

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL



GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA
COMRURAL XXI SRL.

Proyecto de grado presentado para la obtención del Grado de Licenciatura

POR: MARICRUZ PAXI AVIRCATA

TUTOR: M.Sc. PAULA MÓNICA LINO HUMEREZ

LA PAZ- BOLIVIA
DICIEMBRE, 2018

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Proyecto de grado.

GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA COMRURAL XXI SRL.

Presentado por: Univ. Maricruz Paxi Avircata

Para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Nota Numeral.....

Nota Literal.....

Ha sido.....

Director de la carrera de Ingeniería Industrial

Ing. M.Sc. Franz Zenteno Benitez.....

Tutor: Ing. M.Sc. Mónica Lino Humerez.....

Tribunal: Ing. Lucio Grover Sanchez Eid.....

Tribunal: Ing. Mario Zenteno Benitez.....

Tribunal: Ing. Carla Kaune Sarabia.....

Tribunal: Ing. Aldo Vargas Pacheco.....

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres: Marta Avircata y Manuel Paxi, agradecerles por darme un ejemplo de vida y enseñarme todos los valores que día a día guían mi camino.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su eterno amor, a mis queridos padres por los valores inculcados que hoy me guían día a día, por su lucha constante para apoyarme siempre, a mis hermanos por el apoyo brindado en todo momento, a mis amigos que durante nuestra estadía en la universidad compartimos momentos inolvidables que siempre los llevaré en mi corazón. A la ingeniera Mónica Lino, mi tutor, por las sugerencias y el tiempo brindado para revisar paso a paso la elaboración del presente proyecto. A los docentes de la carrera por todos los conocimientos transmitidos. Al Ingeniero Farid Machicado, Gerente General de la empresa COMRURAL XXI SRL. por abrirme las puertas de su prestigiosa empresa y brindarme su confianza para ejecutar parte del proyecto presentado.

RESUMEN

El presente proyecto presenta un sistema de Gestión de la Producción en COMRURAL XXI SRL, para ello se analiza el contexto del mercado internacional del grano de quinua para identificar las oportunidades de crecimiento de la empresa, además se evalúa los sub sistemas que están directamente relacionados con el proceso de producción.

Es importante resaltar los beneficios de la exportación del grano de quinua y la importancia que representa para la economía del país y la empresa, ya que es el producto que sustenta el funcionamiento actual de la empresa, es por ello que el presente proyecto se encuentra enfocado en la línea de beneficiado de quinua para exportación, considerando todo aquello se realiza un estudio detallado donde se implementan herramientas de ingeniería industrial las cuales son;

Análisis de la situación actual del mercado internacional de la quinua, hallándose posibilidades de exportación a nuevos mercados.

Con los diagnósticos obtenidos se procede a la evaluación de la producción hallándose problemas de capacidad de producción que afectan significativamente a la productividad de la empresa, por lo cual se presentan sugerencias de mejoras a corto y mediano plazo para la optimización del proceso.

Control de calidad: no se identifican mayores problemas en esta área, sin embargo, existen tiempos no productivos que pueden ser reducidos aplicando herramientas de estadística.

Seguridad industrial: con los indicadores de accidentabilidad se puede evidenciar que la empresa no cuenta con los medios necesarios para la prevención de accidentes, es así que se realiza un diagnóstico en base a la ley 16998 de seguridad industrial, en base a herramientas, se presentan sugerencias para incrementar el cumplimiento de los requisitos obligatorios.

Planificación: con la proyección de la demanda en base a datos históricos, se realiza la programación a corto y mediano plazo respectivamente, analizando las propuestas se realiza una comparación de los costos de cada programa de producción, para ejecutar la alternativa más eficiente en proceso y costos.

SUMMARY

This project presents a production management system in COMRURAL XXI SRL, for this purpose, the whole context of the international quinoa grain market is analyzed to identify the growth opportunities of the company, and the sub systems that are directly related are evaluated. with the production process.

It is important to highlight the benefits of exporting quinoa grain and the importance it represents for the economy of the country and the company, since it is the product that sustains the current operation of the company, that is why the present project is focused in the line of benefiting from quinoa for export, considering all that a detailed study is carried out where industrial engineering tools are implemented which are;

Analysis of the current situation of the international market of quinoa, finding possibilities of export to new markets.

With the obtained diagnoses, the production evaluation is carried out, finding production capacity problems that significantly affect the productivity of the company, for which suggestions of improvements in the short and medium term are presented for the optimization of the process.

Quality control: no major problems are identified in this area, however, there are non-productive times that can be reduced by applying statistical tools.

Industrial safety: with the accident rate indicators it can be shown that the company does not have the necessary means to prevent accidents, so a diagnosis is made based on the 16998 industrial safety law, based on tools, they are presented suggestions to increase compliance with the requirements.

Planning: with the projection of the demand on the basis of historical data, programming is made in the short and medium term respectively, analyzing the proposals a comparison of the costs of each production program is made, to execute the most efficient alternative in process and costs.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Problemática	4
1.2.1 Diagrama de Ishikawa	4
1.2.2 Planteamiento del problema	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Justificación	6
1.4.1 Justificación económica.....	6
1.4.2 Justificación académica	6
1.4.3 Justificación Social.....	7
1.5 Alcance	7
CAPÍTULO 2: ESTUDIO DEL SECTOR DE LA QUINUA	8
2.1 La quinua	8
2.1.1 Definición de la quinua.....	8
2.1.2 Propiedades nutricionales	9
2.1.3 Beneficiado de la quinua	11
2.2 Exportación de la quinua a nivel mundial.....	12
2.2.1 Principales exportadores de quinua	12
2.3 La quinua en Bolivia.....	15
2.3.1 Importantes zonas de producción en Bolivia.....	15
2.3.2 Productos derivados de la quinua	17
2.3.3 Certificación orgánica.....	17

2.3.1	Definición del subsector industrial	18
2.4	Análisis del ambiente externo	19
2.4.1	El clúster de la quinua	19
2.4.2	Ciclo de vida del sector industrial	21
2.5	Conclusión del capítulo.....	21
CAPÍTULO 3: ESTUDIO ACTUAL DE LA EMPRESA		22
3.1	Sistema de producción	22
3.1.1	Localización.....	22
3.1.2	Tamaño	23
3.1.3	Aspectos técnicos	23
3.2	Aspectos administrativos	40
3.3	Impacto Ambiental.....	41
3.4	Análisis del ambiente externo	41
3.4.1	Análisis del micro ambiente	41
3.5	Análisis del ambiente interno.....	44
3.5.1	Factores de competitividad.....	44
3.6	Cadena de valor de la empresa.....	46
CAPÍTULO 4: INGENIERÍA DE MÉTODOS		47
4.1	Aspectos generales.....	47
4.1.1	La productividad.....	47
4.2	Estudio de métodos	50
4.2.1	Cursograma sinóptico del proceso.....	50
4.2.2	Cursograma analítico del proceso inicial.....	52
4.2.3	Análisis de tiempos.....	54
4.3	Mejoras propuestas	63

4.3.1	Mejoras a mediano plazo	63
4.3.2	Mejoras ejecutadas en corto plazo	67
4.3.3	Indicador de productividad posterior a las mejoras implementadas	71
4.4	Conclusiones del capítulo	72
CAPÍTULO 5: GESTIÓN DE LA CALIDAD		74
5.1	Responsabilidad y políticas de calidad	74
5.1.1	Compromiso de la calidad	74
5.1.2	Políticas de la calidad	74
5.2	Control estadístico de la calidad	75
5.2.1	Parámetros y características de control general	75
5.2.2	Muestreo de aceptación de materia prima	78
5.2.3	Control del proceso	81
5.3	Buenas practicas de higiene en la empresa	90
5.4	Mejoras planteadas	92
5.4.1	Muestreo de aprobación de la materia prima	92
5.5	Conclusiones del capítulo	96
CAPÍTULO 6: PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN		97
6.1	Pronóstico de la demanda	97
6.1.1	Pronóstico de la demanda a corto plazo	97
6.1.2	Control del pronóstico	101
6.1.3	Pronóstico de la demanda a mediano plazo	102
6.1.4	Inventarios	103
6.2	Planificación de requerimiento de materiales	105
6.3	Programación de la producción	107
6.3.1	Programa de producción en condiciones iniciales	107

6.3.2	Programa de producción posterior a mejoras implementadas	110
6.3.3	Programación de la producción mediano plazo.....	111
6.4	Conclusiones del capítulo	115
CAPÍTULO 7: SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL		116
7.1	Seguridad industrial y salud ocupacional	116
7.1.1	Diagnóstico de seguridad industrial y salud ocupacional en la empresa.....	116
7.2	Índices estadísticos de accidentabilidad.....	123
7.3	Elaboración de matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos	125
7.4	Sugerencia de mejoras	129
7.5	Conclusión del capítulo.....	137
CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....		138
8.1	Evaluación comparativa de los beneficios cuantificables del proyecto	138
8.1.1	Inversiones.....	138
8.1.2	Ingresos.....	140
8.1.3	Costos	142
8.1.4	Depreciación de activos fijos.....	145
8.1.5	Flujo de fondos	146
8.2	Evaluación comparativa de los beneficios no cuantificables del proyecto	149

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2-1 Valor nutritivo de la quinua en comparación con otros alimentos.....	10
Tabla 2-2 Composición de nutrientes de la quinua en relación a cereales	10
Tabla 2-3 Exportación de quinua.....	13
Tabla 2-4 Historial de precio de exportación	14
Tabla 3-1 Especificaciones de maquinaria línea A	35
Tabla 3-2 Especificaciones de máquinas línea B	37
Tabla 3-3 Principales exportadores de quinua.....	41
Tabla 4-1 Tabla resumen de productividad	49
Tabla 4-2 Cálculo de índice de productividad.....	49
Tabla 4-3 Composición de tiempos de producción en un mes.....	54
Tabla 4-4 Capacidad de equipos.....	57
Tabla 4-5 Datos para toma de muestra	59
Tabla 4-6 Horas destinadas a cada actividad.....	60
Tabla 4-7 Capacidad de maquinaria	62
Tabla 4-8 Especificaciones de la cinta transportadora	65
Tabla 4-9 Especificaciones de escarificador sugerido.....	68
Tabla 4-10 Capacidad posterior a las mejoras a corto plazo	68
Tabla 4-11 Muestreo posterior a las mejoras.....	69
Tabla 4-12 Especificación de capacidad por líneas de producción	71
Tabla 4-13 Costos de los recursos empleados	72
Tabla 4-14 Índice de productividad posterior a las mejoras realizadas.....	72
Tabla 5-1 Clasificación de granos por tamaño	75
Tabla 5-2 Clasificación de granos	80
Tabla 5-3 Restricciones por aspecto físico del grano	80

Tabla 5-4 Posibles impurezas presentes en los granos	81
Tabla 5-5 Características fisicoquímicas	81
Tabla 5-6 Puntos del proceso a ser controlados	82
Tabla 5-7 Rangos permisibles de saponina	84
Tabla 5-8 Límites para clasificación de grano de quinua	87
Tabla 5-9 Restricciones fisicoquímicas	89
Tabla 5-10 Restricciones por limpieza del grano	89
Tabla 5-12 Planes de muestreo preliminar para recepción de materia prima.....	94
Tabla 5-13 Determinación de un plan óptimo de muestreo de inspección por atributos	95
Tabla 6-1 Historial de demanda Gestión 2016 y 2017	97
Tabla 6-2 Pronóstico de la demanda.....	100
Tabla 6-3 Control del pronóstico.....	102
Tabla 6-4 Pronóstico de la demanda a mediano plazo	103
Tabla 6-5 Modelo de inventarios semestrales.	103
Tabla 6-6 Cantidad económica de pedido	104
Tabla 6-7 Estructura del producto de una tonelada envase big bag	106
Tabla 6-8 Resumen de las capacidades de las dos líneas de producción	107
Tabla 6-9 Fuerza de trabajo constante – Tiempo extra	108
Tabla 6-10 Fuerza de trabajo constante y sub contratación.....	109
Tabla 6-11 programa de producción posterior a las mejoras.....	110
Tabla 6-13 Programa de producción con las condiciones iniciales.....	112
Tabla 6-14 Programa de producción con las mejoras a corto plazo.....	113
Tabla 6-15 Programa de producción posterior a mejoras a mediano plazo.....	114
Tabla 7-1 Requisitos de la ley 16998	116
Tabla 7-2 Cumplimiento de artículos	122

