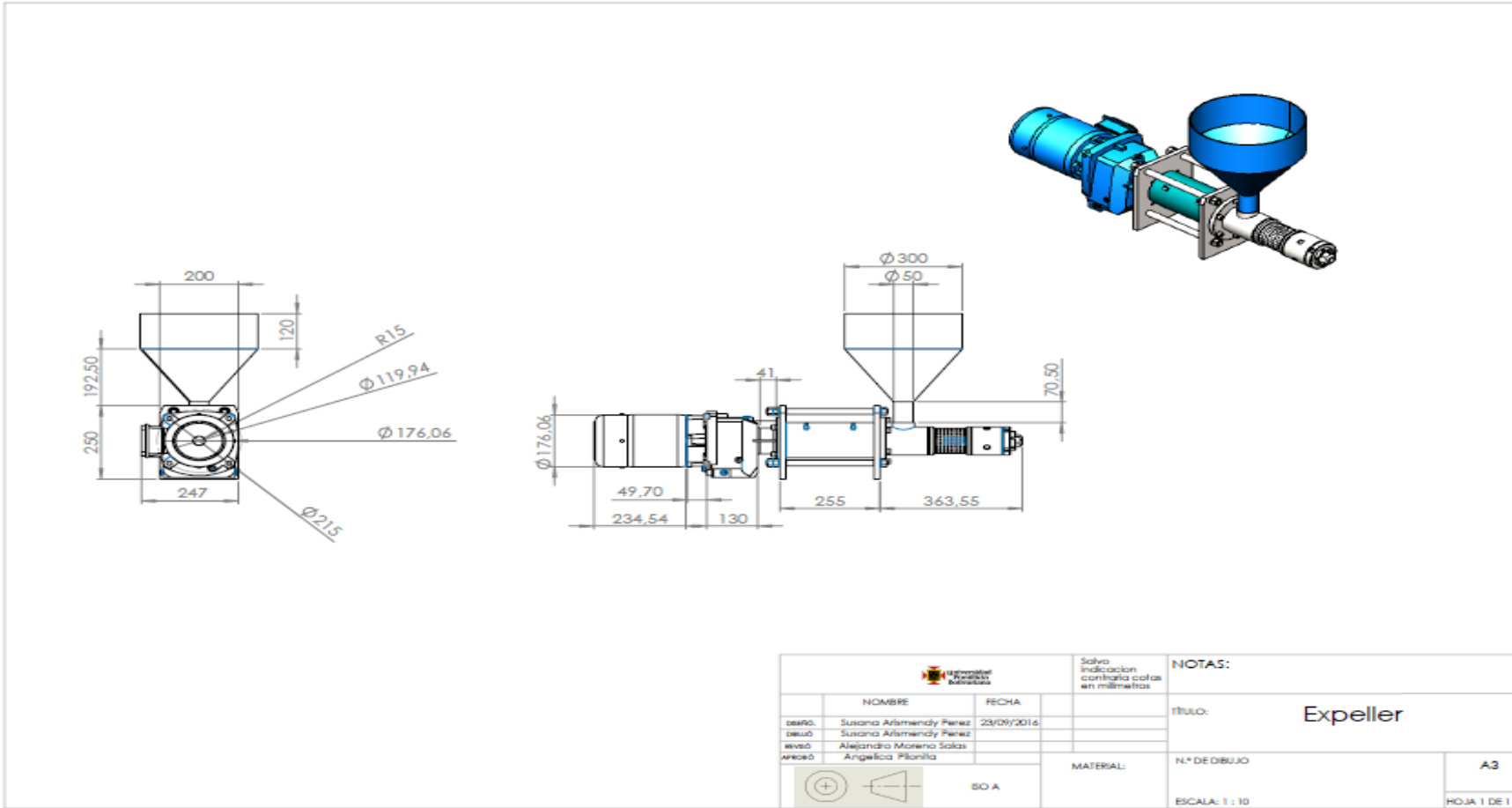


Ilustración 24. Expeller.

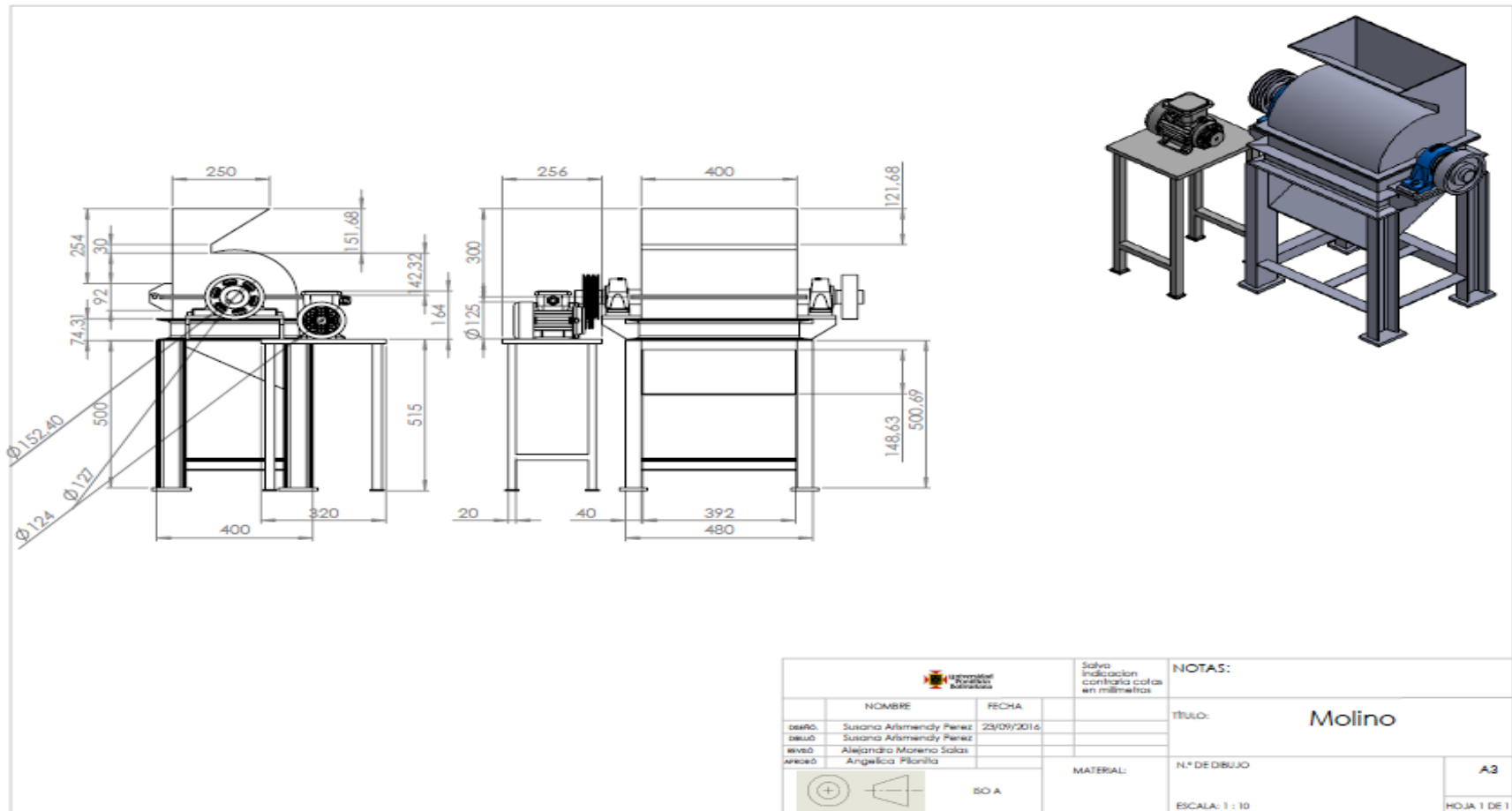


Ilustración 25. Molino de martillos.

