

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Diseño del proceso de micro molienda dentro de la empresa

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Henry Andrés Sucre Haz

Raúl Aníbal Villafuerte Triviño

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a:

Dios, por la salud y guía en todo momento. A mis padres Raúl Villafuerte y Martha Triviño por su amor y apoyo siempre. A mis hermanos, que los motive a seguir en busca de sus sueños. A Melissa Guzmán, mi mejor amiga y novia desde el inicio de mi carrera, por su amor y cariño siempre. A mi abuelito, que seguro nos hubiese invitado un helado por terminar esta etapa académica.

Raúl Aníbal Villafuerte Triviño

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a:

Mi papá que ha sido un superhéroe para nuestra familia y con sus consejos, amor y retadas hemos logrado salir adelante.

A mi mamá que siempre está pendiente de sus hijos y dando consejos.

A mi abuelita que se queda acompañándonos hasta tarde en las noches hasta que terminemos los deberes.

A Melissa que siempre está ahí cuando necesito su ayuda y consejos.

A Henry por el trabajo que hemos realizado y su amistad.

A los amigos que me dejó la universidad por su amistad y cada uno de los trabajos que realizamos durante esta etapa.

A la Ingeniera María Laura por su ayuda y consejo durante este proyecto.

Raúl Aníbal Villafuerte Triviño

DEDICATORIA

A Dios que me concede la salud y la vida, a la virgen María. A mis padres Henry y Ana que me dan su apoyo incondicional y su amor, a mi hermana Belén por aconsejarme siempre, a mi hermano David. A mi nana Lucia y al cariño que siempre me dan Iana, Mia y Dante.

Henry Andrés Sucre Haz

AGRADECIMIENTOS

A mi primo Joan Manuel que es un hermano mayor que me da consejos, me apoya y me quiere sinceramente. Gracias de verdad.

A Iana Lucia, que Dios me regaló y puso en mi camino para aguantarme cada lloro y queja de estos años de estudio que siempre estuvo junto a Diego para ayudarme.

A mis amigos María Angélica, Steeven, Ivanna, Sebastián y Miguel que Dios me regalo mediante la universidad.

A Caroline por ser mi amiga desde el pre y tu compañía.

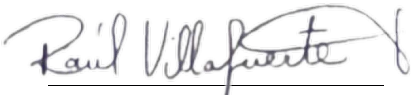
A Melissa, Verónica y Crithian Morante por ser mis compañeros de estudios y amigos.

A la Ingeniera María Laura por su ayuda y consejo durante este proyecto.

Henry Andrés Sucre Haz

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Henry Andrés Sucre Haz y Raúl Aníbal Villafuerte Triviño damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Raúl Aníbal Villafuerte
Triviño



Henry Andrés Sucre Haz

EVALUADORES

María Fernanda López S., M.Sc.

PROFESOR DE LA MATERIA

María Laura Retamales G., M.Sc.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Este proyecto se enfoca en una empresa dedicada a la fabricación de alimentos. Actualmente, la etapa de molido en su producto es maquilada debido a la falta de maquinaria, generando altos costos de operación y problemas en el control de la elaboración. La organización busca implementar internamente la molienda para mejorar la granulometría del producto, controlar desperdicios por pérdidas de humedad y ajustar operaciones al presupuesto establecido.

Para definir el diseño adecuado, se recolectó información sobre proyecciones de demanda, características de máquinas pertenecientes a producción de alimentos, y opciones disponibles para instalación acorde a cotizaciones establecidas por la empresa. Posteriormente, se estudiaron aspectos técnicos y financieros de cada alternativa, a través de indicadores de rentabilidad, matriz de priorización y matriz pugh. Con ello, se estableció que la implementación de un molino sin modificar la torre de producción sería apropiada. Adicional, se propusieron indicadores y cartas de control para el manejo apropiado de los desperdicios. Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad para definir alternativas que pueden afectar en el desarrollo de implementación y su impacto económico.

La implementación del molino cubre las especificaciones encontradas. Se reduce un 15% los costos de operación respecto a la situación actual y se determinó que el proyecto es viable. Los resultados, en base al análisis AHP, determinan que variaciones en la planificación afectaría significativamente, para lo cual, mediante una simulación de Montecarlo se encuentra el efecto de cambios en proyecciones sobre las ventas anuales.

Palabras Clave: Proceso de Molienda, Granulometría del producto, Análisis AHP, Simulación de Montecarlo, Control de desperdicios por humedad.

ABSTRACT

The following degree project was developed in a company dedicated to produce animal feed. Currently the grind stage is outsourced due to the lack of necessary machines, generating high operating costs and problems on production control. The organization looks for implementing the grinding to improve the granulometry of the product, control waste because of moisture loss and adjust operations to budget.

To define the appropriate design, information about annual demand projections, features from production process machines and available installation options according to invoices the company got were collected. Later, technical and financial aspects from each alternative were studied, using profitability indicators, prioritization matrix and Pugh matrix. With that, we established the implementation of the grinding machine without modifying the production tower ceiling was the best option. Further, process indicators and control cards for proper waste manage were proposed. Finally, a sensitivity analysis was performed for defining alternatives that could influence on the implementation and budget of the project.

The design of the grinding process satisfies all the specifications founded. In addition, operating costs are reduced by 15% and the project is established to be feasible. The results, based on AHP analysis, determine that variations on planification would significantly affect, for which, through a Monte Carlo simulation, the effects of changes in projections on annual sales is found.

Keywords: *Grinding process, Product granulometry, AHP analysis, Monte Carlo simulation, control waste because of moisture loss.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE PLANOS	X
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Definir	2
1.2.1 Declaración de la oportunidad.....	2
1.2.2 Equipo de trabajo	4
1.2.3 SIPOC	4
1.2.4 VOC	5
1.2.5 CTQ.....	6
1.2.6 Alcance	7
1.2.7 Restricciones.....	7
1.2.8 Especificaciones de diseño	7
1.2.9 Triple Línea base.....	8
1.3 Justificación del problema.....	8

1.4	Objetivos.....	9
1.4.1	Objetivo General	9
1.4.2	Objetivos Específicos	9
1.5	Marco teórico	9
CAPÍTULO 2.....		12
2.	Metodología	12
2.1	Medición	12
2.1.1	Plan de recolección de datos	12
2.1.2	Verificación de datos	15
2.2	Análisis	16
2.2.1	Opciones de diseño.....	17
2.3	Evaluación y selección de opciones de diseño.....	22
2.3.1	Matriz de pugh	25
2.3.2	Matriz de Impacto esfuerzo	26
CAPÍTULO 3.....		29
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	29
3.1	Diseño.....	29
3.1.1	Ubicación del proceso de molienda.....	30
3.1.2	Requerimiento de dimensión para el proceso de molienda.....	31
3.1.3	Especificación de humedad y mermas.....	32
3.1.4	Análisis de utilización relacionada a la especificación de capacidad.	33
3.1.5	Indicadores para el proceso de molienda.....	34
3.1.6	Análisis de sensibilidad	35
3.2	Prototipo	35
3.2.1	Plan de prototipado	35
3.2.2	Análisis Jerárquico de AHP	37

3.2.3	Simulación de Monte Carlo sobre escenarios y protocolos.....	40
3.2.4	Simulación del proceso de molienda mediante Flexsim.....	42
3.2.5	Diagrama del proceso de molienda esquemático en AutoCAD.....	44
3.2.6	Pilares del desarrollo sostenible para el proyecto	45
CAPÍTULO 4.....		47
4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	47
4.1	Conclusiones	47
4.2	Recomendaciones	47
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CTQ	Critical to quality
VOC	Voice of customer
QFD	Quality function deployment
3W+2H	Que, Quien, Donde, Cuanto, Como lo se
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Output, Client
DFSS	Design for Six Sigma
DMAIC	Define, measure, analyze, implement, control.
DMADV	Design, Measure, Analyze, Develop, Verify
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno

SIMBOLOGÍA

m	Metro
Min	Minuto
S	Segundo
%	Porcentaje
Kg	Kilos
Ton	Toneladas
μ	Micrómetro
h	Hora
\$	Dólares

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Equipo de trabajo.....	4
Figura 1.2 CTQ de la organización	6
Figura 2.1 Reunión para retroalimentación de opciones de diseño	23
Figura 2.2 Matriz Impacto y Esfuerzo	27
Figura 3.1 Esquemas de recolector y ciclón.	31
Figura 3.2 Dimensiones de espacio disponible para molino	32
Figura 3.3 Controlador de humedad y calor.....	33
Figura 3.4 Especificaciones técnicas de la máquina de pulverizado	34
Figura 3.5 Resultado para el mejor caso	38
Figura 3.6 Resultados para el caso normal	39
Figura 3.7 Resultados para el peor caso	39
Figura 3.8 Simulación en la herramienta Flexism	43
Figura 3.9 Dashboard de Flexism con resultados de una simulación 25 días.	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Herramienta 3W + 2H	3
Tabla 1.2 Diagrama Sipoc	5
Tabla 1.3 Voz del cliente.....	5
Tabla 2.1 Plan recolección de datos	13
Tabla 2.2 Verificación de datos.....	15
Tabla 2.3 Cantidades para periodo 2019 – 2020	17
Tabla 2.4 Cantidades para el periodo 2021	18
Tabla 2.5 Flujo de caja opción cero	19
Tabla 2.6 Flujo de caja opción uno	20
Tabla 2.7 Flujo de caja opción dos	21
Tabla 2.8 Flujo de caja opción Tres	22
Tabla 2.9 Criterios de importancia para matriz de priorización	23
Tabla 2.10 Ponderaciones para valores de la matriz	24
Tabla 2.11 Matriz de Priorización.....	24
Tabla 2.12 Valores para cálculos de la matriz de pugh	25
Tabla 2.13 Matriz de Pugh	26
Tabla 2.14 Matriz de impacto y esfuerzo en escala de 10	27
Tabla 3.1 Análisis de utilización de maquinas	33
Tabla 3.2 Análisis de sensibilidad	35
Tabla 3.3 Plan de Prototipado.....	36
Tabla 3.4 Análisis de AHP	37
Tabla 3.5 Totales para demandas variadas	40
Tabla 3.6 Resultados obtenidos de la prueba Kolmogorov – Smirnov.....	41
Tabla 3.7 Valores para el diagrama de spider	42

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Diagrama esquemático del proceso de producción

PLANO 2 Diagrama esquemático de línea de molienda incluida

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La industria alimenticia se constituye actualmente en uno de los pilares de la economía ecuatoriana. Dentro del sector manufacturero, tiene un 38% de participación entre las diferentes ramas como el procesamiento y la conservación de mariscos, productos cárnicos, grasas y aceites, lácteos, bebidas para consumo humano, así como, para el consumo de animales. El presente proyecto de investigación tiene como objeto de estudio las actividades productivas relacionadas con el sector alimenticio animal.

El trabajo se realiza dentro de una organización empresarial, con 20 años de experiencia dedicada al desarrollo, producción y comercialización para sus líneas de alimentos y aditivos dirigidos a las etapas iniciales de crecimiento dentro de la industria animal. Con un amplio portafolio de productos alimenticios, elaborados en forma tal que respondan a requerimientos nutricionales para cada especie, edad, estado productivo y tipo de explotación a que se destina el animal, la empresa busca proponer soluciones nutricionales para animales como: cerdos, camarones, vacunos, aviares.

Adicionalmente, la empresa brinda un servicio personalizado a cada uno de sus clientes para ofrecerles soporte y asesoría técnicas en el uso de los balanceados, suministrados como única fuente de alimento o como suplementos o complementos de otras fuentes nutricionales; teniendo una fuerte presencia dentro del mercado nacional e internacional, exportando sus productos a más de 25 países.

1.1 Descripción del problema

Actualmente la línea de producción para aditivos y alimentos sigue un proceso automatizado. Sin embargo, la empresa tiene la necesidad de subcontratar el procedimiento de molienda de materiales, dado la falta de una pulverizadora, para obtener un pellet más pequeño y apto, en términos de granulometría, para el

consumo animal y, con este beneficio, conseguir de digestibilidad deseada del alimento por parte de los animales. Esto le genera a la organización costos altos por concepto de maquilado y posibles demoras, si es que el proveedor tuviera problemas en su disponibilidad.

La pulverización se refiere a la técnica de difuminación de sustancias en partículas más pequeñas o, en términos técnicos, convertir en polvo alguna materia de mayor dimensión. En términos coloquiales, la pulverización puede referirse a deshacer o destrucción de algo (Merino, 2013). Este método es empleado en cierto porcentaje de la producción de la empresa.

Adicionalmente, además de las mezclas de ingredientes que envían a moler, se requieren otras materias primas pulverizadas que la empresa opta por comprar en el mercado y sus valores también son elevados dada la gran cantidad que requieren. Dentro de estos componentes encontramos tres tipos específicos, aquella relacionada con alimentación para especies comerciales como camarón la cual tiene 6 clases como los son blanco de 23, 24 y 25 centímetros, pomada, café y rojo. Estos animales en su etapa inicial conocidas como larvas requieren una alimentación rica en fertilizantes siguiendo dietas y planes nutricionales para su beneficio, de tamaño en micras. Los demás productos que también son necesarios en tamaños más pequeño es la soya usada en algunos de los productos fabricados para la venta y el VHT, un micro oxidante.

1.2 Definir

1.2.1 Declaración de la oportunidad

Como se ilustra en la Tabla 1.1, se hace uso de la herramienta 3W + 2H para agrupar y sintetizar las ideas más importantes con que se realizará la declaración de oportunidades.

Tabla 1.1 Herramienta 3W + 2H

[Villafuerte – Sucre]

¿Qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Cuánto?	¿Cómo lo sé?
Realizar el proceso de molienda a través del diseño del proceso de molienda para las líneas de alimentos y aditivos.	Una organización dedicada a la producción, venta y distribución de productos para el sector animal.	En la planta ubicada en inmanconsa, zona norte de Guayaquil.	Desde noviembre 2019 la organización ha debido enviar a maquilar 24 toneladas en molienda.	No hay indicadores dado que se usa metodología DFSS, se diseña desde cero.

Adicional a la información recolectada con la herramienta 3W+2H, se tienen tres aspectos de importancia para realizar la declaración de la oportunidad:

Estado actual:

La molienda es realizada mediante la subcontratación del servicio, incurriendo en costos altos asociados de transporte y por operación.

Impacto:

El maquilado de la molienda genera un incremento en tiempo y costos asociado.

Estado deseado:

Realizar el proceso de molienda dentro de la planta.

Con lo que la declaración de oportunidad queda expresada como:

“Una empresa de producción animal que actualmente está subcontratando su procedimiento de molienda tiene la necesidad

de diseñar el proceso de molienda e implementarlo para su producción de aditivos y alimentos para la reducir los costos asociados”.