Tabla 7-3 Datos de accidentes registrados	124
Tabla 7-4 Cálculo de índices de accidentabilidad	124
Tabla 7-5 Evaluación de riesgos.....	126
Tabla 7-6 Propuestas para minimizar el peligro identificado.....	127
Tabla 7-7 Propuesta de señalización	129
Tabla 7-8 Valor límite umbral para vibraciones transmitidas a las manos	130
Tabla 7-9 Vibración en proceso de despedregado.....	130
Tabla 7-10 Vibración en proceso de eliminación de impurezas por peso	131
Tabla 7-11 Exposición al calor.....	131
Tabla 7-12 Consecuencias a la exposición de ruido.....	133
Tabla 7-13 Control de ruido en los procesos de producción Línea A	134
Tabla 7-14 Control de ruido en los procesos de producción Línea B	134
Tabla 7-15 Superficies de las líneas de producción	135
Tabla 7-16 Evaluación de iluminación línea A	136
Tabla 7-17 Evaluación de iluminación línea B	136
Tabla 8-1 Inversión en cambio de escarificadores	138
Tabla 8-2 Inversión en la unión de las dos líneas de producción.....	139
Tabla 8-3 Inversión en infraestructura para la unión de líneas.....	139
Tabla 8-4 Inversión a corto y mediano plazo	140
Tabla 8-5 Resumen de ingresos.....	140
Tabla 8-6 Ingresos por ahorro de recursos	141
Tabla 8-7 Ingresos por ahorro en mano de obra.....	141
Tabla 8-8 Consumo adicional de energía eléctrica- Escarificadores.....	142
Tabla 8-9 Costos adicionales.....	143
Tabla 8-10 Consumo adicional de energía eléctrica- Cinta transportadora.....	144

Tabla 8-11 Costos adicionales	144
Tabla 8-12 Depreciación de escarificadores	145
Tabla 8-13 Costos de mejoras a mediano plazo (Expresado en Bs.).....	145
Tabla 8-14 Flujo efectivo de las mejoras implementadas en corto plazo.....	146
Tabla 8-15 Indicadores económicos financieros del proyecto	147
Tabla 8-16 Flujo de efectivo del proyecto a mediano plazo.....	148
Tabla 8-17 Indicadores económicos financieros del proyecto	149

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1 Principales exportadores de quinua.....	13
Gráfico 2-2 Historial de precios de exportación.....	14
Gráfico 4-1 Porcentaje de horas destinadas a cada actividad por mes	55
Gráfico 4-2 Capacidad y demanda de la línea A	57
Gráfico 4-3 Porcentaje de horas destinadas a cada actividad por mes línea B.....	60
Gráfico 4-4 Capacidad producción línea B	62
Gráfico 4-5 Capacidad posterior a las mejoras.....	69
Gráfico 4-6 Porcentaje de horas destinadas a cada actividad.....	70
Gráfico 6-1 Comportamiento de la demanda histórica (Kg /mes).....	98
Gráfico 6-2 Pronóstico de la demanda Expresado en (Kg/mes).....	100
Gráfico 7-1 Composición de cumplimiento de artículos.....	123

CONTENIDO DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 2-1 Principales zonas de producción de quinua en Bolivia	15
Ilustración 3-1 Estructura de la empresa COMRURAL XXI SRL.	22
Ilustración 3-2 Ubicación de la empresa COMRURAL XXI SRL.	22
Ilustración 3-3 Foto referencial máquina de extracción de piedras.....	26
Ilustración 3-4 Lay out línea A etapa de pre limpieza.....	28
Ilustración 3-5 Foto referencial máquina de eliminación de impurezas por peso	30
Ilustración 3-6 Foto almacén de producto terminado.....	31
Ilustración 3-7 Lay out línea B etapa final de limpieza.....	32
Ilustración 3-8 Factores de competitividad	44
Ilustración 4-1 Propuesta de unión de líneas de producción	66
Ilustración 5-1 Tipos de granos	77
Ilustración 5-2 Tipos de impurezas	78
Ilustración 5-3 Tamices para clasificado de grano	79
Ilustración 5-4 Esquema de un plan de muestreo para aceptación por atributos.....	93
Ilustración 6-1 Estructura del producto de una tonelada envase big bag	105

INTRODUCCIÓN

La elaboración del presente proyecto fue por la inquietud de presentar propuestas que beneficien a la empresa COMRURAL XXI SRL. incrementando su competitividad empresarial, en ese entendido se procede a la elaboración de un Sistema de Gestión de la Producción, el presente sistema optimiza el uso de los recursos empleados para incrementar la productividad y los beneficios obtenidos por la empresa.

Para iniciar el estudio, se realiza un análisis de la situación actual de la empresa, para hallar posibles problemas que afecten a la productividad de la empresa, estos problemas fueron identificados en una reunión con el personal operativo, administrativo directamente relacionados con el departamento de producción como ser, el área de control de calidad, logística y recursos humanos, para dicho análisis se utilizaron herramientas como lluvia de ideas y la relación con el método, diagrama de Ishikawa.

Una vez realizado el diagnóstico se trabaja en la elaboración de diseños eficientes para mejoras continuas, enfocados en áreas de: producción, operaciones, planificación, gestión de recursos, control de calidad y seguridad industrial, los cuales coadyuvan directamente a mantener el control de la producción ya que estos sub sistemas están relacionados entre sí y afectan directamente a la eficiencia del proceso.

GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA

COMRURAL XXI SRL.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.1 ANTECEDENTES

COMRURAL XXI SRL. Es una empresa que se dedica al proceso de beneficiado de quinua, buscando entregar productos de alta calidad para incrementar su participación en el mercado internacional. La empresa busca preservar los alimentos naturales por lo que cuenta con certificaciones que avalan la calidad de su producto, actualmente trabaja aproximadamente con 5000 productores de quinua principalmente en departamentos de Potosí, La Paz y Oruro.

En lo que se refiere a las certificaciones con las que cuenta actualmente la empresa son:

- **USDA Organic:** esta certificación afirma que los productos son producidos orgánicamente, es decir estos productos cumplen con los requisitos básicos para ser categorizados como productos orgánicos por lo que debe existir ausencia de uso de productos químicos en la cosecha y en todo el proceso productivo. (CONTROL UNION, 2001) “La agricultura orgánica es parte de una amplia cadena de suministro, que incluye el procesamiento, distribución y comercio minorista de alimentos. Para ser adecuada para mercados orgánicos, hay que inspeccionar y certificar toda la cadena de producción orgánica. Una vez que se hayan cumplido todos los requisitos, se podrá emitir el certificado y se podrá usar el logotipo orgánico en los productos certificados. Control Unión Certifications puede proporcionarle servicios anuales de auditoría y certificación”
- **FAIRTRADE:** esta certificación garantiza que el producto elaborado en la organización, ha sido producido en base a un trabajo digno, asegurando así los valores éticos de la organización, esta certificación se basa en la filosofía de

trabajo digno y adquisición a precio justo, para apoyar el desarrollo sostenible de las organizaciones proveedoras relacionadas directamente con la empresa.

- **Kosher:** para obtener la certificación Kosher se programan inspecciones en las plantas de procesamiento para la verificación del cumplimiento de los requisitos de la norma en base a las limitaciones de la religión judía.

Según la religión judía se puede integrar dentro de la dieta carne proveniente de animales rumiantes como; vacunos, ovinos y los caprinos los cuales deben cumplir con los requisitos de faenado Kosher y excluye por completo el consumo de lácteos y cualquier otro derivado del mismo.

- **FSSC 22000. (Food Safety System Certification):** Esta certificación reevalúa la gestión de los riesgos de la seguridad alimentaria, en base a la ISO 22000:2005 y ISO 22000-1 además de los requisitos complementarios de la Global Food Safety Initiative reconocida a nivel mundial por la suma de empresas que gozan de esta certificación.

La certificación FSSC 22000 se ha convertido en uno de los principales requisitos que abrieron puertas de mercados americanos, con la posibilidad de capturar clientes potenciales, dando así a la empresa una importante oportunidad de crecimiento y mayor participación en el mercado internacional.

- **SENASAG:** es una de las instituciones reguladoras de Bolivia que cuenta con la confianza nacional e internacional, debido a los sistemas de calidad exigidos para obtener la certificación. Dentro de las competencias que tiene la institución es preservar la inocuidad de los productos a nivel nacional.

La empresa COMRURAL XXI SRL está a la vanguardia en el cumplimiento de las certificaciones exigidas para ingresar a nuevos mercados que representen una oportunidad comercialización e incrementar su participación en mercados internacionales.

1.2 PROBLEMÁTICA

Posterior a la declaración del “Año Internacional de la Quinua” en la gestión 2013, las gestiones 2014 y 2015 se ven afectadas con una reducción significativa de la cantidad exportaciones de este producto, sin embargo, a partir de la gestión 2016 se vuelve a ver un incremento en la demanda internacional, lo que representa oportunidad de crecimiento para las empresas dedicadas a esta actividad.

Desde la gestión 2014 la empresa COMRURAL XXI SRL. trabaja eventualmente con turnos adicionales de trabajo para cumplir con la demanda, sin embargo, a partir de la gestión 2016 se incrementaron significativamente debido a la demanda creciente, es por ello que se analiza posibles soluciones para cubrir la demanda gestionando los recursos necesarios a mediano y corto plazo.

1.2.1 Diagrama de Ishikawa



1.2.2 Planteamiento del problema

Del diagrama de Ishikawa se puede concluir que por la falta de la capacidad para cumplir con la demanda, la empresa incurre en el incremento de turnos de trabajo lo que conlleva al descenso de rendimiento de los operadores, máquinas y en consecuencia reduce la productividad de la empresa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de Gestión de la Producción en la empresa COMRURAL XXI SRL. empleando herramientas de ingeniería industrial para integrar todos los subsistemas relacionados con el funcionamiento de la industria e incrementar la productividad de la empresa.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Examinar el contexto actual del mercado internacional del grano de quinua para identificar oportunidades de crecimiento.
2. Estudiar las diferentes áreas de la organización, para la detección de posibles problemas que afecten de manera directa o indirecta la productividad de la empresa y en base a técnicas de ingeniería industrial proponer mejoras a los problemas identificados.
3. Realizar un estudio de ingeniería de métodos para la cuantificación de tiempos productivos, improductivos además de la capacidad de la línea de beneficiado y proceder con la optimización del proceso productivo.
4. Examinar el control actual de la calidad en base a técnicas de control estadístico para presentar posibles mejoras en base al estudio realizado.
5. Realizar un análisis del contexto actual de la empresa COMRURAL XXI SRL. en seguridad industrial y salud ocupacional para presentar propuestas de control y seguimiento.
6. Presentar posibles opciones de planificación de producción, para programar la disposición de los recursos necesarios para la ejecución del plan seleccionado.

7. Analizar la factibilidad de la propuesta presentada para tomar de decisiones en base a las propuestas presentadas y los resultados obtenidos de dicho estudio.

1.4 JUSTIFICACIÓN

1.4.1 Justificación económica

Son importantes los beneficios económicos nacionales percibidos por la exportación del grano beneficiado de quinua, por lo que el presente proyecto no solo beneficia a la empresa sino también al país por el ingreso económico de exportación e impuestos además de la generación de trabajo en los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí e ingreso económico seguro para los productores pertenecientes a las asociaciones productoras de quinua.

1.4.2 Justificación académica

Con la presentación de este proyecto se realiza un análisis crítico y analítico del proceso de producción, empleando las distintas herramientas de Ingeniería Industrial;

Ingeniería de Método: se cuantifica la productividad actual, se obtiene la capacidad real de cada línea de producción, tiempos improductivos de cada línea además de propuestas de mejoras para la eliminación de posibles complicaciones en el proceso.

Control de calidad: permite hallar los puntos críticos de control del proceso productivo así mismo los parámetros de control de materia prima y producto terminado además de realizar la evaluación con controles estadísticos de calidad.

Gestión de la producción: permitirá la optimización de los métodos de planificación de la producción para un funcionamiento óptimo de la empresa.

Seguridad industrial y salud ocupacional: se realiza una evaluación de la situación actual de la empresa en esta área, debido a que es de vital importancia preservar la seguridad e integridad del recurso humano con el que cuenta la empresa.

Preparación y evaluación de proyectos: se observará la evaluación económica de las mejoras presentadas respaldadas por indicadores económicos y financieros.