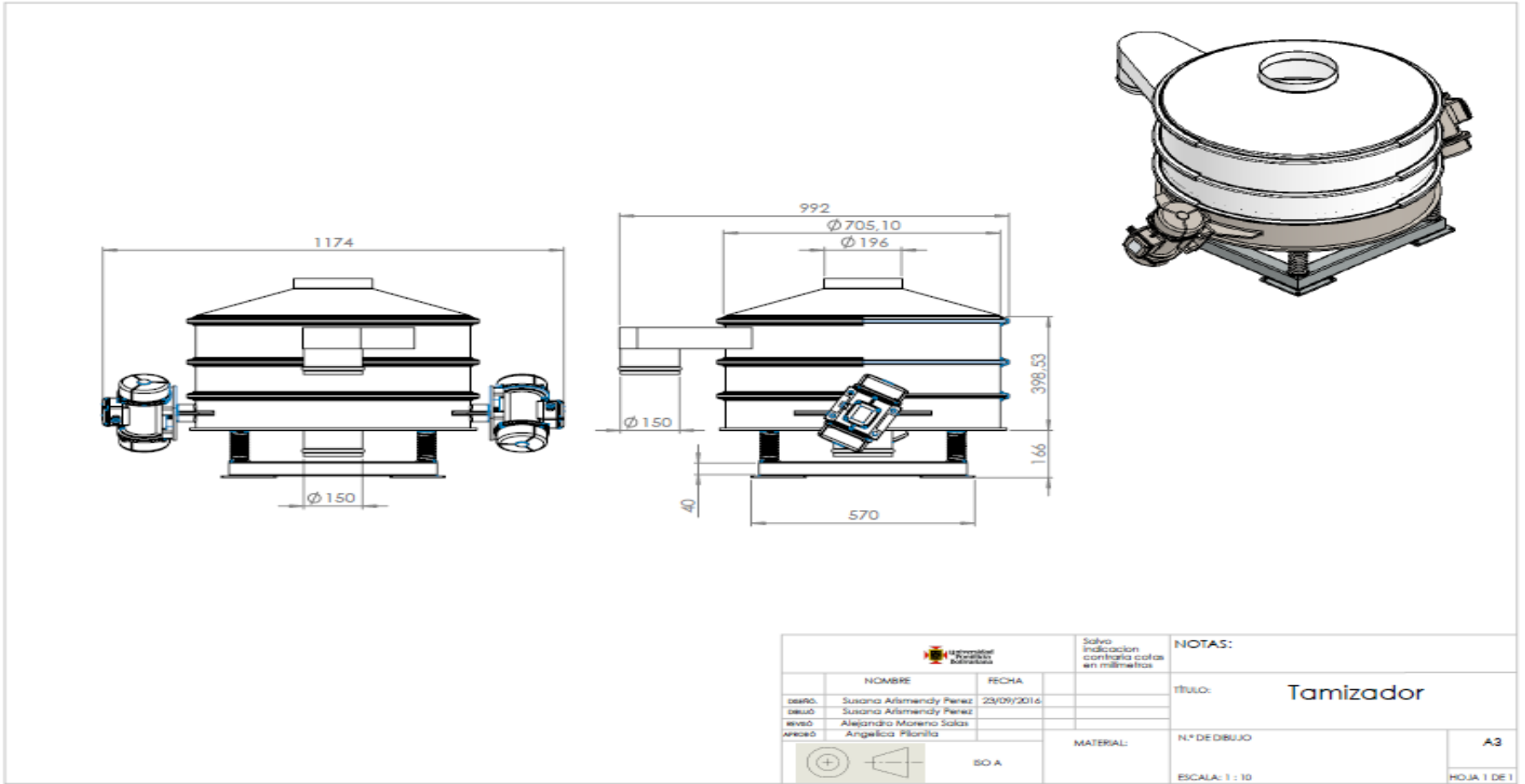


Ilustración 26. Tamizador.