1.2.2 Equipo de trabajo

Está conformado por el equipo de la organización que son los jefes de producción, proyectos y gerente general en conjunto con la tutora y los estudiantes como se visualiza en la Figura 1.1:



Figura 1.1 Equipo de trabajo

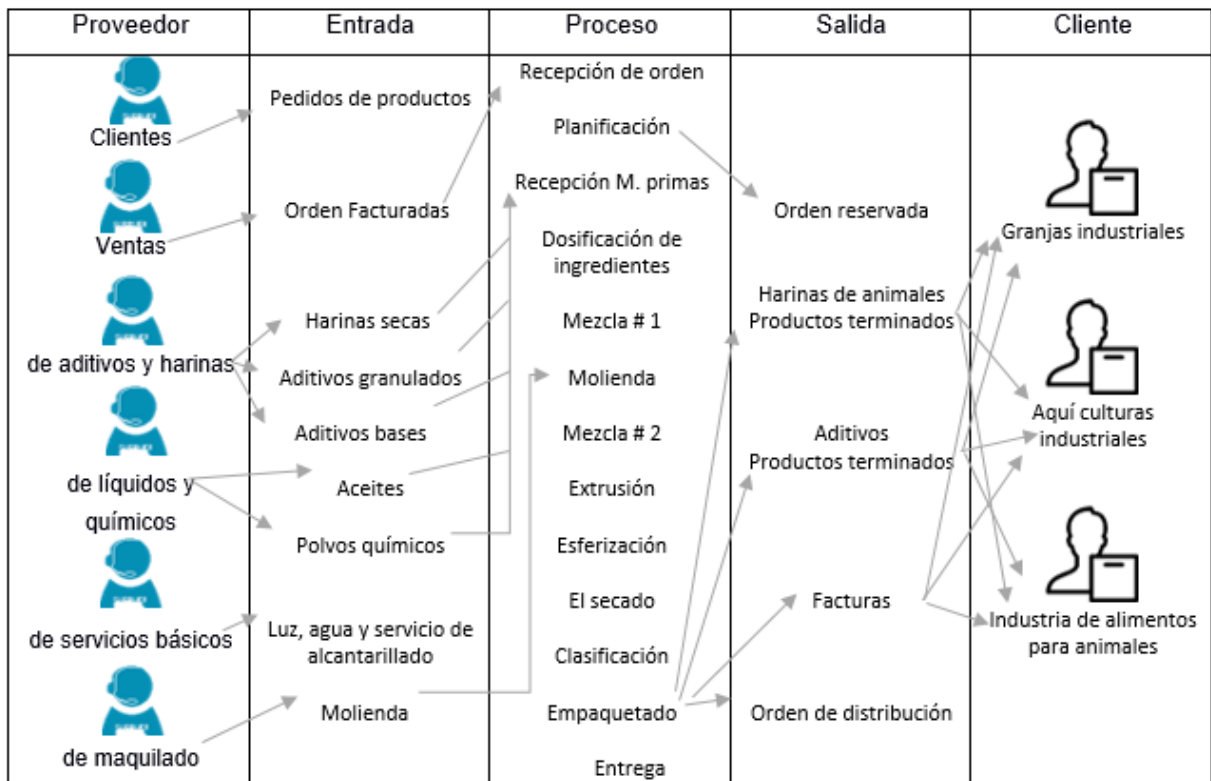
[Villafuerte – Sucre]

1.2.3 SIPOC

Se efectúa la representación gráfica de los procesos a través de la herramienta SIPOC, ya que con su versatilidad que permite integrar todas las etapas que están involucradas desde el ingreso con los proveedores, mediante los ingresos, el proceso, las salidas hasta llegar a los productos finales hacia los clientes como se puede visualizar en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Diagrama Sipoc

[Villafuerte – Sucre]



1.2.4 VOC

Se realizó con la presencia de los agentes involucrados en el proceso tal como lo son el jefe de producción, jefe de operación y jefe de proyectos. Dentro de esta reunión se llevó a cabo la recolección de ideas, opiniones y comentarios de necesidades en relación con el proceso de molienda, como se presenta la Tabla 1.3.

Tabla 1.3 Voz del cliente

[Villafuerte – Sucre]

Voz del cliente			
Jefe de Producción		Jefe de Operaciones	
Línea de alimentos	Línea de aditivos	Línea de alimentos	Línea de aditivos
Sabemos que tenemos capacidad para atender la demanda nacional, pero la subcontratación nos	Falta de disponibilidad del proveedor a veces. El proceso lleva demasiado tiempo	Si el proceso se realiza internamente, la organización ahorrará dinero y mejorará la calidad	No satisfacemos la demanda internacional si queremos exportar nuestros productos.

retrasa. El proceso de molienda depende de la disponibilidad del programa del proveedor	debido a la subcontratación. El proveedor no podrá cumplir con nuestro nivel de residuos y demandas futuras	del producto. Para la demanda futura no será fácil trabajar con el método actual. El transporte a la empresa externa lleva mucho tiempo y es caro.	Para la demanda futura no será fácil trabajar con el método actual.
--	--	--	---

1.2.5 CTQ

Con la recolección de información realizada a los jefes de las dos áreas involucradas, un diagrama de afinidad (Apéndice A), se procede a la traducción de estos requerimientos a variables mediante el árbol de la calidad:

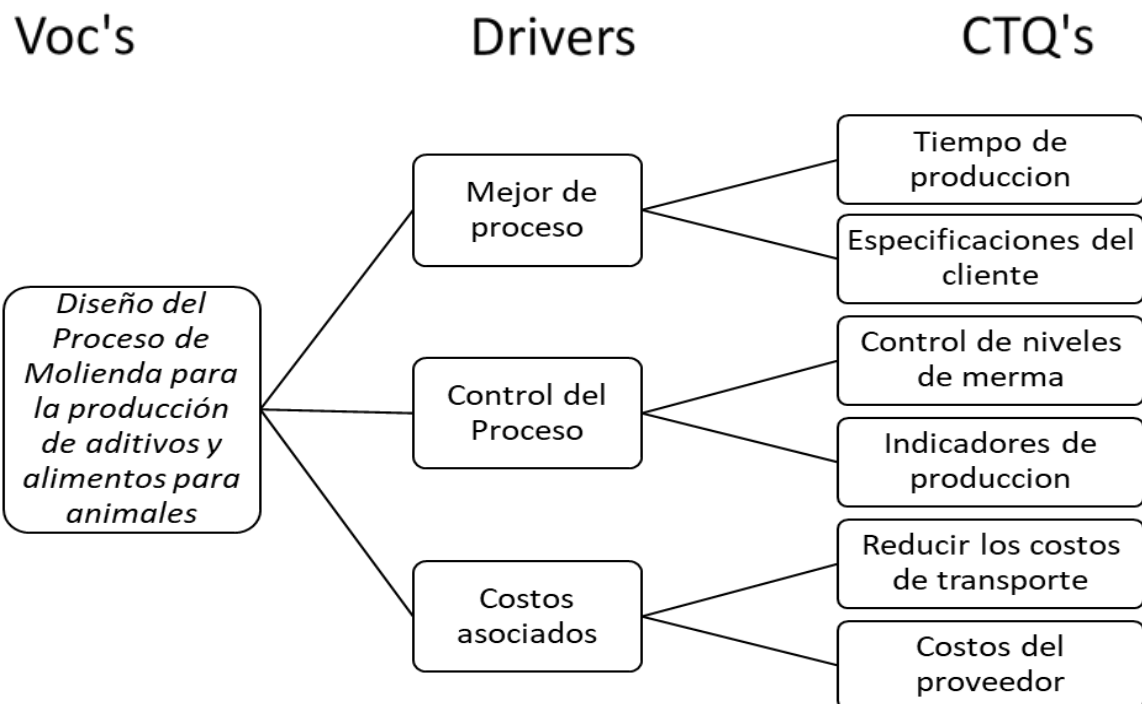


Figura 1.2 CTQ de la organización

[Villafuerte – Sucre]

Lo que permite determinar la variable que principal Y:

Y: Diseño del Proceso de Molienda para la producción de aditivos y alimentos para animales.

1.2.6 Alcance

Para el presente proyecto posee el alcance de entregar el diseño del procedimiento de molienda considerando todas las etapas para la producción de aditivos y alimentos para animales, analizando los costos asociados para poder reducirlos.

1.2.7 Restricciones

- Debido a la pandemia suscitada por el Covid-19, no podemos visitar el proceso de molienda subcontratado.
- El área para el proceso debe ser entre $5m^2$ a $9m^2$.
- No se puede interferir en la negociación y compra de la máquina de moler.
- La inversión debe estar entre \$ 90000 y \$ 145000.
- El diseño de la máquina debe funcionar con el software maestro usado en la planta.

1.2.8 Especificaciones de diseño

Son los aspectos ideales de un producto, proceso o servicios que deben poseer el punto de vista del cliente. Para estas especificaciones se realizan mediante la casa de calidad (ver Apéndice B) donde se analiza las expectativas y necesidades con las características técnicas, con esto se puede cuantificar estas relaciones y obtener las siguientes:

- Los niveles de merma deben estar por debajo del 6%.
- La humedad de mezcla y molienda debe estar entre el 10 y el 30% para su línea de producción.
- La granulometría (especificación del cliente) para aditivos y productos de alimentación animal debe ser $\leq 300 \mu m$.
- La empresa debería poder producir de 40 a 70 [Toneladas / mes] de alimento para larvas de camarón.

1.2.9 Triple Línea base

Una vez descritas las necesidades, requerimiento del cliente y las restricciones que posee el presente proyecto, se enlistan los aspectos que agregan valor empleando los pilares que sustentan la sostenibilidad de una empresa como los ámbitos social, económico y ambiental:

Económico:

Eliminar el costo de transporte (\$/ton).

Reducir el costo de molienda por tonelada (\$/ton).

Ambiental:

Reducir el consumo de combustible (LT/Km/Viaje).

Social:

Generar una oportunidad laboral con el diseño.

1.3 Justificación del problema

La empresa estima que, para los siguientes cuatro años, su demanda incrementará considerablemente, especialmente en manufactura de productos pulverizados. Esto debido a un estudio del mercado que han realizado conjunto con sus clientes y las exigencias en cuanto a la alimentación que mantienen en la industria alimenticia animal. Además, existe la oportunidad de incrementar sus exportaciones a diferentes mercados. Por lo cual, evalúan que seguir dependiendo de su proveedor y continuar con la compra de los materiales molidos, no les permitirá satisfacer los requerimientos de los consumidores ocasionando la disminución considerable de sus ganancias en el mediano y largo plazo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar el proceso de micro molienda para la fabricación de aditivos y alimentos para animales, mediante el desarrollo de un análisis de factibilidad incluyendo los costos asociados e indicadores de producción en una empresa en la ciudad de Guayaquil.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Definir las especificaciones de diseño para el proceso de molienda considerando las proyecciones de demanda, las necesidades y limitaciones del cliente.
- Analizar los datos recopilados de la empresa para el diseño.
- Validar las soluciones propuestas a través de herramientas financieras.

1.5 Marco teórico

Six Sigma

Se define como una metodología de control de calidad que fue desarrollado en el 1986 por la corporación motorola. En términos simples, Six Sigma analiza y examina información para llevar al análisis y posterior reducción de los errores y defecto ocurridos en un proceso. Esta definición podría sintetizarse en la política de trabajar más rápido con menos defectos (Hayes, 2019).

En termino más técnicos la metodología Six Sigma es representado como una ideología gerencial que se enfoca en el uso de herramientas estadísticas, tomando en cuenta características cualitativas y cuantitativas dentro de un proceso. Tener en cuenta según los datos estadísticos de poder producir menos de 3,4 de defectos por un millón de partes, es conocido como un proceso eficiente.

Al trabajar con una metodología Six Sigma, enseguida se podría asociar con la herramienta solucionar problema DMAIC donde los procesos con problemas

están asociados a entregar productos o servicios con mucha variación, pero existe otra perspectiva del Six Sigma: DFSS, por cual los procesos pueden diseñarse desde cero (Marques, 2017).

DFSS

Diseño usando Six Sigma por sus siglas en ingles se puede definir como el acercamiento a diseñar o rediseñar un producto, proceso o servicio para lograr satisfacer las necesidades, requerimiento y expectativas de los clientes. DFSS, se encarga de mejorar no reemplazar, Y agregar que se diferencia de DMAIC en no ser un proceso universal (Parker, 2019).

Cada organización usara un diseño de Six Sigma de manera distintas de acuerdo con los objetivos, tipo de estructura o industria y necesidades. Puesto que se referencia a un acercamiento más que a un método.

El Sistema más usado dentro de DFFS, es DMADV:

- Definir
Etapa donde se recoge todos los requerimientos, necesidades y objetivos de un producto, proceso o servicio.
- Medir
Etapa donde se desarrolla los rendimientos actuales.
- Analizar
Paso donde se examina y se evalúa el diseño para el producto, proceso o servicio.
- Diseñar
Se procede con el diseño e implementación del conjunto de nuevos procesos requerido para el alcance de producto, proceso o servicio.
- Verificar
Se determinan los resultados y se avalúa el rendimiento alcanzado con el diseño propuesto.

Voz del Cliente

En inglés Voice of customer (VOC). Es una herramienta que permite capturar ideas, opiniones, requisitos, necesidades de los clientes para luego ser procesados mediante una jerarquía en términos de importancia. El VOC provee entender detalladamente las necesidades del cliente, obtener un lenguaje común en un grupo de trabajo y se traduce en entradas para las especificaciones de diseño. Esta información puede ser recolectada mediante dos recursos: los pasivos que se basa en la información interna que el cliente provee y la activa que la búsqueda de información a través de métodos de búsqueda (Gaskin, 2010).

Árbol para la calidad

Critical to Quality por sus siglas en inglés (CTQ). Es una herramienta que permite encontrar los parámetros, características o atributo para un proceso, productos y servicios que poseen una gran expectativa para un cliente. Estos aspectos se traducen en un árbol de calidad después de un correcto análisis de la Voz del Cliente (Shaffie, 2012).

Despliegue de la Función Calidad

Quality Function Deployment por sus siglas en inglés (QFD). Permite analizar las necesidades y expectativas de los clientes mediante las especificaciones de diseño con la finalidad de satisfacer los requerimientos (Bernal, 2012).

Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno

Son dos fórmulas financieras que poseen parámetros que permiten el cálculo de la variabilidad y rentabilidad de una inversión con la finalidad de encontrar que tan óptimo puede ser la realización de un proyecto (Morales, 2017).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Dentro de la sección de introducción se presentó la metodología para el desarrollo del proyecto de diseño a través del DMADV. Con los componentes de indicados en la sección anterior se recolectaron las necesidades del cliente y las restricciones del proyecto que permitan traducirlas en las especificaciones de diseño, el alcance y los objetivos para desarrollar la primera etapa de definición.

Una vez que se concluyó con la etapa de la definición, se procedió con la etapa de medición, antecedente a las etapas de análisis, diseño y verificación.

2.1 Medición

Para la etapa de medición consistió en la toma de datos actuales para el proceso de molienda de la línea de alimentos y para aditivos. Se desarrolló un plan de recolección de datos donde se enlistaron cada una de las variables con sus características en el proceso de molienda para la posterior validación de los mismo con la organización.

2.1.1 Plan de recolección de datos

Se elaboró un plan de datos de acuerdo da la Tabla 2.1 en función de las especificaciones de diseño del proceso de molienda donde se respondió de acuerdo con las preguntas: ¿Qué? Tipo de datos a recoger, la unidad de esta y que tipo de clases era la información. Luego se dispone de ¿Dónde? Lugar o área donde los datos pertenecen. El ¿Cuándo? Corresponde al periodo de tiempo que esta información pertenece. El ¿Cómo? El método de obtención de estos datos, ya si fueron por observación, recolección o entrega de parte de la organización. El ¿Por qué? Es para el uso que se le dará esta información y que se obtendrá. Continuando con las variables se procede con las dos últimas, el ¿Quién? Para responder las personas responsables de la obtención de estos datos.

