



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

“Diseño de una planta productora de cereal de Quinua”

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentada por:

Juan José Álava Intriago

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2024

DEDICATORIA

“Este trabajo va dedicado hacia cada una de las personas que estuvieron en el camino hasta la ejecución, y que siempre me brindaron su apoyo”

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

**Oscar Calero M., M.Sc.
DIRECTOR DE PROYECTO**

**María Retamales G., M.Sc.
EVALUADORA**

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Juan José Álava Intriago

RESUMEN

El presente proyecto consistió en el diseño de una planta productora de cereal de Quinoa, el cual abarca su procesamiento desde la llegada de materia prima, extruido del cereal, mezclado de componentes y empaquetado del mismo. Este diseño se llevó a cabo mediante la metodología Systematic Layout Planning que permite plantear diseños de organizaciones de manufactura en base al flujo del proceso.

La empresa objeto de estudio se vincula de primera mano con la cadena de valor de la quinua, desde el proceso productivo, comercialización, provisión etc. Permitiendo agregar un valor a este producto y colaborando con el fortalecimiento del esfuerzo de los agricultores en generar nuevos ingresos, así como sostener un alimento nutritivo en el mercado.

El objetivo del proyecto fue diseñar una planta procesadora del cereal en mención, que cubra la capacidad proyectada de 20 ton/mes en los próximos 2 años, mediante la metodología SLP.

Lo primero que se realizó fue una exploración completa del contexto de la organización, para poder definir el problema real de la misma en cuanto a capacidad productiva, determinando la capacidad y espacio ocupado por sus procesos, desde la recepción de materia prima, extruido, evaporado, mezclado, secado, enfriado, dosificado, sellado y etiquetado, para finalmente tener un almacenamiento de acuerdo con la política de inventario establecida por la empresa. De acuerdo con datos históricos, se definió que la demanda ha ido incrementando, ante lo cual se vuelve imperiosa la necesidad de optimizar los espacios actuales para diseñar un modelo de flujo que permita aumentar el ritmo de producción, acomodándose al espacio con el que se cuenta en la actualidad.

Posteriormente se obtuvo como resultado el desarrollo de un diseño de planta futuro, mediante la metodología SLP, que permitirá abastecer la demanda proyectada, ocupando el mismo espacio físico actual.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
CAPÍTULO 1	1
1. GENERALIDADES	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Definición del problema.....	4
1.3. Objetivos.....	5
1.4. Descripción de la metodología.....	5
CAPÍTULO 2	7
2. METODOLOGÍA.....	7
2.1. Exploración de contexto de la compañía.....	7
2.2. Análisis de servicios y operaciones	9
2.3. Estudio de localización.....	10
2.4. Desarrollo de Metodología SLP.....	11
2.5. Validación	20
CAPÍTULO 3	30
3. RESULTADOS.....	30
3.1. Análisis de factibilidad.....	30
3.2. Análisis financiero	32
CAPÍTULO 4	34
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
4.1. Conclusiones.....	34
4.2. Recomendaciones.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36
ANEXOS.....	37
ANEXO A.....	38
DIAGRAMAS OTIDA.....	38
ANEXO B.....	40
EVIDENCIA DE APROBACIÓN DEL CLIENTE	40

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La Industria alimenticia en el Ecuador y en el mundo, se ha visto obligada a cada vez mejorar sus estándares y adaptar su oferta hacia las nuevas tendencias, más aún cuando cada vez prima más el cuidado sobre la salud de las personas, y los alimentos nutritivos se abren mayor paso en el mercado en referencia a lo que seguramente se hacía varios años atrás.

Entre estos super alimentos, que vienen ganando mercado año a año, y que de hecho se han realizado campañas para incentivar su consumo, se encuentra la Quinua que destaca por su alto contenido de proteína, fibra y algunos minerales que aportan beneficios directos hacia el organismo de las personas, tales como hierro, magnesio, calcio, fósforo y zinc; así como vitaminas B y E.

De acuerdo con datos obtenidos a través del Banco Central del Ecuador, en el periodo desde 1990 al año 2012 se ha determinado que la producción de este “super alimento” ha ido en aumento tal como se muestra en la Figura 1.1.1

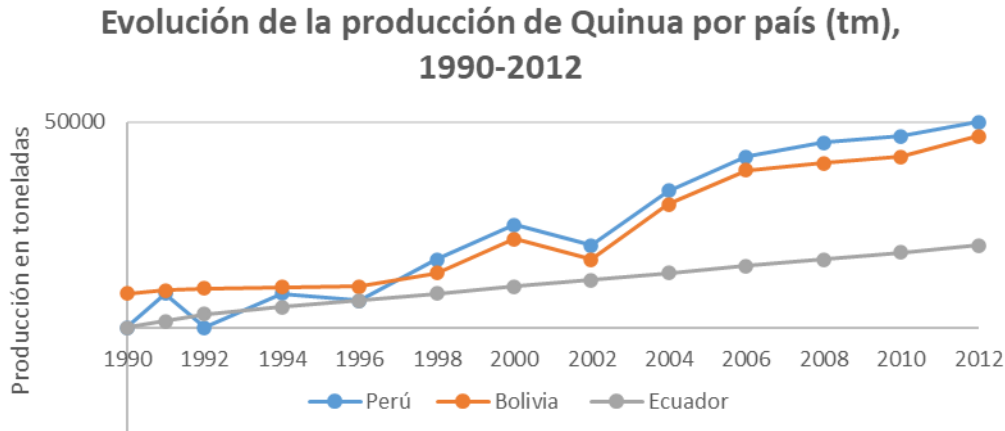
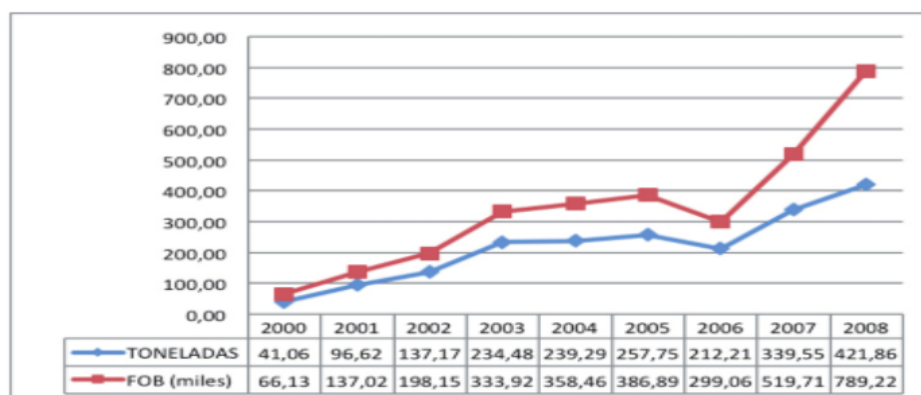


Figura 1.1.1 Producción de Quinua por país en el periodo 1990-2012
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP, 2013)

Para el año 2019, el país tenía una proyección de producción de quinua en 16 mil hectáreas, superando los datos históricos detallados en la Figura. 1.1.2, definidas dentro de la provincias de Carchi, Chimborazo, Imbabura y Pichincha. Según datos del MAGAP, en Ecuador de cosechan cerca de 2 mil hectáreas de quinua al año, con una producción promedio en los últimos años de 1400 toneladas métricas, lo cual se aproxima a un promedio de 0,7 toneladas métricas por hectárea, es decir, alrededor de 10 a 15 quintales por hectárea.

Demanda anual de la quinua ecuatoriana, período 2000 – 2008.



Fuente: Tomado de Banco Central del Ecuador (BCE, 2009)

Figura 1.1.2 Demanda anual de la quinua ecuatoriana

Como se puede apreciar en la Figura 1.1.3 históricamente la quinua ecuatoriana ha ido incrementando su demanda en el resto del mundo, con proyecciones en alza, a pesar de los acontecimientos de los últimos años, como guerras, pandemias, y recesiones proyectadas a nivel mundial.

Proyección de la demanda de quinua en los mercados seleccionados

Años		Estados Unidos	Canadá	Países Bajos
Histórico	2016	89928	31372	13960
	2017	86787	26693	5747
	2018	87297	26288	12347
	2019	93416	27269	13940
Proyección	2020	95284	27542	14358
	2021	97190	27817	14789
	2022	99134	28095	15233
TCAG		0.02	0.01	0.03
FINC		1.02	1.01	1.03

FINC: Factor incremental o de crecimiento*
Valores en USD*

Figura. 1.1.3. Proyección de la demanda de quinua
Fuente: Trademap

En Ecuador, se conoce que la exportación de este grano resulta más viable económicamente hablando, si se procesa como elaborado a base de quinua, en sustitución de al granel. Se conoce que la producción nacional no alcanza a cubrir los grandes volúmenes que se solicitan internacionalmente. De acuerdo con datos

obtenidos del Ministerio de Agricultura, en el 2017 se produjeron 1286 toneladas. Sin embargo, si esto se compara con los sus competidores inmediatos, como lo son Bolivia y Perú, estos últimos líderes en ese mercado, produjeron más de 80 000 toneladas. De acuerdo con la Federación Ecuatoriana de exportadores, estos dos países vecinos logran satisfacer alrededor del 75% de la demanda mundial, rubro del cual Ecuador se mantiene muy lejos con no más del 2%; teniendo entre los principales compradores a países como Estados Unidos, Israel, China, Suiza, y la Unión Europea en general.

Según datos del Ministerio de Agricultura, como se observa en la Figura 1.1.4 desde el año 2019 en Ecuador se exportaron 9,041.8 Toneladas a países como Israel, Estados Unidos, Canadá, Países Bajos, entre otros; Además de la misma fuente se conoce que se importaron 20 Toneladas provenientes del Perú.

	Peso (t)	FOB (USD)
Israel	3,038.0	7,163.5
Estados Unidos	2,235.3	5,730.9
Canadá	1,827.2	4,399.7
Países Bajos	904.3	2,051.3
Francia	350.9	1,223.0
Alemania	406.1	949.3
Reino Unido	160.0	443.0
Bélgica	120.0	237.9

Figura. 1.1.4 Exportaciones de quinua por país.

Fuente: Ministerio de Agricultura

La empresa objeto de este estudio, ubicada en la provincia de Chimborazo impulsa el consumo de este alimento a través de productos procesados en base a la quinua tales como cereales. Este proyecto se originó a través de un programa financiado por el Comité Europeo para la Formación de la Agricultura y apoyado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en la provincia en mención. Dicho programa brindó un acompañamiento integral hacia este proyecto durante el primer año de ejecución, año que serviría para que dicha empresa se consolide y empiece a tener un crecimiento exponencial.

Actualmente, la instalación de la empresa en cuanto a espacio físico se refiere, se encuentra anexa a otra organización (totalmente ajena con el procesamiento de cereal de quinua) como parte de acuerdos y asociaciones realizadas con mutuo beneficio para ambas partes. Si bien este espacio facilitado para la compañía satisfacía las necesidades de producción inicial, con las proyecciones según los datos obtenidos a la fecha, la capacidad actual no será suficiente para llegar a cumplir con la demanda futura. Debe considerarse que el flujo del proceso abarca desde la llegada de materia prima, caracterización de esta, para luego pasar a un proceso de extrusión, de donde lo obtenido se mezclará con los saborizantes previamente preparados en un proceso de evaporación, para finalmente poder pasar el producto a un secado y enfriado que

derivará hacia la parte final correspondiente al dosificado, sellado y etiquetado para un posterior almacenamiento del producto terminado.

Y es que dado a que la demanda actual tanto en el país como a nivel internacional no se logra satisfacer, sumado al hecho de que recientemente una empresa competidora en este mercado acaba de anunciar su cese, se abre una oportunidad para ingresar a ese nicho de mercado y compensar dicha demanda llegando a esos clientes mediante el aumento en la producción de los elaborados a base de quinua.

1.2. Definición del problema

Según el histórico de demanda observado en la Figura 1.2.1 del año 2023 desde el mes de Enero hasta el mes de Diciembre, se tiene un promedio de cerca de 10 ton/mes. A partir de ello, existe un aumento proyectado de 10000 Kg como se puede observar en la Figura 1.2.2 de acuerdo con la incursión en mercados internacionales, así como por los nuevos clientes a captar por el cese de una compañía competidora.