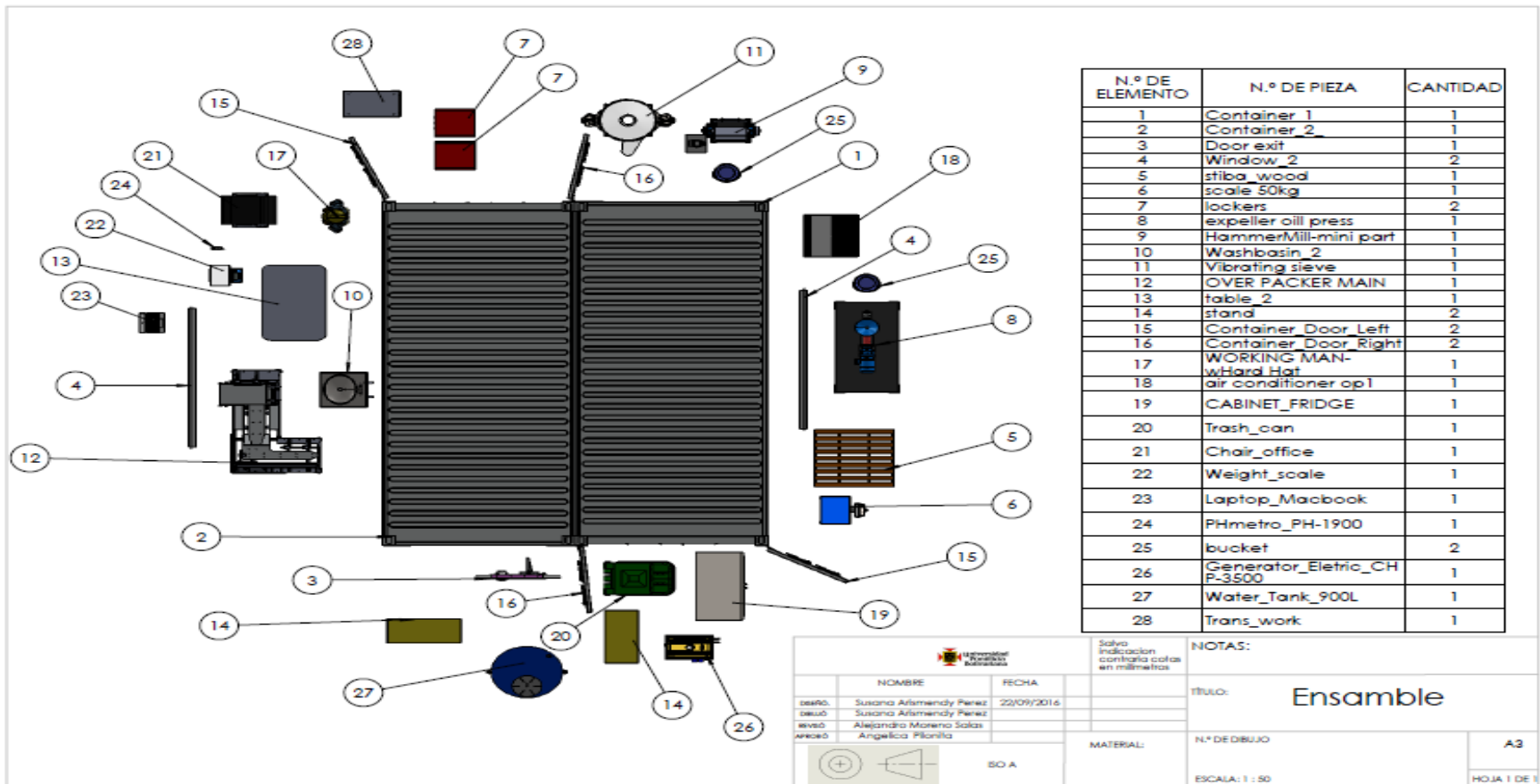


Ilustración 27. Plano de partes.

5. CONCLUSIONES

Es inevitable ver la importancia que tiene la Sacha Inchi para el consumo humano, no sólo porque presenta muy buenas condiciones de Omega 3,6 y 9 sino porque el subproducto provee un alimento que tiene actualmente bastante demanda del mercado por sus características de proteína. Realizar una caracterización del producto antes y después del expeller indicó las pautas para saber a qué condiciones se debía seguir, como la elección del molino de martillos, el expeller y la empacadora.

Realizar la entrevista al usuario indicó la mayor parte donde se enfocaría el proyecto: el operador. Se le brindó todas las condiciones de buen clima, suministro de energía, agua e información, las características para reconocer una buena calidad del producto.

Lo más interesante fue generar los subsistemas y encontrar cada detalle del diseño de ambos container, la forma como se ubicarían cada uno de los equipos, sus medidas y cotas. Los diseños brindan una vista más cercana a lo que realmente sería la planta, las dimensiones de cada uno de los equipos que finalmente se van a adquirir.

5. BIBLIOGRAFÍA

Científicos, T. (2013). Moldeado, Inyección, Extrusión.

Corpoica. (2004). Monografía y cultivo de Sacha Inchi. *Boletín Técnico*, 28.

Couper, James R; Penney, W. Roy; Fair, James R.; Walas, S. M. (2010). Chemical Process Equipment. In Butterworth-Heinemann (Ed.), *Chemical Process Equipment* (3rd ed., Vol. 2, p. 37). Burlington: Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-372506-6.00001-0.

Ecnómica, M. de P. N. política y. (2009). *Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo*. Colombia.

Elkin, Florez (2015). Diseño proyecto grupal. Diseño de Equipos. Universidad Pontificia Bolivariana.

Fernando, C., & López, B. (2013). *Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (Plukenetia volubilis Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite*
Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (Plukenetia volubilis Linneo) mediante extracción por solventes de su. Universidad de Manizales.

- Geankoplis, C. (1998). *Proceso de Transporte y operaciones Unitarias*. (University Minnesota, Ed.) (Tercera Ed). México: CECSA.
- Hurtado Ordoñez, Z. A. (1937). *Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de sachá inchi (Plukenetia volubilis) cultivada en Colombia*. *Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki*. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>
- Ibarz Albert (2005). Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. En línea. Disponible en: [http://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484761631/operaciones-unitarias-en-la-ingenieria-de-alimentos.\(Barbacoas\)](http://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484761631/operaciones-unitarias-en-la-ingenieria-de-alimentos.(Barbacoas)).
- Jimenez Alfonso de Luna (2007). Composición y procesamiento de la soya para consumo humano. En línea. Disponible en: www.uaa.mx Investigación y ciencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Ii, O., & Alfaro-, F. (2013). *Matriz de Decisiones ¿ Qué es ? Ejemplo- Aplicación*. Argentina.
- Manco Cespedes, E. (2006). *Cultivo de Sacha Inchi*. San Martin, Perú.
- Martinez, A. (2012). Mapeo Tecnológico de Sacha Inchi. In *Perú Diverso* (p. 18). Perú.
- Piña, Juliana. Bucalá, V. (2013). Reducción de Tamaño- Molinos. In D. de I. Q. Universidad Nacional del Sur (Ed.), *Procesamiento de sólidos- Procesamiento de alimentos* (p. 18). Argentina.
- Perez C, A L (2014). Evaluación de la adaptación de Plukenetia volubilis L. (Sacha Inchi) bajo las condiciones orgánicas en el Sinú medio. Departamento de Córdoba. Facultad de ciencias básicas, programa de biología, Montería, Colombia.
- Seijas del Castillo, M. angel. (2011). *CULTIVO DE SACHA INCHI (Plukenetia volubilis L.) incainchi.es*. Perú. Retrieved from <http://incainchi.es/pdf/1358.pdf>.
- Stan, C. NORMA DEL CODEX PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA (1989). Retrieved from www.codexalimentarius.org/input/download/standards/.../CXS_175s.pdf.
- Treybal, R. E. (2000). *Operaciones de Transferencia de masa*. (H. McGraw, Ed.) (Segunda ed).

ANEXO 1

Análisis de Humedad

Descripción del método: El método consiste en realizar análisis químico por un método gravimétrico, al determinar el contenido de humedad en alimentos sólidos