Tabla 2.1 Plan recolección de datos

[Villafuerte – Sucre]

Plan de Recolección de datos									
¿Qué?				¿Dónde ?	¿Cuándo ?	¿Cómo?		¿Por qué?	¿Quién?
#	Significado operacional	Unidad	Tipo de dato	¿Cuándo fue registrado ?	¿Cuándo fue recolectado ?	Método de observación	Método de recolección	Uso futuro	Responsable
1	Cantidad de SOJA utilizada por producción por mes	Kg	Cuantitativo	Base de datos del área de producción	2019-2020	Por correo	Información histórica y actual	Para la comparación de los costos actuales con respecto a los del año 2019 y observar el aumento de consumo.	Henry Sucre
2	Cantidad de VHT utilizada por producción por mes	Kg	Cuantitativo	Base de datos del área de producción	2019-2020	Por correo	Información histórica y actual	Para la comparación de los costos actuales con respecto a los del año 2019 y observar el aumento de consumo.	Henry Sucre
3	Proyecciones de consumo de vitaminas	Ton	Cuantitativo	Base de datos en Excel	2019-2020	Por correo de ventas y producción	Proyecciones	Para el realización y análisis de los costos asociados y ahorros de molienda al hacer la implementación de la maquinaria.	Raúl Villafuerte / Henry Sucre
4	Proyección de consumo de minerales	Ton	Cuantitativo	Base de datos en Excel	2019-2020	Por correo de ventas y producción	Proyecciones	Para el realización y análisis de los costos asociados y ahorros de molienda al hacer la implementación de la maquinaria.	Raúl Villafuerte / Henry Sucre

5	Costo de larvas de camarones	\$	Cuantitativo	Presentación ejecutiva de la organización.	2019-2020	Entrevista	Resumen de récord histórico	Para el análisis de costo para la molienda de los alimentos para larvas de camarones.	Henry Sucre
6	Velocidad de proceso de la máquina	Ton/h	Cuantitativo	Carta de especificación de máquinas.	2020	Gemba	Récord y archivos	Simular y evaluar la eficacia del diseño de nuestro proceso de molienda.	Raúl Villafuerte
7	Costo de instalación de nueva rectificadora	\$	Cuantitativo	Tasas de mercado recopiladas	2020	Por la nube de documentos	Récords	Determinar cuáles son las cotizaciones que hizo la empresa y verificar las opciones que se manejan para su instalación.	Raúl Villafuerte / Henry Sucre
8	Consumo eléctrico	KW/h	Cuantitativo	Carta de especificación de máquinas.	2020	Gemba	Récord y archivos	Determinar el consumo de energía eléctrica dentro del proceso y establecer su costo energético.	Raúl Villafuerte
9	Costo de maquilado por tonelada	\$/Ton	Cuantitativo	Entrevista	2020	Por la nube de documentos	Récords	Determinar cuáles son las tarifas de mercado que hizo la empresa y verificar los aspectos mecánicos de por qué esas opciones son.	Henry Sucre

La tabla fue realizada con toda la información que se recogió mediante diferentes canales de comunicación con la empresa desde vía correo hasta una nube de información compartida por ellos.

2.1.2 Verificación de datos

Una vez recolectada toda la información detallada previamente, fue necesario realizar la verificación de los datos obtenidos como se muestra en la siguiente Tabla 2.2:

Tabla 2.2 Verificación de datos

[Villafuerte – Sucre]

Significado Operacional	Validación
Cantidad de SOJA utilizada por producción por mes	Se realizó un video explicativo a través de la plataforma Zoom con los encargados de producción para conocer el consumo de SOJA desde el año pasado.
Cantidad de VHT utilizada por producción por mes	Se realizó un video explicativo a través de la plataforma Zoom con los encargados de la producción para conocer el consumo de VHT desde el año pasado.
Proyecciones de consumo de vitaminas	Se realizó un video explicativo a través de la plataforma Zoom con los encargados de la producción para conocer el consumo esperado de vitaminas.
Proyección de consumo de minerales	Se realizó un video explicativo a través de la plataforma Zoom con los encargados de la producción para conocer el consumo esperado de minerales.
Costo de larvas de camarones	Se comparó la información obtenida en la entrevista con los reportes anuales de ventas de la empresa.
Velocidad de proceso de la máquina	Se tomaron fotos de las especificaciones de las máquinas usadas en el proceso. Además, se solicitó el plan de mantenimiento que posee la empresa para reducir el desgaste.
Costo de instalación de nueva rectificadora	Se solicitó información sobre las cotizaciones que la empresa ha realizado con su proveedor, donde

	especifiquen los equipos necesarios para cada opción de instalación.
Consumo eléctrico	Se tomaron fotos de las especificaciones de las máquinas usadas en el proceso.
Costo de maquilado por tonelada	Se solicitó información sobre el precio del proceso de pulverización, así como los gastos por transporte; sin embargo, por temas de sanidad no se tuvo acceso a los registros físicos.

2.2 Análisis

Concluida con la etapa de medición, se procedió a la fase de análisis donde se establecieron las posibles opciones de diseño considerando los requerimientos del cliente, las especificaciones técnicas y los objetivos de diseño. Para la organización es de suma importancia la eliminación de los costos asociados con el maquilado, siendo este un factor crucial para la selección de las alternativas planteadas. Opción cero propone seguir con la situación actual de maquilado, teniendo que realizar los productos mediante el proveedor externo, la opción uno se basa en la apertura de la torre permitiendo la implementación de maquinaria del proceso de molienda en los pisos superiores, la segunda opción es la implementación del proceso de molienda manteniendo la torre cerrada y por última opción se propuso la adquisición de una máquina usada.

Estas opciones de diseño fueron analizadas mediante herramientas como la matriz de priorización, la matriz de pugh donde se relacionaron las especificaciones técnicas de diseño con los requerimientos de la casa de calidad, la matriz de impacto y esfuerzo con las ponderaciones que la organización dispuso para poder realizar los cálculos. Las opciones de diseño cuentan con las variables:

- Inversión
- Restricción de inocuidad
- Restricciones establecidas
- Configuraciones del proceso

2.2.1 Opciones de diseño

2.2.1.1 Opción cero Mantener la situación actual

La opción cero se estableció como mantener la situación actual de maquilado, siguiendo con el único proveedor de molido. Dejando los diez días de espera que tiene el proveedor para realizar la molienda. Al mantener esta opción se está produciendo un costo de pérdida por oportunidad dado que la capacidad estará restringida con las futuras proyecciones realizadas por la organización a no poder disponer del proceso de molienda en la planta. La situación actual se realiza en la empresa que está a una distancia de 30 kilómetros con un costo de 120 dólares por toneladas más el costo de transporte de 0,02 dólares por kilogramo. Debido a la pandemia actual no se pudo visitar al proveedor para verificar como realizan los procesos dentro de su planta. Dentro análisis de la opción cero se realizó la comparación de las cantidades que fueron maquiladas del periodo 2019 al periodo de 2020 versus las proyecciones para el periodo del 2021.

Tabla 2.3 Cantidades para periodo 2019 – 2020

[Villafuerte – Sucre]

Fechas	Toneladas	Kg	Costo de Transporte (\$0,02/Kg)	Costo de maquilado (125\$/ton)	Costo Total
Noviembre 2019	5	5000	\$ 100,00	\$ 625,00	\$ 725,00
Enero 2020	7	7000	\$ 140,00	\$ 875,00	\$ 1.015,00
Marzo 2020	8	8000	\$ 160,00	\$ 1.000,00	\$ 1.160,00
Abril 2020	4	4000	\$ 80,00	\$ 500,00	\$ 580,00
Total, de toneladas	24			Total, de costos	\$ 3.480,00

En la Tabla 2.3 se pudo verificar que los costos totales por el periodo entre noviembre de 2019 hasta abril 2020 donde se maquilo un total de

24 toneladas por un costo de \$3480,00 versus los valores de las proyecciones del periodo 2021 para lo cual se realizó en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Cantidades para el periodo 2021

[Villafuerte – Sucre]

Fechas	toneladas de larva de camarón	Kg de larva de camarón	Costo de Transporte (\$0,02/Kg)	Costo de maquilado (125\$/ton)	Costo de Transporte (\$0,02/Kg)	Costo Total
Febrero 2021	10	10000	\$200,00	\$1.250,00	\$200,00	\$1.650,00
Marzo 2021	15	15000	\$300,00	\$1.875,00	\$300,00	\$2.475,00
Abril 2021	16	16000	\$320,00	\$2.000,00	\$320,00	\$2.640,00
Junio 2021	14	14000	\$280,00	\$1.750,00	\$280,00	\$2.310,00
Septiembre 2021	20	20000	\$400,00	\$2.500,00	\$400,00	\$3.300,00
Octubre 2021	15	15000	\$300,00	\$1.875,00	\$300,00	\$2.475,00
Total	90	90000				\$14.850,00

De la Tabla 2.4 se obtuvo que los costos totales de las proyecciones para el periodo 2021 se tuvo el aumento del costo de maquilado a 125 dólares por toneladas y que solo en los meses de febrero 2021 y marzo 2021 supero a los costos realizados del periodo anterior por lo que se puede verificar que no sería rentable seguir con este modelo de negocio en donde se maquile.

2.2.1.1.1 Flujo de caja opción cero

Se determinaron los costos asociados a la operación actual de maquilado. Cabe destacar que en esta opción no se consideró ningún tipo de inversión por parte de la empresa para el proceso de molienda. Adicionalmente, se apreció que el valor de la TIR está indefinido, dado que las proyecciones de caja resultantes son negativas en cada uno de los años analizados de acuerdo a la Tabla 2.5:

Tabla 2.5 Flujo de caja opción cero
[Villafuerte – Sucre]

	Año 0 (2020)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	\$0.00	\$73,771.36	\$411,384.84	\$991,262.93	\$1,184,995.77	\$1,389,460.44
Costo de Ventas	\$0.00	(\$241,840.00)	(\$729,600.00)	(\$1,670,550.00)	(\$1,941,384.90)	(\$2,188,973.75)
Costos Operativos Fijos	\$0.00	(\$16,340.75)	(\$36,739.27)	(\$72,707.46)	(\$82,610.20)	(\$92,590.49)
Utilidad Bruta	\$0.00	(\$184,409.39)	(\$354,954.43)	(\$751,994.53)	(\$838,999.34)	(\$892,103.80)
Gastos Totales	\$0.00	(\$105,375.00)	(\$109,890.00)	(\$123,289.50)	(\$129,060.23)	(\$139,756.68)
Gastos Administrativos		(\$76,800.00)	(\$80,640.00)	(\$84,672.00)	(\$88,905.60)	(\$93,350.88)
Gastos Operativos		(\$23,700.00)	(\$24,375.00)	(\$33,742.50)	(\$35,279.63)	(\$41,530.80)
Depreciación de Equipos		(\$4,875.00)	(\$4,875.00)	(\$4,875.00)	(\$4,875.00)	(\$4,875.00)
Utilidad antes de PaT e Impuestos	\$0.00	(\$289,784.39)	(\$464,844.43)	(\$875,284.03)	(\$968,059.56)	(\$1,031,860.48)
15% Part. de trabajadores (PaT)		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad antes de Impuestos		(\$289,784.39)	(\$464,844.43)	(\$875,284.03)	(\$968,059.56)	(\$1,031,860.48)
Impuestos (22%)		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta	\$0.00	(\$289,784.39)	(\$464,844.43)	(\$875,284.03)	(\$968,059.56)	(\$1,031,860.48)
Depreciación de Equipos		\$4,875.00	\$4,875.00	\$4,875.00	\$4,875.00	\$4,875.00
Proyecciones en Flujo de Caja	\$0.00	(\$284,909.39)	(\$459,969.43)	(\$870,409.03)	(\$963,184.56)	(\$1,026,985.48)
Valor Actual Neto (VAN)	(\$3,605,456.89)					
Tasa Interna de Retorno (TIR)	No definido					

2.2.1.2 Opción uno Proceso de Molienda con máquina nueva modificando la torre de producción

Esta opción se planteó como la implementación de proceso de molienda con la modificación de la torre. Está basada en la colocación de las máquinas relacionadas al proceso de molienda en los niveles superiores del edificio de la empresa, permitiendo instalar cintas transportadoras para distribuir a dos líneas de producción que requieran el procedimiento de triturado. Sin embargo, para este tipo de configuración es necesario abrir el techo de la torre presentando ciertas desventajas tales como la falta de protección ante caída de cenizas, polvo, lluvia que afecten la inocuidad de los procesos alimenticios, la falta de cuidado de las máquinas, animales voladores dentro de la zona de producción, y el cuidado del personal por agentes externos.

2.2.1.2.1 Flujo de caja opción uno

Se estableció el flujo de caja en la Tabla 2.6 respecto a la opción uno. A diferencia de las demás opciones, la apertura de la torre es un valor adicional a la cotización realizada, puesto que la opción de diseño contempla la torre abierta posterior a la gestión por parte de la organización.

Tabla 2.6 Flujo de caja opción uno
[Villafuerte – Sucre]

FLUJO DE CAJA - OPCIÓN 1: PROCESO DE MOLIENDA CON TORRE ABIERTA						
	AÑO 0 (2020)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas	\$0.00	\$144,815.36	\$769,105.33	\$1,853,217.55	\$2,215,411.15	\$2,597,668.48
Costo de Ventas	\$0.00	(\$194,800.00)	(\$487,050.00)	(\$1,033,264.00)	(\$1,201,736.90)	(\$1,346,963.75)
Inversión en Techo de Torre	(\$30,000.00)					
Costos Operativos Fijos	\$0.00	(\$32,412.43)	(\$34,063.53)	(\$38,623.68)	(\$40,545.34)	(\$42,601.18)
Utilidad Bruta	(\$30,000.00)	(\$82,397.07)	\$247,991.79	\$781,329.87	\$973,128.91	\$1,208,103.55
Gastos Totales	\$0.00	(\$116,002.00)	(\$119,804.00)	(\$132,483.00)	(\$162,528.00)	(\$173,734.89)
Gastos Administrativos		(\$68,400.00)	(\$71,820.00)	(\$75,411.00)	(\$104,186.25)	(\$109,395.56)
Gastos Operativos		(\$28,700.00)	(\$29,625.00)	(\$39,255.00)	(\$41,067.75)	(\$47,608.33)
Interés por crédito bancario		(\$2,578.00)	(\$2,035.00)	(\$1,493.00)	(\$950.00)	(\$407.00)
Depreciación de Equipos		(\$16,324.00)	(\$16,324.00)	(\$16,324.00)	(\$16,324.00)	(\$16,324.00)
Utilidad antes de PaT y IR	(\$30,000.00)	(\$198,399.07)	\$128,187.79	\$648,846.87	\$810,600.91	\$1,034,368.66
15% Part. de trabajadores (PaT)		\$0.00	(\$19,228.17)	(\$97,327.03)	(\$121,590.14)	(\$155,155.30)
Utilidad antes de Impuestos		(\$198,399.07)	\$108,959.63	\$551,519.84	\$689,010.78	\$879,213.36
Impuestos (22%)		\$0.00	(\$23,971.12)	(\$121,334.36)	(\$151,582.37)	(\$193,426.94)
Inversión Inicial	(\$135,824.00)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta	(\$165,824.00)	(\$198,399.07)	\$84,988.51	\$430,185.47	\$537,428.40	\$685,786.42
Depreciación de Equipos		\$16,324.00	\$16,324.00	\$16,324.00	\$16,324.00	\$16,324.00
Crédito Capital	\$145,000.00	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)
Proyecciones en Flujo de Caja	(\$20,824.00)	(\$211,075.07)	\$72,312.51	\$417,509.47	\$524,752.40	\$673,110.42
Valor Actual Neto (VAN)	\$1,455,786.73					
Tasa Interna de Retorno (TIR)	99%					

2.2.1.3 Opción dos Proceso de Molienda con máquina nueva sin modificar la torre de producción

La opción de diseño dos se estableció como la implementación del proceso de molienda mediante la torre sin modificar.