1.4.3 Justificación Social

Es importante resaltar que la empresa COMRURAL XXI SRL. actualmente trabaja con 5000 productores de grano para el proceso de adquisición de materia prima, trabajando con la filosofía de adquisición a precios que benefician a los productores, esto conlleva al desarrollo económico de estos cultivadores y contribuir a una mejora de calidad de vida además de preservar la producción de un alimento nutritivo respetando el cuidado medio ambiental.

1.5 ALCANCE

El siguiente proyecto está orientado en el proceso productivo de la línea de beneficiado de quinua, para lograr un proceso eficaz a través de un sistema de gestión de la producción que contempla el enfoque desde la materia prima hasta el producto final.



CAPÍTULO 2. ESTUDIO DEL SECTOR DE LA QUINUA

2.1 LA QUINUA

2.1.1 Definición de la quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un cultivo de alto valor nutritivo que contiene más proteínas que la mayoría de los alimentos vegetales. La quinua es considerada una semilla (vegetal), pero se come como un cereal. La quinua se cultiva principalmente en los países andinos y a menudo se le denomina el grano de oro de los Andes. “La quinua es ligera, sabrosa y fácil de digerir” (FAO, 2018).

Existen varias formas de clasificación de los granos de quinua entre ellas se puede citar por su tipo de producción, por contenido de saponina, por la granulometría y aspecto físico del grano.

2.1.1.1 Clasificación de la quinua

- I. Clasificación por tipo de producción:** es uno de los tributos de mayor importancia para clientes externos, por lo cual se pueden clasificar en:
 - A.** “Quinua ecológica (orgánica o biológica): es la quinua cuyo sistema de producción, beneficiado, manipuleo almacenamiento y comercialización está regido por normas nacionales como internacionales, cuyo propósito fundamental está condicionado al desarrollo del cultivo sostenible, la preservación de los recursos naturales, la biodiversidad y la conservación del medio ambiente, respaldado por la respectiva certificación emitida por un organismo legalmente acreditado” (Norma Andina NA 0032, 2007).
 - B.** Quinua convencional: “Es aquella quinua que no cumple con los requisitos establecidos en la definición de la quinua ecológica” (Norma Andina NA 0032, 2007).
 - C.** Quinua tradicional (natural): “Se entiende por aquella producida por el agricultor con el uso de maquinaria agrícola o insecticidas químicos” (Norma Andina NA 0032, 2007).

II. Clasificación por composición de saponina presente en el grano

Todos los granos de quinua se hallan envueltos por una capa de saponina, la misma es usada para la transformación de productos derivados contribuyendo a la industrialización de este grano. Según (Norma Andina NA 0032, 2007) “la saponina esta constituidas por uno o más glucósidos y una aglicona llamada genéricamente sapogenina”.

- A.** Quinua amarga: “Se denomina quinua amarga a los granos de quinua que llevan un mayor contenido de saponina en su pericarpio, confiriéndole un sabor amargo, este contenido puede variar de acuerdo a la variedad o ecotipo (requiere obligatoriamente de lavado y/o escarificado)” (Norma Andina NA 0032, 2007).
- B.** “Quinua dulce (no amarga): Se denomina quinua dulce a las variedades y ecotipos de quinua cuyos granos contienen bajos niveles de saponina en su pericarpio” (Norma Andina NA 0032, 2007).

Estas son las principales formas de clasificación de los granos de quinua, conforme al tipo de cosecha y la composición de saponina que se ubica en el pericarpio del grano.

2.1.2 Propiedades nutricionales

Fueron varios los estudios realizados para demostrar los beneficios del grano de quinua, y para declarar la gestión 2013 como el “Año internacional de la Quinua” según la FAO, esto con el objetivo de dar a conocer los atributos con los que cuenta este alimento, ya que debido a la presencia de aminoácidos esenciales puede suplir fácilmente a productos de consumo diario como ser la leche, carne además del huevo. Así mismo es importante realizar comparaciones del valor nutritivo de los alimentos mencionados con la quinua, en relación al contenido de proteínas, grasas, azúcar, hierro y calorías.

Tabla 2-1 Valor nutritivo de la quinua en comparación con otros alimentos

Componentes %	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche Vacuna	Leche Humana
Proteínas	13	30	14	18	3,5	1,8
Grasas	6,1	50	3,2		3,5	3,5
Hidratos de carbono	71					
Azúcar					4,7	7,5
Hierro	5,2	2,2	3,2		2,5	
Calorías	350	431	200	24	60	80

Fuente: (FAO, 2018)

2.1.2.1 Composición y valor nutritivo:

En la actualidad el consumo de la quinua se ha convertido en una opción de remplazo a cereales que son de consumo masivo en la alimentación boliviana, por lo que es importante realizar una comparación del aporte nutritivo del grano de quinua en relación a estos cereales como son: arroz, trigo y maíz.

Tabla 2-2 Composición de nutrientes de la quinua en relación a cereales (%)

Grano	Proteína	Grasa	Fibra	Ceniza	Carbohidratos
Quinua	13.81	5.01	4.14	3.36	59.74
Trigo	8.6	1.5	3	1.7	73.7
Arroz	9.9	1.55	0.7	0.64	74.24
Maíz	9.2	3.8	9.2	1.3	65.2

Fuente: (Risi, 2015, pág. 160)

A. Proteínas: según; (Risi, 2015, pág. 161) “Las proteínas constituyen por lo general entre el 12 y el 16% del peso de una semilla de quinua. Estas, a diferencia de los

cereales, son de alto valor biológico, pues contienen balances adecuados de todos los aminoácidos que son elementos que forman las proteínas”.

- B. Grasas:** según (Risi, 2015, pág. 167) “las grasas participan en la formación de membranas que constituyen la envoltura de células y elementos subcelulares. Casi todos los alimentos presentan lípidos. Estos, aun en el caso que sean componentes menores de los alimentos, requiere atención por su gran reactividad que afecta mucho a la calidad de los alimentos”.
- C. Carbohidratos:** según lo mencionado por; (Risi, 2015, pág. 169) “De los carbohidratos vegetales, el almidón es el componente más abundante del grano (66%) y una fuente importante de carbohidratos para la alimentación humana”.

2.1.2.2 Propiedades funcionales

- A. Fibra dietaria:** es oportuno resaltar las propiedades funcionales que contribuye este grano a la salud, ya que es una fuente muy rica en fibra dietaria, que reduce el nivel de colesterol en la sangre mejorando así el sistema cardiaco y previniendo los problemas cardiovasculares. Así mismo dentro de los atributos de la fibra dietaria también se pueden mencionar cualidades de evitar cáncer de colon, acelera la digestión y es ideal para combatir el sobre peso.
- B. Calidad de gluten free:** son alimentos considerados libres de gluten, pero que mantienen sus proteínas, es recomendable para aquellas personas celiacas que sufren particular sensibilidad al gluten, por lo que este producto es ideal para reemplazar el consumo de trigo. Según (Wilfredo Rojas, 2010, págs. 24-38) “El gluten es un material elástico compuesto de proteínas incompletas que en el organismo de los niños menores de nueve meses, pueden causar alergias y predisposición a la celiaquía, enfermedades que se caracteriza por la sensibilidad a la prolamina de los cereales”.

2.1.3 Beneficiado de la quinua

2.1.3.1 Proceso de Beneficiado de la quinua

Para ser de grado alimenticio, el grano de quinua debe pasar por una serie de procesos con el objetivo de reducir la presencia de saponina y de eliminar las impurezas presentes por la

cosecha del grano o cualquier posible contaminación.

- A. Escarificado:** es una operación física (proceso de fricción) mediante la cual se separa el pericarpio de la parte superficial de quinua.
- B. Lavado (de saponificado en húmedo):** es el proceso físico (Lavado con agua apta para el consumo humano a temperatura ambiente y posterior centrifugado), por medio del cual se separa la saponina. En este proceso se reduce al mínimo la presencia de trazas de saponina que pudieran quedar adherido al grano.
- C. Secado:** es la operación (Físico- mecánica), mediante la cual se elimina el exceso de agua presente en el grano, hasta alcanzar una humedad acorde a los requisitos.
- D. Clasificado:** es el proceso automático que tiene la finalidad de clasificar los granos que ingresan por los tamices.
- E. Seleccionado:** es el proceso mecánico que tiene por objeto separar y eliminar las impurezas, propias de la cosecha, (Pajillas piedrecillas, tierra, etc.).

2.2 EXPORTACIÓN DE LA QUINUA A NIVEL MUNDIAL

Entre los meses de enero a junio de 2017, Bolivia exportó quinua por un valor de 36.2 millones de dólares frente a los 38.2 obtenidos en mismo periodo de 2016, según datos del “Instituto Nacional de Estadística (INE)”.

Las exportaciones de beneficiado de Bolivia tuvieron un declive en volumen de exportación en las gestiones 2014-2016 sin embargo en la gestión 2017 se pudo observar un incremento en la demanda de 10% aproximadamente en relación a la gestión 2016.

2.2.1 Principales exportadores de quinua

2.2.1.1 Exportación del grano

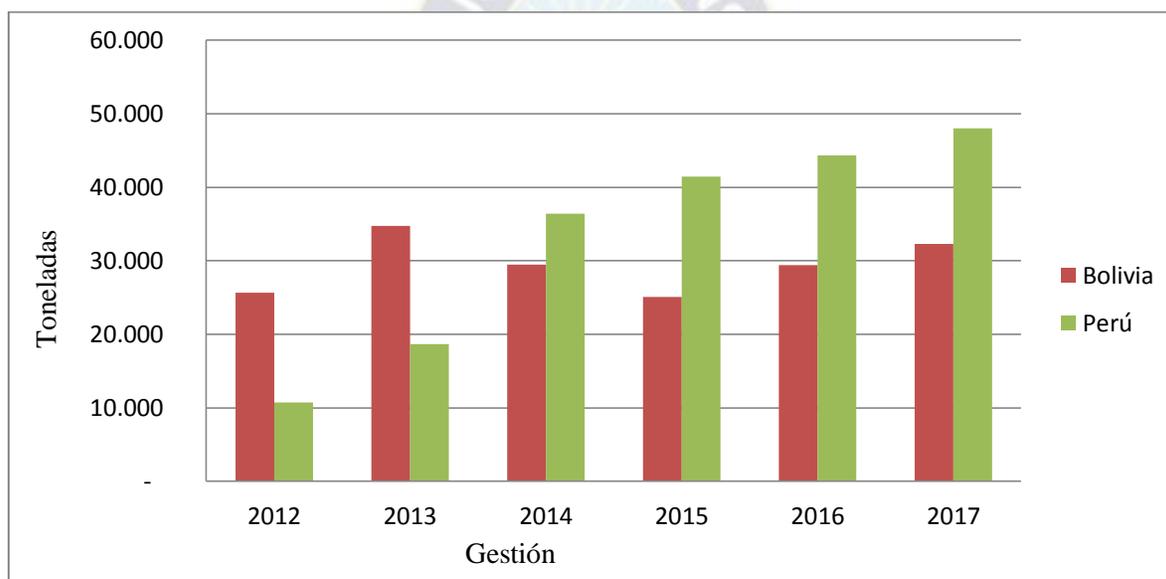
Previa declaración del “Año Internacional de la Quinua”. Bolivia fue el principal exportador de este producto, en la gestión 2014 se ve un incremento significativo en exportación de Perú que deja a Bolivia como el segundo mayor exportador de este grano.

Tabla 2-3 Exportación de quinua
(Expresado en toneladas)

País	Gestión					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bolivia	25,663	34,746	29,505	25,102	29,416	32,289
Perú	10,714	18,674	36,424	41,453	44,353	48,000

Fuente: (Padilla, 2018, pág. 9)

Gráfico 2-1 Principales exportadores de quinua
(Toneladas/ Gestión)



Fuente: en base a datos de tabla 2-3

2.2.1.2 Comparación de precios de exportación

Debido a la sobre oferta del producto, los precios se vieron afectados, presentando un declive considerable a partir de la gestión 2015, sin embargo, la organización Cabolqui considera que en cuanto se cierre la negociación de exportación con China y México los precios incrementarán por la demanda que generen estos países.

A continuación, se detallan los precios de los principales exportadores de quinua a nivel mundial.