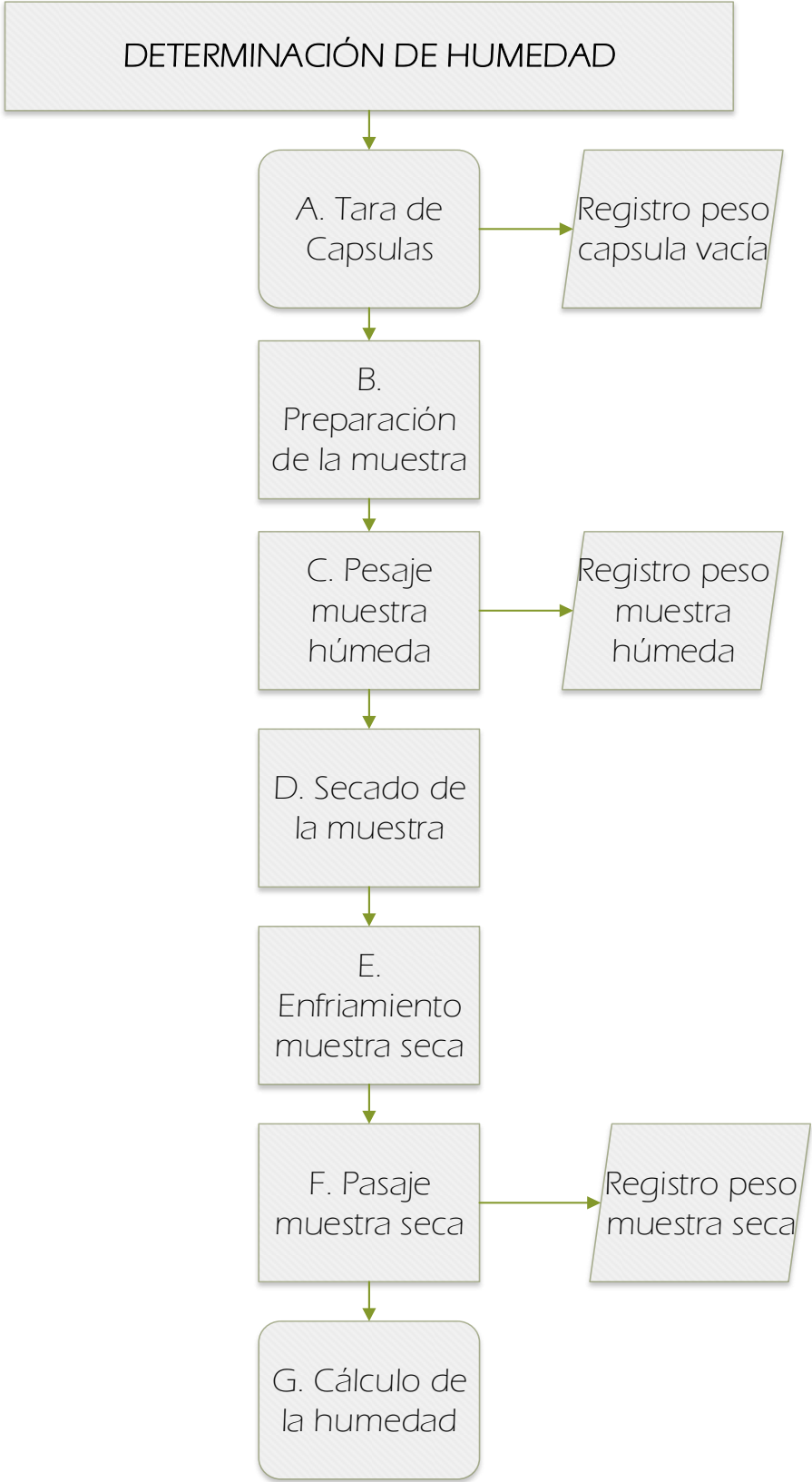
Equipos, reactivos y materiales

Tabla 1. Equipos reactivos y materiales para la determinación de humedad (N/A, No aplica)

Equipos	Reactivos	Materiales
- Balanza analítica	- N/A	- Cápsulas de porcelana
- Estufa de secado de circulación forzada o al vacío		- Espátula
- Desecador		- Pinza
- Molino		- Tamiz N° 20.

Diagrama de flujo y descripción del proceso

Diagrama de flujo: A continuación se muestran los pasos secuenciales que se deben tener en cuenta para la determinación de humedad de productos sólidos



Descripción del proceso

- A. Tara de las cápsulas de porcelana:** Lavar tres cápsulas de porcelana, secar en una estufa de secado durante 30 minutos a 95 – 105 °C, y después de este tiempo transferir a un desecador con ayuda de una pinza por espacio de 10 a 15 minutos hasta que se enfríen, finalmente pesar en una balanza analítica.
- B. Preparación de la muestra:** Pulverizar la muestra hasta que pase por un tamiz N° 20 y guardar en un frasco tapado o si el procedimiento se va a demorar, en un empaque al vacío.
- C. Pesaje de la muestra húmeda:** pesar 2.0000 gramos de la muestra finamente triturada en cada cápsula de porcelana previamente tarada y registrar el peso de la muestra (sin la capsula), identificar este peso como peso de muestra húmeda.
- D. Secado de la muestra:** ingresar las muestras previamente pesadas a la estufa de secado, programar la temperatura y el tiempo de secado y dejar secar hasta peso constante a las siguientes temperaturas:
- Si la muestra tiene un alto contenido de melazas o azúcares: 70 °C, empleando una presión por debajo de los 50 mm Hg con ayuda de una estufa de vacío.
 - 95 – 100 °C, a presión por debajo a 100 mm Hg.
 - 105°C a presión atmosférica.
- E. Enfriamiento de la muestra seca:** Tomar las capsulas de la estufa de secado y llevarlas a un desecador con unas pinzas (cerciorarse que la silicagel esté activada), dejarlo aproximadamente 30 minutos hasta que se enfríen
- F. Pesaje de la muestra seca:** Tomar las capsulas del desecador, utilizando las pinzas, pesarlas, registrar el peso de cada una e identificarlas como peso muestra seca
- G. Calculo de la humedad:** realizar el cálculo de la humedad con la siguientes ecuaciones:

Ecuación 1

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso de la muestra húmeda}} \times 100$$

Ecuación 2

$$\text{Pérdida de peso} = \text{Peso de la muestra húmeda} - \text{Peso de la muestra seca}$$

ANEXO 2

Análisis de Cenizas

Descripción del método

El método de determinación de cenizas se basa en la cuantificación del contenido de material mineral o inorgánico en un alimento

Equipos, reactivos y materiales

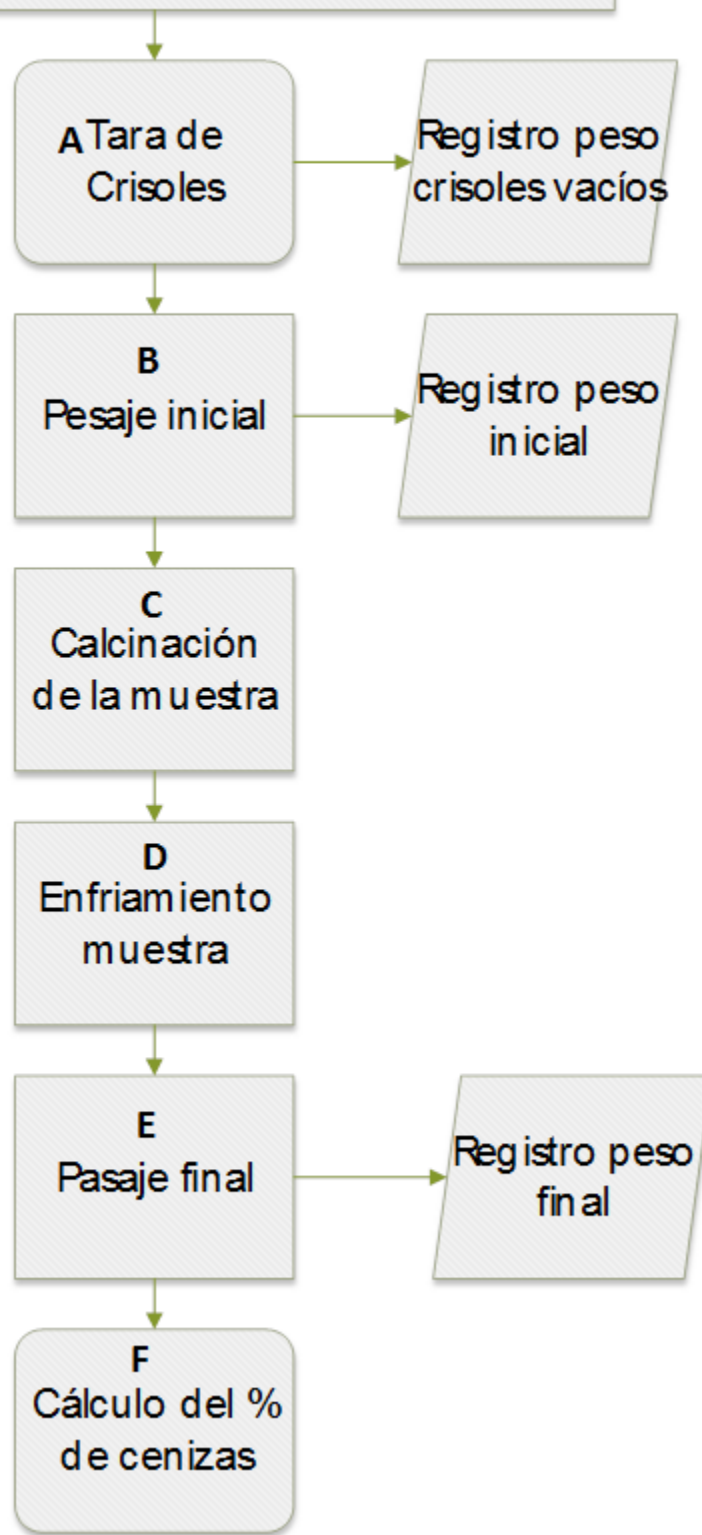
Tabla 2. Equipos reactivos y materiales para la determinación de cenizas