Mediante los requerimientos de seguridad alimenticia se permite, para todos los ingredientes, el cuidado de los equipos evitando cenizas, polvo, lluvia y animales voladores que caigan sobre el interior de la torre.

2.2.1.3.1 Flujo de caja opción dos

Se desarrolló el flujo para la opción dos considerando los costos y gastos que se generen a partir de las operaciones que mantenga la empresa de acuerdo a la tabla 2.7:

Tabla 2.7 Flujo de caja opción dos
[Villafuerte – Sucre]

	AÑO 0 (2020)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas	\$0.00	\$144,815.36	\$769,105.33	\$1,853,217.55	\$2,215,411.15	\$2,597,668.48
Costo de Ventas	\$0.00	(\$194,800.00)	(\$487,050.00)	(\$1,033,264.00)	(\$1,201,736.90)	(\$1,346,963.75)
Costos Operativos Fijos	\$0.00	(\$32,187.79)	(\$33,827.66)	(\$38,376.02)	(\$40,285.29)	(\$42,328.13)
Utilidad Bruta	\$0.00	(\$82,172.43)	\$248,227.67	\$781,577.53	\$973,388.96	\$1,208,376.60
Gastos Totales	\$0.00	(\$117,973.00)	(\$121,775.00)	(\$134,454.00)	(\$164,499.00)	(\$175,705.89)
Gastos Administrativos		(\$68,400.00)	(\$71,820.00)	(\$75,411.00)	(\$104,186.25)	(\$109,395.56)
Gastos Operativos		(\$28,700.00)	(\$29,625.00)	(\$39,255.00)	(\$41,067.75)	(\$47,608.33)
Intereses por crédito bancario		(\$2,578.00)	(\$2,035.00)	(\$1,493.00)	(\$950.00)	(\$407.00)
Depreciación de Equipos		(\$18,295.00)	(\$18,295.00)	(\$18,295.00)	(\$18,295.00)	(\$18,295.00)
Utilidad antes de PaT y IR	\$0.00	(\$200,145.43)	\$126,452.67	\$647,123.53	\$808,889.96	\$1,032,670.71
15% Part. de trabajadores (PaT)		\$0.00	(\$18,967.90)	(\$97,068.53)	(\$121,333.49)	(\$154,900.61)
Utilidad antes de Impuestos		(\$200,145.43)	\$107,484.77	\$550,055.00	\$687,556.47	\$877,770.10
Impuestos (22%)		\$0.00	(\$23,646.65)	(\$121,012.10)	(\$151,262.42)	(\$193,109.42)
Inversión Inicial	(\$148,452.00)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta	(\$148,452.00)	(\$200,145.43)	\$83,838.12	\$429,042.90	\$536,294.04	\$684,660.68
Depreciación de Equipos		\$16,324.00	\$16,324.00	\$16,324.00	\$16,324.00	\$16,324.00
Crédito Capital	\$145,000.00	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)
Proyecciones en Flujo de Caja	(\$3,452.00)	(\$212,821.43)	\$71,162.12	\$416,366.90	\$523,618.04	\$671,984.68
Valor Actual Neto (VAN)	\$1,466,859.31					
Tasa Interna de Retorno (TIR)	110%					

2.2.1.4 Opción tres procesos de molienda con la compra de máquina usada

La opción tres de diseño se definió como la implementación de un molino usado, adicional a las demás máquinas complementarias al mismo, en el proceso de molienda. Este sería situado en la misma ubicación que se mencionó en la opción previa, por ello, mantienen una similitud entre los valores de los costos proyectados para ambas.

2.2.1.4.1 Flujo de caja opción tres

Se desarrolló el flujo para la opción dos considerando los costos y gastos que se generen a partir de las operaciones que mantenga la empresa. Cabe destacar que a pesar de la inversión inicial ser menor a las demás opciones, el préstamo bancario es igual que en los otros casos.

Tabla 2.8 Flujo de caja opción Tres

[Villafuerte – Sucre]

	AÑO 0 (2020)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas	\$0.00	\$144,815.36	\$769,105.33	\$1,853,217.55	\$2,215,411.15	\$2,597,668.48
Costo de Ventas	\$0.00	(\$194,800.00)	(\$487,050.00)	(\$1,033,264.00)	(\$1,201,736.90)	(\$1,346,963.75)
Costos Operativos Fijos	\$0.00	(\$25,972.75)	(\$26,986.45)	(\$30,136.45)	(\$30,577.45)	(\$31,078.60)
Utilidad Bruta	\$0.00	(\$75,957.39)	\$255,068.88	\$789,817.10	\$983,096.80	\$1,219,626.14
Gasto Totales	\$0.00	(\$116,002.00)	(\$119,804.00)	(\$132,483.00)	(\$162,528.00)	(\$173,734.89)
Gastos Administrativos		(\$68,400.00)	(\$71,820.00)	(\$75,411.00)	(\$104,186.25)	(\$109,395.56)
Gastos Operativos		(\$28,700.00)	(\$29,625.00)	(\$39,255.00)	(\$41,067.75)	(\$47,608.33)
Intereses por crédito bancario		(\$2,578.00)	(\$2,085.00)	(\$1,493.00)	(\$950.00)	(\$407.00)
Depreciación de Equipos		(\$16,324.00)	(\$16,324.00)	(\$16,324.00)	(\$16,324.00)	(\$16,324.00)
Utilidad antes de PaT y IR	\$0.00	(\$191,959.39)	\$135,264.88	\$657,334.10	\$820,568.80	\$1,045,891.24
15% Part. de trabajadores (PaT)		\$0.00	(\$20,289.73)	(\$98,600.11)	(\$123,085.32)	(\$156,883.69)
Utilidad antes de Impuestos		(\$191,959.39)	\$114,975.14	\$558,733.98	\$697,483.48	\$889,007.56
Impuestos (22%)		\$0.00	(\$25,294.53)	(\$122,921.48)	(\$153,446.37)	(\$195,581.66)
Inversión Inicial	(\$83,516.00)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta	(\$83,516.00)	(\$191,959.39)	\$89,680.61	\$435,812.51	\$544,037.12	\$693,425.89
Depreciación de Equipos		\$16,324.00	\$16,324.00	\$16,324.00	\$16,324.00	\$16,324.00
Crédito Capital	\$145,000.00	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)	(\$29,000.00)
Proyecciones en Flujo de Caja	\$61,484.00	(\$204,635.39)	\$77,004.61	\$423,136.51	\$531,361.12	\$680,749.89
Valor Actual Neto (VAN)	\$1,569,101.74					
Tasa Interna de Retorno (TIR)	No definido					

2.3 Evaluación y selección de opciones de diseño

Una vez que se definieron las opciones de diseño y se detallaron cada una de ella, se procedió con la sección de evaluación y selección de las opciones mediante el uso de herramientas de análisis, estas fueron calculadas con la ponderación que la organización estableció.

En primer lugar, se realizó una retroalimentación de las opciones de diseño presentadas a los jefes de la empresa donde cada uno de ellos expreso su opinión de las opciones de diseño, esta reunión se realizó por zoom como se puede visualizar en la Figura 2.1

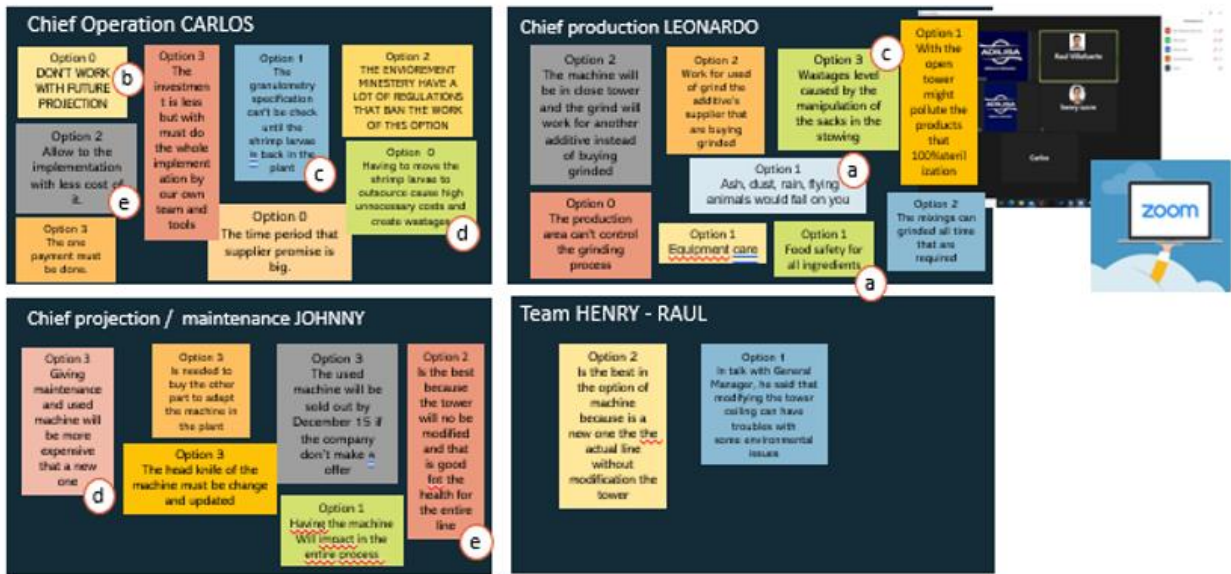


Figura 2.1 Reunión para retroalimentación de opciones de diseño

Fuente: [Villafuerte – Sucre]

Una vez realizada esta reunión y teniendo en cuenta las ponderaciones de la organización se procedió con la realización de las matrices.

2.3.1 Matriz de priorización

Para la matriz de priorización se tuvo en cuenta los criterios de importancia y los valores para su cálculo. Se muestra en las Tablas 2.9 y 2.10 las calificaciones que se trabajaron dentro de la tabla de matriz de priorización.

Tabla 2.9 Criterios de importancia para matriz de priorización

[Villafuerte – Sucre]

Criterio de importancia	Descripción
1	No importante
2	Muy baja importancia
3	Importancia Intermedia
4	Alta importancia
5	Importancia muy alta

Tabla 2.10 Ponderaciones para valores de la matriz

[Villafuerte – Sucre]

Valores	Descripción
1	Muy baja
3	Baja
6	Media
9	Alta

Junto con los jefes de producción, operaciones y proyectos respectivamente se definió los criterios y se los ponderó de acuerdo de los aspectos del diseño como se encuentra en la Tabla 2.11:

Tabla 2.11 Matriz de Priorización

[Villafuerte – Sucre]

CRITERIOS	IMPORTANCIA			
	OPCION 0	OPCION 1	OPCION 2	OPCION 3
Impacto en el negocio	3	9	9	6
Niveles de proyección cumplidos	1	9	9	6
Procesar seguridad alimentaria	1	3	9	6
Control de Desperdicios y Especificaciones de Calidad	1	9	9	9
Costo de implantación	1	6	3	9
Costos asociados	9	1	1	3
Éxitos de opción	1	9	9	6
Relación con el proveedor actual	3	1	1	1
Beneficios para el proceso	1	9	9	6
Satisfacción para los trabajadores en la nueva línea	9	1	1	1
Apalancamiento	1	6	9	3
Impacto en todo el negocio	1	9	9	9
Total	117	267	291	253

Una vez que se realizó los cálculos dentro de la matriz de priorización relacionando los criterios con sus importancias de cada una de las opciones se puede ver la cercanía que se obtuvo de los valores entre las opciones uno, dos y tres por su significancia, pero dejando a la opción cero como la que obtuvo menor resultado. La opción dos obtuvo 291 puntos.

2.3.1 Matriz de pugh

Después que se realizó el análisis mediante la matriz de priorización, se procedió al uso de otra herramienta de análisis para verificar el ranking en el cual las especificaciones técnicas se relacionaban con las requerimiento del cliente de la casa de calidad, a la vez la matriz de pugh permite cuantificar previa a la fase de diseño dando comparaciones de acuerdo a la Tabla 2.12 donde los valores de 1, 0 y -1 están relacionado a que los criterios sean mayores, iguales o menores, respectivamente.

Se verificó al realizar los cálculos que algunas de las opiniones de la retroalimentación de los jefes eran de mejores para determinadas opciones que otras como, por ejemplo, en el criterio costo de mantenimiento la opción tres de la máquina usada; esta requiere mayor mantenimiento siendo un aspecto negativo a la hora de la selección mediante el ranking por sus elevados costos de mantenimiento.

Tabla 2.12 Valores para cálculos de la matriz de pugh

[Villafuerte – Sucre]

valor	Descripción
1	Mayor al actual
0	Igual al actual
-1	Bajo del actual

Tabla 2.13 Matriz de Pugh

[Villafuerte – Sucre]

Criterio	Opción 1	Opción 2	Opción 3
La granulometría (especificación del cliente) para los productos de alimentación animal y aditivos debe ser $\leq 300 \mu\text{m}$	1	1	0
El nivel de producción de molienda de desperdicio debe ser $\leq 6\%$	1	1	1
La humedad de mezcla y trituración debe estar entre el 10 y el 30% para su línea de producción.	1	1	1
La empresa debe poder producir de 40 a 70 [toneladas / mes] de alimento para larvas de camarón	1	1	1
Costo de mantenimiento	0	0	-1
Incremento de la capacidad	1	1	1
Eliminar el transporte	1	1	0
Reducir costo de producción	1	1	0
Reduce el tiempo	1	1	1
Mejorar la disponibilidad	1	1	1
Mejorar el rendimiento de calidad	1	1	1
Sanidad alimenticia	-1	1	1

Suma positiva	10	11	8
Suma negativa	-1	0	-1
Suma general	9	11	7
RANKING	2	1	3

La matriz de pugh en la Tabla 2.13 dio como resultados que la opción dos era la que ranking #1 a la hora de la selección por su alto nivel de relación.

2.3.2 Matriz de Impacto esfuerzo

De acuerdo a los resultados obtenidos del Apéndice C, se realizó la conversión a una escala de 10 en la Tabla 2.14, con los cuales se pudo obtener los cálculos

dentro de la matriz de impacto y esfuerzo para su visualización como se muestra en la Figura 2.2.