Tabla 2-4 Historial de precio de exportación

Expresado en (mil \$us/ton)

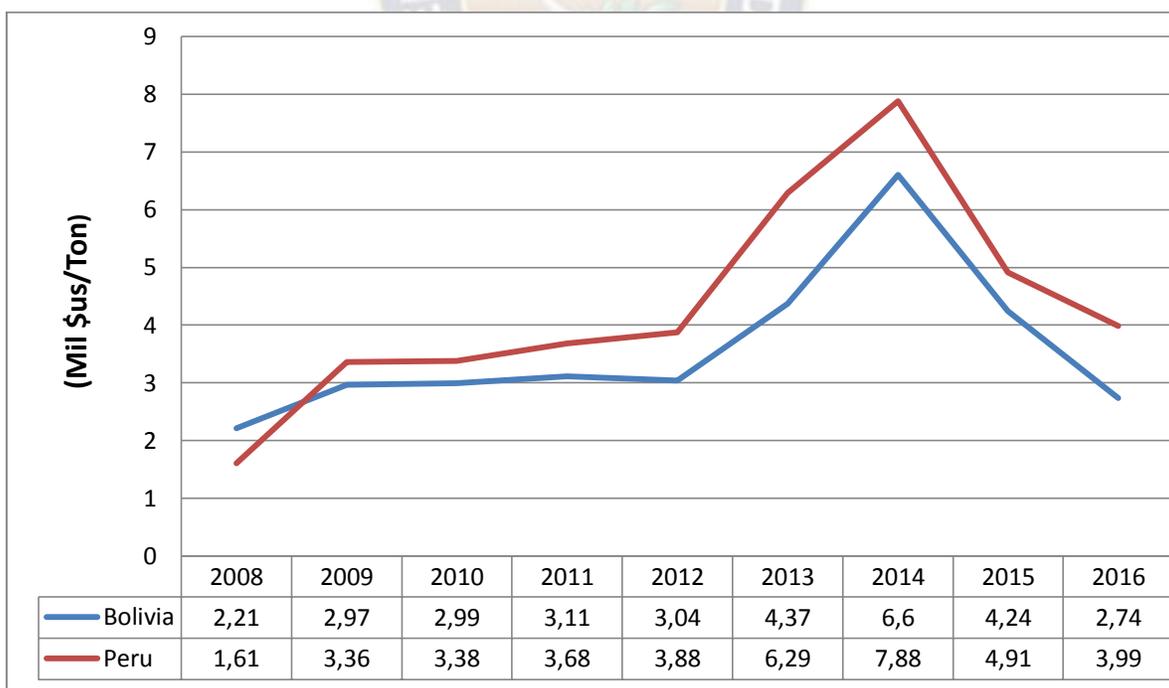
País	Gestión								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Perú	1.61	3.36	3.38	3.68	3.88	6.29	7.88	4.91	3.99
Bolivia	2.208	2.972	2.998	3.115	3.044	4.371	6.602	4.248	2.742

Fuente: (Instituto Boliviano de Comercio Exterior, 2016)

El siguiente cuadro muestra gráficamente la variación de precios de los países potenciales en exportación de quinua, así mismo la tendencia de precios.

Gráfico 2-2 Historial de precios de exportación

Expresado en (mil \$us/Ton)



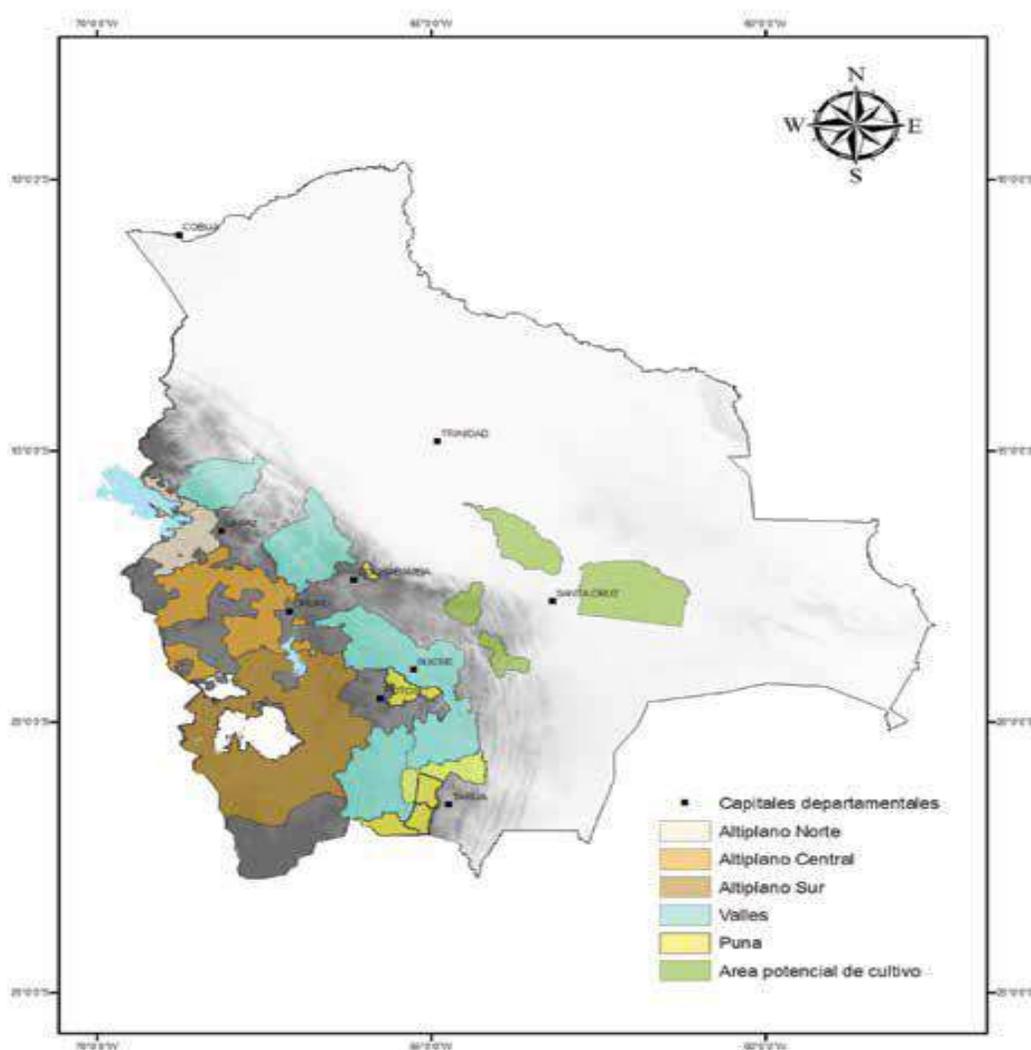
Fuente: base de datos de la tabla 2-4

2.3 LA QUINUA EN BOLIVIA

2.3.1 Importantes zonas de producción en Bolivia

En Bolivia se puede encontrar gran cantidad de zonas productoras de quinua, entre los primeros departamentos se encuentran: Potosí, Oruro, La Paz y Cochabamba, sin embargo se realiza una segmentación según las características de suelos que son importantes para una producción óptima del grano.

Ilustración 2-1 Principales zonas de producción de quinua en Bolivia



Fuente: (Risi, 2015, pág. 56).

Entre las principales zonas de producción del grano de quinua se pueden citar los siguientes;

- Altiplano norte
 - Altiplano central
 - Altiplano sur
 - Puna
-
- **Altiplano Norte:** “Integrado por municipios de Copacabana, Tito Yupanqui en la provincia de Manco Kapac; Achacachi, Huarina, Ancoraimes en la provincia de Omasuyos; Viacha, Tiahuanaco, Taraco, Guaqui, Jesús de Machaca y André de Machaca en la provincia de Ingavi; Pucarani, Batallas, Puerto Pérez y Laja en la provincia de Los Andes; Escoma Puerto Acosta y Puerto Mayor Carabuco en la provincia Camacho; y Caquiaviri en la provincia Pacajes” (Padilla, 2018, pág. 55).

Las características de estos sectores es que son altamente poblados y considerando que se encuentra cercana al lago Titicaca, parte de la población se dedica a la cría de peces y otra de sus características es que son de suelos húmedos.

- **Altiplano central:** Los municipios del altiplano central son; “El Choro, Corques, Sabaya, Caracollo, Eucaliptus, Totorá, Choquecota, Turco y Curahuara de Carangas el departamento de Oruro; San Pedro de Curahuara, Sica Sica, Patacamaya, Umala, Callapa, Calamarca, Colquencha, Collana Norte, Corocoro, Caquiviri y Calacoto en el departamento de La Paz” (Risi, 2015, pág. 57).

Las características que benefician a esta zona es que son levemente salinos o alcalinos entre las variedades mejor cultivadas en esta área están; Aynoka Waranga, Chucapaca, Jacha grano y Kamiri.

- **Altiplano Sur:** “La configuración actual del altiplano sur abarca los municipios de ColchaK, San Agustín, Tomave, Llica, San Pedro de Quemes, Uyuni y Coroma en el departamento de Potosí; Salinas de García Mendoza, Pampa Aullagas, Orinoca, Santuario de Quillacas, Las variedades seleccionadas y de comportamiento precoz son Mañiqueña y Qanchis Blanca; así mismo, se cultivan más de 20 variedades nativas que forman el complejo de la quinua Real, entre las preferidas están la Real Blanca, Pandela, Toledo y Pisankalla.” (Risi, 2015, pág. 59).

- **Valles interandinos:** “La zona de los valles interandinos se extiende a los departamentos de La Paz Cochabamba, Potosí, Chuquisaca y Tarija En esta zona se distinguen los valles ubicados al norte de las cordilleras Real y Tunari en los que están incluidos los valles de Sorata, Inquisivi, Independencia y Morochata” (Risi, 2015, pág. 62).

2.3.2 Productos derivados de la quinua

Actualmente en Bolivia debido a la creación de varias empresas procesadoras para el beneficiado de grano de quinua, se fueron diversificando las variedades de productos derivados del mismo, como ser; los insuflado de quinua, galletas de quinua, papillas, quinua instantánea, harina de quinua, hojuelas de quinua y productos derivados de la saponina entre detergentes y otros.

2.3.3 Certificación orgánica

En la última década la demanda de productos orgánicos se ha incrementado notablemente, ya que las tendencias de evitar alimentos genéticamente modificados han tomado un interés importante en el mercado mundial, por motivos como salud o consumir productos que sean amigables con el medio ambiente.

A pesar que no se cuenta con datos estadísticos acerca del consumo de productos orgánicos se puede mencionar que Estados Unidos es uno de los principales países que demanda productos con estas características, ya que existen fundaciones que apoyan la producción 100% orgánica trabajando en apoyar a los pequeños y medianos productores del altiplano de Bolivia, entre ellas se puede mencionar a “Fundación Valle”.

En la gestión 2002 se desarrollaron criterios nuevos para detallar los requisitos con los que debe contar un producto orgánico además de definir un producto orgánico.

“El ministerio de Agricultura de Estados Unidos (USDA) comenzará a aplicar su nuevo Programa Orgánico Nacional (NOP) el 21 de octubre de 2002. De acuerdo con las normas nacionales sobre productos orgánicos y su manipulación, el NOP reconoce cuatro categorías” (Forum de Comercio Internacional, 2002).

- “Producto 100% orgánico: Solo contiene ingredientes orgánicos” (Forum de Comercio Internacional, 2002).
- “Producto orgánico: contiene al menos un 95% de ingredientes orgánicos, en peso” (Forum de Comercio Internacional, 2002).
- “Producto hecho con ingredientes orgánicos: contiene más de 70% de ingredientes orgánicos. En la etiqueta del producto puede indicarse un máximo de tres ingredientes de producción orgánica” (Forum de Comercio Internacional, 2002).
- “Producto elaborado que contiene menos del 70% de ingredientes orgánicos: en la etiqueta principal del producto no puede usarse la palabra orgánico, sin embargo, en la lista de ingredientes del etiquetado pueden indicarse los que sean de producción orgánica” (Forum de Comercio Internacional, 2002).

Cada mercado ha desarrollado una serie de requisitos y estándares específicos. A nivel internacional se han creado diferentes normativas específicas de carácter nacional o regional respecto de la producción orgánica.

“USA NOP (States department of agriculture – National Organic Program Standard)”

Certificación orgánica para productos agrícolas, pecuarios y de recolección Silvestre bajos las normas USDA NOP para el mercado estadounidense que es uno de los mercados de mayor demanda.

2.3.3.1 Certificación orgánica en Bolivia

La certificación de productos ecológicos en Bolivia es competencia de “SENASAG” ya que es la autoridad certificadora y supervisora de cumplimiento de la ley N° 3525 la cual es la responsable de “planificar, promover, normar, gestionar y apoyar el establecimiento de programas y proyectos, promover lineamientos de políticas de desarrollo de la producción, ecológica, ejecutar y consolidar el proceso de desarrollo del sector agropecuario ecológico y de recursos forestales no maderables” (El Honorable Congreso Nacional, 2006, art. 9).