Equipos	Reactivos	Materiales
Balanza analítica	N/A	Crisoles de porcelana
Mufla		Espátula
Desecador		Pinza
Molino		Guantes especiales
Tamiz		resistentes a la temperatura

Diagrama de flujo y descripción del proceso

Diagrama de flujo: A continuación se muestran los pasos secuenciales que se deben tener en cuenta para la determinación de humedad de productos sólidos

DETERMINACIÓN DE CENIZAS



Descripción del proceso.

- A. Tara de crisoles:** lavar tres crisoles de porcelana*, secarlos en una estufa de secado durante 30 minutos a 95 – 100 °C, llevarlas a un desecador con una pinza por espacio de 20 minutos hasta que se enfríen y por último pesarlas, numerarlas, registrar su peso e identificarlo como peso del crisol vacío.
- B. Pesaje inicial de la muestra:** pesar 2.0000 gramos de la muestra finamente triturada en cada crisol de porcelana previamente tarado y registrar el peso de la muestra (sin la el crisol), identificar este peso como “peso inicial”.
- C. Calcinación de la muestra:** ingresar las muestras previamente pesadas a una mufla por un tiempo de 2 horas a temperatura entre 500-550 °C, pasadas las dos horas apagar la mufla, abrir la puerta del equipo y dejar enfriar aproximadamente 1 hora o hasta disminuir la temperatura a 100-200°C
- D. Enfriamiento de la muestra:** Tomar los crisoles de la mufla y llevarlos a un desecador con unas pinzas, dejarlo aproximadamente 40 minutos o hasta que se enfríen
- E. Pesaje final de la muestra:** Tomar los crisoles del desecador, pesarlos, registrar el peso de cada uno e identificarlas como “peso final”
- F. Calculo de la humedad:** realizar el cálculo de determinación de cenizas con la siguiente ecuación:

Ecuación 1

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso inicial}}{\text{Peso final}} \times 100$$

ANEXO 3

Cuantificación de proteína en matrices secas

Descripción del método de cuantificación de proteína por el método Kjeldahl: Esta metodología de cuantificación está compuesta por 3 fases: Digestión, destilación y titulación, cada una de las cuales se lleva a cabo en un equipo diferente.

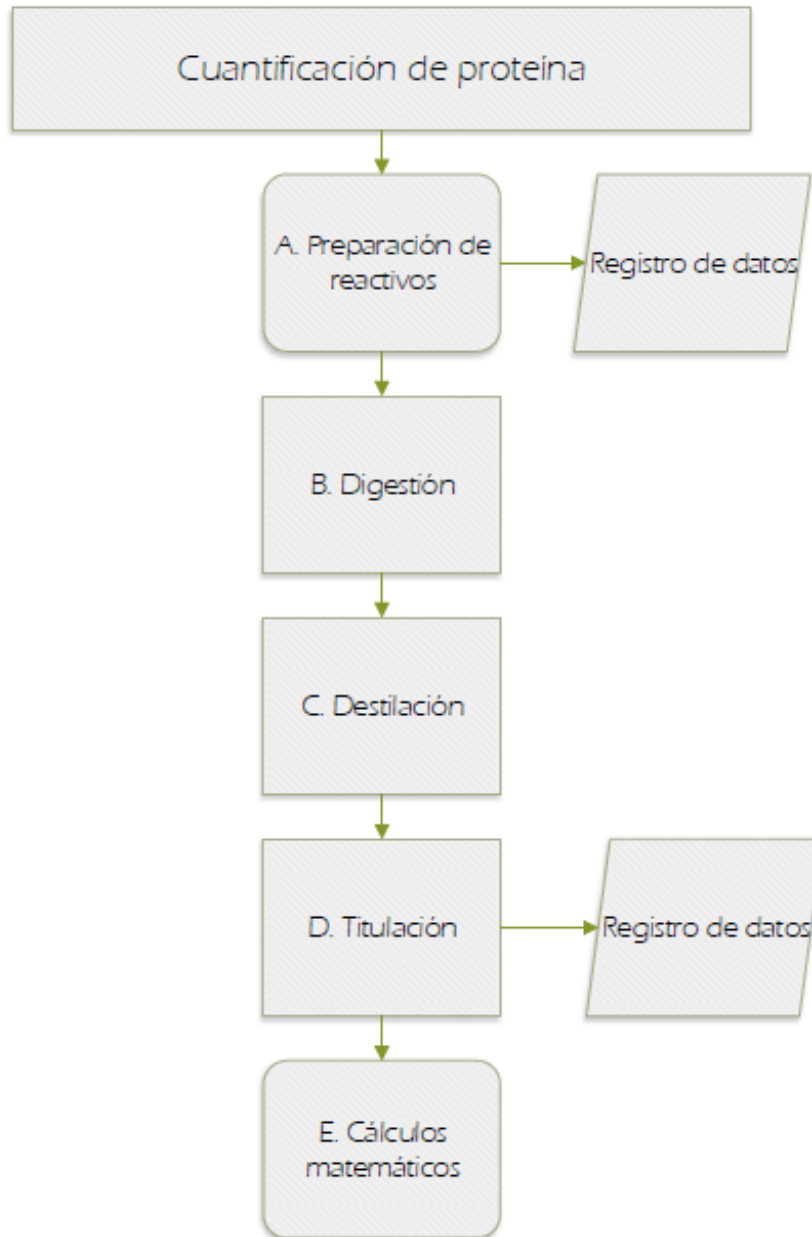
Equipos, reactivos y materiales: En la tabla 9 se describen los equipos reactivos y materiales necesarios para llevar a cabo la cuantificación de proteína por el método *Kjeldahl*.

Tabla 3. Equipos reactivos y materiales para la determinación de proteína.