Tabla 2.14 Matriz de impacto y esfuerzo en escala de 10
[Villafuerte – Sucre]

Opción	0	1	2	3
PUNTAJE EFUERZO	1,285	7,590	4,900	4,974
PUNTAJE IMPACTO	4,056	8,0723	10	6,426

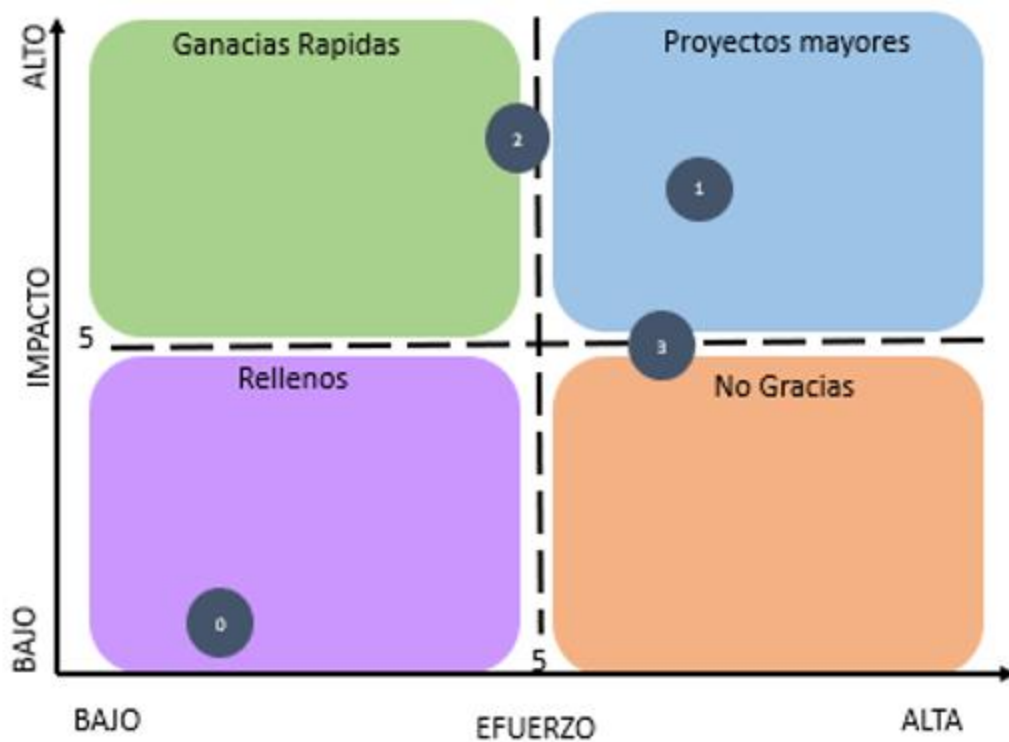


Figura 2.2 Matriz Impacto y Esfuerzo
[Villafuerte – Sucre]

Con la matriz de impacto y esfuerzo se obtiene que la opción dos es la propuesta que brinda una mayor ganancia a la organización por aquellos criterios que su evaluación arrojó como resultado.

Se aclaró que hay que tener en cuenta que la opción de diseño seleccionada se encuentra cerca de los proyectos mayores dado que las opciones uno, dos y tres requieren de una gran inversión para su implementación a la cual brinda los mayores resultados a la organización.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Diseño

Concluida con la etapa de análisis donde se evaluó mediante las herramientas mencionadas se pudo obtener los resultados que permitieron la selección de la opción de diseño óptima para el proyecto.

Se enlistaron los objetivos de diseño estructurados en las etapas previas:

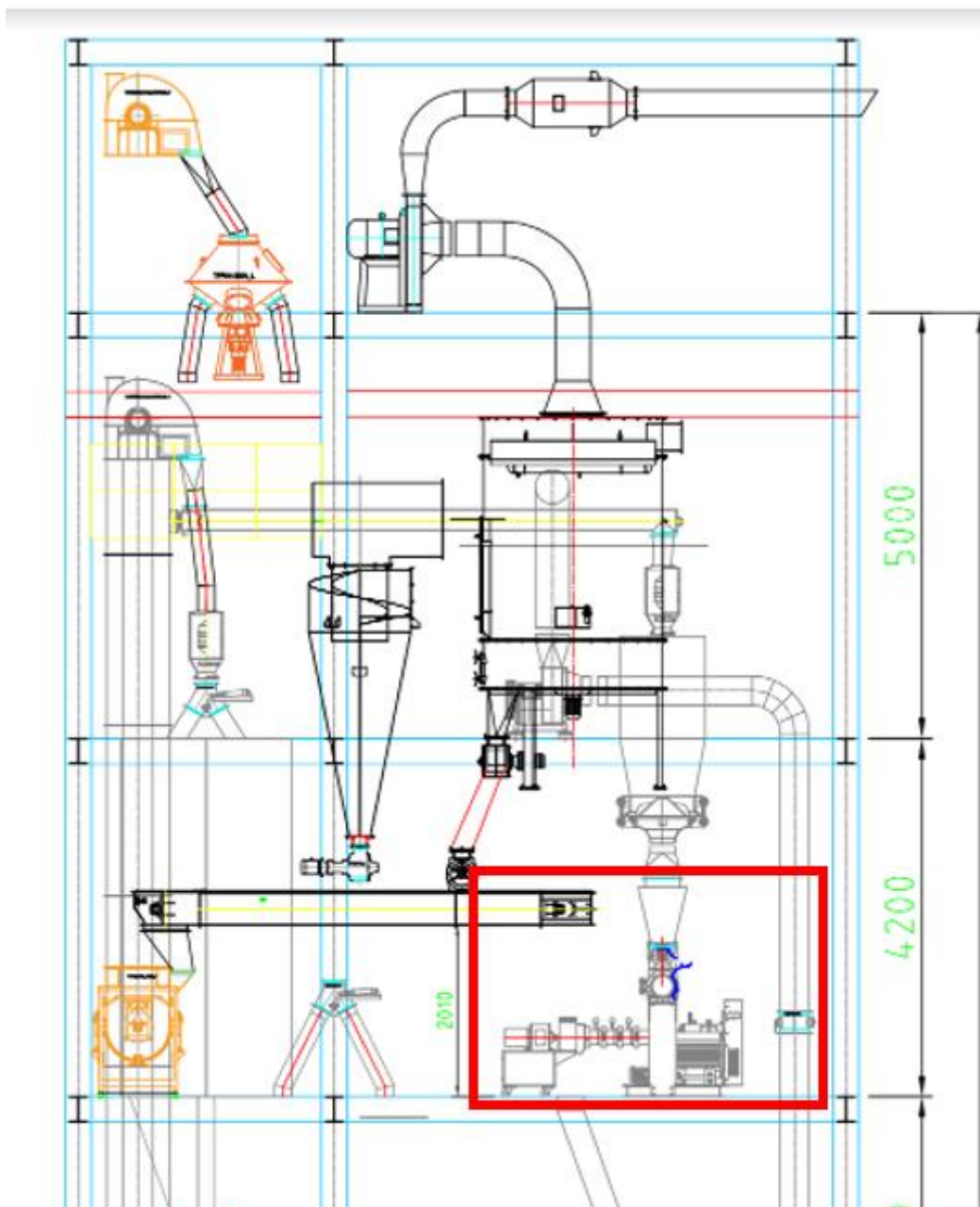
- Establecer la opción de diseño adecuada para el proceso de molienda considerando las restricciones, requerimiento y especificaciones.
- Establecer un control de proceso para la producción.
- Comparar la situación financiera entre el proceso de molienda subcontratado real con el proceso de molienda futuro que se diseñará mediante un análisis de sensibilidad.

También se consideró para esta etapa las especificaciones de diseño con las cuales se debe alinear la opción dos al diseño:

- La granulometría (especificaciones del cliente) para los productos de alimentación animal y aditivos debe ser $\leq 300 \mu\text{m}$.
- El nivel de producción de molienda de desperdicio debe ser $\leq 6\%$.
- La humedad de mezcla y trituración debe estar entre el 10 y el 30% para su línea de producción.
- La empresa debe poder producir de 40 a 70 [toneladas / mes] de alimento para larvas de camarón.

3.1.1 Ubicación del proceso de molienda

La ubicación proceso de molienda debe estar en el nivel inferior como se visualiza en el Plano 1, puesto que la potencia que necesita la máquina debe ser óptima que esté conectada al suelo. Con la ayuda de un recolector y un ciclón, el producto que se muele pasa al nivel alto para continuar con el nuevo proceso implementado directo a la línea de larvas.



PLANO 1 Diagrama esquemático del proceso de producción
[Villafuerte – Sucre]

En el nivel bajo la humedad es controlada por sensores con la dosificación de oxígeno.

El colector y ciclón se muestra en la Figura 3.1 son los equipos que se seleccionaron para que permita el que el producto una vez molido a una velocidad continua pase a los niveles más alto para que pueda llegar al distribuidor de la línea de larvas.

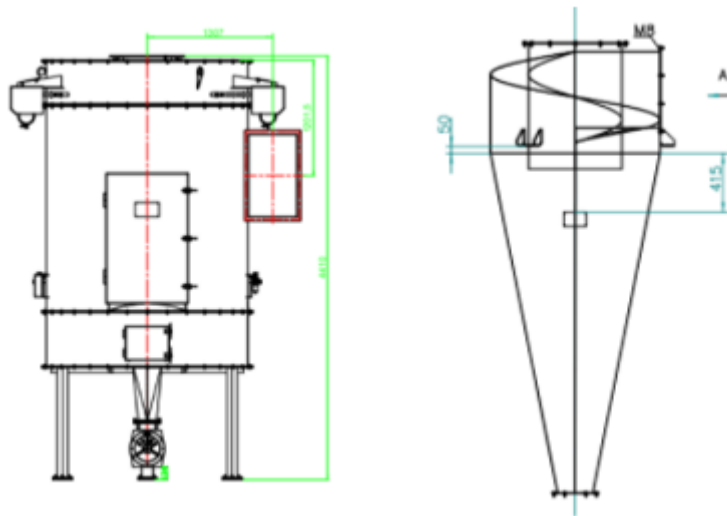


Figura 3.1 Esquemas de recolector y ciclón.

[Villafuerte – Sucre]

3.1.2 Requerimiento de dimensión para el proceso de molienda

Se estableció en las etapas pasadas dentro de las restricciones la necesidad del espacio para que el proceso de molienda pueda ser adaptado mediante la visualización se pudo medir el espacio destinado. En este espacio se verificó como está distribuido a las Normas Técnicas de Instalaciones y en la Norma Seguridad 2393 como se aprecia en la Figura 3.2:



Figura 3.2 Dimensiones de espacio disponible para molino

[Villafuerte – Sucre]

3.1.3 Especificación de humedad y mermas

La humedad se controla con el dosificador real que gestiona la condición en la línea de producción.

La molienda es una de las etapas donde la humedad se evapora después del enfriamiento, pero con la conexión del dosificador al molido y la ayuda de emulsionantes y tensioactivos, que ayudan a distribuir en partes iguales el producto de las larvas de camarón. Con este diseño el proceso continuo se dispuso para que sea controlado por las máquinas por lo que se eliminarán los desperdicios causados por la manipulación porque las larvas de camarón no se manipulan hasta el empaque.

Además, se realizaron unas cartas de control para estas variables que puede ser visualizadas en el Apéndice F y G donde se espera el control manual para posterior digitalización.

Controlador en la Figura 3.3:



Figura 3.3 Controlador de humedad y calor.

[Villafuerte – Sucre]

3.1.4 Análisis de utilización relacionada a la especificación de capacidad.

Se realizó un análisis de utilización para poder determinar la disponibilidad de las máquinas. Fue elaborado mediante los datos nominales de los motores por la cual se hizo los cálculos en horas.

Con las proyecciones establecidas, la Tabla 3.1 muestra cómo funcionará la selección correcta con la especificación de diseño para la capacidad deseada.

Tabla 3.1 Análisis de utilización de maquinas

[Villafuerte – Sucre]

Proyecciones de ventas 2021 (ventas)	Kg	Proceso de molienda	Mezclador 2	Extrusora	Esferizador	Secador	Total, horas por mes
Meses		2000 kg/hora	100 kg/hora	120 kg / hora	300 kg / hora	200 kg / hora	
Febrero 2021	240	0,12 h	2,40 h	2,00 h	0,80 h	1,20 h	6,52 h
Abril 2021	384	0,19 h	3,84 h	3,20 h	1,28 h	1,92 h	10,43 h
Junio 2021	528	0,26 h	5,28 h	4,40 h	1,76 h	2,64 h	14,34 h
Julio 2021	1090	0,55 h	10,90 h	9,08 h	3,63 h	5,45 h	29,61 h

Agosto 2021	2000	1,00 h	20,00 h	16,67 h	6,67 h	10,00 h	54,33 h
Septiembre 2021	2000	1,00 h	20,00 h	16,67 h	6,67 h	10,00 h	54,33 h
Octubre 2021	2000	1,00 h	20,00 h	16,67 h	6,67 h	10,00 h	54,33 h
Noviembre 2021	1000	0,12 h	2,40 h	2,00 h	0,80 h	1,20 h	6,52 h

Además, la organización estableció que la capacidad para el proceso de molienda desaseado deba ser de 2 toneladas por hora de operación, sin embargo, la máquina cotizada tiene una capacidad nominal mayor que permita un buffer de 0,5 toneladas por hora. Esta información se visualizó en la cotización realizada por el proveedor de la empresa china que realizaría la instalación en la Figura 3.4, las demás máquinas pueden ser visualizadas en el apéndice E.



Figura 3.4 Especificaciones técnicas de la máquina de pulverizado

3.1.5 Indicadores para el proceso de molienda

El control de las operaciones que se realice a partir de la instalación y funcionamiento del proceso de molienda le permitirá a la empresa realizar mejoras y determinar falencias con mayor facilidad. Por ello, como parte del

diseño planteado, se han propuesto una serie de indicadores que se encuentran en el Apéndice H.

3.1.6 Análisis de sensibilidad

Se definieron distintos aspectos, en colaboración con los encargados del proceso en la organización, que pueden influenciar al diseño mostrado al momento de su implementación. Entre ellos están la variación en las proyecciones de la empresa con respecto a la demanda, fallas en las máquinas del proceso, personal disponible para la línea de producción, variación en los costos estimados, entre otros.

Tabla 3.2 Análisis de sensibilidad
[Villafuerte – Sucre]

Aspectos	Escenarios		
	Mejor Caso	Caso	Peor Caso
Variación en las proyecciones de demanda	Incremento del 15% de proyecciones	Mantener proyecciones	Reducción del 15% de proyecciones
	Ventas anuales brutas = \$8'717,250.55 VAN = \$2'228,032.40 TIR = 165%	Ventas anuales brutas = \$7'580,217.87 VAN = \$1'466,859.31 TIR = 110%	Ventas anuales brutas = \$6'443,185.19 VAN = \$705,683.23 TIR = 56%
Fallas en las máquinas de los procesos (5 reparaciones por año)	10 min por reparación	30 min por reparación	1 día por reparación (Mantenimiento del proveedor)
	Cantidad de producto por año = 1,667 Kg Costo de Oportunidad (si el producto es < 75μ = \$14,636.26 por año)	Cantidad producto por año = 5,000 Kg Costo de Oportunidad (si el producto es < 75μ = \$43,900 por año)	Cantidad producto por año = 80,000 Kg Costo de Oportunidad (si el producto es < 75μ = \$702,400 por año)
Contaminación Cruzada en la línea de producción	No Contaminación Cruzada	No Contaminación Cruzada	Contaminación Cruzada con aditivos (2 casos por año)
	Producción de alimentos mantiene su inocuidad durante el proceso a pesar de los demás productos a moler	Molienda es actualmente maquilada y se busca mantener la inocuidad al momento de su implementación en la empresa	Cantidad producto por año = 20,000 Kg Costo de Oportunidad (si el producto es < 75μ = \$175,600 por año)

3.2 Prototipo

Después de haber explicado a detalle sobre la opción dos, la cual fue seleccionada mediante el análisis. Se inició con la elaboración del plan de prototipado para la última etapa del proyecto de diseño.