2.3.1 Definición del subsector industrial

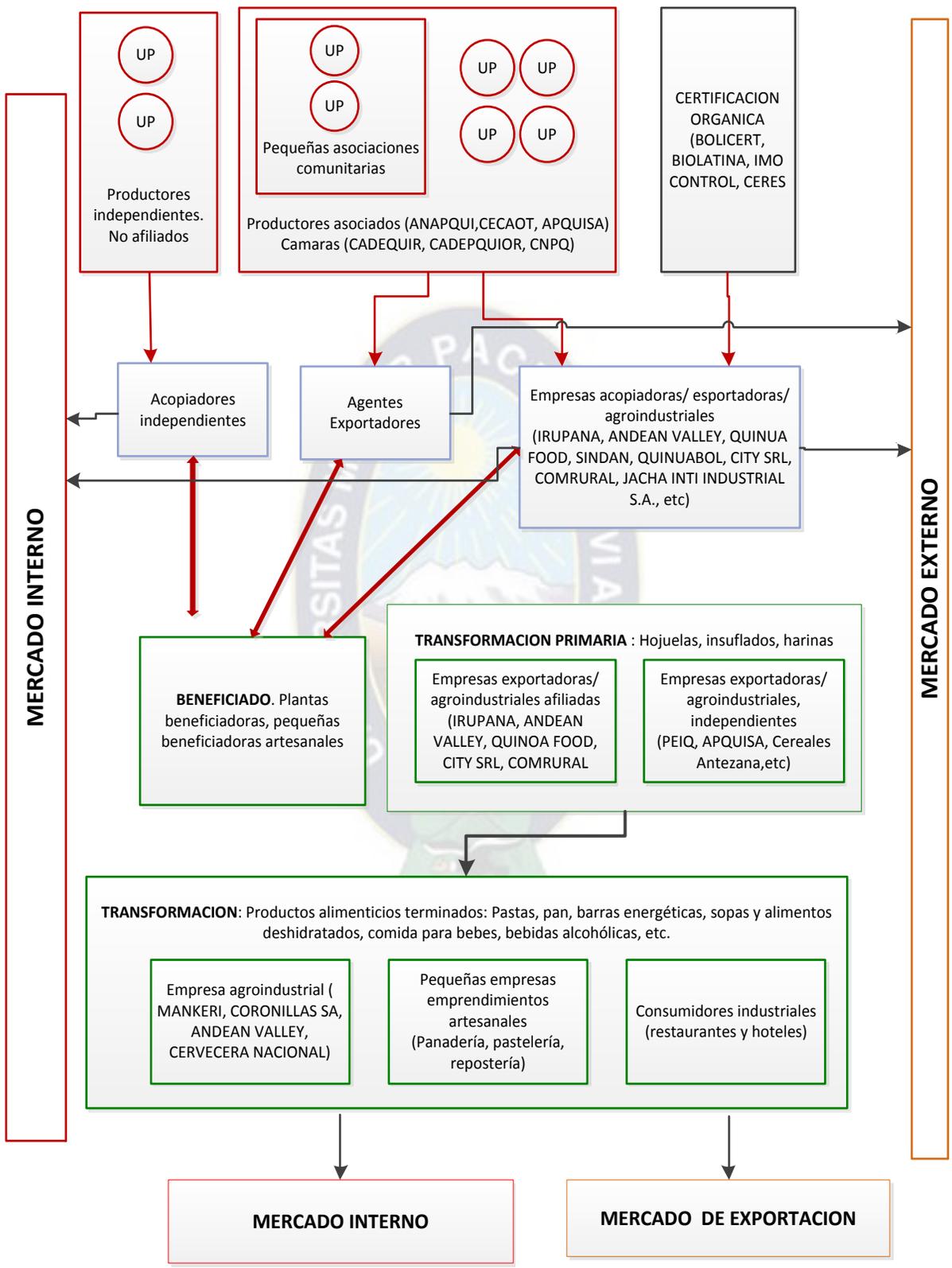
“La Clasificación Industrial Internacional” con sigla CIIU 3121 “Productos Alimenticios Diversos” menciona el sector de beneficiado de los cereales entre ellos el grano de quinua.

2.4 ANÁLISIS DEL AMBIENTE EXTERNO

2.4.1 El clúster de la quinua



Fuente: ICCA, Grano de Quinua



Fuente: ICCA, Grano de Quinoa

2.4.2 Ciclo de vida del sector industrial

El ciclo de vida del sector industrial dedicado al beneficiado del grano de quinua, se encuentra en declive posterior a la declaración del “Año Internacional de la Quinua” dictado por “La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)”, sin embargo se puede distinguir oportunidades significativas de exportación de productos con valor agregado, lo que significa la oportunidad de exportación de productos que hayan sido transformados con mano de obra boliviana, como ser; quinua instantánea, galletas de quinua, barra de cereales, harina de quinua, e insuflados de quinua, entre otros.

Otra de las oportunidades de crecimiento del sector son las negociaciones internacionales que se pueden realizar con países como; China y México que son los interesados en la importación de la quinua boliviana por sus características.

2.5 CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO

La quinua es un alimento altamente nutritivo y proteínico, reconocido como el grano de oro, por sus distintas propiedades nutritivas y gracias al “Año internacional de la Quinua” que se llevó cabo en la gestión 2013 por “La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación” (FAO), gracias a ello se encontró nuevos mercados para la comercialización del grano de quina reforzando el mercado americano y europeo, sin embargo el potencial marketing que se realizó en esta gestión, originó que países como Chile, Argentina, Colombia y Perú incrementen la producción de este producto e incluso es importante mencionar que países que no cumplen con los requisitos para el cultivo de la quinua profundizan estudios científicos para su cultivo con granos genéticamente alterados como actualmente se realiza en Estados Unidos. Sin embargo, Perú y Bolivia continúan siendo los principales exportadores del grano. En la gestión 2017 y parte de la gestión 2018 se lleva a cabo negociaciones para poder exportar a países como China y México.

CAPÍTULO 3 ESTUDIO ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.1.1 Localización

Ilustración 3-1 Estructura de la empresa COMRURAL XXI SRL.



Fuente: (COMRURAL XXI SRL, 2007)

Ilustración 3-2 Ubicación de la empresa COMRURAL XXI SRL.



Fuente: (COMRURAL XXI SRL, 2007)

Dirección de la empresa: “Avenida Estructurante esq. Conquistador No. 25- La Paz- Bolivia” (COMRURAL XXI SRL, 2007).

3.1.2 Tamaño

A la gestión 2018 la empresa tiene una capacidad instalada de 4.800 TM/Año, sin embargo, su capacidad actual utilizada es de 3.900 TM/Año.

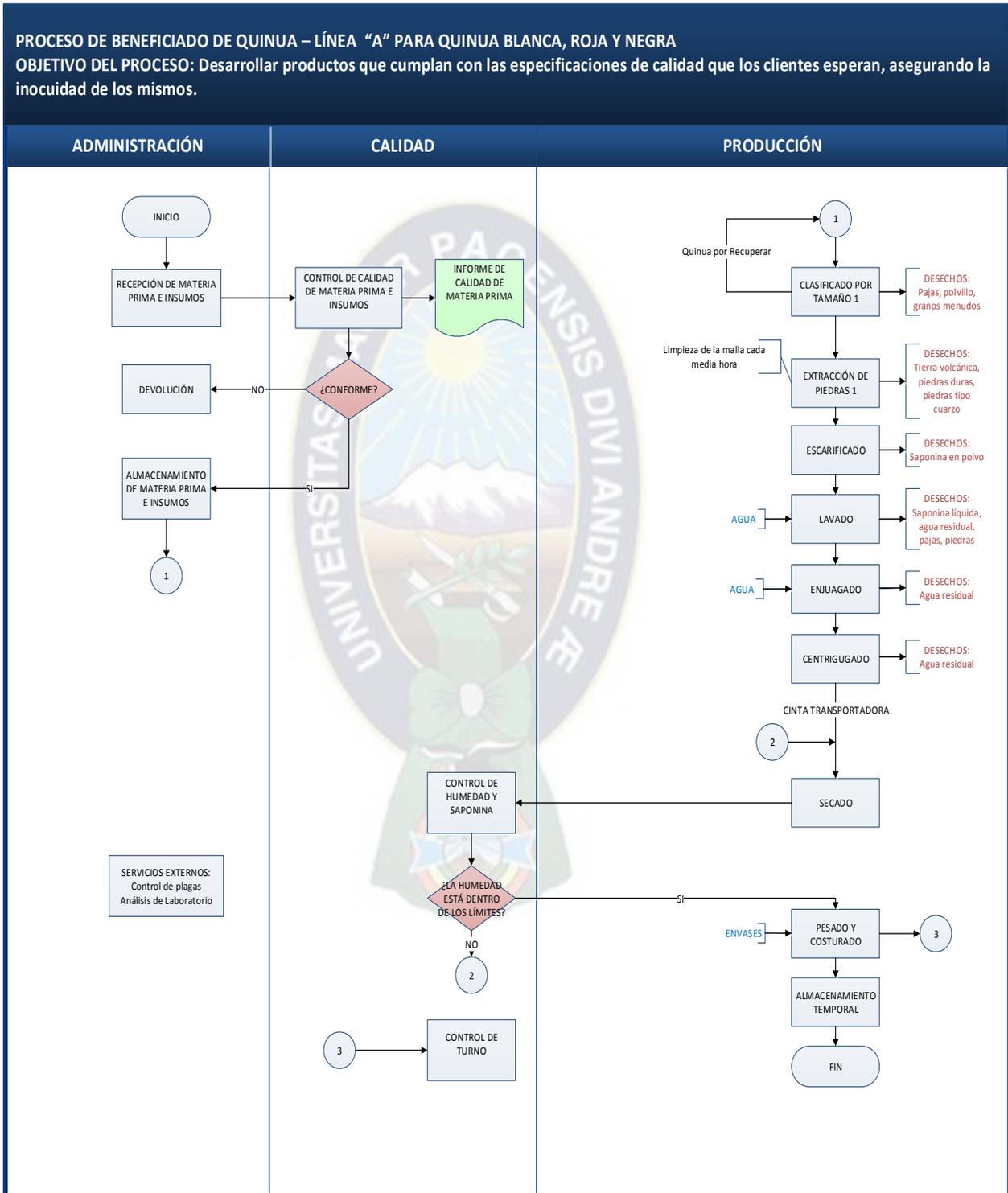
3.1.3 Aspectos técnicos

3.1.3.1 Insumos

- a) **Materia prima:** es importante mencionar que uno de los requisitos de la empresa, es que los proveedores cuenten con la certificación orgánica, ya que es auditado por la certificación orgánica con la que cuentan. Entre sus principales proveedores de materia prima se puede mencionar a los siguientes;
- **APQUISA:** es una “Asociación de Productores de Quinoa Salinas”, es una organización sin fines de lucro que busca apoyar a los productores de Salinas para obtener productos respetando el medio ambiente. “Actualmente cuenta con 1.800 productores. Entre los productos de mayor cosecha se encuentran la quinoa real blanca, roja y negra del Altiplano Sur de Bolivia” (APQUISA, 2014).
Entre las certificaciones cuenta con; “la certificación de BOLICERT Ltda. Previo cumplimiento de la Regulación NOP-USDA para Norteamérica, reglamentos 834/2007 y 889/2008 de la Comunidad Europea. Procedimientos Bolicert para la certificación orgánica bajo las normas EU-NOP y CAN” (APQUISA, 2014).
 - **ANAPQUI,** “es la primera organización constituida en La Paz en la gestión 1983 como resultado al primer congreso organizado por los productores del departamento de La Paz. Posterior a la reunión realizada resuelven constituir la asociación con el nombre de “Asociación Nacional de Productores de Quinoa” con la sigla de ANAPQUI afiliada a la COROCA nacional. ANAPQUI define apoyar en los procesos de producción orgánica de la Quinoa Real, en el beneficiado” (ANAPQUI, 2018).
- b) **Insumos:** Los insumos complementarios como ser envases, hilos, son importados, debido a la exigencia de calidad que requieren cumplir, para mantener la inocuidad del producto.