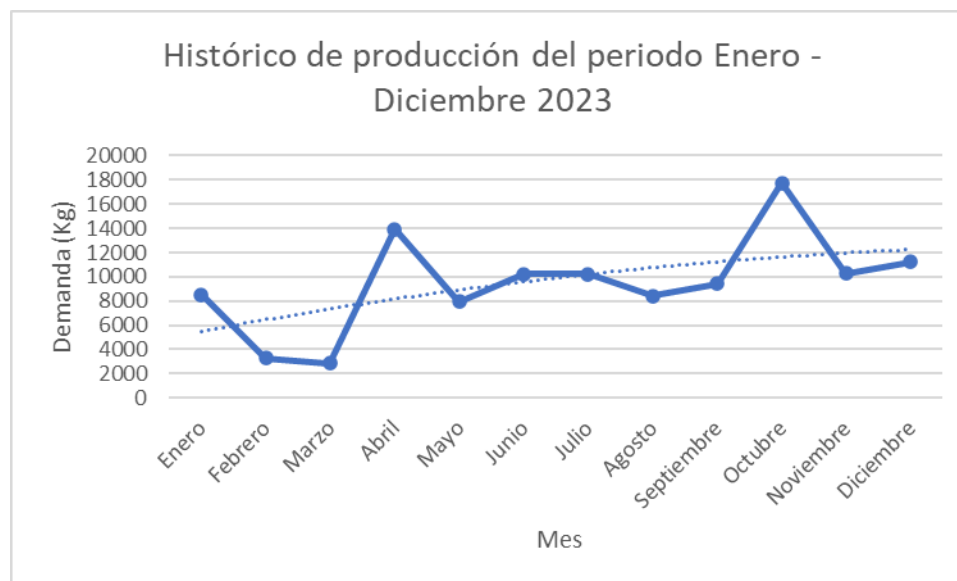


Figura 1.2.1 Histórico de producción del periodo Enero-Diciembre 2023



Figura 1.2.2 Demanda proyectada de la empresa

La capacidad actual de la planta procesadora de cereal de Quinoa alcanza un promedio de 10 ton/mes en el último año. Se evidencia que es un problema. Dado a que las proyecciones a futuro vaticinan una necesidad de producción de 20 Ton/mes con una operatividad al 100% de la planta.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

- Diseñar una planta para el procesamiento de 20 Ton/mes de cereal de quinoa mediante la aplicación de la metodología Systematic Layout Planning.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Identificar las estrategias y condicionantes de diseño para el cumplimiento de los objetivos organizacionales.
- Elaborar una propuesta de diseño mediante la planeación sistemática de la distribución de la planta.
- Validar el diseño propuesto de la planta mediante el uso de una simulación en el software FlexSim.

1.4. Descripción de la metodología

1. Exploración del contexto de la compañía y definición del problema: Se realizó un diagnóstico in situ de la empresa para conocer la situación actual. En base a esto se desarrolló un diagrama de flujo del proceso detallando las actividades productivas

necesarias para la fabricación (Álvarez, 2021). Se registraron dimensiones con las que se cuentan en la actualidad respecto a los equipos, así como referente al espacio físico planeado para abastecer la demanda. Se determinaron las políticas de inventario de la empresa para definir la necesidad del espacio de bodega tanto de materia prima como de producto terminado, así como los requerimientos del producto a ser comercializado dentro del país, como por exportación. Dentro de esta exploración se abordaron la definición de tiempos de operación, número de operarios, set ups y casos emergentes de mantenimiento.

2. Identificación de estrategias y objetivos organizacionales: Se trabajó en cuanto a la planeación del proceso, donde se desarrolló un análisis de los servicios y operaciones unitarias requeridas para la fabricación del producto (Cardona, 2023). Según el proceso físico de separación o mezclado llevado a cabo dentro del proceso, se establecen servicios utilitarios necesarios, así como su ubicación adecuada para no interferir con el flujo directo del proceso. Se determinó la capacidad a su máxima operación necesaria de los equipos con los que cuenta.

3. Definición de las condicionantes para el diseño de la planta: Se efectuó un análisis respecto a la localización para determinar la ubicación adecuada para el nuevo proyecto, de forma análoga se determinaron los servicios auxiliares basados en las necesidades de consumos de servicios básicos tales como agua, energía eléctrica y combustible. (Cardona, 2023). Para la elección de la ubicación se consideraron aspectos sociales y económicos, así como la disponibilidad de materia prima, que directamente iba relacionada con la calidad de esta, así como de demás materiales y servicios a usar. Las condiciones climáticas y ambientales junto con la mano de obra especializada en este tipo de granos para su procesamiento fueron parámetros importantes para la determinación.

4. Diseño de la propuesta de Layout: Para el desarrollo de SLP, se desarrolló un diagrama de relaciones con el objetivo de tener una idea de la relación de proximidad en cada actividad y área. Se realizó un estudio sobre el área necesaria para cada departamento con la finalidad de adecuar el espacio usado y fijar las necesidades de espacio. Por otra parte, se evaluaron alternativas de distribución del flujo materiales, se consideró el recorrido para cada actividad y flujo de personal mediante una calificación cualitativa de acuerdo con la evaluación del flujo del proceso. Mediante esto, se determinó la alternativa óptima y se representó en la distribución detallada (Álvarez, 2021).

5. Validación de la propuesta mediante una simulación: Para realizar la simulación del proceso se utilizó el Software FlexSim; el cual permitió simular el proceso de valor agregado de la quinua. Se consideró la información adquirida para cada una de las diferentes etapas del proceso, definiendo entonces los equipos a usar, así como los tiempos de la maquinaria utilizada y que tienen un contacto directo con los operarios. De forma análoga, se determinaron las distancias que recorren los operarios en cada actividad, esto permitió finalmente determinar tanto el porcentaje de ocupación como el porcentaje de inactividad en etapas definidas (Orozco, 2018).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para la elaboración de la propuesta de diseño, se procede a seguir el conjunto de pasos enlistados en la sección previa.

2.1. Exploración de contexto de la compañía

Inicialmente se exploró el contexto completo de la compañía, donde se identificaron las operaciones involucradas de forma que se elaboró un diagrama de flujo del proceso como se puede apreciar en la Figura 2.1.1. El mismo empieza desde la recepción de materia prima, para posteriormente pasar a un proceso de caracterizado en donde se analiza la cantidad de humedad de la muestra, que debe estar alrededor de un 18%. Posterior a la determinación de este porcentaje de humedad, se procede a pesar la cantidad de materia prima, para luego pasar a un proceso de extrusión. En este punto cabe destacar que actualmente el proceso de extrusión se realiza en un lugar externo a las instalaciones actuales. La materia prima caracterizada y pesada es transportada hacia el lugar de extruido, para posterior a dicho proceso, retornar a las instalaciones iniciales a continuar con el resto de las operaciones. En este punto la quinua se pasa a través de un tamiz para deshacer cualquier tipo de impurezas que puedan afectar la calidad del producto.

Luego, la quinua pasa hacia un mezclado con un saborizante, el cual fue paralelamente preparado mediante un proceso de evaporación. Siguiendo al mezclado, el producto obtenido pasa a un secado y consiguiente enfriado para finalmente dar lugar al dosificado, sellado y empaquetado respectivamente para luego poder ser almacenado en una bodega de producto terminado.

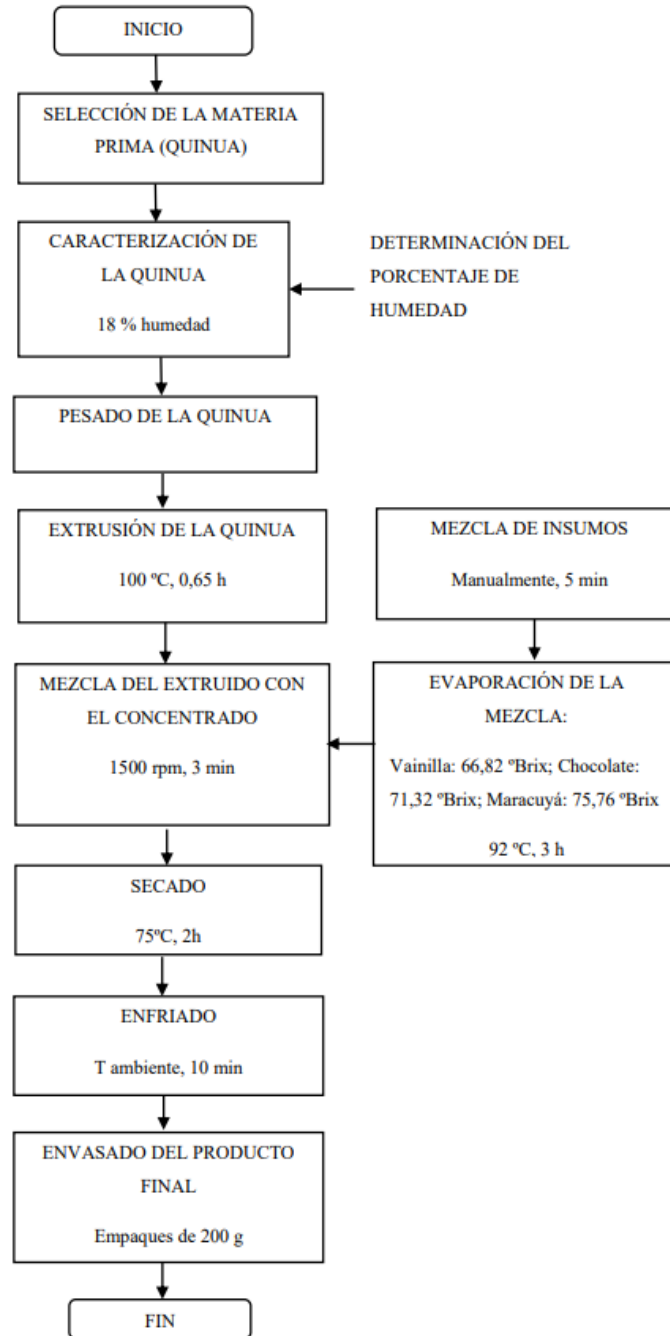


Figura. 2.1.1 Diagrama de flujo del proceso
Fuente: Villa, D. A. (2020)

A continuación, en la Figura. 2.1.2, se definieron los espacios requeridos por cada operación del proceso, para la determinación del área como dato referencial para la posterior distribución propuesta. Cabe destacar que la propuesta de diseño debe realizarse para un terreno de 35 x 19 m, es decir se cuenta con un área total de terreno de 665 m².

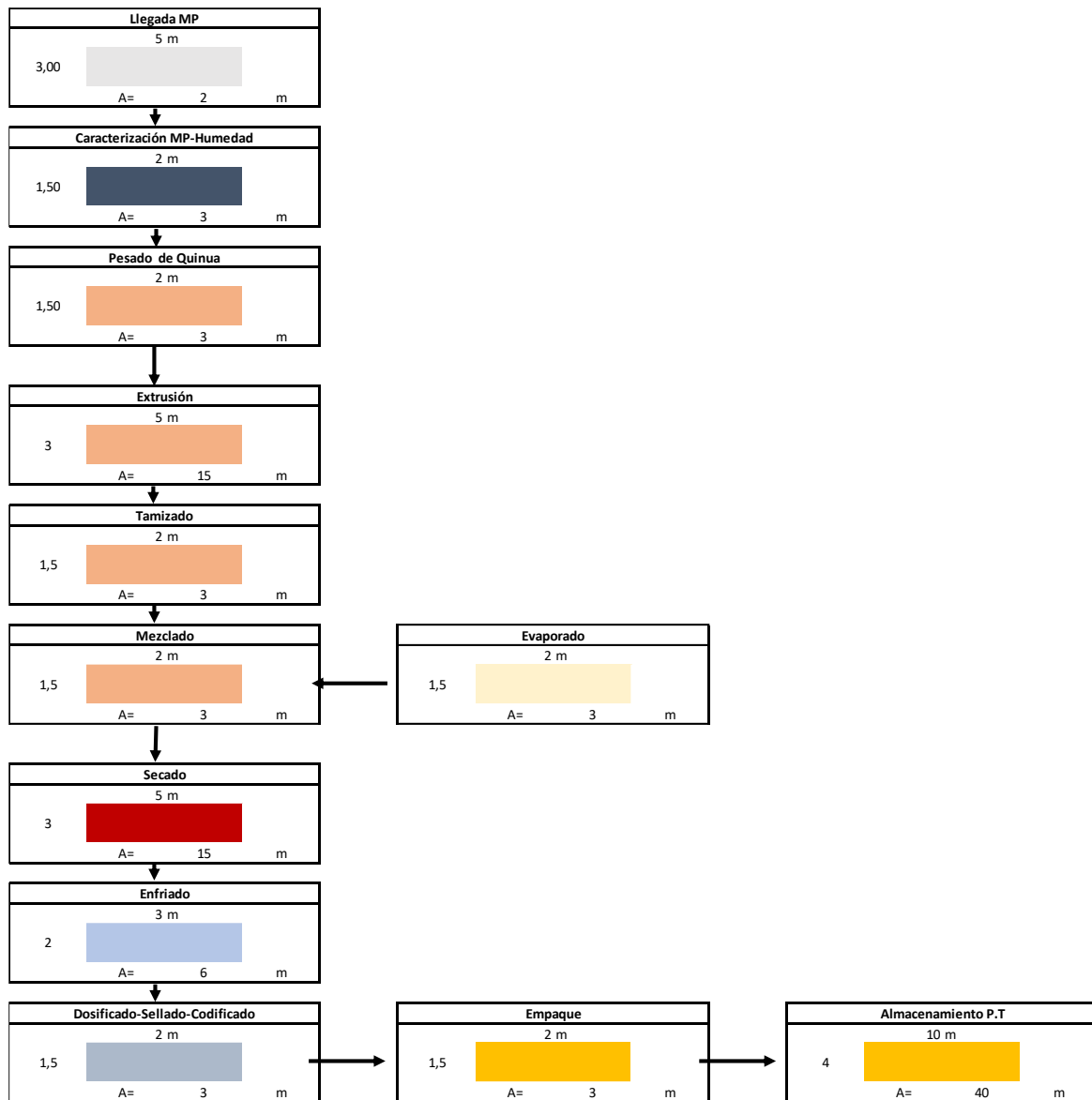


Figura 2.1.2 Área requerida por cada etapa del proceso
Fuente: Autor

De acuerdo con las políticas adoptadas en la empresa, se receipta materia prima 2 veces al mes, y se reparte el producto terminado 1 vez al mes. Por lo cual fue necesario definir un espacio para almacenamiento de materia prima, así como una bodega de producto terminado, considerando que el producto debe ser almacenado en lugares frescos, libres de mucha humedad, calor y exposición hacia el ambiente.