Equipos	Reactivos	Materiales
Digestor	Hidróxido de Sodio (NaOH)	Matraz aforado 1 litro
	Agua Destilada	Recipiente plástico para almacenamiento
	Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄)	Beaker de 100 ml Pipeta de 20 ml Pipeteador Guantes
	Pastillas <i>Kjeldahl</i> (catalizador)	Pinza
Destilador (pHmetro)	Ácido Bórico (H ₃ BO ₃)	Matraz aforado 1 litro Recipiente de vidrio para almacenamiento (capacidad superior a 1 litro)
	Agua destilada	Recipiente de vidrio con capacidad superior a 1 litro
	Hidróxido de sodio (NaOH)	Matraz aforado de 1 litro Recipiente plástico para almacenamiento

Titulado (Plancha de agitación y Bureta)	Ácido clorhídrico	Matraz aforado de 1 litro Pipeta de 10 ml Pipeteador Beaker de 100 ml Recipiente de vidrio para almacenamiento de HCL
	Carbonato de Sodio (Na_2CO_3)	Erlenmeyer (3 de 50 ml)
	Fenolftaleina Naranja de Metilo Indicador de Tashiro	Gotero o pipeta de 5 ml
Balanza	Reactivos sólidos (NaOH , $\text{H}_3\text{BO}_3, \text{Na}_2\text{CO}_3$)	Espatula Papel sin contenido de Nitrógeno Muestra de interés para análisis
Ultrasonido (opcional)	H_3BO_3	2 Beaker de 600 ml (c/u) Agitador de vidrio

Diagrama de flujo



Ecuación 1

$$\frac{X \text{ g Na}_2\text{CO}_3 * \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} * \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}}{\text{Volumen total (L)}} = [\text{concentración}] \frac{\text{mol}}{\text{litro}}$$

Ecuación 2

%Nitrógeno

$$= \frac{V (\text{litros de HCl consumidos}) * M (\text{molaridad de HCl estandarizado}) * 14 * 100}{\text{peso de la muestra (gr)}}$$

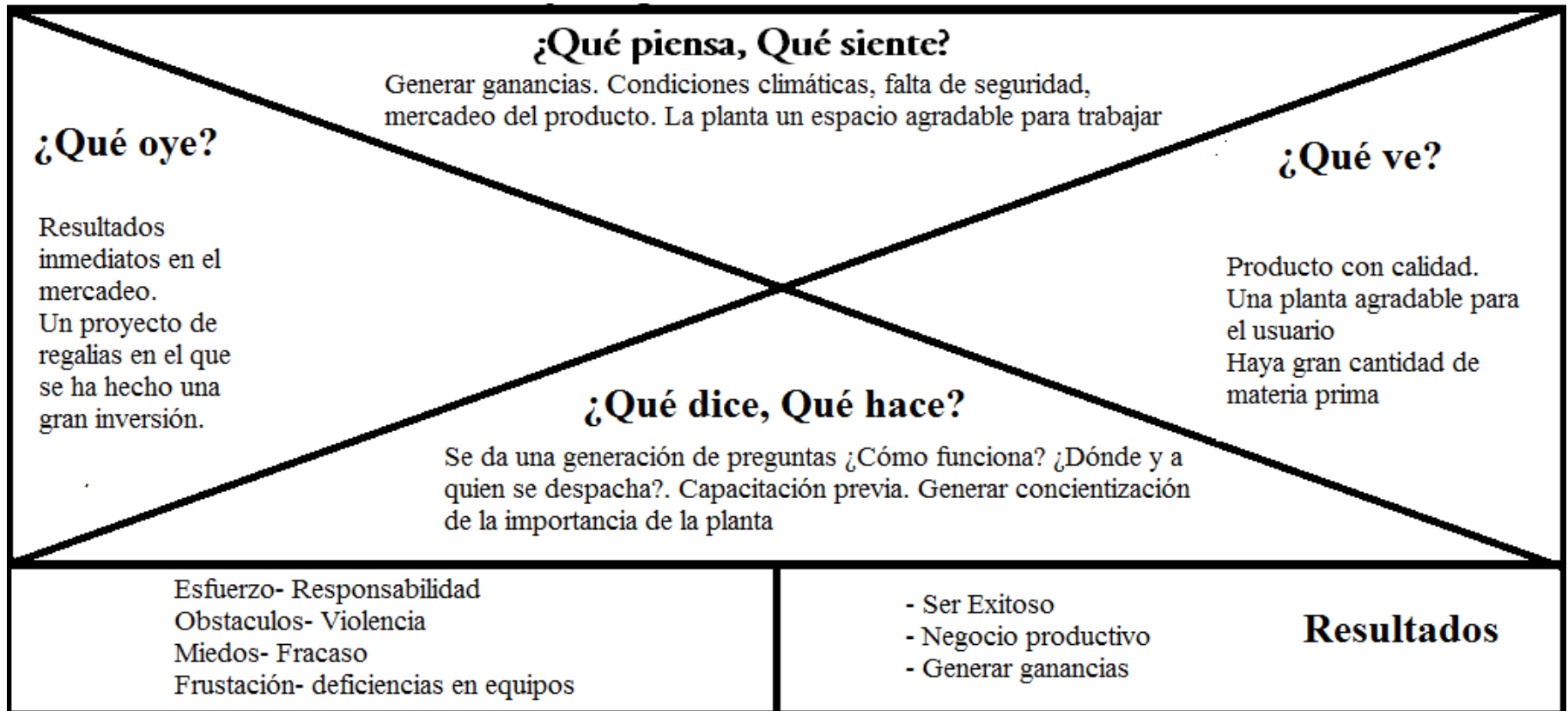
$$\% \text{Proteína} = \% \text{Nitrógeno} * 6.25$$

Tabla 4. Resultados estandarización de HCl por triplicado.

Estandarización HCl (24-11-14)		
Estandarización HCl		
Peso Na₂CO₃ (g)	Volumen de HCl (ml)	[] mol/lt
0.1039	43.7000	0.04485989
0.1098	46.7000	0.04436184
0.1004	42.3000	0.04478344
Promedio		0.04466839

ANEXO 4

MAPA DE EMPATÍA



ANEXO 5

ENTREVISTA HABITANTE DEL BAJO CAUCA

- ¿Qué productos naturales se generan en la región?

R/: Arroz, maíz, yuca, ñame, ajonjolí

- ¿Cuál es el equipo más sofisticado que ha manejado?

R/: Maquinaria de un frigorífico

- ¿Qué sabe usted del proceso de obtención de harina?

R/: Conozco la línea de obtención de harina de carne-hueso-sangre bovina

Es engorroso molerlo y si no se le quita bien el aceite se pega

- ¿De dónde se obtiene la materia prima?

R/: Tarazá tiene cultivos grandes, en el Bagre hay uno a 2 horas de Caucasia y en Caucasia

- ¿Cuánto pagaras por una libra de harina de proteína?

R/: Pagaría de 38 a 40mil pesos Colombianos

- ¿Qué productos haría con la harina?

R/: Galletas, pudines y torta

- ¿Cuánta harina quisiera producir al día?

R/: 8 toneladas diarias con 8 personas

- ¿Cómo cree usted que debería ser el suministro de energía a una planta móvil?

R/: Que no sea planta eléctrica por que hace mucho ruido, me gustaría que se conecte a un sistema eléctrico.

- ¿Qué piensa de las energías renovables?

R/: Me gusta la energía solar y conozco una empresa Tesla Motors es eficiente y barata.

- ¿Cuál cree usted que es el producto final?