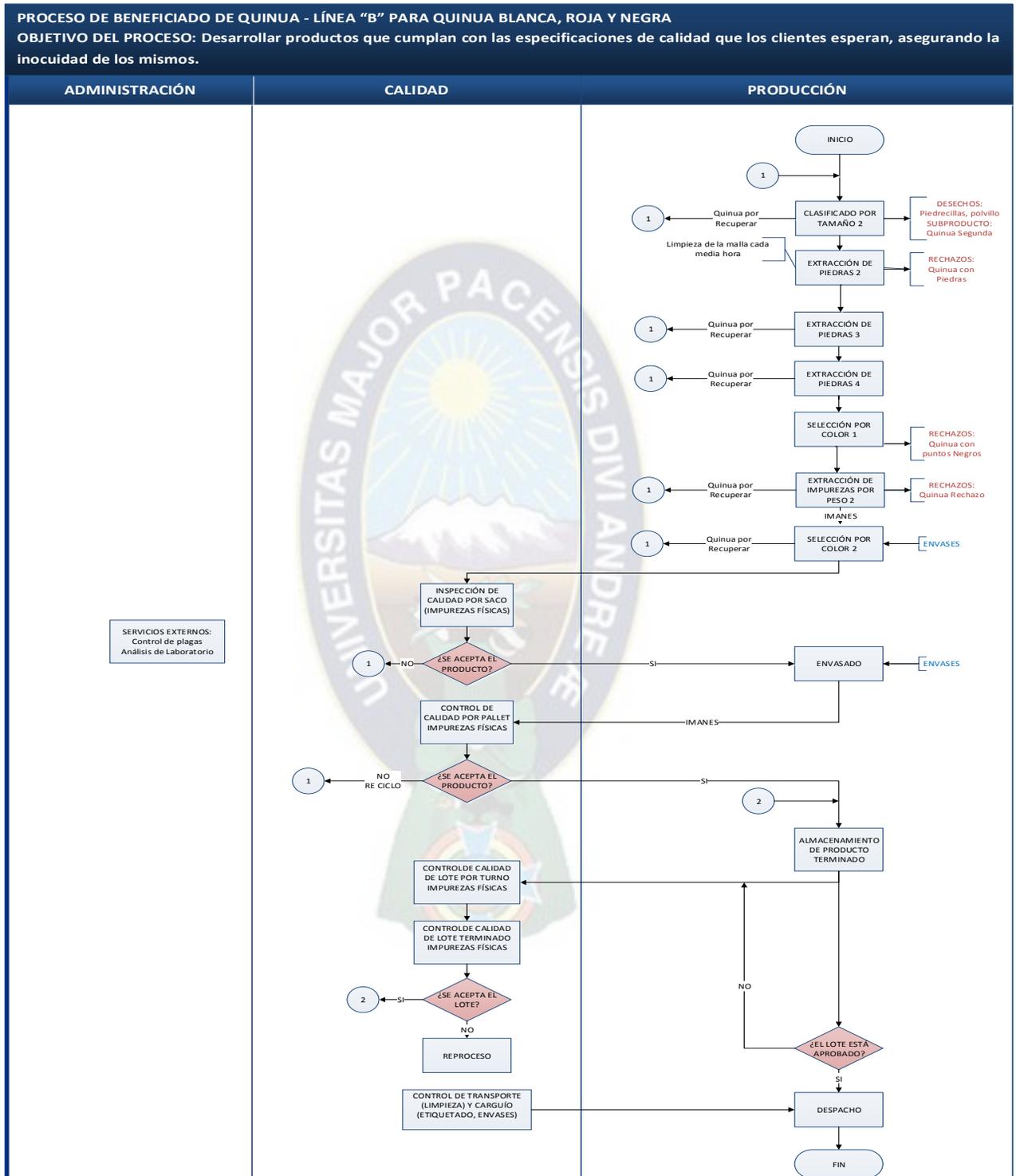
3.1.3.2 Proceso de producción

I. Descripción del proceso



Fuente: base de datos de la empresa COMRURAL XXI SRL

Descripción del proceso (Continuación)



Fuente: base de datos de la empresa COMRURAL XXI SRL.

El proceso de beneficiado de quinua se divide en dos etapas; la etapa de pre limpieza que comprende un clasificado inicial, despedregado, escarificado en seco, desaponificado por vía húmeda, enjuagado, centrifugado y secado de los granos de quinua, esta primera etapa elimina las impurezas de mayor tamaño, peso además de la eliminación del contenido de saponina. En la segunda etapa de producción se realiza el proceso final de beneficiado, eliminando la contaminación física como piedrecillas y pajillas que tienen aproximadamente el mismo peso que la quinua, en esta etapa se puede apreciar eliminación de impurezas por peso, tamaño y color.

- A. Sector de pre limpieza:** Este sector comprende las siguientes operaciones: clasificado, extracción de piedras y escarificado (pelado del grano). La elección de los lotes a producirse es elegido en coordinación del jefe de producción y responsable de producción.
- **Clasificación por tamaño:** una vez identificado el lote de producción, inicia la alimentación del producto al primer cangilón para ingresar al primer clasificador, el cual cuenta con dos tamices que separan las impurezas más grandes y pequeñas en relación al grano de quinua, de este proceso se puede observar la presencia de sub productos como quinua menuda y pajillas.
 - **Extracción de piedras:** El producto ya clasificado, inicia el proceso de extracción de impurezas por peso, de acuerdo a las características con las que llega el grano en esta primera instancia se eliminan las piedras de mayor por la vibración del equipo.

Ilustración 3-3 Foto referencial máquina de extracción de piedras

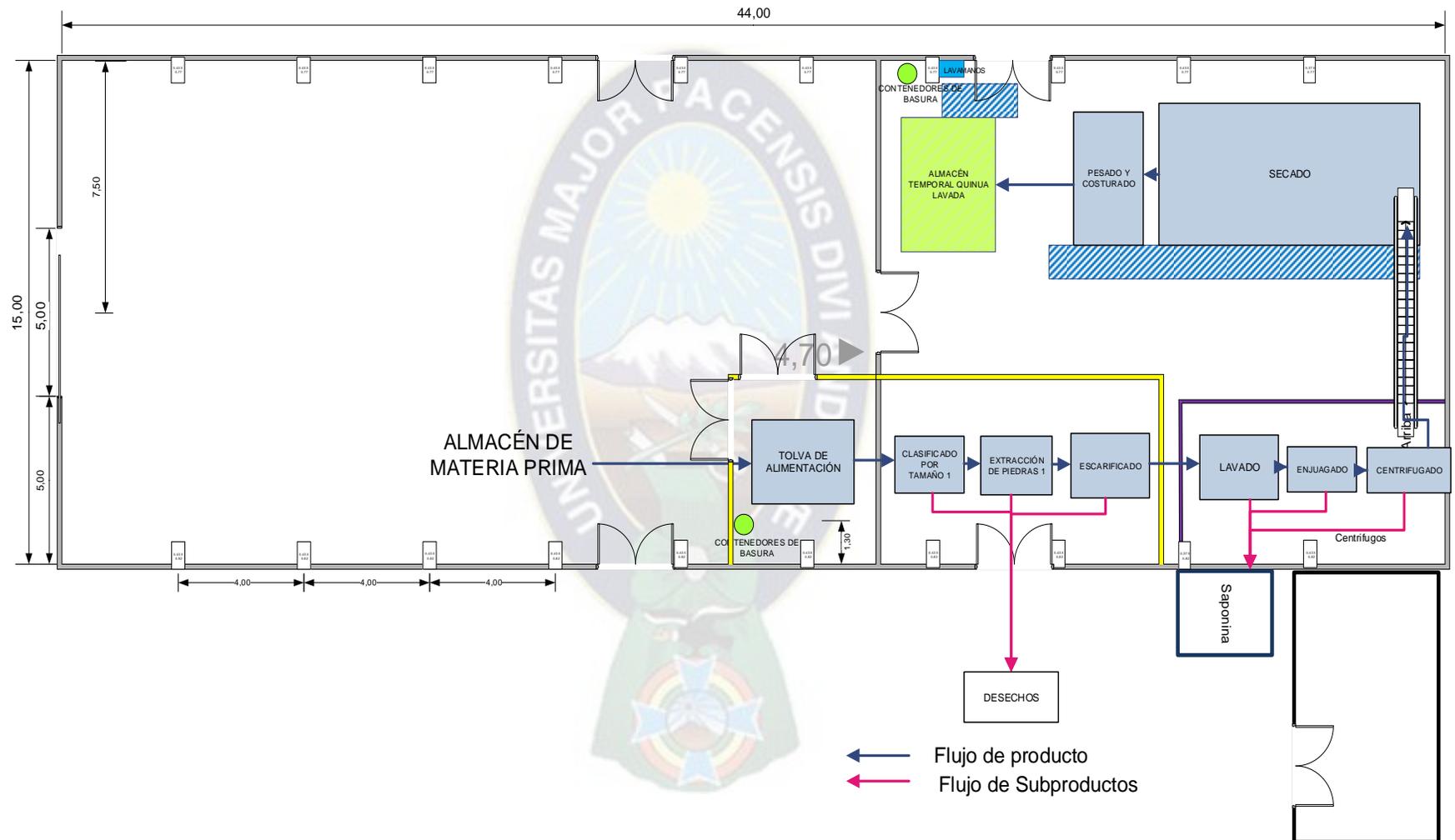


Fuente: (Rocabado, 2015)

- **Escarificado:** se genera fricción sobre los granos con el rodillo y las costillas de los escarificadores sobre una malla inoxidable, la cual permite tamizar la saponina evitando la fuga de granos de quinua. La regulación de la fricción ejercida sobre los granos es directamente proporcional al contenido de saponina con la que cuenta el grano además de hacer consideraciones como el color y tipo de grano.
- **Sector lavado:** posterior al proceso de escarificado, el grano de quinua contiene aun un porcentaje de saponina que sobre pasa el margen permitido por lo que se asegura la eliminación mediante un proceso de lavado, enjuagado y centrifugado, donde el grano sale con una humedad del 50% aproximadamente.
- **Sector Secado:** la empresa en búsqueda de optimizar el proceso de producción instala dos cámaras cilíndricas verticales de secado en base a aire caliente, esta operación tiene como objetivo reducir la humedad de los granos hasta una humedad de 12% según normas de NB 0032 para evitar los peligros de desarrollo de moho. Las temperaturas de regulación están en función del caudal de ingreso a las cámaras de producción.
- **Pesado y costurado:** a la salida del producto del equipo de secado se realiza un control de humedad para verificar el cumplimiento de los requisitos solicitados, la quinua que cumpla con estos requisitos procede a ser envasada en yutes de 45 kilos y acomodados a 20 sacos por pallet.
- **Traslado de producto almacenamiento temporal:** existe dos operadores encargados del traslado del producto de la línea A a la línea B cumpliendo con la organización en coordinación con los supervisores de producción.

Las operaciones correspondientes a cada etapa se resumen en el diagrama de flujo del proceso que se detalla a continuación.

Ilustración 3-4 Lay out línea A etapa de pre limpieza



Fuente: base de datos de la empresa COMRURAL XXI SRL.

El producto que pase los controles de calidad de producto secado, es almacenado y trasladado a la línea de beneficiado final.

B. Línea de procesamiento B: El responsable de producción coordina con el supervisor de producción de turno sobre los lotes de quinua lavada a ser empleada en el proceso de la línea.

- **Clasificado:** la quinua lavada es trasladada al proceso de la línea B en coordinación con los supervisores de calidad se alimenta el lote asignado en esta operación se realiza la eliminación de impurezas físicas por tamaño las que no fueron excluidas en el proceso del primer clasificado, este clasificador consta de tres tamices en el primero se eliminan impurezas de gran tamaño, por el segundo tamiz pasan los granos considerados buenos y en el tercer tamiz se clasifican los granos picados y partículas pequeñas, a partir de este tamiz se obtiene el sub producto quinua segunda, que es comercializado a menor precio.
- **Extracción de piedras:** posterior a la segunda clasificación del producto se procede a la eliminación de restos de impurezas por peso con una vibración menor a la del primer densimétrico, considerando que la mayoría de las impurezas tienden a ser muy similares al peso de la quinua.
- **Selección por color:** la quinua pasa por un selector óptico, donde se eliminan granos de color distinto al programado, con ayuda de unas válvulas y tres cámaras que controlan el paso de grano en cinco canales se eliminan el 80% de los granos de color, entre estos granos también se eliminan impurezas de distinto color.
- **Extracción de impurezas por peso (Mesas gravimétrica):** es una de las últimas fases de eliminación de impurezas donde gracias a la vibración programada en función de la limpieza del grano elimina partículas pesadas y livianas para obtener un producto promedio a un 95% de pureza.