2.2. Análisis de servicios y operaciones

Se desarrolló un análisis de los servicios y operaciones unitarias requeridas para la fabricación del producto. Según el proceso físico de separación o mezclado

llevado a cabo dentro del proceso, se estableció la necesidad de servicios utilitarios como

- Agua potable: Con líneas cercanas en las etapas de caracterización, mezclado y evaporación
- Combustible (Diesel) para el secador: Ubicación destinada de los tanques de almacenamiento en la parte externa de las instalaciones como parte de medidas de seguridad.
- Gas Licuado de Petróleo de uso Industrial para el evaporador: Ubicación destinada de los tanques de gas en la parte externa de las instalaciones como parte de medidas de seguridad.

En cuanto a la capacidad, se requiere que los equipos puedan procesar en lotes de 1 tonelada.

2.3. Estudio de localización

Para la localización, se definieron los siguientes aspectos:

- Aspectos sociales y económicos: Este emprendimiento partió de un proyecto cuya finalidad era poder integrar toda la cadena de valor en el procesamiento de la quinua, involucrando a agricultores de bajos recursos económicos para aportar con el crecimiento económico de zonas olvidadas, pero con potencial crecimiento.
- Disponibilidad y calidad de materia prima: Provincias ubicadas en la región sierra del Ecuador tienen registrado un mayor número de cosecha de esta materia prima. Según datos del MAGAP al 2023, las zonas con mayor cosecha son Chimborazo, Carchi y Cotopaxi.
- Condiciones climáticas y ambientales: La quinua alcanza mejores rendimientos si se la trabaja en zonas con climas templados y fríos, donde las temperaturas se mantengan entre los 8° a 15° y no exista mayor humedad.
- Mano de obra especializada: Dado a que la cosecha de la quinua se ha realizado durante muchos años en las provincias mencionadas en el segundo punto, en ellas puede encontrarse mano de obra cuya experiencia en dicha materia prima es basta, además de contar con una heurística producto de conocimientos adquiridos de ancestros a través de los años.

En base a lo expuesto, se definió que la localización óptima y que cumple con los criterios previamente enumerados, es la Provincia de Chimborazo, en la ciudad de Riobamba por ser su capital y centro económico y productivo de la región en mención.

2.4. Desarrollo de Metodología SLP

Para el desarrollo de SLP, se desarrolló un diagrama de relaciones como se evidencia en la Figura 2.4.1, con el objetivo de tener una idea de la relación de proximidad en cada actividad y área. Se efectuó un análisis cualitativo, definiendo jerarquías en cuanto a la prioridad que deben tener entre etapas u operaciones del proceso de acuerdo con el contexto previamente estudiado. En donde las variables se definen según los siguientes criterios presentados en la tabla 2.4.1:

Tabla 2.4.1 Valores de relación de cercanía

Variable	Cercanía
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Cercanía ordinaria está bien
U	Sin importancia
X	No deseado

Fuente: Autor

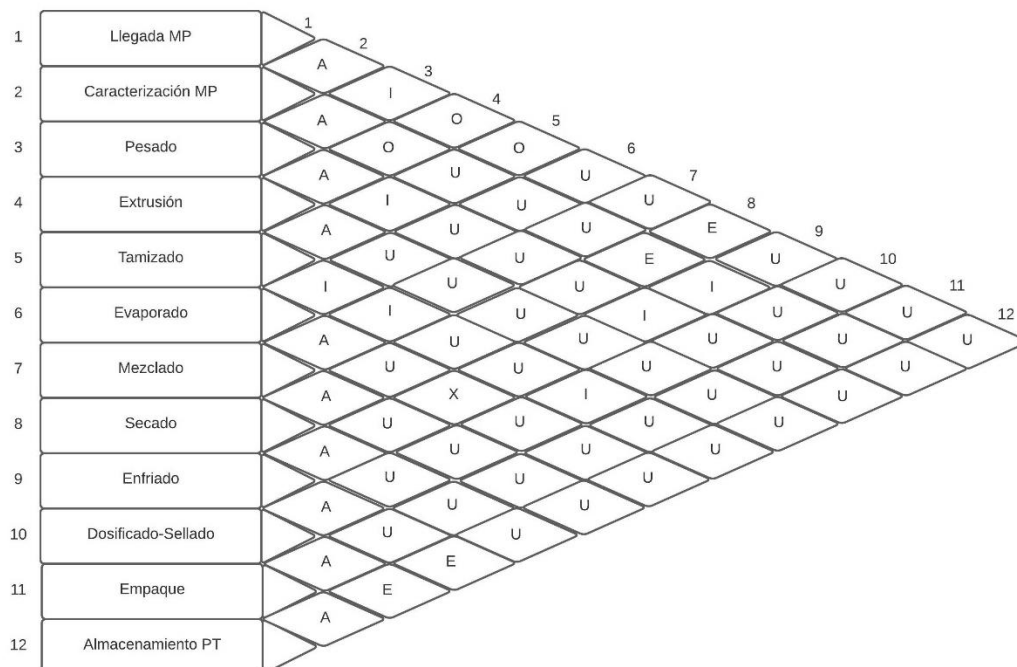


Figura. 2.4.1 Diagrama de relaciones

Fuente: Autor

Se definió cada etapa con una variable abreviada para efectos prácticos, tal como se describe en la tabla 2.4.2.

Tabla 2.4.2. Definición de variables

Llegada MP	LMP
Caracterización MP	Ca
Pesado	Pe
Extrusión	Ex
Tamizado	Ta
Evaporado	Ev
Mezclado	Me
Secado	Se
Enfriado	En
Dosificado- Sellado	DS
Empaque	Emp
Almacenamiento PT	APT

Fuente: Autor

Posteriormente se realizó una tabla de relaciones detallado en la Tabla 2.4.3, en donde mediante una matriz, se busca relacionar cada etapa del proceso con las demás, y así definir la importancia de la cercanía entre operaciones.

Tabla 2.4.3. Tabla de relaciones con variables cualitativas

	A=4	E=3	I=2	O=1	U=0	X=-1							
	LMP	Ca	Pe	Ex	Ta	Ev	Me	Se	En	DS	Emp	APT	TOTAL
LMP	-	A	I	O	O	U	U	E	U	U	U	U	11
Ca	A	-	A	O	U	U	U	E	I	U	U	U	14
Pe	I	A	-	A	I	U	U	U	I	U	U	U	14
Ex	O	O	A	-	A	U	U	U	U	U	U	U	10
Ta	O	U	I	A	-	I	I	U	U	I	U	U	13
Ev	U	U	U	U	I	-	A	U	X	U	U	U	5
Me	U	U	U	U	I	A	-	A	U	U	U	U	10
Se	E	E	U	U	U	U	A	-	A	U	U	U	14
En	U	I	I	U	U	X	U	A	-	A	U	E	14
DS	U	U	U	U	I	U	U	U	A	-	A	E	13
Emp	U	U	U	U	U	U	U	U	U	A	-	A	8
APT	U	U	U	U	U	U	U	U	E	E	A	-	10

Fuente: Autor

Para poder efectuar la relación se reemplazaron las variables de relación de cercanía por valores numéricos, con el fin de ejecutar la operación matemática “suma” para cada fila y definir un resultado como se puede apreciar en la Tabla 2.4.4.

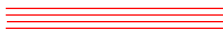
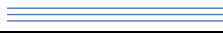
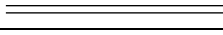
Tabla 2.4.4. Tabla de relaciones con variables cuantitativas

	LMP	Ca	Pe	Ex	Ta	Ev	Me	Se	En	DS	Emp	APT	TOTAL
LMP	-	4	2	1	1	0	0	3	0	0	0	0	11
Ca	4	-	4	1	0	0	0	3	2	0	0	0	14
Pe	2	4	-	4	2	0	0	0	2	0	0	0	14
Ex	1	1	4	-	4	0	0	0	0	0	0	0	10
Ta	1	0	2	4	-	2	2	0	0	2	0	0	13
Ev	0	0	0	0	2	-	4	0	-1	0	0	0	5
Me	0	0	0	0	2	4	-	4	0	0	0	0	10
Se	3	3	0	0	0	0	4	-	4	0	0	0	14
En	0	2	2	0	0	-1	0	4	-	4	0	3	14
DS	0	0	0	0	2	0	0	0	4	-	4	3	13
Emp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	-	4	8
APT	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	4	-	10

Fuente: Autor

Se determinaron las variables o etapas cuyo total tiene un mayor valor, indicando un mayor flujo, para las cuales se tienen el área de caracterizado, pesado, secado y enfriado. De forma que alrededor de estas se empezaron a distribuir las demás secciones del proceso cuya relación entre ellos sea mayor (4). Para ello se generó un diagrama nodal mostrado en la Figura 2.4.2, el cual sirvió de base para los posteriores diseños a plantear.

Tabla 2.4.5. Tabla de relaciones con variables cuantitativas

Representación	Valor numérico
	Absolutamente necesario
	Especialmente importante
	Importante

Fuente: Autor

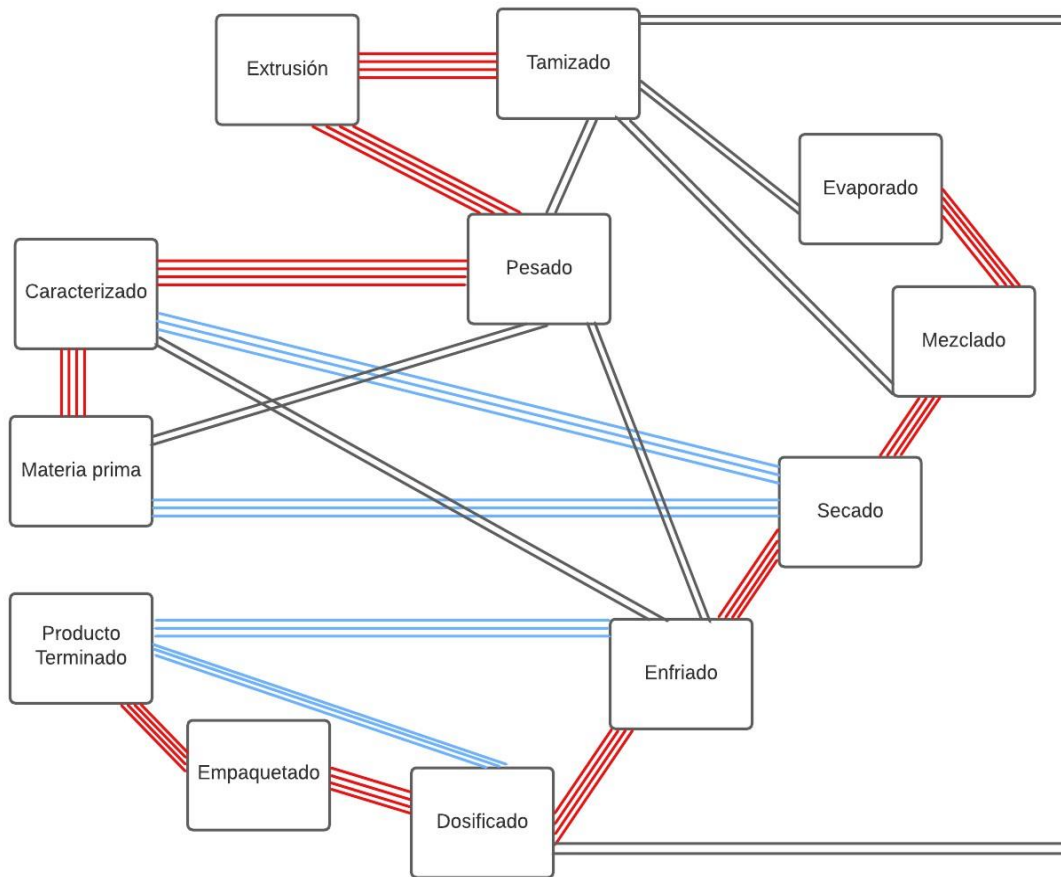


Figura. 2.4.2 Diagrama Nodal
Fuente: Autor

De forma análoga se determinó el espacio físico necesario por cada etapa del proceso, considerando el área del terreno total con el que se cuenta para la ejecución del proyecto. En la tabla 2.4.6 se detalla el espacio requerido por cada departamento, proyectando así la necesidad de 112 m² para el área de procesamiento.