3.2.1 Plan de prototipado

En la Tabla 3.3 del plan de prototipado cuenta con las interrogantes de ¿Qué?, la cual corresponde a las variables del prototipo. También responde al ¿Por

qué?, detallando la razón. Otras preguntas que plantea es el tipo de herramientas que usaron, las validaciones y costos asociados para cada una de las variables integradas al plan de prototipado.

Tabla 3.3 Plan de Prototipado

[Villafuerte – Sucre]

n.	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	Herramienta usada	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	Validación	¿Quién valida?	Costos
1	Cuantificar el peor caso	Establecer todos los costes asociados a los aspectos determinados	Reunión con el jefe de proyectos	Entrevista	Planta	8 ene – 13 Ene	RV / HS	Reunión con los jefes de la empresa	Jefe de Proyecto	\$ 0,00
2	Análisis de AHP	Establecer cuál podría ser el peor escenario mediante un análisis AHP, en base a los aspectos establecidos en el análisis de sensibilidad	Información del análisis de sensibilidad	Excel	Casa	8 ene – 13 Ene	RV / HS	Reunión con los jefes de la empresa	Jefe de Proyecto	\$ 0,00 10 horas de estudiante
3	Simulación del proceso de molienda	Simular el proceso dentro del programa para visualizar	Información recolectada de los equipos y manuales	Flexsim zoom	casa	8 ene – 18 ene	RV / HS	Con las especificaciones de la empresa	Reunión con los jefes de la empresa mediante zoom	\$0,00 40 horas de estudiantes
4	Diagrama de proceso de molienda	Mostrar el diagrama de del proceso de molienda en la línea y su adaptación a línea.	Informaciones obtenidas del jefe de producción sobre las máquinas	AutoCAD	casa	20 ene 2021	RV / HS	Diagrama de proceso actual	Jefe de Proyecto	\$0,00 30 horas de estudiante
5	Validación del trabajo	Retroalimentación final del cliente	Reunión con los jefes	Entrevista	Video llamada	23 ene	RV / HS	Después de la presentación	Jefe de proyecto y tutor	\$0,00

3.2.2 Análisis Jerárquico de AHP

Se realizó el análisis de AHP determinado en el plan de prototipado para poder determinar a fondo mediante las variables obtenidas del análisis de sensibilidad cual podría tener un mayor impacto en el diseño del proceso de molienda. Tomando los valores del Apéndice I y los criterios de la tabla 3.3:

Tabla 3.4 Análisis de AHP
[Villafuerte – Sucre]

Criterio	Subcriterio del mejor caso	Subcriterio del normal caso	Subcriterio del peor caso	Alternativas	Evaluadores
Mejor caso	Aumentar las proyecciones en un 15%	Mantener las proyecciones	Disminuye las proyecciones en un 15%	Variación en las demandas proyectadas	Ing. Leonardo
Caso Normal	10 min para reparos	30 min para reparos	1 día para reparaciones	Fallas en los procesos de las maquinas (5 reparaciones por año)	Ing. Johnny
Peor caso	No hay contaminación contaminada	No hay contaminación contaminada	Contaminación cruzada con los aditivos	Contaminación cruzada en la línea	Ing. Carlos

Una vez enlistadas los aspectos de estudio se realizaron los cálculos mediante la herramienta de Excel con el programa estadístico de xlstats para obtener los siguientes resultados mediante los valores asignados respectivamente a los evaluadores.

3.2.2.1 Resultados para el Mejor caso

Del análisis de AHP, se obtuvo para el mejor caso donde el incrementar las proyecciones en un 15% resultó el 47,96%, para los 10 minutos de reparación se obtuvo en el análisis AHP un 16,36% y por último para la contaminación cruzada el de 6,20% que se visualizada en la Figura 3.5:

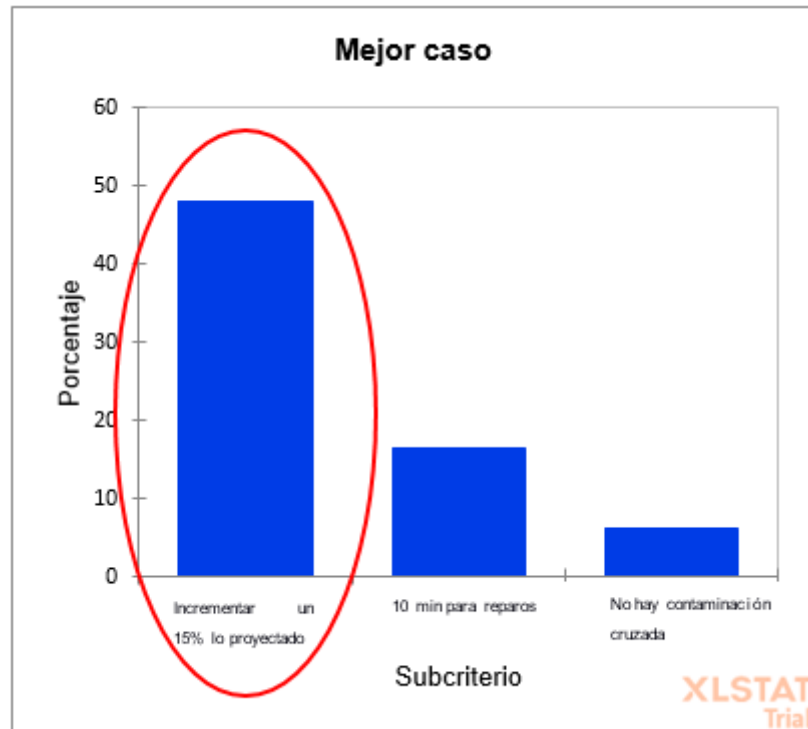


Figura 3.5 Resultado para el mejor caso
[Villafuerte – Sucre]

3.2.2.2 Resultados para el caso Normal

Del análisis de AHP, se obtuvo para el caso Normal donde el mantener las proyecciones dio como resultado el %11,97; para los 30 minutos de reparación se obtuvo en el análisis ahp un 5% y por último para la contaminación cruzada el de 4,01% que se visualiza en la Figura 3.6:

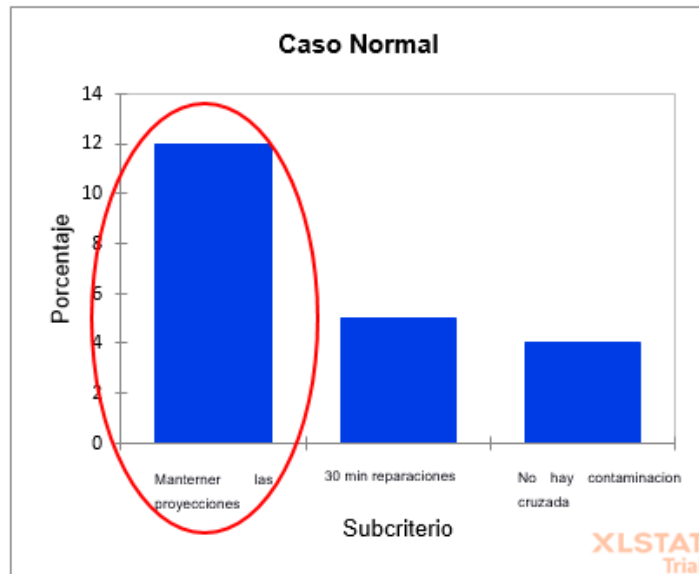


Figura 3.6 Resultados para el caso normal
[Villafuerte – Sucre]

3.2.2.3 Resultados para el peor caso

Del análisis de Ahp, se obtuvo para el peor caso donde el disminuir las proyecciones para un 15% dio como resultado el %3,68; para el día de reparación se obtuvo en el análisis ahp un 2,55% y por último para la contaminación cruzada con los aditivos el de 2,26% que se visualiza en la Figura 3.7:

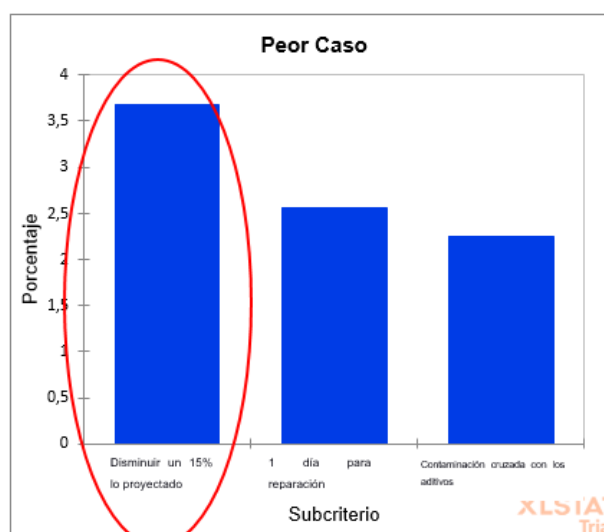


Figura 3.7 Resultados para el peor caso
[Villafuerte – Sucre]

3.2.3 Simulación de Monte Carlo sobre escenarios y protocolos

Se realizó una simulación de Monte Carlo que permitió variar las demandas proyectadas con la finalidad de verificar el impacto que estas tendrían en las ventas brutas anuales para la organización mediante los diferentes tipos de presentaciones granulométricas que son vendidos de acuerdo con la Tabla 3.5:

Tabla 3.5 Totales para demandas variadas

[Villafuerte – Sucre]

Demanda Anual Proyectada [Ton]		32	165	386	448	510
Participación para los tipos de presentaciones [%]	< 75 μ	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
	100 μ - 150 μ	15,4%	15,4%	15,4%	15,4%	15,4%
	150 μ - 250 μ	12,3%	12,3%	12,3%	12,3%	12,3%
	250 μ - 500 μ	30,8%	30,8%	30,8%	30,8%	30,8%
	500 μ - 800 μ	20,8%	20,8%	20,8%	20,8%	20,8%
	800 μ - 1200 μ	16,6%	16,6%	16,6%	16,6%	16,6%
Participación para los tipos de presentaciones [Ton]	< 75 μ	1,28	6,58	15,40	17,88	20,35
	100 μ - 150 μ	4,93	25,44	59,52	69,08	78,64
	150 μ - 250 μ	3,93	20,28	47,44	55,06	62,68
	250 μ - 500 μ	9,86	50,84	118,93	138,03	157,13
	500 μ - 800 μ	6,66	34,32	80,29	93,18	106,08
	800 μ - 1200 μ	5,32	27,46	64,23	74,55	84,86
Precios de los productos	< 75 μ	\$ 8,78	\$ 9,04	\$ 9,31	\$ 9,59	\$ 9,88
	100 μ - 150 μ	\$ 8,34	\$ 8,59	\$ 8,85	\$ 9,11	\$ 9,39
	150 μ - 250 μ	\$ 4,75	\$ 4,89	\$ 5,04	\$ 5,19	\$ 5,35
	250 μ - 500 μ	\$ 4,03	\$ 4,15	\$ 4,28	\$ 4,40	\$ 4,54
	500 μ - 800 μ	\$ 2,93	\$ 3,02	\$ 3,11	\$ 3,20	\$ 3,30
	800 μ - 1200 μ	\$ 2,73	\$ 2,81	\$ 2,90	\$ 2,98	\$ 3,07
Ventas Brutas		\$ 144.815,36	\$ 769.105,33	\$ 1.853.217,55	\$ 2.215.411,15	\$ 2.597.668,48

Se ejecutaron 1000 iteraciones para este propósito con ayuda del software Excel XLSTAT para variar la Demanda Anual Proyectada, siguiendo una Distribución Logarítmica Normal, para el producto alimenticio de los animales y ver cómo estos valores impactan en nuestra variable de resultado, Ventas Brutas Anuales.

Se estableció las siguientes pruebas de hipótesis para la simulación de Monte Carlo:

H0: La muestra sigue una distribución Log-Normal.

Ha: La muestra no sigue una distribución Log-Normal.

Mediante el análisis de prueba Kolmogorov – Smirnov, los valores resultantes son mostrados en la Tabla 3.6:

Tabla 3.6 Resultados obtenidos de la prueba Kolmogorov – Smirnov

[Villafuerte – Sucre]

D	0,314
Valor P (DOS COLAS)	0,610
Valor de alfa	0,050

Valor p más alto que alfa. Por tanto, no podemos rechazar la hipótesis nula, la gráfica puede ser visualizada en el Apéndice J.

Con estos resultados se pudo modelar la variable de Ventas Brutas Anuales para conocer sus posibles valores, la gráfica del histograma respectivo se encuentra en el apéndice K. Adicionalmente, con ayuda del software utilizado, se realizó una tabla Spider, como se aprecia en la Tabla 3.6, en donde muestra como diferentes porcentajes de variación en la demanda proporcionan montos distintos de dinero en relación con las ventas anuales. Se encontró que un 20% de diferencia en las proyecciones generan pérdidas de \$277,436.35 para la empresa. De igual manera, se observó que las ganancias generadas a partir de sobrepasar los valores de ventas proyectados son mayores que las pérdidas por

no alcanzar estos pronósticos anuales. Este detalle se observa en la Tabla 3.7 donde la media obtenida de la distribución de las ventas anuales es de \$1,249,759.23 y con una reducción de 10% en la demanda existe una resta respecto al promedio de \$1,299.59 mientras que para un 10% de incremento en las proyecciones, la diferencia es \$276,135.89. Por lo cual, existe mayor influencia económica para la organización.