R/: Producto parecido a bienestarina de color blanco para diluir en agua

- ¿Considera importante hacer harina de sachá inchi? ¿Por qué?

R/: Importante, porque le están dando valor agregado a los productos del agricultor

- ¿Cómo cree usted que se empaqueta la harina (cantidad, tipo de empaque)?

R/: En libra, en presentación de 250 gr, en tarro, bolsas plásticas para el mayorista en bultos de 40 kg sellados

- ¿Qué haría usted con los subproductos?

R/: Alimentar a los cerdos y los pescados, hacer concentrado para bovinos con omega 3.

- ¿Cuánto espera que sean las ganancias?

R/: Muchas ganancias

- ¿Cree usted que se puede realizar otro proceso en la planta?

R/: No trabajaría

- ¿Si no hubiera materia prima que haría en la planta?

R/: Harina para concentrado de animales

- ¿Si usted fuera operario de la planta le gustaría trabajar solo o acompañado?

R/: Solo no, con otro o con otros dos en total máximo 3

- ¿Cuántas horas de trabajo estaría dispuesto a realizar?

R/:48 horas semanales mas horas extras

- ¿Qué necesita la planta para que usted se sienta cómodo y seguro?

R/: Ventilación, botas, gafas, silla, baño e indumentaria blanca.

- ¿Dónde ubicaría la planta?

R/: Caucasia

- ¿Cuál creería es una emergencia que se genera en la planta?

R/: Máquinas que se dañan mucho hacer mantenimiento preventivo, alineamiento del tornillo sinfín, que se dañe el soporte del motor al tornillo.

Que se generen cortos por cables pelados

- ¿Qué opina del ruido en la planta?

R/: Las máquinas que generan mucho ruido no son tan eficientes como el molino rotatorio

- ¿Qué piensa usted de que la planta sea móvil, es educativo el proyecto?

R/: Planta móvil, chévere llevarla a todos los municipios integrando instituciones como el SENA.

- ¿El proyecto es viable, que beneficios trae a la región?

R/: Educa la región para nuevos procesos y trae ganancias

ANEXO 6

HOQ

- Tamb. Temperatura ambiente de trabajo
- FAgua: Flujo de agua de lavado
- Cagua: Calidad de agua
- G: Granulometría
- HP: Humedad producto
- CAceite: Contenido de aceite
- Ef. E: Eficiencia equipos
- Ef. P: Eficiencia proceso
- R.P: Rendimiento personal
- C.P: Control Partículas
- PE: Permeabilidad empaque
- V: Ventilación
- C.ff: Coeficiente de fricción
- L: Luminosidad
- D.F.E: Desviación de los flujos de equipo
- D.C.C: Distancia entre contenedores y cultivo
- G.S.P.E: Garantizar suministro de potencia eléctrica
- C.N: Cumplir normatividad
- R: Ruido

ANEXO 7

FORMATOS DE FACTIBILIDAD

ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD Recepción Materia Prima

PROYECTO: Sacha Inchi **FECHA:**

FUNCIÓN PRINCIPAL: Recibir Materia Prima

FUNCIÓN: Entrada de Torta de Sacha Inchi a la planta

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN	
CONCEPTOS	1	Recipientes	C	Los recipientes ha sido una manera útil de recibir materia en pellets, sin pérdidas aunque es costoso	Condicionado
	2	Costales	C	El uso de costales que no vienen previamente limpios contiene carga microbiológica peligrosa	Condicionado
	3	Bolsas	F	Dentro del proyecto este era uno de los métodos más comunes para el transporte de la materia	Aprobado
CONCLUSIONES:		Dentro de las empresas de alimentos, el acceso de materia prima es altamente regulado porque de ello depende la calidad del producto final. Por lo tanto es un proceso de exigencia a los proveedores que la torta llegue en buenas condiciones, el uso de recipiente implica lavado las propiedades del agua pueden variar según el lugar en el que se encuentre la planta			

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD Adquisición Materia Prima

PROYECTO: Sacha Inchi

FECHA:

FUNCIÓN PRINCIPAL: Conseguir Materia Prima

FUNCIÓN: Reconocer el proceso de adquisición de materia prima, evaluando las diferentes posibilidades que brinda el sector comercial Primer

		CRITERIOS	CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN
CONCEPTOS	1	Comprar	F	Buscar los mayores proveedores de la región y establecer precios	Aprobado
	2	Planta de extracción	C	Se adecue en la planta un proceso de extracción	Condicionado
	3	Sembrar	NF	Implica compra de tierras	Reprobado
CONCLUSIONES:			Realizar una planta de extracción requiere mayor presupuesto. Lo ideal es la compra de torta a los proveedores de la región		

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD Almacén MP

PROYECTO: Sacha Inchi **FECHA:**

FUNCIÓN PRINCIPAL: Almacén MP

FUNCIÓN: Almacén la materia prima

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN	
CONCEPTOS	1	Arrumar bultos/ estibas	C	Debe ser un proceso de cuidado ya que estos materiales tiende a tener carga microbiológica	Condicionado
	2	Nevera	F	El proceso de refrigeración mantiene las características del producto final	Aprobado
	3	Empacado al vacío	C	Es más costoso pagar el material necesario para el empaque que la empacadora	Reprobado
CONCLUSIONES:		Refrigerar es uno de los procesos que más da tiempo para procesar la torta, sin embargo arrumar en estibas el material que va llegando es factible para el proceso			

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD- Dosificar

PROYECTO: Sacha Inchi

FECHA:

FUNCIÓN PRINCIPAL: Dosificar MP

FUNCIÓN: Establecer como se suministra la torta al primer proceso que es el mezclador

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN	
CONCEPTOS	1	Recipientes	F	Una forma rudimentaria de suministrar materia a la maquina es mediante recipientes	Aprobado
	2	Banda transportadora	NF	En la industria alimentaria es de gran desarrollo el uso de bandas, sin embargo implica gran espacio.	Reprobado
	3	Tolva	C	Mantener una tolva que gradúe el volumen de torta que entrará en el proceso posterior	Condicionado
CONCLUSIONES:		Los recipientes es la forma más económica y ergonómica de entregarle la torta al proceso de mezcla			

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD Mezclar

PROYECTO: Sacha Inchi

FECHA:

FUNCIÓN PRINCIPAL: Mezclar MP

FUNCIÓN: Premezclar la materia prima para homogenizar el producto final

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN	
CONCEPTOS	1	Tornillo sinfín	C	Industrialmente es utilizado para un proceso de premezcla en concentrados	Reprobado
	2	Tambor	C	Una forma básica de mezclar es mediante un tambor rotativo	Reprobado
	3	Manualmente	F	Mezclar manualmente implica el uso de guantes	Aprobado
CONCLUSIONES:		Aunque son muchos los métodos de mezcla, manualmente genera economía para el diseño, es necesario la inocuidad al momento de realizar la mezcla			

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD Extraer

PROYECTO: Sacha Inchi

FECHA:

FUNCIÓN

PRINCIPAL: Extraer

Primer

FUNCIÓN: La torta llega con un contenido inicial de aceite por lo cual debe entrar en un proceso de extracción