Tabla 2.4.6. Requerimiento de espacio por etapa del proceso

	ÁREA (m2)	BLOQUES
Llegada MP	15	15
Caracterización MP-Humedad	3	3
Pesado de Quinoa	3	3
Extrusión	15	15
Tamizado	3	3
Evaporado	3	3
Mezclado	3	3
Secado	15	15
Enfriado	6	6
Dosificado-Sellado-Codificado	3	3
Empaque	3	3
Almacenamiento P.T	40	40
TOTAL	112	112
ONE GRID	1X1= 1m2	1

Fuente: Autor

Cada bloque definido representó 1m². Posterior a ello se generaron diagramas de bloques de acuerdo con las alternativas que vayan cumpliendo con los criterios definidos inicialmente.

- Se consideró que las bodegas de materia prima y producto terminado se encuentren a una separación adecuada que permita el flujo de transportes de descarga y carga respectivamente.
- La operación de extrusión se mantuvo cercana al proceso para disminuir distancias en el flujo, considerando su ubicación en un cuarto aislado con paredes de mayor grosor por medidas de seguridad en cuanto a los decibeles producidos.
- La operación de evaporación se definió alejada del enfriamiento para evitar cercanía a altas temperaturas en secciones en donde no se requieran.
- La operación de evaporación y secado se mantuvieron cercanas a paredes que limiten con el patio externo para asegurar la ubicación de tanques de combustible (GLP y Diesel).

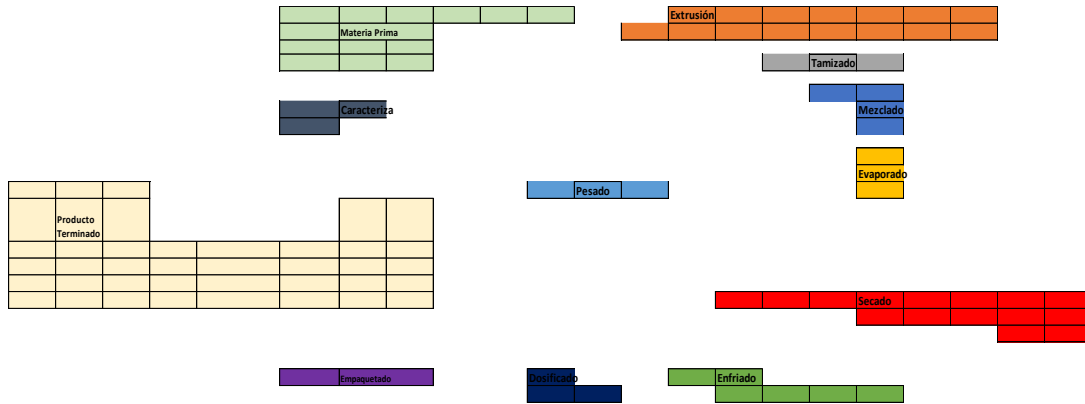


Figura 2.4.3 Diagrama de Bloques del proceso

Fuente: Autor

Se elaboraron dos alternativas de diseño, respetando el espacio físico disponible, así como priorizando las cercanías entre departamentos con mayor flujo determinado.

Como se puede observar en la Figura 2.4.4 la Alternativa 1 priorizó la cercanía entre departamentos con mayor flujo. Se respetó el orden del proceso, desde la llegada de materia prima, pasando por un proceso de caracterización y posterior pesado. Luego pasa al proceso de extrusión, y a la salida cuenta con cercanías hacia la operación de tamizado. En paralelo la evaporación alimenta al mezclado, en donde también se recibirá el producto del tamizado. En el mismo orden, lo mezclado pasa a secarse, enfriarse, dosificarse y empaquetarse. Para finalmente ser almacenado en la bodega continua a esta última etapa del proceso.

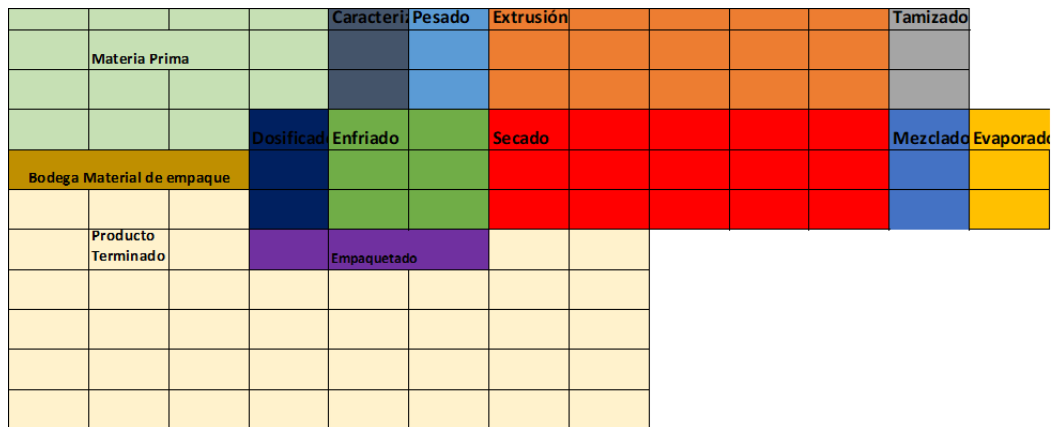


Figura 2.4.4. Alternativa de diseño #1

Fuente: Autor

Se presenta una visión general de los flujos del proceso en conjunto con las otras áreas de la empresa. En la Figura 2.4.5 se aprecia el espacio designado para la descarga de materia prima y carga de producto terminado. El comedor y los baños se encuentran estratégicamente ubicados para que su uso facilite el transporte hacia los operadores, así como al personal administrativo. Se planteó el uso de una sola garita para mayor eficiencia y control de los flujos que se vayan a dar dentro de la empresa.

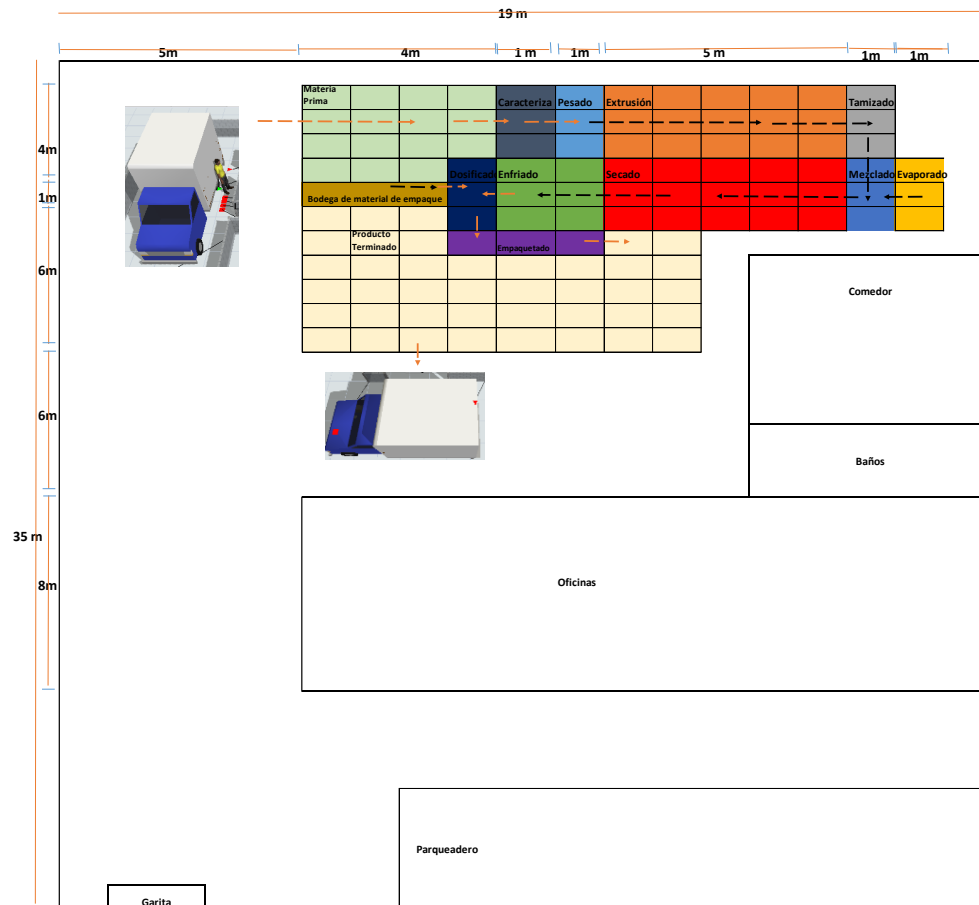


Figura 2.4.5. Visión Global Alternativa de diseño #1

Fuente: Autor

En cuanto a la alternativa #2 presentada en la figura 2.4.6. de forma general se asemeja a la alternativa 1, sin embargo, cabe recalcar que este punto se favorece una mayor cercanía del tamizado con el pesado, dado a que es importante no solo el pesado del producto a la llegada de materia prima, sino también posterior a la extrusión y tamizado, para descartar impurezas sobre el rendimiento obtenido. Además, se considera un menor flujo de transporte entre la recepción de materia prima y caracterización respecto al secado, en vista de que se presenten casos en donde se requiera secar la materia prima por exceso de humedad.



Figura. 2.4.6. Alternativa de diseño #2

Fuente: Autor

La relación global presentada en la Figura 2.4.7. respecto al resto de departamentos administrativos, comedores y baños es similar a la de la alternativa 1.

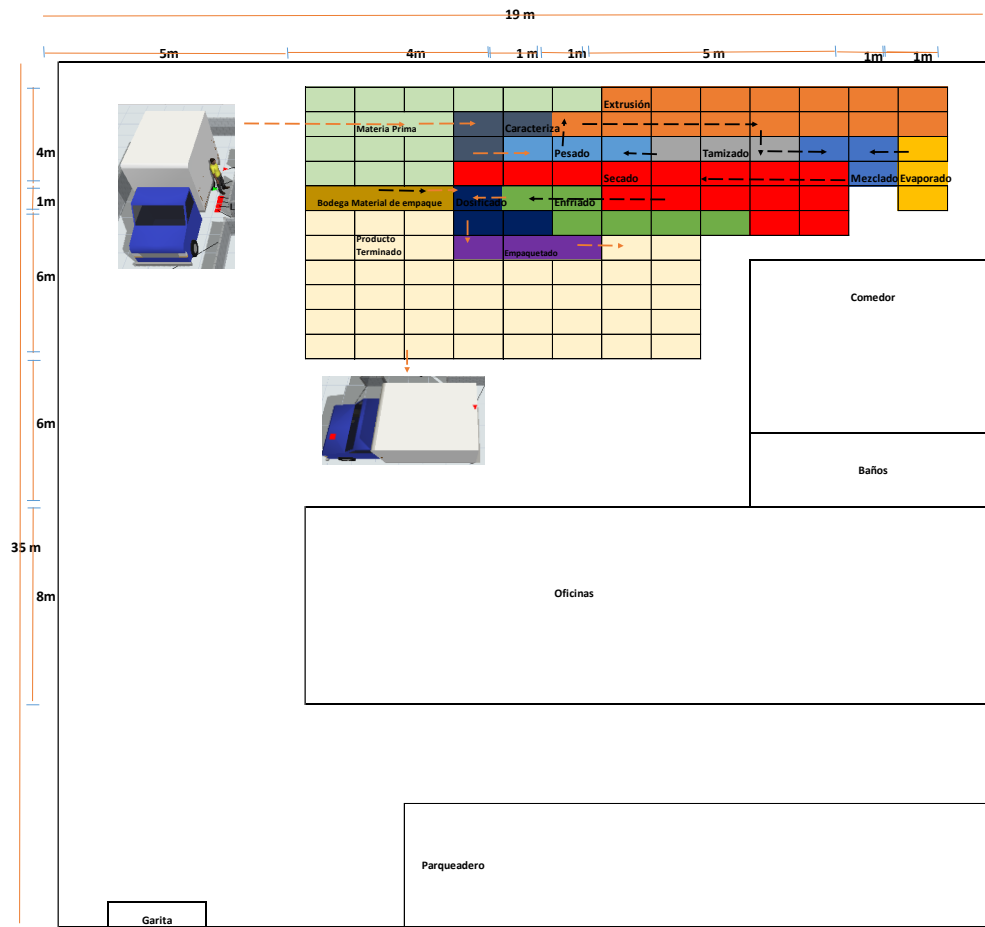


Figura 2.4.7. Visión Global Alternativa de diseño #2

Fuente: Autor

Finalmente se procedió a evaluar cada una de las alternativas, mediante el mínimo flujo de recorrido entre departamentos. Se parte de la función objetivo:

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n f_{ij} c_{ij} d_{ij}$$

Denominada objetivo basado en distancia, siendo f_{ij} cantidad de flujo entre departamentos i y j , c_{ij} costo de mover una unidad de carga entre operaciones, y d_{ij} la distancia entre las etapas del procesos. La evaluación se realizó suponiendo una distancia rectilínea; la distancia entre dos departamentos se definió como el número de bloques que se atraviesan, y para el caso en el que dos etapas o departamentos se encuentren contiguos, la distancia fue de cero. Finalmente se realizó el producto de la distancia por el valor de la relación (cualitativa para este caso) entre cada departamento.