Tabla 3.7 Valores para el diagrama de spider

[Villafuerte – Sucre]

Distribución Demanda Anual Proyectada	Ventas Brutas Anuales
-10.00%	\$1,248,459.64
-7.78%	\$1,279,285.81
-5.56%	\$1,310,111.97
-3.33%	\$1,340,938.13
-1.11%	\$1,371,764.30
1.11%	\$1,402,590.46
3.33%	\$1,433,416.63
5.56%	\$1,464,242.79
7.78%	\$1,495,068.95
10.00%	\$1,525,895.12

3.2.4 Simulación del proceso de molienda mediante Flexsim

Se realizó la simulación en la herramienta de Flexsim para poder visualizar como estaría unido el proceso nuevo. Dado que no existe indicadores que puedan compararse se lo realizó con la finalidad de mostrar el proceso de molienda y se lo validó con el jefe de proyecto de acuerdo con el Apéndice L y como se muestra en la Figura 3.8:

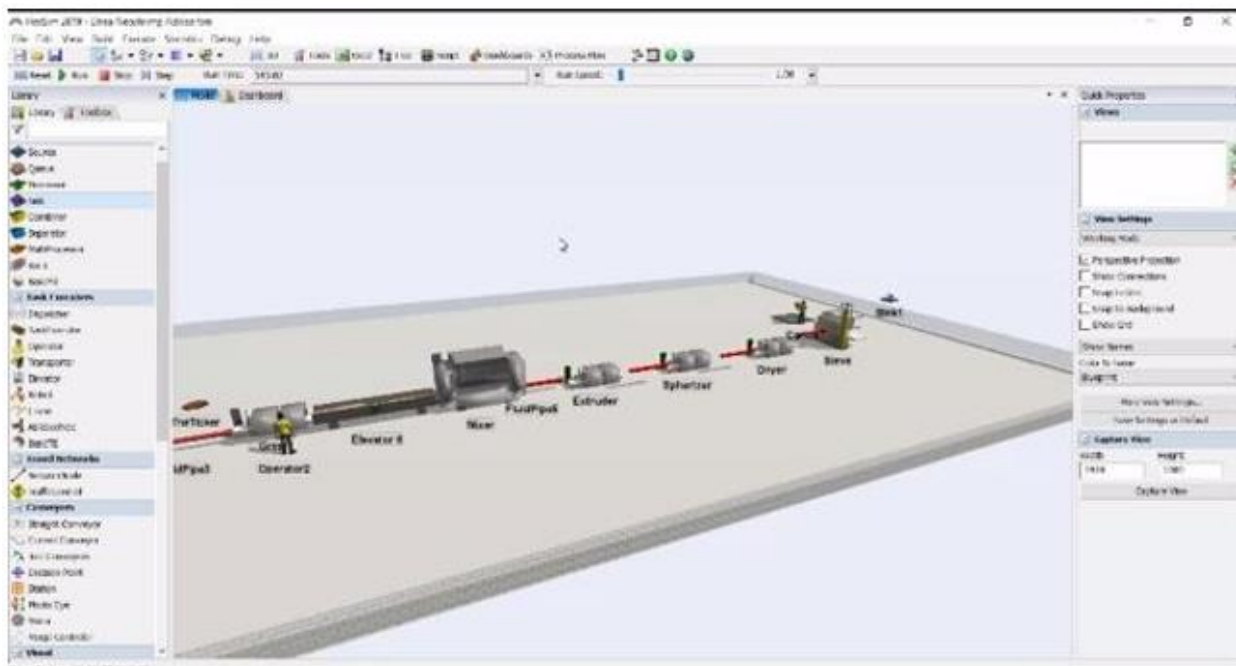


Figura 3.8 Simulación en la herramienta Flexism

[Villafuerte – Sucre]

De igual manera, en la Figura 3.9 se aprecia el dashboard elaborado para el proceso de elaboración de alimentos. Se muestran las utilizaciones de las máquinas que conforman la producción, así como la capacidad de toneladas de producto que la línea puede fabricar. En este caso, se dejó correr el modelo de Flexsim por 200 horas, lo cual representaría un mes de trabajo para la empresa, considerando que sus actividades diarias se desempeñan en jornadas de 8 horas durante 25 días, dado que también laboran los sábados.

La empresa es capaz de producir hasta 92 Toneladas por mes del alimento para camarones, superando la capacidad deseada en las especificaciones encontradas. Sin embargo, en el diseño de Flexsim no se consideran paros programados, no programados, por daño de máquinas, así como cualquier otra eventualidad del proceso que podrían afectar en la cantidad final de producto.

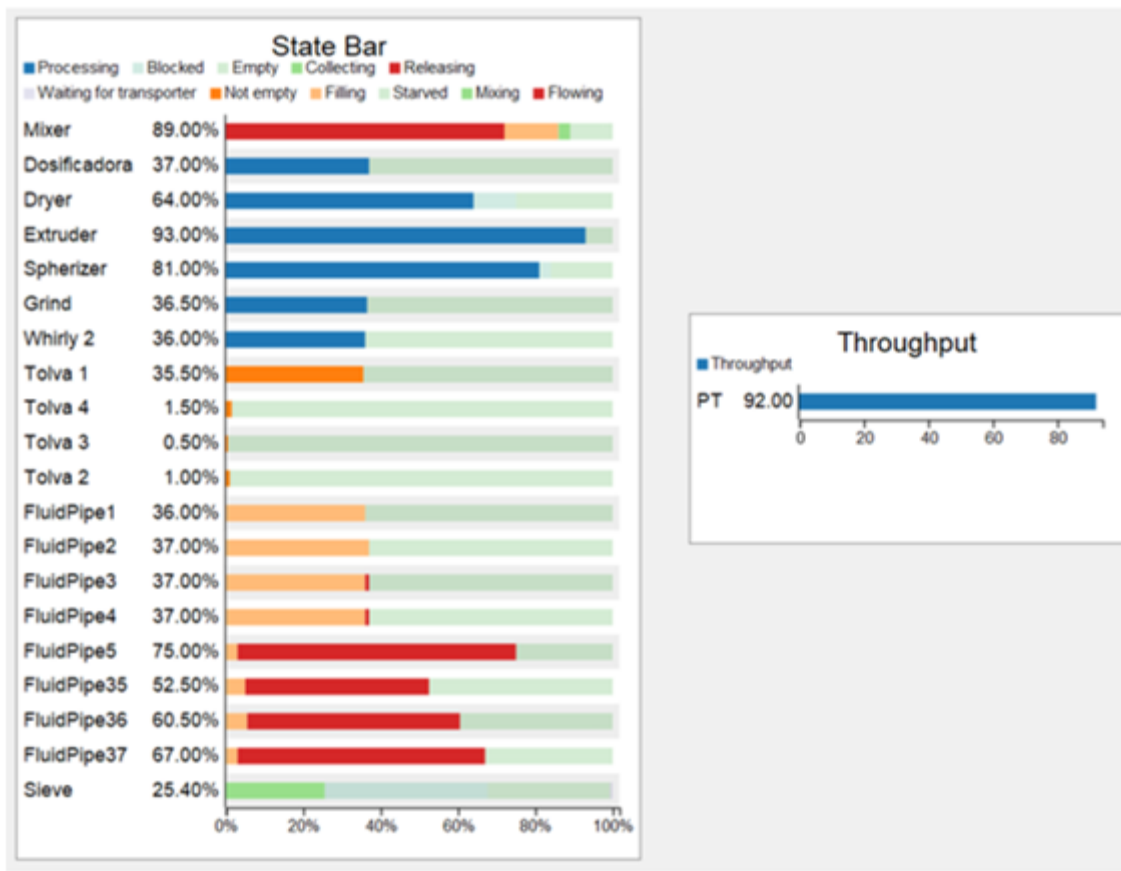


Figura 3.9 Dashboard de Flexism con resultados de una simulación 25 días.

[Villafuerte – Sucre]

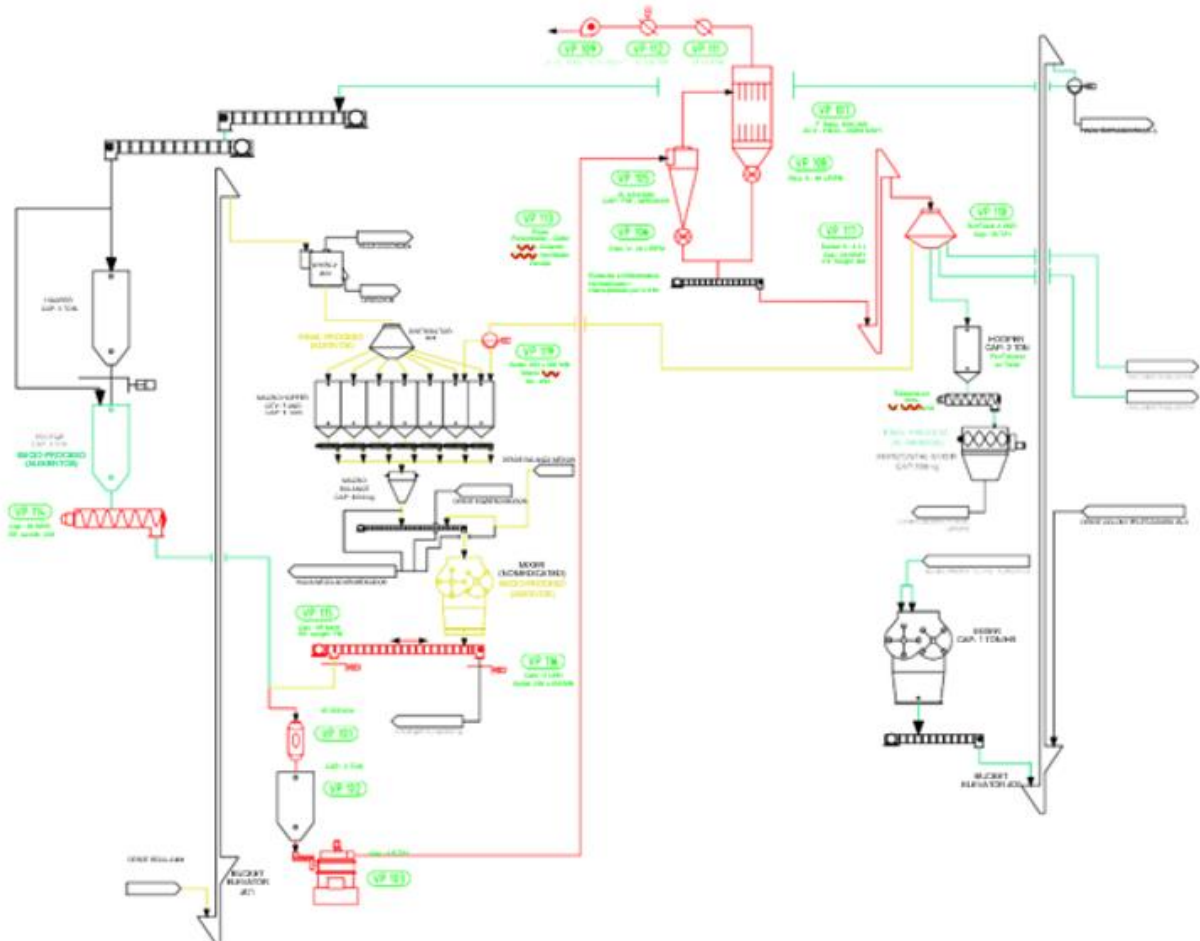
3.2.5 Diagrama del proceso de molienda esquemático en AutoCAD

Se realizó un diagrama esquemático de la línea de la planta con la inclusión del nuevo proceso de molienda incluyendo los equipos nuevos que se agregaran a la línea actual.

Para el Plano 2, se actualizó un documento de la herramienta AutoCAD donde se añadió diferentes aspectos como lo son:

- Las líneas negras pertenecen al flujo que será implementado por la organización.
- Las líneas rojas es todo el nuevo proceso que será implementado por el proveedor de la empresa china encargada de adaptación.

- Las líneas verdes es la línea actual de alimentos.
- Las líneas amarillas corresponden a la línea de aditivos.



PLANO 2 Diagrama esquemático de línea de molienda incluida.

3.2.6 Pilares del desarrollo sostenible para el proyecto

El proyecto para el diseño del proceso de molienda mantiene un alcance dirigido a los pilares de sostenibilidad social, económico y ambiental que logren un equilibrio entre ellos. Es por lo que se obtuvieron los siguientes valores del proyecto:

3.2.6.1 Pilar económico

Dentro de este pilar sostenible, la implementación del proceso de molienda le representaría a la organización un ahorro por eliminación al concepto de transporte de aproximadamente \$204,84 de acuerdo con la

proyección de venta para el periodo del 2021. Ya que al eliminar el transporte repercutirá en el ahorro por costo de combustibles y estibadores. De igual manera, la eliminación del maquilado influye positivamente a la organización. En total se logra una disminución del 15% de los costos operativos en estas dos acciones.

3.2.6.2 Pilar Social

En termino sociales se obtiene un mejor desempeño del proceso ya que los operarios no tendrán que estibar el producto que era molido, puesto que al tener la implementación del proceso de molienda se genera un flujo continuo.

También es generado una plaza de trabajo y capacitación a los empleados para el manejo de esta nueva máquina que les permite aumentar sus conocimientos.

3.2.6.3 Pilar ambiental

Es una de las prioridades fundamentales para las organizaciones el conservar el medio ambiente mediante la reducción de la contaminación. Con la implementación del proceso de molienda se elimina el transporte lo que genera una reducción del 50% de emisiones de CO2 y al ser una maquina eléctrica continua lo que permite evitar que se generen las mermas por el manipuleo del producto que realizaba un daño al medio ambiente.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se obtuvo como resultado el diseño del proceso de molienda para la elaboración de alimentos, cumpliendo con las especificaciones de diseño planteadas a lo largo del proyecto, como son la granulometría del producto, capacidad de producción, control de humedad y desperdicios.
- Se establecieron cartas de control e indicadores para el registro de las operaciones que se realicen a partir de la implementación de la molienda en la elaboración del producto.
- La implementación de la nueva maquinaria deberá de realizarse en el primer piso de la torre de producción sin la modificación del techo, por motivos de seguridad de los equipos y mantener la inocuidad del producto.
- Se redujo en un 50% la emisión de CO₂ producto de la eliminación de la transportación innecesaria hacia el maquilado de la etapa de molienda.
- Se propuso la reducción en un 15% los costos operativos del proceso de elaboración de alimentos producto de la eliminación del maquilado.
- Se determinó, en base al análisis AHP realizado, que las variaciones en las proyecciones de la demanda anual tienen mayor influencia en el desarrollo adecuado del proyecto que los demás factores establecidos en el análisis de sensibilidad.
- Una disminución del 20% en las proyecciones de demanda podría influir negativamente en una diferencia de \$277,435.36 como pérdidas en las ventas anuales.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda dar uso y continuidad a los indicadores, así como las cartas de control establecidos en el proyecto para el manejo y registro de los desperdicios generados a partir de las pérdidas de humedad en el producto.

- Verificar constantemente que el molino se encuentre totalmente limpio y que las medidas para la granulometría deseada estén debidamente configuradas antes de su uso para la producción de alimentos, evitando así cualquier tipo de contaminación cruzada con las demás partículas que circulen por el equipo o re trabajo por incumplir con las especificaciones.
- Se recomienda, en caso de existir la oportunidad, la adquisición de una maquinaria usada para el molido de los alimentos dado que durante el proyecto se comprobó que su uso sería más económico sin embargo por temas de disponibilidad su opción quedó descartada.
- Generar un plan de acción y de contingencia para la implementación del proyecto que permita cumplir con las proyecciones de demanda establecidas y tener opciones de respaldo en caso de que no se alcancen los valores de venta deseados, para disminuir en gran medida las posibles pérdidas económicas que surgen.
- Utilizar el modelo del proceso de elaboración de alimentos propuesto, con ayuda de la herramienta Flexsim, para prototipo y analizar posibles cambios o mejoras en la línea de producción que se consideren a futuro.

BIBLIOGRAFÍA

Bernal, J. J. (2012). Casa del PDCA . Obtenido de Casa del PDCA :
<https://www.pdcahome.com/1932/qfd-despliegue-calidad/>

Garro, Edwin. (2016). Desarrollo de proyectos de innovación con Design for Six Sigma.
Costa Rica. ISBN: 978-9977-988-04-7

Gaskin, S. (2010). The Voice of the Customer. Massachusetts: Wiley International
Encyclopedia.

Hayes, A. (2019). Six Sigma Reduces Errors and Saves. Obtenido de Capital
Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/s/six-sigma.as>

Marques, M. P. (2017). Control de calidad: Técnicas y herramientas. Mexico: RC
Libros. ISBN: 978-84-941801-9-4.

Merino, P. y. (2013). Definición de pulverización. Obtenido de
<https://definicion.de/pulverizacion/>

Morales, V. V. (2017). Economipedia. Obtenido de
<https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

Parker, J. (2019). 3 Different Types of Design for Six Sigma (DFSS). Obtenido de
<https://blog.masterofproject.com/dfss/>

Shaffie, S. (2012). Lean Six Sigma. Usa: The McGraw-Hill 978-1259029219.