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN	
CONCEPTOS	1	Prensado en frío	C	Si hace un prensado en frío inicial para extraer el aceite de la semilla. Puede que volver a pasarlo por el prensado en frío no tenga tanta eficiencia	Condicionado
	2	Prensado en Caliente (Expeller)	F	El calor hacer perder las características del aceite que son ricos en omega sin embargo potencializa en contenido de proteína.	Aprobado
CONCLUSIONES:		El prensado en caliente de acuerdo al estado de arte cumple las condiciones para obtener la harina de consumo humano			

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD Disponer

PROYECTO: Sacha Inchi **FECHA:**

FUNCIÓN PRINCIPAL: Disponer después de la extracción subproducto

FUNCIÓN: En la extracción se debe disponer del aceite residual que sigue después de la extracción Primer

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN	
CONCEPTOS	1	Vender	F	Buscar clientes	Aprobado
	2	Realizar otro producto	C	Se desviaría mucho del alcance del proyecto	Condicionado
	3	Botarlo	NF	No contribuye con el medio ambiente	Reprobado
CONCLUSIONES:		Venderlo o inclusive regalarlo es una de las opciones más viables para el aceite residual			

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD Reducir

PROYECTO: Sacha Inchi

FECHA:

FUNCIÓN PRINCIPAL: Reducir

FUNCIÓN: Reducir pellets después de la extrusión

NIVEL DE FUNCIÓN:

Primer

REVISIÓN:

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN	
CONCEPTOS	1	Molino de martillo	F	Los molinos son altamente utilizados en la industria, estos depende de la criba que entregue la granulometría requerida	Aprobado
	2	Pulverizadora	C	Son utilizadas para granulometría mucho más baja.	Condicionado
	3	Molino de cuchillas	NF	Los molino de cuchillas presentan un granulometría más baja	Condicionado
CONCLUSIONES:		La pulverizadora presenta inconvenientes con material aglutinante por lo tanto el molino de martillo presenta las condiciones ideales para su uso, además de que es uno de los equipos en los que se realizó los ensayos en compañía del GRAIN			

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD- Separar

PROYECTO: Sacha Inchi **FECHA:**

FUNCIÓN PRINCIPAL: Separar

FUNCIÓN: La granulometría puede variar por lo cual se debe separar **NIVEL DE FUNCIÓN:** Primer

REVISIÓN:

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN	
CONCEPTOS	1	Ciclones	NF	Los ciclones son utilizados industrialmente para separar alto flujo de materia prima, sin embargo requiere gran espacio	Reprobado
	2	Tamices	F	Especifica la granulometría requerida. Ejemplo Tamiz 200	Aprobado
	3	Aspas + Tamices	F	En algunas ocasiones por ser una materia prima tan viscosa tiende a aglutinarse por lo cual es necesario unas aspas que den una fuerza en el mismo sentido de salida	Condicionado
CONCLUSIONES:		Tamices son los procesos ideales que se trabajan en la industria de harina de trigo, y permite conseguir la granulometría necesaria			

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD- Disponer

PROYECTO: Sacha Inchi **FECHA:**

FUNCIÓN PRINCIPAL: Disponer después de separar

FUNCIÓN: Después de clasificar en los tamices es necesario disponer lo que no se va a utilizar Primer

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN
CONCEPTOS	1	Reprocesar	F	Volver a pasar por pulverizadora para disminuir granulometría Aprobado
	2	Vender para otros usos	F	Vender los subproductos Aprobado
CONCLUSIONES:		Se pueden realizar los dos procesos al mismo tiempo depende es del tiempo y la cantidad de demanda de la harina		

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD Iluminación

PROYECTO: Sacha Inchi **FECHA:**

FUNCIÓN PRINCIPAL: Iluminación

FUNCIÓN: Suministrar luz al proceso **NIVEL DE FUNCIÓN:** Primer

REVISIÓN:

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN
CONCEPTOS	1	Ventanas	F	Está condicionado a la cantidad de ventanas que se pueden colocar en el contenedor Condicionado
	2	Paneles solares	C	Depende de los valores en el mercado y las condiciones de estructura Aprobado
	3	Lámparas flexibles	F	Para tener mayor visibilidad en las áreas oscuras de algunas máquinas Aprobado
CONCLUSIONES:		Las tres funciones se pueden mezclar y dar soluciones rápidas		

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD Asegurar

PROYECTO: Sacha Inchi

FECHA:

FUNCIÓN PRINCIPAL: Asegurar

FUNCIÓN:

Es una planta móvil y debe tener previsto como se asegura todos los implementos dentro y fuera durante su transporte

NIVEL DE FUNCIÓN: Primer

REVISIÓN:

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN	
CONCEPTOS	1	Argollas	F	Para la pared	Aprobado
	2	Tornillos/ pernos	F	Para maquinaria fija	Aprobado
	3	Guías/ rieles	F	Para mover maquinaria pesada	Aprobado
	4	Sistema de embalaje	F	Icopor, plásticos que permitan que no dañen equipos frágiles	Aprobado
	5	Cajones de protección	F	Cajones para elementos pequeños	Aprobado
	6	Correas de seguridad	F	Como eslingas para amarre	Aprobado
CONCLUSIONES:		Todas las condiciones establecidas permiten asegurar los componentes de la planta			

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD Dosificar empaque

PROYECTO: Sacha Inchi

FECHA:

FUNCIÓN

PRINCIPAL: Dosificar- Empaque

FUNCIÓN: Se debe evaluar las condiciones en las que sale después de extraer el aceite

Primer

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN	
CONCEPTOS	1	Balanza /manual	F	Una balanza para establecer peso y dosificar manual	Reprobado
	2	Tolva(volumen)	C	Es lo más común en la industria para ser más ágil no presenta exactitud	Reprobado
	3	Empacadora	F	Equipo de empaque sistemático	Aprobado
CONCLUSIONES:		Permite empacar homogéneamente y dar un producto final con muy buena calidad			

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD

PROYECTO: Sacha Inchi

FECHA:

FUNCIÓN PRINCIPAL: Ubicar

Primer

FUNCIÓN:

Donde se debe ubicar el producto final

		CRITERIOS	CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN
CONCEPTOS	1	Estanterías	F	Se acondiciona a las características del contenedor	Aprobado
	2	Góndolas	NF	Son muy grandes	Condicionado
CONCLUSIONES:		Es mejor utilizar estanterías			

FORMATO DE ANÁLISIS PRELIMINAR DE FACTIBILIDAD

PROYECTO: Sacha Inchi

FECHA:

FUNCIÓN PRINCIPAL: Suministro

FUNCIÓN: Formas de suministro de energía eléctrica para la planta y de agua para el proceso Primer

CRITERIOS		CONCEPTO: F - FACTIBLE NF - NO FACTIBLE C - CONDICIONADO	ANÁLISIS	DECISIÓN	
CONCEPTOS	1	Red eléctrica	F	Debe tener cercanía con el suministro	Aprobado
	2	Planta eléctrica	F	Permite trabajar la planta en cualquier lugar	Aprobado
	3	Tanque/ agua lluvia	C	A la lluvia que se de en el sector es poca	Aprobado
	4	Acueducto municipal	F	El agua proveniente del sector no tiene calidad por lo cual se debe evaluar un proceso de purificación	Condicionado
CONCLUSIONES:		Aunque la mayoría estén condicionados son las formas más factibles y de combinación que se pueden dar en el caso de que falta una.			