Tabla 2.4.7. Evaluación de alternativa #1

	LMP	Ca	Pe	Ex	Ta	Ev	Me	Se	En	DS	Emp	APT	TOTAL
LMP	-	0	2	2	7	0	0	9	0	0	0	0	20
Ca	0	-	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	7
Pe	2	0	-	0	10	0	0	0	0	0	0	0	12
Ex	2	1	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Ta	7	0	10	0	-	2	0	0	0	0	16	0	35
Ev	0	0	0	0	2	-	0	0	-6	0	0	0	-4
Me	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
Se	9	6	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	15
En	0	0	0	0	0	-6	0	0	-	0	0	3	-3
DS	0	0	0	0	16	0	0	0	0	-	0	0	16
Emp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
APT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
TOTAL													104

Fuente: Autor

Tabla 2.4.8. Evaluación de alternativa #2

	LMP	Ca	Pe	Ex	Ta	Ev	Me	Se	En	DS	Emp	APT	TOTAL
LMP	-	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	6
Ca	0	-	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
Pe	2	0	-	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4
Ex	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ta	4	0	0	0	-	4	0	0	0	10	0	0	18
Ev	0	0	0	0	4	-	0	0	-4	0	0	0	0
Me	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
Se	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
En	0	4	2	0	0	-4	0	0	-	0	0	0	2
DS	0	0	0	0	10	0	0	0	0	-	0	0	10
Emp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
APT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL													44

Fuente: Autor

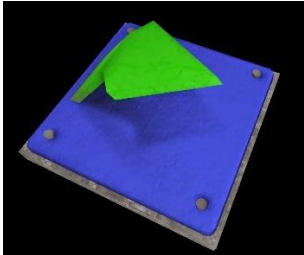
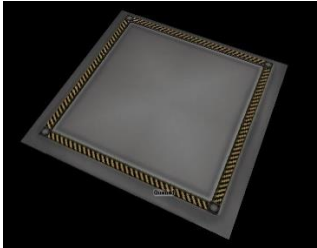

De acuerdo con las tablas 2.4.7 y 2.4.8, se determinó que la alternativa #2 logra alcanzar el mínimo óptimo para la función objetivo planteada, dando un valor de 44, muy por debajo del valor dado por la alternativa #1 de 104.


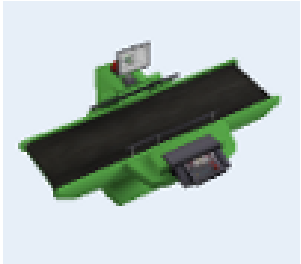
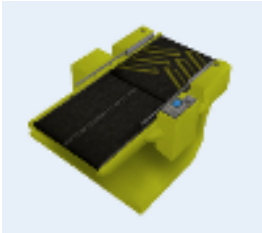
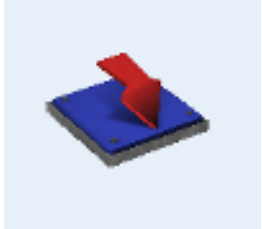
2.5. Validación

En base a esto se procedió a efectuar una simulación del caso actual de la planta, así como del diseño propuesto de la alternativa ganadora. Esto se ejecutará mediante el software FlexSim.

A continuación, en la tabla 2.5.1 se detallan los elementos usados:

Tabla 2.5.1. Elementos usados en FlexSim

Elemento	Descripción
	<p>Source: Se establecieron 3 fuentes destinadas hacia la materia prima, evaporación y combiner.</p>
	<p>Queue: Se colocaron 2 almacenes, uno en representación de la bodega para almacenaje de materia prima, y otro como bodega para producto terminado</p>
	<p>Dispatcher: Se hizo uso de una unidad, la misma controlará al operador asignado según las tareas designadas.</p>
	<p>Operator: Se definió un operador que efectúa el transporte y las operaciones dentro de los procesos.</p>

	
	<p>Processor: Representó las etapas en donde se ejecutaron las operaciones. Se definieron entre ellas: Caracterización, Pesado, Extrusión, Evaporado, Secado, Enfriado, Dosificado, Empaquetado.</p>
	<p>Combiner: Representó la etapa de mezclado, en donde un objeto proveniente de la etapa de evaporado (saborizante) se mezcló con un objeto proveniente de la etapa de tamizado (quinua).</p>
	<p>Sink: Representó la salida del proceso, la carga hacia un transporte que distribuye el producto final.</p>

Fuente: Autor

Se planteó una simulación de la situación actual como se puede observar en la Figura 2.5.1.

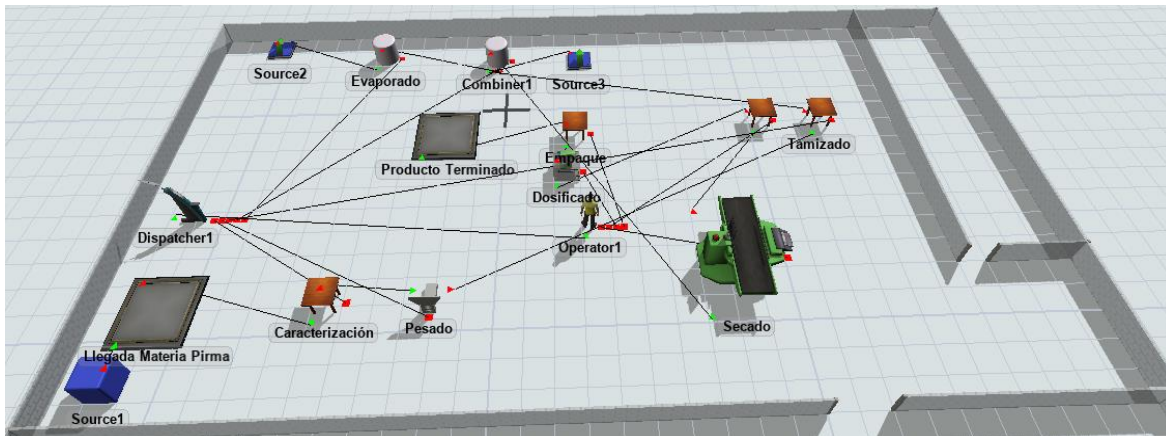


Figura 2.5.1 Simulación de situación actual de la planta
Fuente: Autor

Inicialmente se estableció un Source, como se ve en la Figura 2.5.2 en donde se definen los tiempos de arribo programado cada dos días, esto dado a que actualmente no se cuenta con el proceso de extrusión en la planta y el transporte y operación del mismo ocupa mayor tiempo.

The screenshot shows the 'Source1' configuration window. The 'Visuals' section shows 'fs3d/General/Box.3ds'. The 'Labels' section shows 'f_curbatch' with a value of 997. The 'Source' section shows 'FlowItem Class' as 'Box' and 'Arrival Style' as 'Arrival Schedule'. The 'Output' section shows 'Send To Port' as 'First available'. To the right, the 'Arrivals - Source1' window is open, displaying a table with 11 arrivals.

Arrival	ArrivalTime	ItemName	Quantity
Arrival1	0	Product	1
Arrival2	172800	Product	1
Arrival3	345600	Product	1
Arrival4	691200	Product	1
Arrival5	864000	Product	1
Arrival6	1209600	Product	1
Arrival7	1382400	Product	1
Arrival8	1555200	Product	1
Arrival9	1900800	Product	1
Arrival10	2246400	Product	1
Arrival11	1209600	Product	1

Figura 2.5.2 Definición de parámetros del source de materia prima
Fuente: Autor

Posteriormente se definieron las operaciones del proceso que abarcan: Caracterización, Pesado, Extrusión, Evaporado, Secado, Enfriado, Dosificado, Empaquetado. Cada una con su respectivo tiempo de operación como se muestra en las Figuras 2.5.3 y 2.5.4.

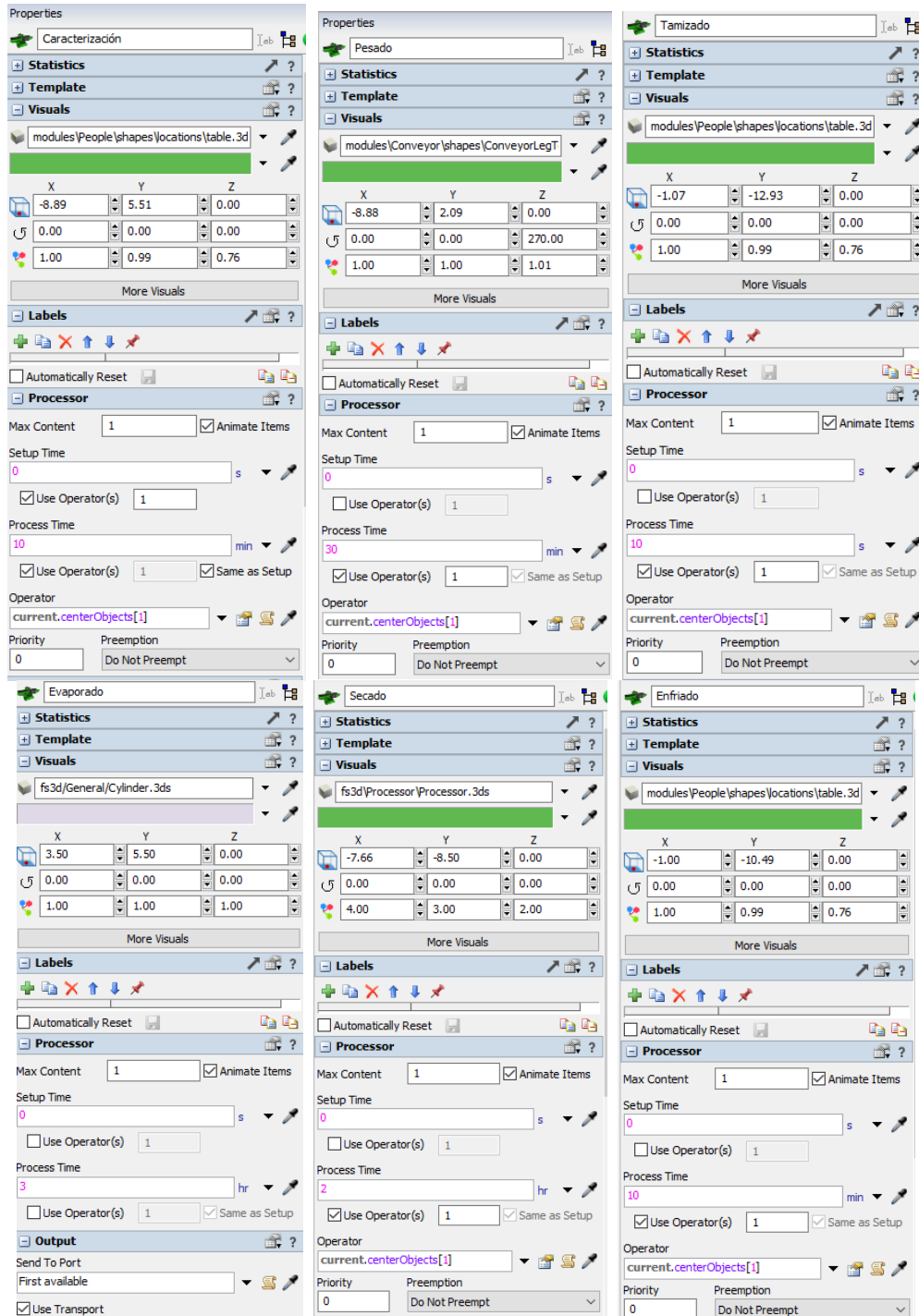


Figura 2.5.3 Definición de parámetros de los procesadores I
Fuente: Autor

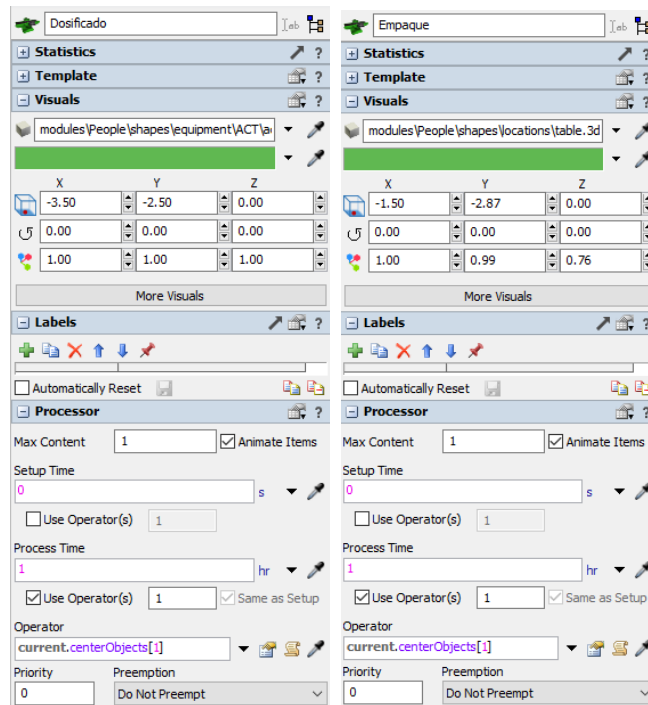


Figura 2.5.4 Definición de parámetros de los procesadores II
Fuente: Autor

Es importante hacer mención que, dentro del proceso en una etapa se usó un combiner que simuló la sección de mezclado, en donde ingresa saborizante proveniente del evaporador y extruido de quinua proveniente del tamizado. De forma que sale el cereal con el sabor correspondiente directo a la etapa de secado como se puede ver en la Figura 2.5.5.