Zervantes. (2018). Industria de alimentos y bebidas: La mayor industria del país | Ekos
<https://www.ekosnegocios.com/articulo/industria-de-alimentos-y-bebidas-la-mayor-industria-del-pais>

APÉNDICES

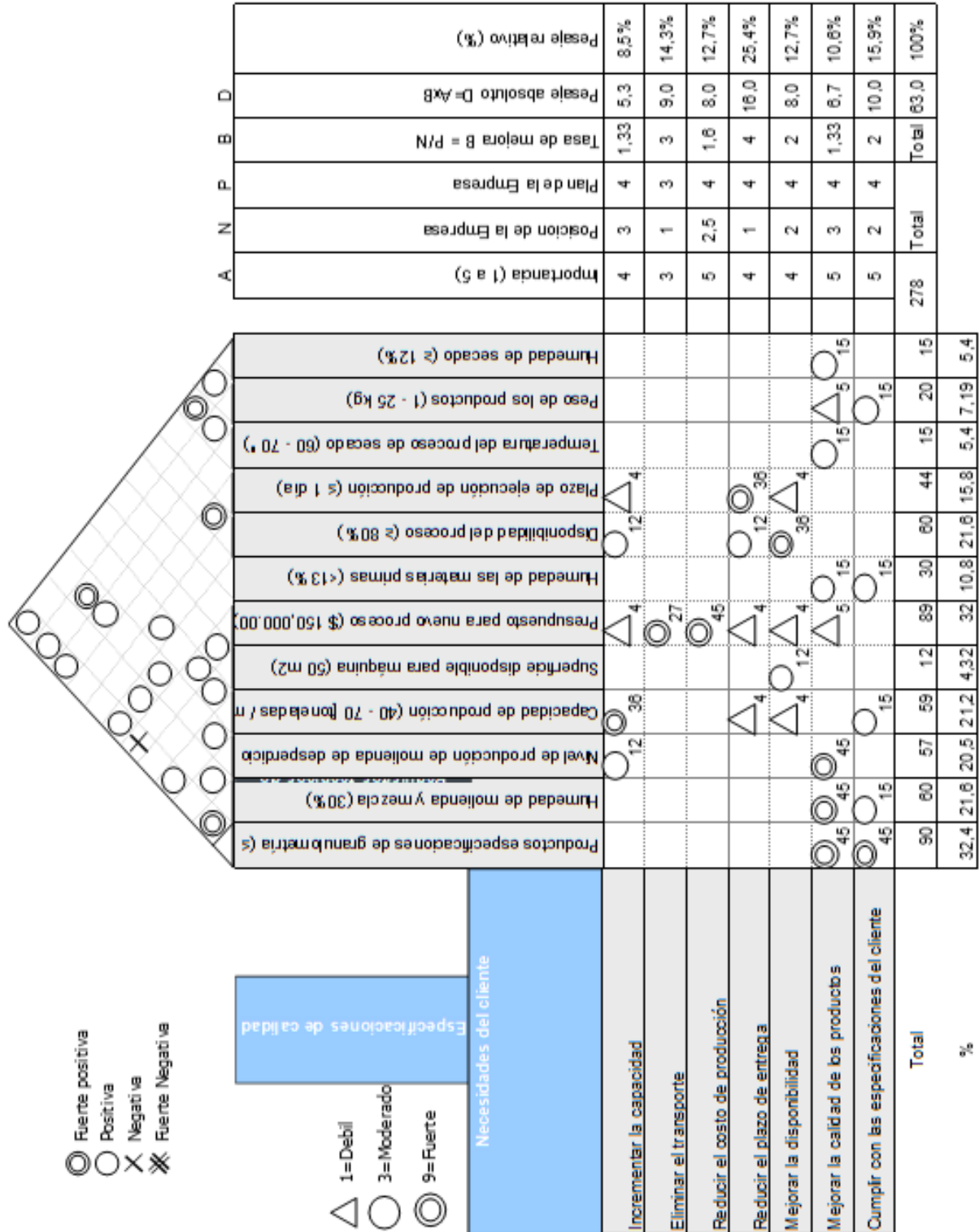
APÉNDICE A

FOTOGRAFÍA DE LA PRIMERA REUNIÓN PARA VOC Y DIAGRAMA DE AFINIDAD



APÉNDICE B

DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN CALIDAD (QFD)



APÉNDICE C

Matriz de cálculos de Impacto y esfuerzo

importance	Description
1	No important
2	very low important
3	Intermediate Importance
4	high Importance
5	very high Importance

Value for options	Description
1	Very low
3	low
6	medium
9	high

	Criterion	Importance	OPTION 1	OPTION 2	OPTION 3	OPTION 4
			OPTION 1	OPTION 2	OPTION 3	OPTION 4
EFFORT	Investment	5	1	9	9	6
	Implementation time	4	1	9	3	9
	viability	3	1	9	9	6
	Complexity	3	1	3	3	9
	innocuity process	5	3	9	1	6
	training	2	1	9	6	3
IMPACT	Business impact	4	1	9	9	3
	Projection levels fulfilled	5	1	9	9	3
	innocuity of the area process	5	1	1	9	3
	control on Quality specifications	4	1	3	9	3
	implementation cost	4	1	3	3	9
	high cost associated	5	9	1	1	3
	relation with the actual supplier	1	1	1	3	1
	sastifaction on the workers for the new machine	3	9	1	1	1
	appeasement	2	1	1	9	1
	Impact on the entire process	4	1	3	9	3
	Score EFFORT		32	189	122	147
Score IMPACT		101	201	249	160	
Scale of ten						
Score EFFORT		1,285	7,590	4,900	4,974	
Score IMPACT		4,056	8,0723	10	6,426	

APÉNDICE D

Matriz de relación entre restricciones y especificaciones

	Requirements	OPTION 0 CURRENT SITUATION	OPTION 1 NEW MACHINE MODIFYING PRODUCTION TO WER CEILING	OPTION 2 NEW MACHINE WITHOUT MODIFYING PRODUCTION TO WER CEILING	OPTION 3 GRINDING PROCESS WITH AN USED MACHINE
Design Objectives	Establish the appropriate design option for the grinding process considering constraints.	0	After implement the new process	After implement the new process	After implement the new process
	Establish indicators and process manual to measure and control future production for additive and animal feed.	0	After implement the new process	After implement the new process	After implement the new process
	Compare the financial situation between the actual outsourced grinding process with the future grinding process to be designed.	0	1	1	1
	Eliminate Cost of transportation per ton (\$/ton)	0	after the implementation by eliminating the outsourcing	after the implementation by eliminating the outsourcing	after the implementation by eliminating the outsourcing
	Reduce Cost of grinding per ton (\$/ton)	0	after the implementation by reducing the cost of the outsourcing	after the implementation by reducing cost of the outsourcing	after the implementation by reducing cost of the outsourcing
Constraints	Due to covid 19 we cannot visit the outsourced grinding process.	0	1	1	0
	The area for the grind must be between 5.0 to 9.0 $m^2m^2 - 9.0m^2$	0	0	1	1
	We cannot interfere on the negotiation or purchase of the grinding machine.	0	0	0	0
	The investment must be between \$90000 - \$145000.	0	1	1	1
	The design of the machine must work with actual master software.	0	1	1	1
New constraints	Innocuity for the process	1	0	1	1
	Instalation cost	0	Subjective to the cost of open the tower for the construction	Is include	Subjective for the cost of the machine

APÉNDICE E

Máquinas de la línea de producción dentro de la línea de larvas



APÉNDICE F

Carta de control para la granulometría

APÉNDICE G

Carta de control para la humedad

APÉNDICE H

Indicadores del proceso de molienda sugeridos

Indicadores para la línea Neoshrimp		
Indicadores	Descripción	Ecuación
Takt time	Tiempo requerido para satisfacer una orden de producción	$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ de\ producción\ disponible}{Total\ productos\ requeridos}$
Nivel de desperdicio	Determinar el nivel de desperdicio de productos generados a partir de las actividades en el proceso de elaboración	$Nivel\ de\ desperdicio = \frac{Total\ Kg.\ elaborados}{Total\ Kg.\ planificados}$
Calidad	Determinar el porcentaje de cumplimiento en las especificaciones de los clientes por parte de la organización	$Calidad = \frac{Kg.\ productos\ bien\ elaborados}{Total\ Kg.\ elaborados}$
Desempeño máquina	Determinar la tasa de desempeño de las máquinas de producción, sin considerar los paros no programados.	$Desempeño\ Máquina = \frac{Tiempo\ Operativo - Paros\ no\ programados}{Tiempo\ Operativo}$

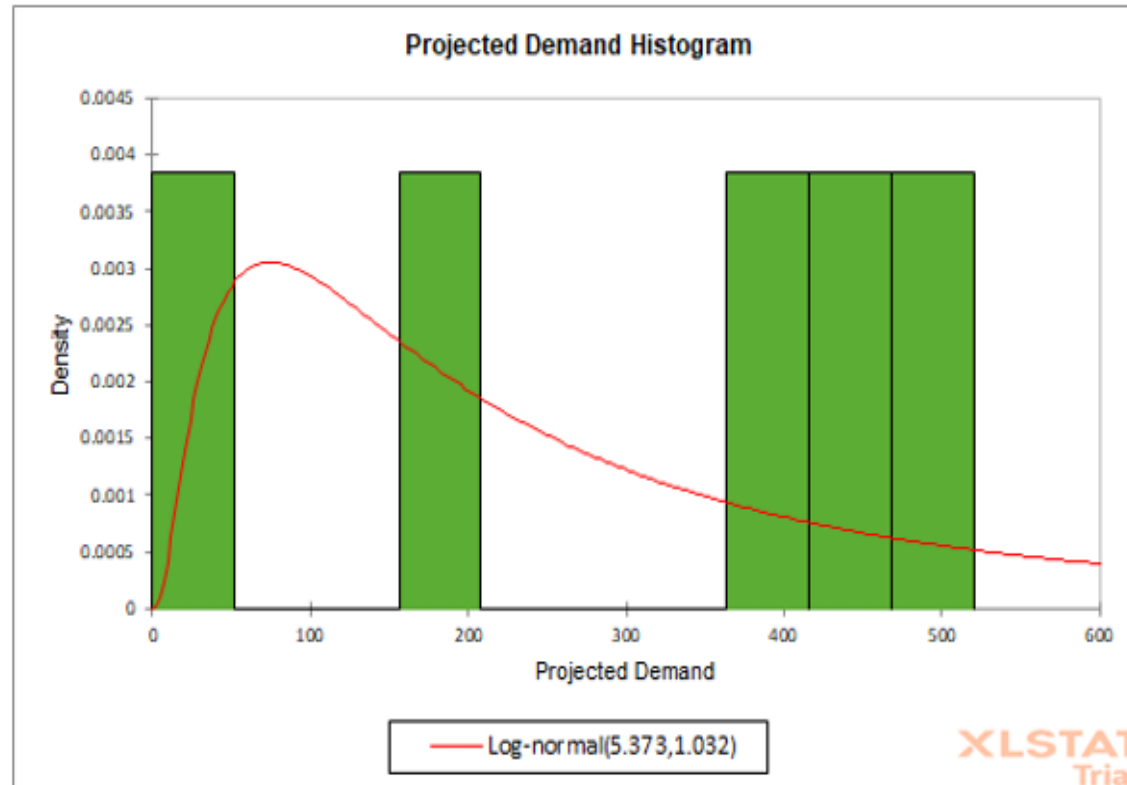
APÉNDICE I

Valores y definición para el análisis del ahp

Value	Definition	Comments
1	Equal importance	Two elements contribute equally to the objective
3	Moderate importance	Judgment slightly favors one element over another
5	Strong importance	Judgment strongly favors one element over another
7	Very strong importance	Judgment strongly favors one element over another, its dominance is demonstrated by experience
9	Extreme importance	The dominance of one element over another is demonstrated and absolute

APÉNDICE J

Tabla de prueba del Kolmogorov – Smirnov

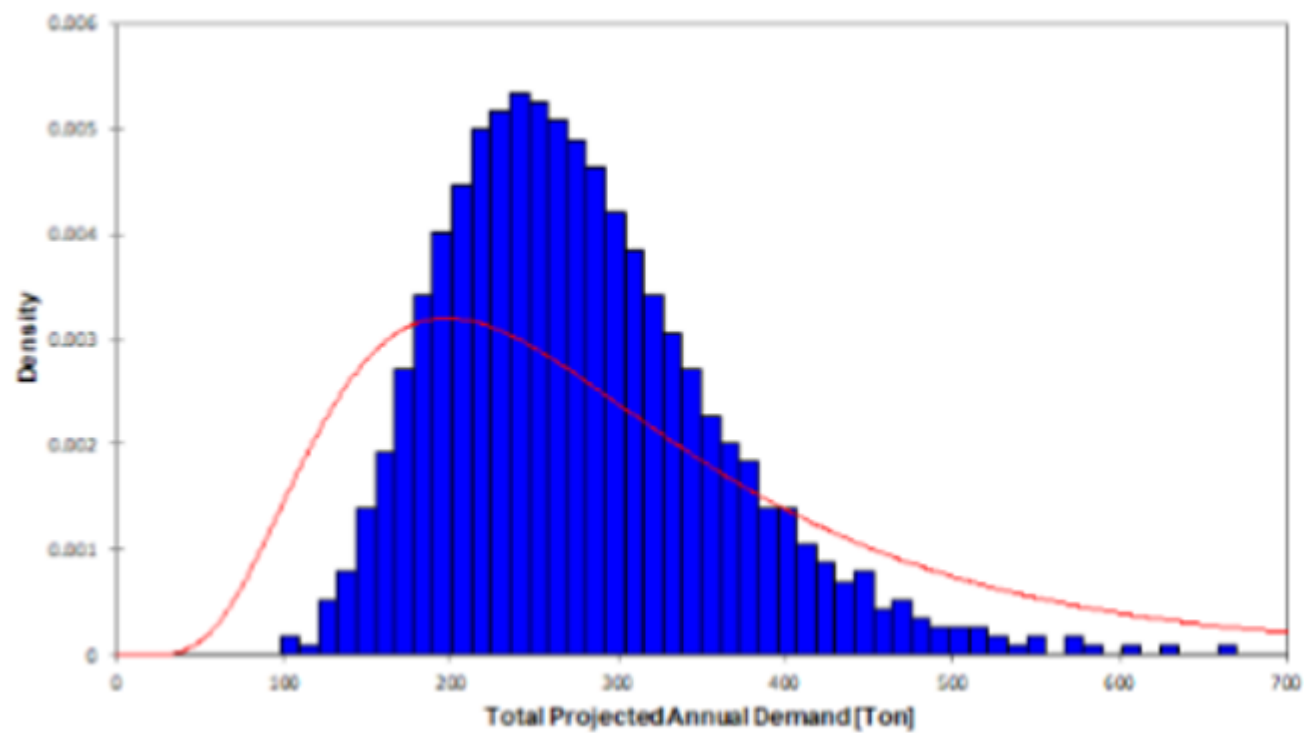


Parameter	Value	Standard error
μ	5.373	0.375
sigma	1.032	0.329

APÉNDICE K

Histograma de simulación Montecarlo

Histogram (Total Projected Annual Demand [Ton])



APÉNDICE L

Validación con el jefe de la empresa en proyectos