Ilustración 3-5 Foto referencial máquina de eliminación de impurezas por peso



Fuente: (Rocabado, 2015)

- **Selección por color 2:** este equipo elimina aproximadamente el 18% restante de granos de color por lo que se procede a obtener un producto de mayor pureza
- **Separador de metales:** el equipo Stonner es uno de los principales equipos que asegura la eliminación de posible contaminación del producto con materiales metálicos por desprendimiento de partes internas del equipo ya que cuenta con un imán de 1600 gaus que es ejercida en un área de 0.3 metros cuadrados.
- **Inspección de calidad:** el producto es recepcionado en yutes de 45 kilos para su inspección de saco a saco por las inspectoras de calidad de acuerdo a los parámetros establecidos en el capítulo de control de calidad.

En caso que de que el producto no cumpla con los requisitos de pureza será transportado hasta el inicio de la línea B para iniciar el reproceso del producto desde el clasificador 2 y serán nuevamente evaluados hasta cumplir los requisitos.

- **Envasado:** posterior a la aprobación del producto, el operador envasador es el encargado de envasar el producto de acuerdo a la presentación requerida por el cliente final.
- **Control de calidad:** El área de control de calidad toma una muestra para generar un informe del lote final de exportación, verificando el cumplimiento de los requisitos para ser exportados, en caso que no cumplan con estos, serán reprocesados en coordinación de producción y calidad.

- **Almacenado:** el producto terminado aprobado es trasladado al almacén de producto terminado para la programación de despacho.

Ilustración 3-6 Foto almacén de producto terminado

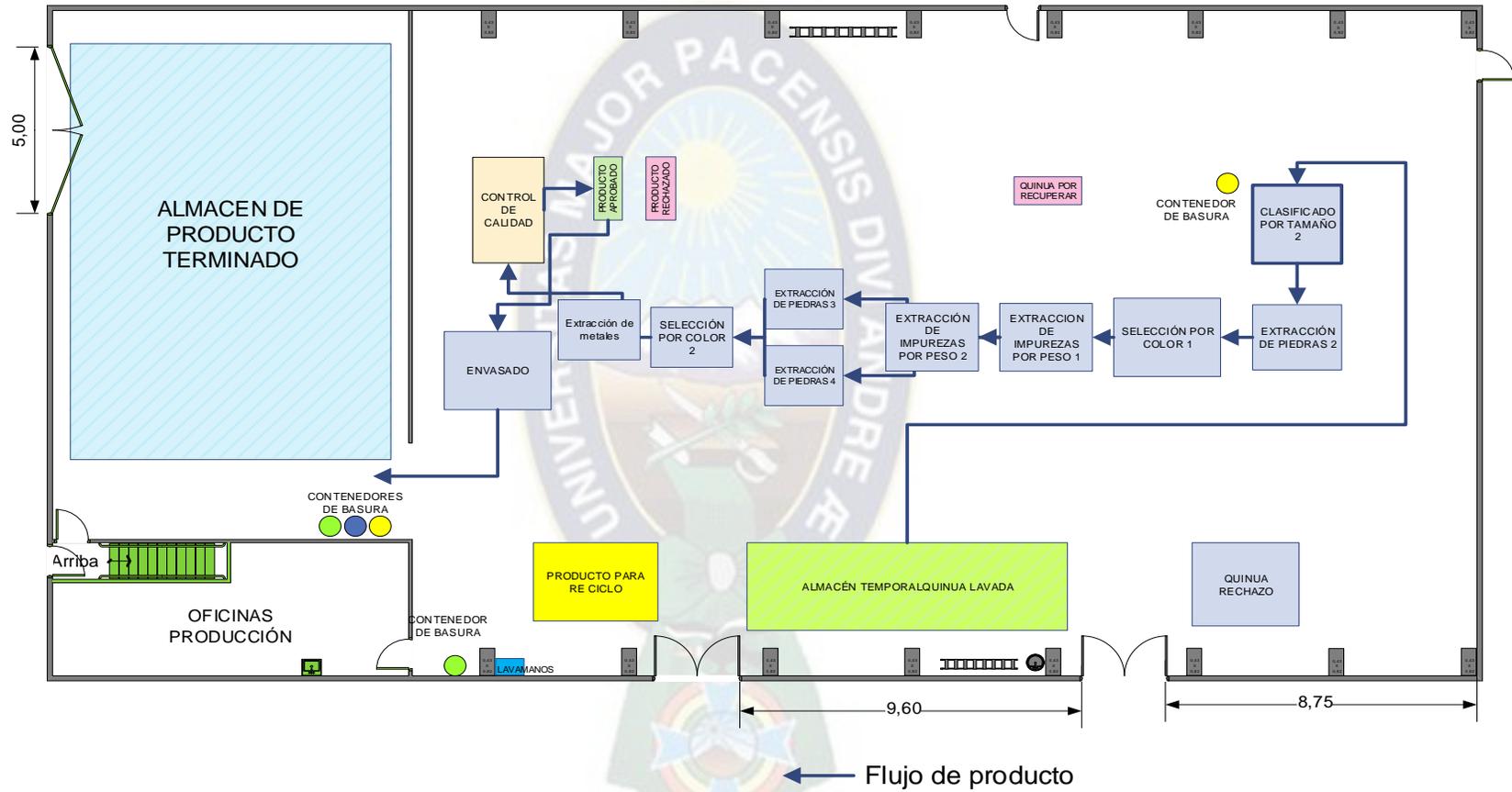


Fuente: (Rocabado, 2015)

- **Despacho:** en coordinación con logística se programa la fecha de despacho del lote, posterior a la inspección de los entes reguladores.
Para consolidar el despacho se realiza la limpieza profunda del contenedor según procedimiento de limpieza y se requiere la aprobación de calidad para proceder con el carguío, en el proceso de carguío calidad toma una muestra del 5% para conformidad de peso bruto.

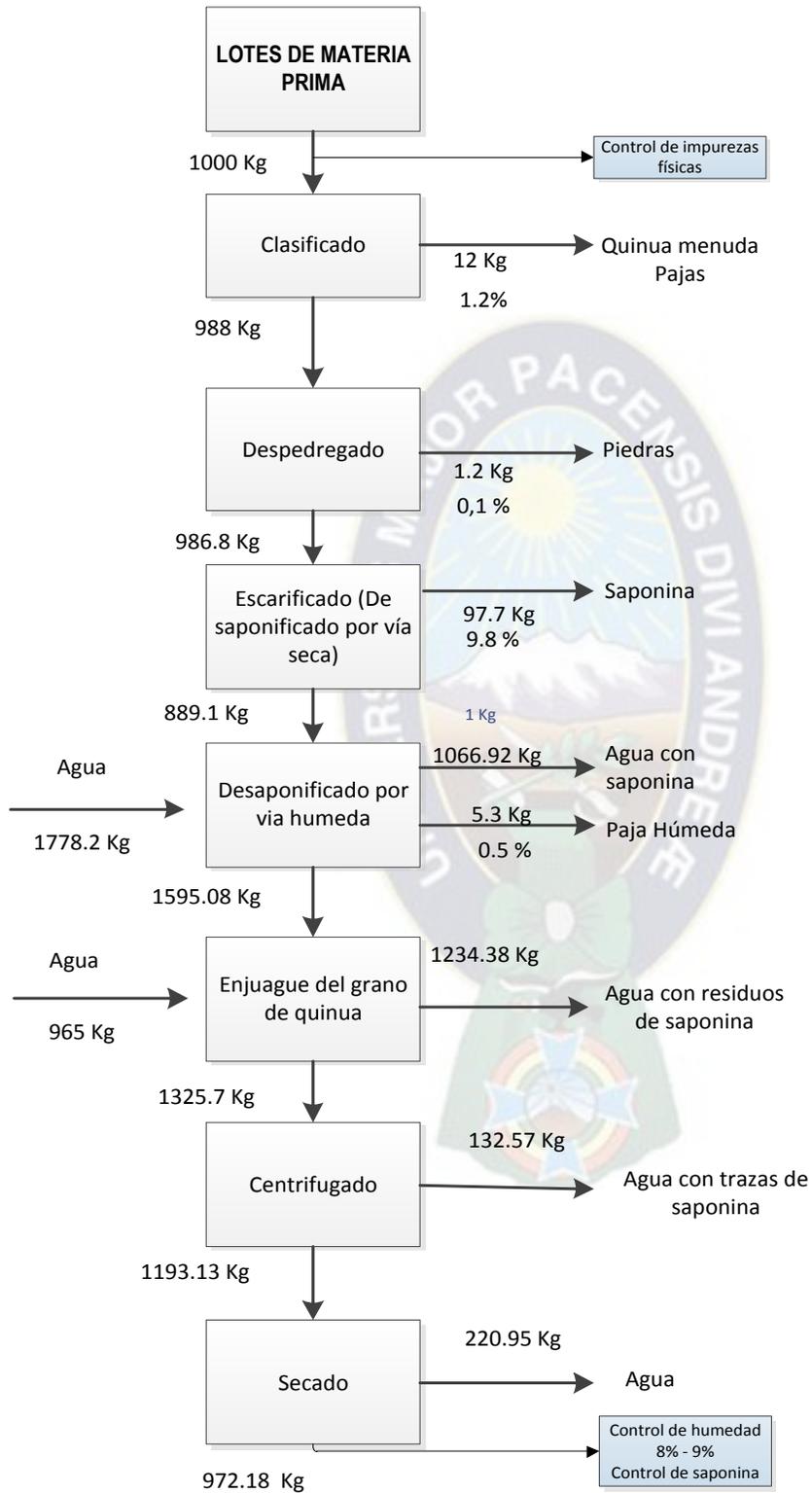
Para un seguimiento detallado en la ilustración 3-7 se presenta el lay out actual de la línea B.

Ilustración 3-7 Lay out línea B etapa final de limpieza

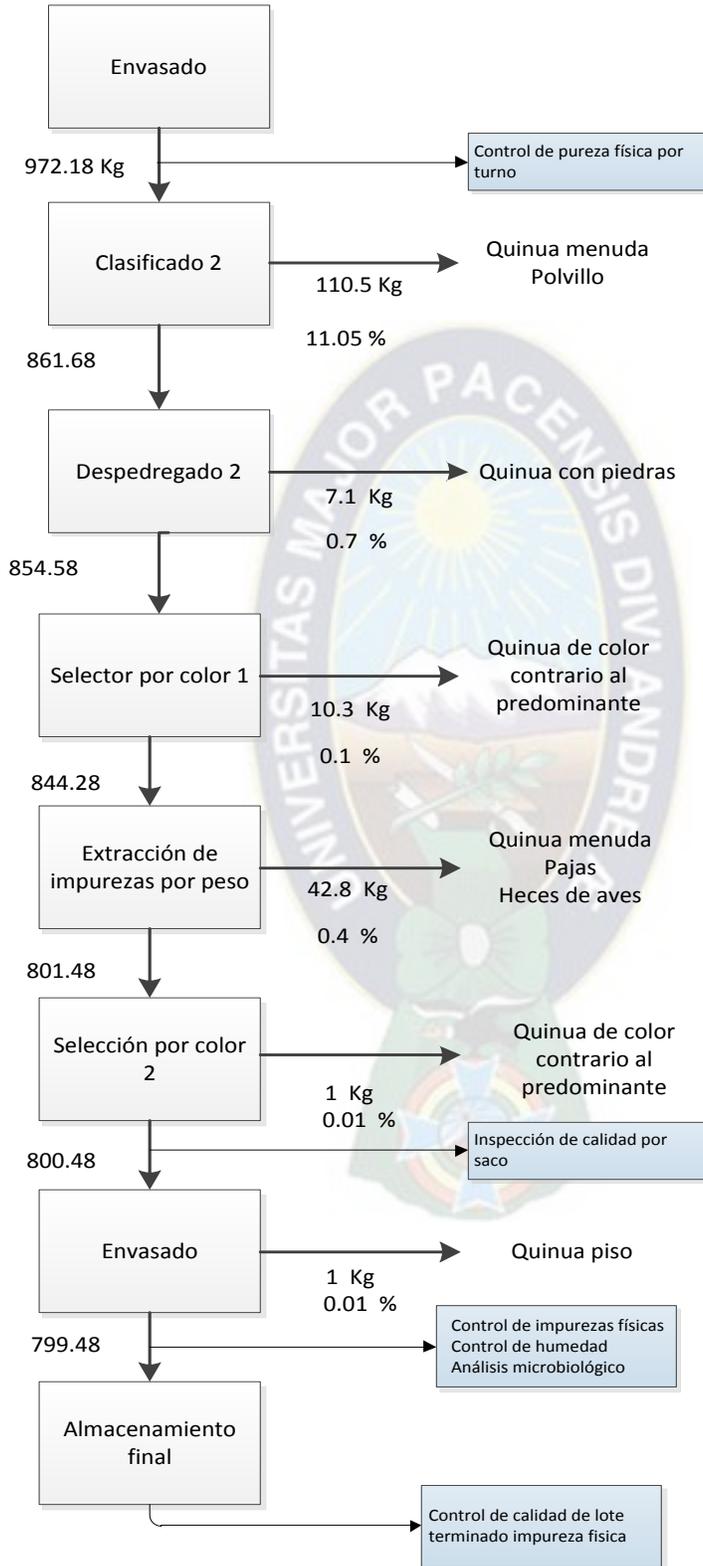


Fuente: base de datos empresa COMRURAL XXI SRL.