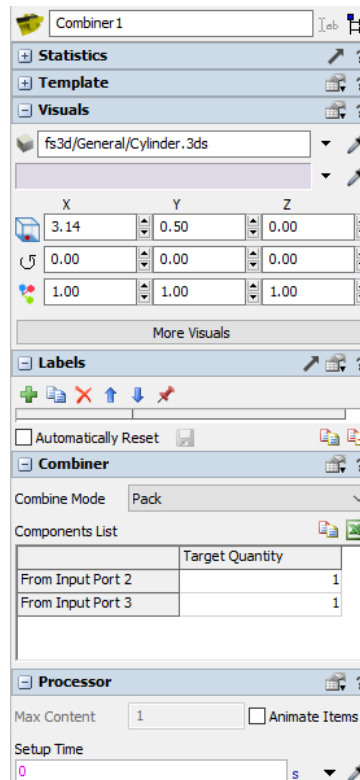


Figura 2.5.5 Definición de parámetros de combiner
Fuente: Autor

En la Figura 2.5.6 se señaló la etapa final del proceso actual, donde se colocó un Queue simulando el área en el que se almacena el producto terminado. Con un máximo establecido de 10 Toneladas para almacenamiento, esto dado a que es lo máximo que se puede tener en inventario de acuerdo con la distribución actual, además de las políticas en las que se realiza la entrega de producción una vez al mes.

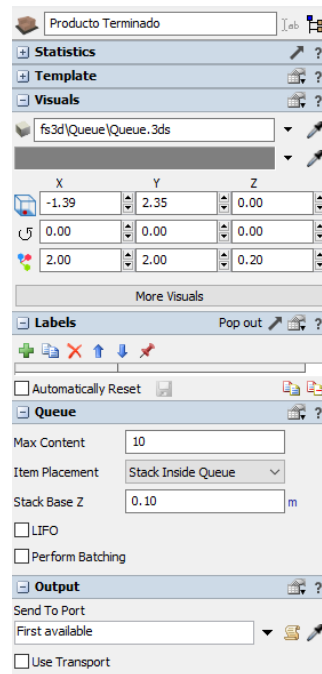


Figura 2.5.6 Definición de parámetros de Qeue de producto terminado
Fuente: Autor

Posteriormente se realizó la simulación para la alternativa ganadora, la cual se puede observar en la Figura 2.5.7.

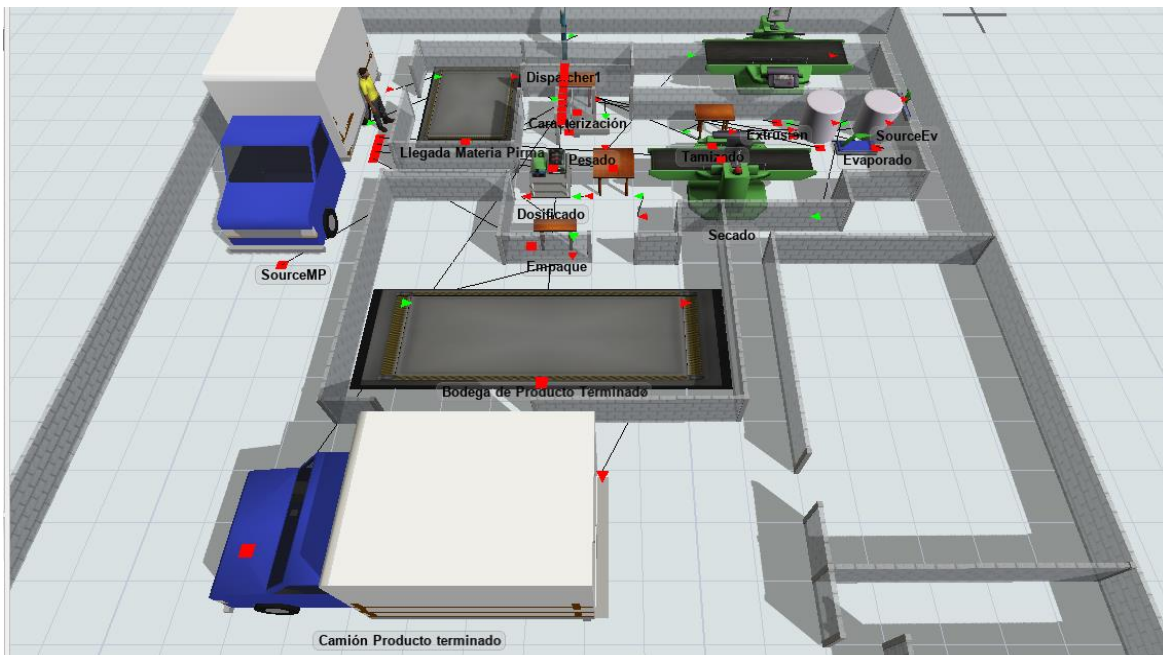


Fig.2.5.7 Simulación de propuesta Alternativa #2
Fuente: Autor

Para esta propuesta, se partió de la premisa de que existirá un aumento de la producción de acuerdo con proyecciones prevista de 20 Ton/mes, por lo cual se necesita de acuerdo con los tiempos de producción determinados, producir al menos 1Ton/diaria.

Se previó añadir la operación de extrusión dentro de la planta bajo las consideraciones mencionadas previamente.

Por política de inventario, se establece que la materia prima llegue 2 veces por mes, al inicio y por mitad de este periodo de tiempo. Lo cual se dejó programado en el Source mediante la opción de Arrival Schedule como se observa en la Figura. 2.5.8.

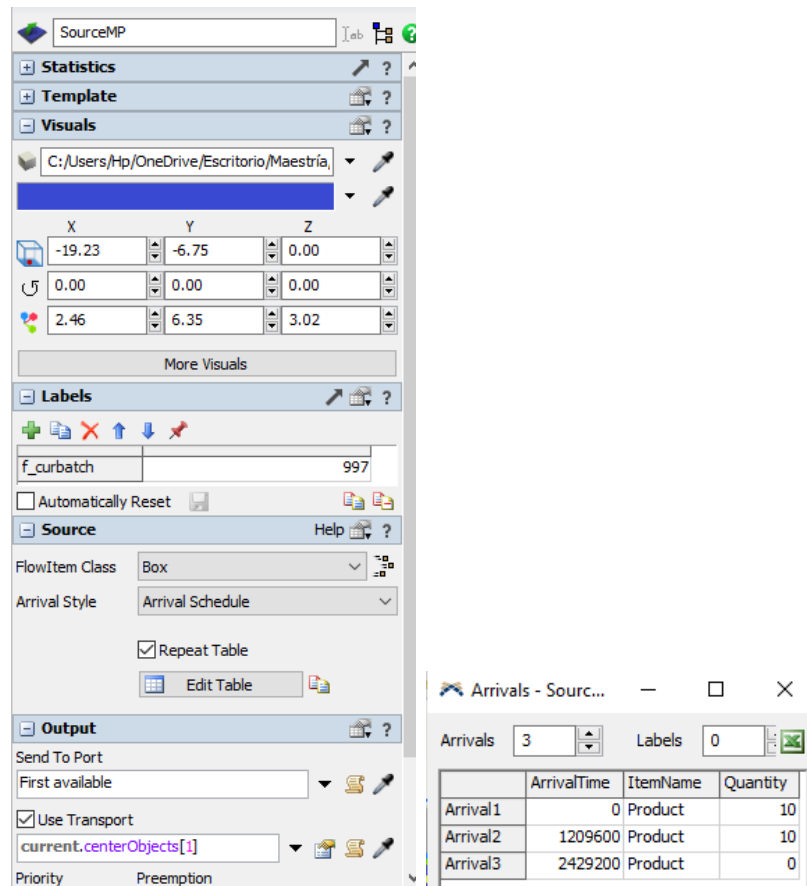


Figura 2.5.8 Definición de parámetros de source de MP Alternativa #2
Fuente: Autor

Los Queues previstos tanto para almacenaje de materia prima como para almacenaje de producto terminado, aumentaron su capacidad a 10 y 20 Ton respectivamente como se indica en la Figura 2.5.9.

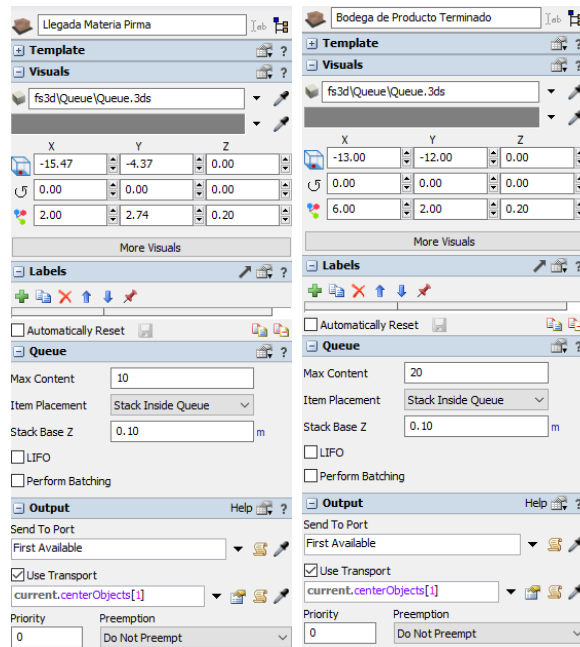


Figura 2.5.9 Definición de parámetros de Queue's de Alternativa #2
Fuente: Autor

Se añadió la operación de extrusión al proceso como bien se señala en la Figura. 2.5.10.

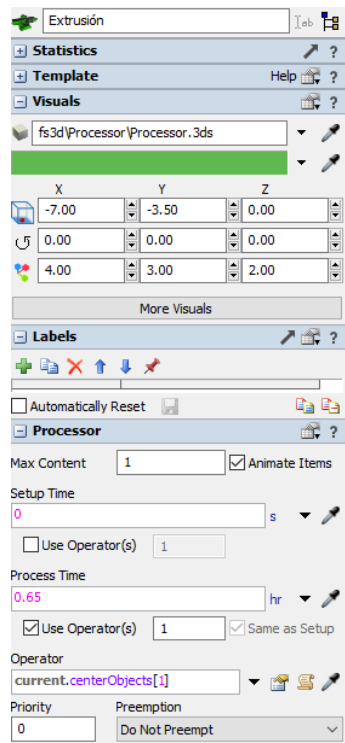


Figura 2.5.10 Definición de parámetros del procesador "extrusión"
Fuente: Autor

Y finalmente se definió un Sink, que permita retirar el producto luego de 20 Toneladas almacenadas en el Quee como se puede ver en la Figura 2.5.11.

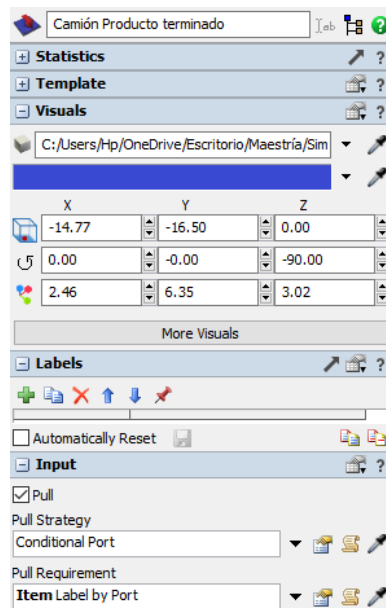


Figura 2.5.11 Definición de parámetros del sink de PT Alternativa #2
Fuente: Autor

Se generaron tablas de tiempo tal como se aprecia en la Figura 2.5.12 para que el proceso de caracterizado concuerde con los tiempos de operación definidos en el sistema, añadiendo además horas de para por el almuerzo del operario.

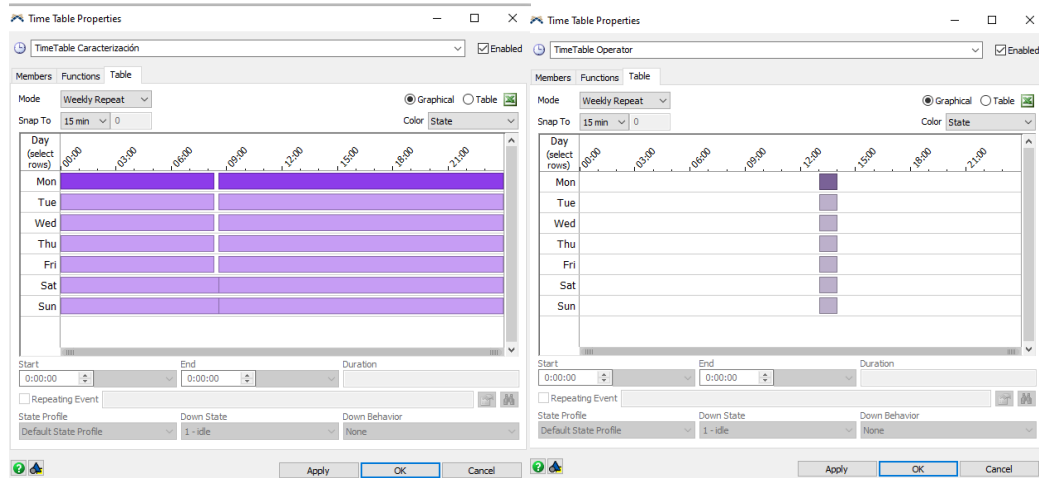


Figura 2.5.12 Definición de parámetros del series de tiempo
Fuente: Autor

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1. Análisis de factibilidad

De acuerdo con los resultados, en base a la metodología propuesta de Systematic Layout Planing, se obtuvo que la alternativa #2 se postuló como la mejor opción. La evaluación se la realizó en función de una evaluación basada en distancia. La alternativa #2 logró alcanzar el mínimo óptimo para la función objetivo planteada, dando un valor de 44, muy por debajo del valor dado por la alternativa #1 de 104. Esto se explica dado a que esa opción minimiza el trayecto que se recorre entre departamentos con alta importancia de cercanía.

En base a la alternativa ganadora, se realizó una simulación en el Software FlexSim, en donde se pudo evaluar y realizar una comparativa entre la situación actual y la alternativa propuesta.

Como se puede observar en la tabla 3.1, en cuanto a la capacidad, se logró definir un diseño tal que permita superar a la capacidad actual, aumentando de 10 a 20 Ton/mes.

Tabla 3.1 Comparativa de capacidad de producción.

	Capacidad de producción (Ton/mes)
Situación Actual	10
Alternativa propuesta #2	20

Fuente: Autor

Además, se pudo evaluar el tiempo de ocupación del mezclador. Se definió esta operación, dado a que es la inmediata posterior al proceso de Extrusión, recordando que este último presentaba ser un cuello de botella y que directamente afectaría a la ocupación de los siguientes procesos.

Como se puede observar en la Figura 3.1, en la situación actual, al mes esta máquina presentaba una ocupación del 5.54%. lo que se traduce en un tiempo de inactividad del 94.46%.

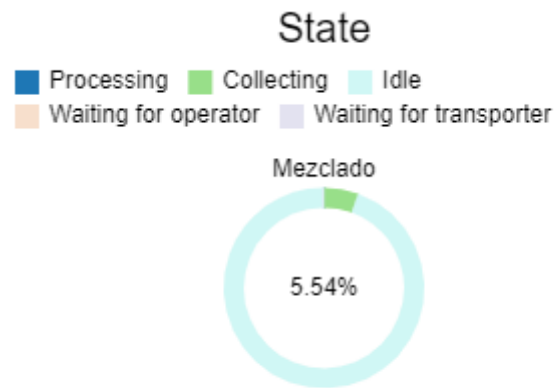


Figura 3.1. Estado de ocupación de mezclador en situación actual
Fuente: Autor

Sin embargo, luego de realizada la propuesta de la alternativa ganadora (#2), se pudo correr una simulación en donde se determinó que la ocupación de esta máquina aumentó en un 4.48% hasta llegar a un total de 10.02% tal como se observa en la figura 3.2.

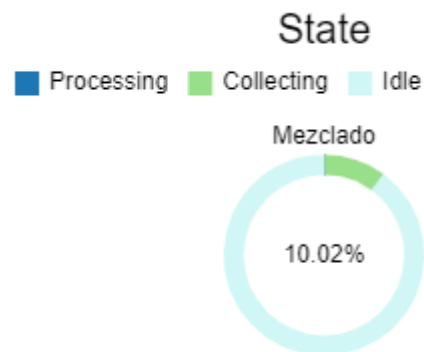


Figura 3.2. Estado de ocupación de mezclador en la alternativa ganadora
Fuente: Autor

Si bien, el Idle o tiempo de inactividad de una máquina dependerá de muchos factores como el tipo de máquina, proceso de fabricación eficiencia del equipo, así como objetivos de producción, de forma general siempre el objetivo será minimizar este tiempo para obtener una mejor productividad.

Por otro lado, se evaluó la distancia recorrida por el operador en ambas situaciones. Como se puede observar en la Figura 3.3 en un mes para la producción de 10/Ton, el operario habrá recorrido 603.44 metros.

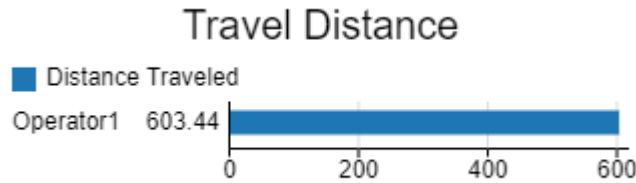


Figura. 3.3. Distancia recorrida por operador en la situación actual
Fuente: Autor

Mientras que, para la alternativa propuesta, de acuerdo con la figura 3.4. se obtuvo que el operador al final de un mes de producción de 20/Ton, habría recorrido 883.74 metros.

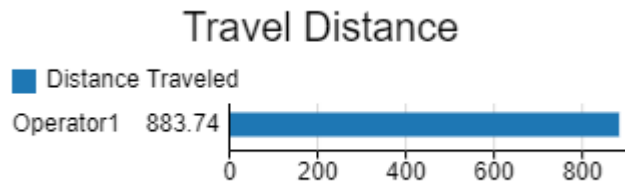


Figura. 3.4. Distancia recorrida por operador en la alternativa ganadora
Fuente: Autor

Si bien, la alternativa propuesta presentó un mayor recorrido respecto a la situación actual, es importante recordar que para el diseño propuesto habrá una demanda en la producción del doble. Por lo cual si se realiza un análisis de distancia recorrida por tonelada producida tal como se indica en la tabla 3.2 se tiene que la segunda opción no solo que aumenta la producción, sino que además minimiza el flujo entre departamentos, haciendo de este un proceso más eficiente.

Tabla 3.2. Comparativa de distancia recorrida por tonelada producida

	Distancia recorrida/Ton producida
Situación Actual	60.34 metros
Alternativa propuesta #2	44.17 metros

Fuente: Autor

Los tiempos de transporte disminuyeron en un 26.8%, a través de la distribución propuesta, basados en una proximidad óptima y definiendo flujos acorde a la importancia de proximidad.

3.2. Análisis financiero

A continuación, se presenta un análisis detallado del flujo de caja incremental para la evaluación del proyecto. Se consideraron los siguientes aspectos:

- Existirá un aumento en la producción de 10 Ton/mes, por lo cual el flujo de caja se realizará en base a ese aumento y mediante esto se evaluará la viabilidad del proyecto
- Existirán ahorros que se considerarán como ingresos, entre ellos se considera que ahora se ahorra en cuanto a la logística de transporte para el extruido de quinua, dado a que en esta propuesta la operación de extrusión se encontrará dentro de la planta.
- Se consideraron entre los costos, la materia prima (sobre el incremento de las 10 Ton/mes), así como costos iniciales tales como de capacitación, instalación de extrusora, compra de equipos faltantes y materiales de oficina.
- El rubro de costo operacional consideró energía eléctrica, agua, y demás servicios necesarios para el procesamiento de una tonelada del producto.
- Se consideró un gasto de mantenimiento regular anual como parte del programa de prevención y cuidado de desperfecto en los equipos.
- La depreciación abarcó todas las maquinarias, en un periodo de 10 años.
- La tasa de rendimiento se define de acuerdo con las políticas establecidas por la empresa e influenciados además por la evaluación sobre el mercado ecuatoriano, es decir, se trabaja con una tasa del 12%

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos		\$ 1.406.280,00	\$ 1.406.280,00	\$ 1.406.280,00	\$ 1.406.280,00	\$ 1.406.280,00
Ingresos por aumento de capacidad de producción		\$ 1.377.480,00	\$ 1.377.480,00	\$ 1.377.480,00	\$ 1.377.480,00	\$ 1.377.480,00
Ingresos por ahorros de logística de extrusión		\$ 28.800,00	\$ 28.800,00	\$ 28.800,00	\$ 28.800,00	\$ 28.800,00
(-) Costos de operación	\$ 271.325,00	\$ 1.158.746,72	\$ 1.158.746,72	\$ 1.158.746,72	\$ 1.158.746,72	\$ 1.158.746,72
Materia Prima		\$ 1.101.600,00	\$ 1.101.600,00	\$ 1.101.600,00	\$ 1.101.600,00	\$ 1.101.600,00
Capacitación	\$ 150,00					
Operario extra		\$ 225,00	\$ 225,00	\$ 225,00	\$ 225,00	\$ 225,00
Costo operacional		\$ 53.760,00	\$ 53.760,00	\$ 53.760,00	\$ 53.760,00	\$ 53.760,00
Gastos Administrativos		\$ 623,00	\$ 623,00	\$ 623,00	\$ 623,00	\$ 623,00
Instalación extrusión	\$ 500,00					
Construcción de planta	\$ 262.675,00					
Equipos, partes y herramientas	\$ 5.000,00					
Materiales de oficina	\$ 3.000,00					
Depreciación de maquinaria		\$ 1.738,72	\$ 1.738,72	\$ 1.738,72	\$ 1.738,72	\$ 1.738,72
Mantenimiento		\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 800,00
(-) Utilidad Bruta	\$ -271.325,00	\$ 247.533,28	\$ 247.533,28	\$ 247.533,28	\$ 247.533,28	\$ 247.533,28
(-) Utilidad antes de impuestos y participación de trabajadores	\$ -271.325,00	\$ 247.533,28	\$ 247.533,28	\$ 247.533,28	\$ 247.533,28	\$ 247.533,28
(-) 15% Utilidad de trabajadores		\$ 37.129,99	\$ 37.129,99	\$ 37.129,99	\$ 37.129,99	\$ 37.129,99
(-) Utilidad antes de impuestos	\$ -271.325,00	\$ 210.403,29	\$ 210.403,29	\$ 210.403,29	\$ 210.403,29	\$ 210.403,29
(-) 25% Impuesto a la renta	\$ -67.831,25	\$ 52.600,82	\$ 52.600,82	\$ 52.600,82	\$ 52.600,82	\$ 52.600,82
(-) Utilidad después de impuestos	\$ -203.493,75	\$ 157.802,47	\$ 157.802,47	\$ 157.802,47	\$ 157.802,47	\$ 157.802,47
(+) Depreciación		\$ 1.738,72	\$ 1.738,72	\$ 1.738,72	\$ 1.738,72	\$ 1.738,72
(-) Flujo de caja	\$ -203.493,75	\$ 159.541,19	\$ 159.541,19	\$ 159.541,19	\$ 159.541,19	\$ 159.541,19
VAN	\$371.616,52					
TIR	73%					

Figura 3.5 Flujo de caja incremental del proyecto

Fuente: Autor

En base a estos resultados vistos en la Figura 3.5 se obtuvo un VAN positivo, lo cual se traduce en que se ha recuperado la inversión inicial, a la par que se ha obtenido como mínimo la rentabilidad deseada del 12% y existirá una holgura financiera o remante.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. En conclusión, se diseñó una planta para el procesamiento de 20 Toneladas al mes de cereal de Quinoa mediante la aplicación de la metodología Systematic Layout Planning.
2. Por lo tanto, se identificaron las estrategias y condicionantes de diseño bajo lo cual se definió la implementación de una bodega de materia prima para almacenar hasta 10 Ton/mes, así como una bodega de producto terminado que permitirá almacenar hasta 20 Ton/mes cumpliendo así con la capacidad requerida por la política de inventario.
3. Además, se identificaron las operaciones involucradas en el proceso las cuales van desde la caracterización, el pesado, la extrusión, el evaporado, mezclado, secado, enfriado, dosificado y etiquetado permitiendo así establecer los flujos requeridos entre departamentos, así como los servicios auxiliares e industriales necesarios en el proceso.
4. Teniendo en cuenta todos los aspectos analizados, se elaboraron 2 propuestas de diseño basados en la planeación sistemática de la distribución de la planta y buscando minimizar el flujo entre departamentos y cumpliendo con los requerimientos de forma que se optimice el proceso. Se determinó a la alternativa #2 como la mejor opción, dado a que, según la evaluación realizada, el valor resultante de minimizar la función objetivo definida fue de 44, muy por debajo del valor dado por la alternativa #1 de 104.
5. De acuerdo con el análisis financiero del proyecto, se obtuvo un flujo de caja incremental con un VAN positivo con lo cual se concluye que el proyecto es viable en términos económicos y se recuperará la inversión inicial al término del primer año.
6. Finalmente, se efectuó la validación mediante una simulación en el software FlexSim. Demostrando que la alternativa ganadora fue capaz de duplicar la producción a 20 Ton/mes. Además, se comprobó que la alternativa propuesta aumentó el tiempo de ocupación de máquinas como el proceso de mezclado, pasando de un 5,54% en la situación actual, a un 10,02%. Mediante esta simulación también se conoció como la distancia recorrida por un operario disminuyen en un 26,8% pasando de 60,34 a 44,17 metros /Ton producida.

4.2. Recomendaciones

1. Se recomienda en un futuro, hacer una revisión de las políticas de inventario, de forma que pueda analizarse estrategias pull, de manera que el producto en inventario en bodegas pueda disminuir, y así ese espacio pueda ser utilizado para ampliar la planta según se lo requiera en cuanto a operaciones que lo necesiten para el aumento de la producción.
2. Se sugiere implementar herramientas de manufactura esbelta tales como 5's, Kanban o SMED que puedan reducir desperdicios en el proceso, esto podría disminuir tiempos de producción y de forma consecutiva aumentar la productividad. Al reducir desperdicios se aprovecha de mejor forma el espacio, mejorando el flujo directo entre departamentos.
3. Se propone realizar una evaluación futura, con un nuevo diseño mediante la metodología planteada SLP, pero ahora considerando información cuantitativa de flujos de toneladas entre departamentos, con el fin de obtener una alternativa más que pueda compararse con las ya planteadas.

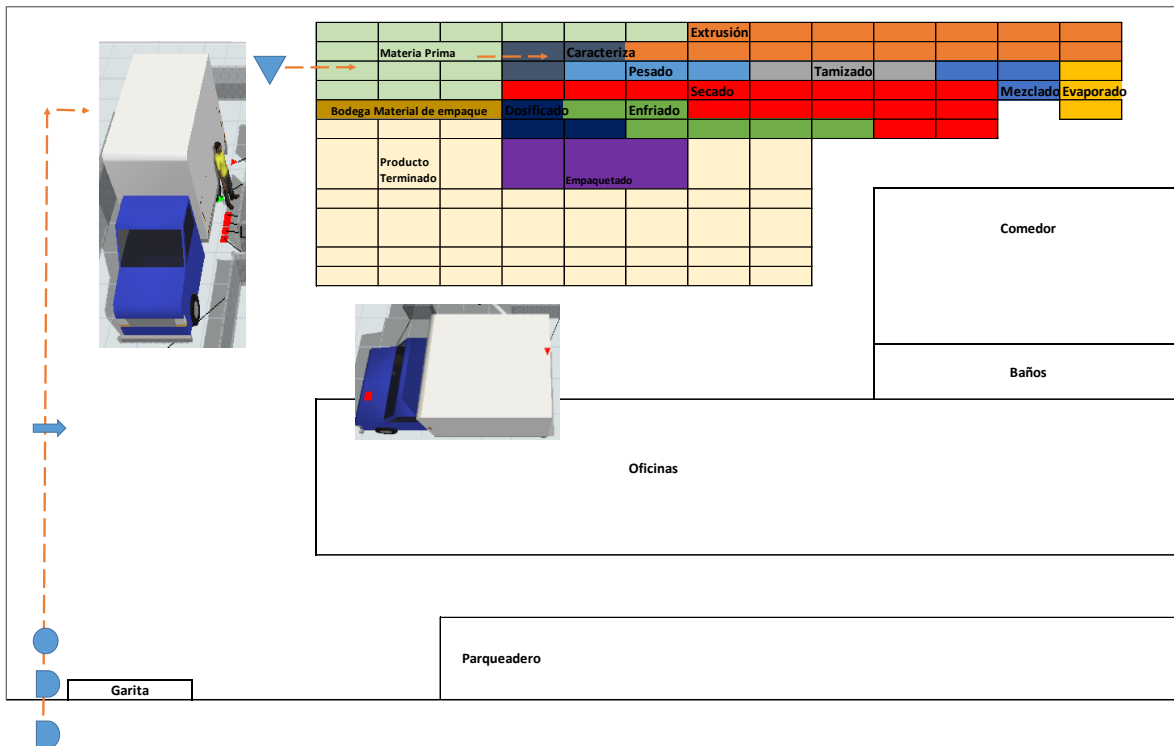
BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez Arias, D., De Ávila Moore, J., & Hurtado Rivera, J. (2022). Aplicación de metodología SLP para redistribución de planta en microempresa colombiana del sector marroquino: Un estudio de caso. *Boletín en Innovación, Logística y Operaciones (BILO)*, 4(1), 1-11.
2. Cardozo Collantes, M. G., & Fernández Millones, D. F. J. (2021). Propuesta de mejora para la reducción de incumplimiento de pedidos mediante la aplicación de la metodología 5S y Systematic Layout Planning (SLP) en el proceso productivo de una empresa de gráfica digital.
3. Enríquez, C. (2018). La quinua perdió protagonismo por baja en el mercado mundial. Líderes. Tomado de: <https://www.revistalideres.ec/lideres/quinua-menorprotagonismo-mercado-ecuador-produccion.html>.
4. EspectadorCH. (7 de Julio de 2021). Cerquíe, empresa de chimboracenses. El Espectador Chimborazo.
5. Noemí Victoria Cardona Ochoa, G. Á. (2023). DISEÑO DE UNA PLANTA ALIMENTARIA PARA LA ELABORACIÓN DE CEREAL DE AMARANTO Y AVENA ENDULZADO CON ARÁNDANO Y MORINGA. REVISTA TECNOLÓGICA CEA N° 20 TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO EN ROQUE, 17-20.
6. Orozco, H. P., Truque, J. C., Pemberthy, L. P., & Sinisterra, H. A. (2018). Propuesta para un diseño de distribución en planta en el área de separado para la empresa de alimentos cárnicos SAS, evaluada mediante una herramienta de simulación-Flexsim. *Publicaciones e Investigación*, 12(2), 83-93.
7. Torres Soto, K. J., Flórez Peña, L. S., Sánchez, C. W., & Castañeda, N. M. (2020). Metodología SLP para la distribución en planta de empresas productoras de Guadua Laminada Encolada (GLG). *Ingeniería*, 25(2), 103-116.
8. Villa, D. A. (2020). DISEÑO DEL PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE TRES VARIEDADES DE EXTRUIDO DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa*) EN COPROBICH. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

ANEXOS

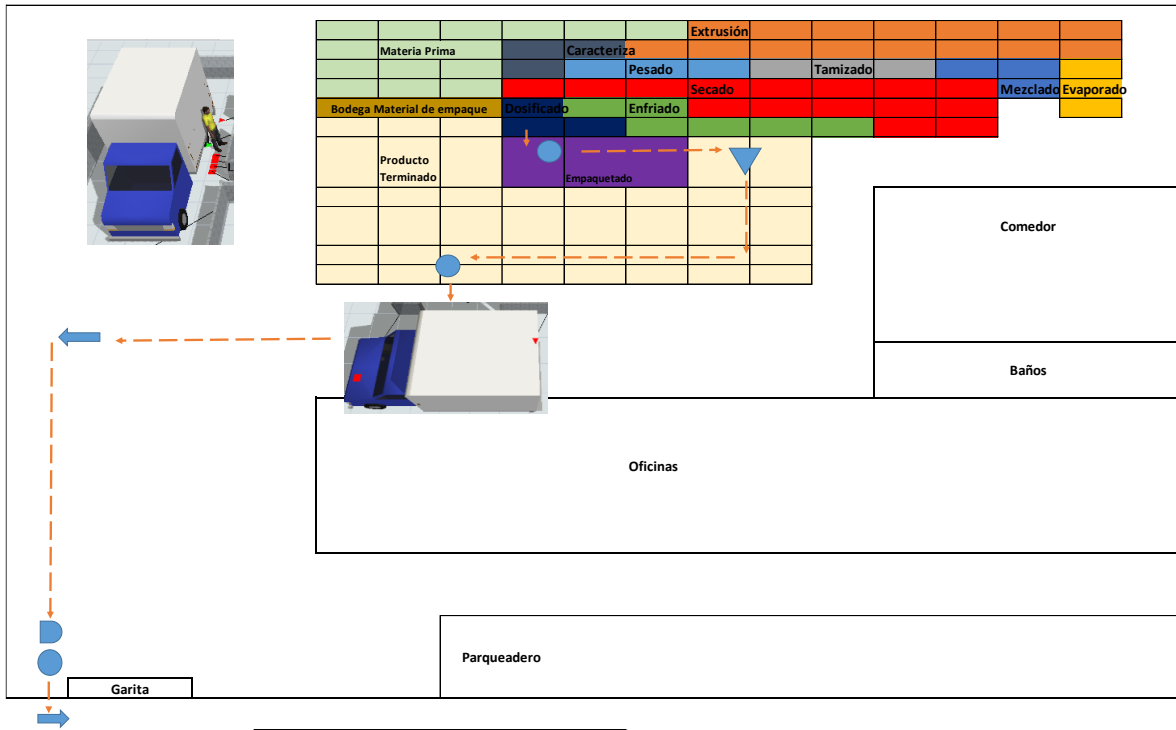
ANEXO A DIAGRAMAS OTIDA

OTIDA DE MATERIA PRIMA



1	Espera en garita	●
2	Espera para pesaje	●
3	Pesaje materia prima	●
4	Transporte a recepción de materia prima	→
5	Operación de descarga	▼
6	Caracterizado de materia prima	●
7	Extrusión de materia prima	●

OTIDA DE PRODUCTO TERMINADO



1	Empaquetado de producto terminado	●
2	Almacenamiento de producto terminado	▼
3	Embarque de producto terminado	●
4	Transporte a garita	→
5	Espera para pesaje	D
6	Pesaje Producto terminado	●
7	Salida	→

ANEXO B

EVIDENCIA DE APROBACIÓN DEL CLIENTE

1. Título del Proyecto de titulación

Diseño de una planta productora de cereal de Quinua

2. Planteamiento del problema

La capacidad actual de la planta procesadora de cereal de Quinua alcanza un promedio de 10 ton/mes en el último año. Se evidencia que es un problema. Dado a que las proyecciones a futuro vaticinan una necesidad de producción de 20 Ton/mes con una operatividad al 100% de la planta.

3. Resultados esperados

Proponer una alternativa óptima para el diseño de una planta productora de cereal de quinua con una capacidad proyectada a producir de 20 Ton/mes, disminuyendo los tiempos de transporte por cada tonelada de producción, así como mejorando el tiempo de ocupación de máquinas para aumentar la productividad.

4. Resumen

El presente proyecto consistió en el diseño de una planta productora de cereal de Quinua, el cual abarca su procesamiento desde la llegada de materia prima, extruido del cereal, mezclado de componentes y empaquetado del mismo. Este diseño se llevó a cabo mediante la metodología Systematic Layout Planning que permite plantear diseños de organizaciones de manufactura en base al flujo del proceso.

La empresa objeto de estudio se vincula de primera mano con la cadena de valor de la quinua, desde el proceso productivo, comercialización, provisión etc. Permitiendo agregar un valor a este producto y colaborando con el fortalecimiento del esfuerzo de los agricultores en generar nuevos ingresos, así como sostener un alimento nutritivo en el mercado.

El objetivo del proyecto es diseñar una planta procesadora del cereal en mención, que cubra la capacidad proyectada de 20 ton/mes en los próximos 2 años, mediante la metodología SLP.

Lo primero que se realizó fue una exploración completa del contexto de la organización, para poder definir el problema real de la misma en cuanto a capacidad productiva, determinando la capacidad y espacio ocupado por sus procesos, desde la recepción de materia prima, extruido, evaporado, mezclado, secado, enfriado, dosificado, sellado y etiquetado, para finalmente tener un almacenamiento de acuerdo con la política de inventario establecida por la empresa. De acuerdo con datos históricos, se define que la demanda ha ido incrementando, ante lo cual se

modelo de flujo que permita aumentar el ritmo de producción, acomodándose al espacio con el que se cuenta en la actualidad.

Posteriormente se obtuvo como resultado el desarrollo de un diseño de planta futuro, mediante la metodología SLP, que permitirá abastecer la demanda proyectada, ocupando el mismo espacio físico actual.

5. **Fecha de Inicio:** 24 de septiembre del 2023
6. **Fecha de finalización:** 12 de enero del 2024
7. **Fecha de entrega de resultados:** 29 de enero del 2024



Firma Cliente Empresa