I. Balance másico actual



Balance másico actual (continuación)



De acuerdo al balance másico realizado, el producto merma aproximadamente en 20%, sin embargo es importante mencionar que la merma oscila en función de la calidad del grano de cada lote, ya que si los granos son pequeños, genera mayor merma en clasificadores y eliminación de impurezas por peso. Así mismo otro de los factores que incrementa la merma en el proceso es la inestabilidad de los escarificadores, ya que si no es controlada adecuadamente existe la posibilidad de que piquen los granos de mayor tamaño.

3.1.3.3 Máquinas

Los equipos empleados para la línea de beneficiado de quinua se detallan en los siguientes cuadros.

Tabla 3-1 Especificaciones de maquinaria línea A

Máquinas	Especificaciones	Capacidad Kg/Hora
Clasificador vibratorio	El equipo separa los granos por medio de dos niveles de tamices los cuales vibran en una estructura por medio de moto vibrador excéntrico soportado por muelles de goma con inclinación regulable.	1150
Densimétrico	Realiza seleccionado gravimétrico de piedras por medios mecánicos de vibración y aire, gracias a una turbina y eje excéntrico sincronizados en una mesa de plancha con orificios muy pequeños de acero inoxidable de calidad AISI 304  Fuente: fotos referenciales al proceso	580

Tabla 3-1 Especificaciones de maquinaria línea A (Continuación)

Máquinas	Especificaciones	Capacidad kg/h
Escarificadores	<p>Realiza el escarificado por fricción gracias a un eje provisto de cuchillas y una malla construida de acero inoxidable.</p> 	800
Lavador 1 y 2	<p>Elimina la saponina del producto con agua por fricción gracias a un eje agitador en material de acero inoxidable tipo “AISI 304”, los que son asilados dentro de un receptáculo tubular de acero inoxidable AISI 304.</p>	540
Enjuagador	<p>Enjuaga el producto por medio de un tornillo sin fin alojado en un cámara provista de una malla, construido en su totalidad en acero inoxidable clase AISI 304 y agua a presión.</p>	540
Centrifugadores	<p>Realiza un proceso de centrifugado continuo, por medio de un eje y canastillo de acero inoxidable de calidad “AISE 304”, calibre explícito y comprendido de un depósito de acero inoxidable clase AISI 304.</p>	540
Cinta transportadora	<p>Transporta el producto por medio de una cinta transportadora de grado alimentario acoplada en una colocación metálica de acero inoxidable TIPO AISI 304, posee una tolva de carga y un motorreductor eléctrico.</p>	540

Tabla 3-1 Especificaciones de maquinaria línea A (Continuación)

Máquinas	Especificaciones	Capacidad Kg/H
Secadores	Realiza un proceso de secado en lecho fluidizado automático por medio de una turbina neumática externa, un horno de aire caliente los cuales dirigen el aire de secado en una cámara cerrada de secado vertical construida en acero inoxidable clase AISI 304 el mismo que remueve el producto por efecto neumático	2000

Fuente: elaboración propia, base de datos empresa COMRURAL XXI S.R.L.

Tabla 3-2 Especificaciones de máquinas línea B

Máquinas	Especificaciones	Capacidad Kg/H
Clasificador 2,5 M	El equipo separa los granos por medio de 3 niveles de tamices los cuales vibran en una estructura por medio de un eje vibrador excéntrico soportado por muelles helicoidales con una inclinación regulable	1000
Densimétrico B	Realiza el clasificado gravimétrico de piedras por medio de vibración y aire, dotado de un variador de frecuencia y una mesa con base de malla de acero inoxidable.  Fuente: (Rocabado, 2015)	540

Tabla 3-2 Especificaciones de máquinas línea B (Continuación)

Máquinas	Especificaciones	Capacidad Kg/H
Óptico	Seleccionadora eléctrica, selecciona el producto por medios ópticos, eléctricos y neumáticos.	2000
Mesa Gravimétrica	<p>Clasifica el producto por gravimetría a una eje excéntrico y turbinas neumáticas regulables</p>  <p>Fuente: (Rocabado, 2015)</p>	3000
Sensor Óptico	<p>Seleccionadora eléctrica, selecciona el producto por medios ópticos, eléctricos y neumáticos.</p>  <p>Fuente: (Rocabado, 2015)</p>	1300

Fuente: elaboración propia, base de datos empresa (COMRURAL XXI SRL, 2007)

3.1.3.4 Productos elaborados

Actualmente la empresa COMRURAL XXI continúa trabajando en innovación y desarrollo de nuevos productos, siendo una de las características de la empresa, esto con el objetivo de exportar productos con alto valor agregado al grano de beneficiado de quinua.

Actualmente los productos exportados en grano son los siguientes; “quinua negra, quinua tricolor, castaña orgánica, quinua roja, quinua real blanca y los productos procesados hojuela de quinua, quinua instantánea, harina de quinua, haría de quinua instantánea e insuflados de quinua” (COMRURAL XXI SRL, 2007).

3.1.3.5 Planta

La empresa cuenta con dos áreas principales destinadas al proceso de beneficiado de quinua, además de un taller de mantenimiento; en la primera se realiza pre limpieza de los granos, la segunda instalación es de limpieza final, actualmente la planta de producción cuenta con los requisitos necesarios para mantener la inocuidad del producto.

3.1.3.6 Instalaciones complementarias

- **Instalación de gas licuado:** la empresa cuenta con la instalación de gas licuado, destinado exclusivamente para el proceso de beneficiado de quinua sector secado ya que es la operación de mayor consumo de este recurso.
- **Instalación Sanitaria:** la empresa cuenta con la respectiva instalación de alcantarillado tiene un canal que conecta al embovedado de la avenida de la zona donde se libera el agua con residuos de saponina, además de los residuos de los servicios básicos sanitarios instalados.
- **Agua:** la empresa cuenta con la de instalación de agua potable además de un tanque de almacenamiento de agua como seguridad en caso de corte del suministro.
- **Energía eléctrica:** se cuenta con la instalación de energía eléctrica que es indispensable para el funcionamiento adecuado de todos los equipos encargados del beneficiado de quinua.

3.1.3.7 Mantenimiento industrial

La empresa es consciente de la importancia del mantenimiento a realizarse en cada uno de los equipos por lo cual, se cuenta con un responsable de mantenimiento, el cual trabaja en coordinación con producción para el cumplimiento de los mantenimientos a realizarse para el normal funcionamiento de las máquinas además de cumplir con el procedimiento de mantenimiento. La categorización de los mantenimientos es:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento preventivo diario
- Mantenimiento preventivo semestral
- Mantenimiento preventivo anual
- Mantenimiento de mejora

En caso de fallas de alguna maquinaria perteneciente a la línea de beneficiado, el supervisor de producción o responsable de producción procede con la presentación del formulario de solicitud de mantenimiento correctivo, en coordinación con el responsable de mantenimiento proceden a la corrección de la falla encontrada para que el responsable de mantenimiento pueda dar soluciones a las fallas que obstaculicen el desenvolvimiento normal de las actividades de producción.

3.2 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Todas las personas dependientes del proceso productivo se encuentran en la planta de producción para facilitar el manejo del mismo.

La empresa COMRURAL XXI SRL es muy exigente con los requisitos necesarios por el personal dependiente, la distribución es lineal y se realiza evaluaciones constantes al personal de la empresa.

El organigrama actual de la empresa se encuentra detallado en anexo A, ilustración A-1 donde muestra todo jerárquico de la empresa.

- La empresa actualmente trabaja a dos turnos que contempla (07:00 a 15:00) y (15:00 a 23:00) parte operativa y los días sábados de (07:00 a 12:00) y de (12:00 a 17:00) los terceros turnos se programan de acuerdo al requerimiento de producción.
- Existe rotación de personal por semana para garantizar el rendimiento del mismo.
- El área administrativa se encarga de la dotación de materiales para seguridad y salud ocupacional necesarios para el desarrollo de las operaciones en condiciones seguras para el operador.

3.3 IMPACTO AMBIENTAL

La importancia de los residuos en la empresa radica en que se constituye en fuentes de contaminación.

La planta realiza prácticas de reciclaje, de residuos además de evitar la eliminación de residuos sólidos mediante una malla tamizadora en la cámara principal del proceso de lavado.

3.4 ANÁLISIS DEL AMBIENTE EXTERNO

3.4.1 Análisis del micro ambiente

3.4.1.1 Principales competidores

En Bolivia se vio que existen alrededor de 9 empresas asociadas “CABOLQUI Cámara Boliviana de exportadores de quinua y productos orgánicos” de las cuales se puede dar la siguiente información;

Tabla 3-3 Principales exportadores de quinua

Empresa	Detalles	Productos
 <p>“Empresa exportadora e importadora de productos ecológicos Andinos (EIPEA SRL.)” (EIPEA SRL, 2008)</p>	<p>“Nace el 2 de julio de 2006 en la localidad de Challapata con la finalidad de mitigar el contrabando de quinua a países vecinos, de esta manera comercializar la quinua en forma legal y poder mejorar los ingresos económicos en todas las fases de la cadena productiva” (EIPEA SRL, 2008).</p>	<p>“Quinoa orgánica en grano, Hojuelas de quinua Pipocas de quinua” (EIPEA SRL, 2008).</p>

Tabla 3-3 Principales exportadores de quinua (Continuación)

Empresa	Detalles	Productos
 <p>“Sociedad Industrial Molinera S.A.” (SIMSA, s.f)</p>	<p>SIMSA cuenta con “la certificación ISO 9001:2000 de gestión de calidad, ISO 14001:2004 de medio ambiente y OHSAS 18001:1999 para gestión de salud y seguridad laboral. Adicionalmente, posee la certificación orgánica para procesar y comercializar para Norte América y Europa” (SIMSA, s.f).</p>	<p>“Quinua real blanca, negra, roja, tricolor Harina de quinua real blanca Harina pre cocida de quinua Real blanca Hojuela de quinua real” (SIMSA, s.f).</p>
 <p>“Complejo industrial y tecnológico Yanapasiñani- CITY S.R.L.” (Yanapasiñani, 2018)</p>	<p>La empresa ofrece productos de alta calidad que respeten el medio ambiente. La Empresa cuenta con las siguientes divisiones; “División de Tecnologías, División de Alimentos y División Agrícola” (Yanapasiñani, 2018)</p>	<p>“Quinua real blanca, negra, roja, tricolor Harina de quinua real blanca Hojuela de quinua real” (Yanapasiñani, 2018)</p>
 <p>Quinoa FoodsCompany SRL.</p>	<p>“La compañía ofrece para el mercado internacional una amplia gama de productos de alta calidad en base a quinua Real Orgánica. Certificada por Bio Latina y la única exportadora con certificación ISO 9001-2000, situado en la ciudad de el Alto, La Paz- Bolivia” (QUINUABOL SRL, 2018).</p>	<p>“Quinua blanca orgánica, roja y negra. Harina de Quinua Orgánica. Hojuelas de quinua Orgánica.” (QUINUABOL SRL, 2018).</p>

Tabla 3-3 Principales exportadores de quinua (Continuación)

Empresa	Detalles	Productos
 <p>“Quinuabol S.R.L.” (QUINUABOL SRL, 2018)</p>	<p>“Inicia su actividad en la localidad de Lahachaca perteneciente a la ciudad de La Paz, actualmente cuenta con la certificación de CERES basada en el cumplimiento estricto de normas de la Unión europea, Estados Unidos y Canadá” (QUINUABOL SRL, 2018)</p>	<p>“Quinua blanca Quinua negra Quinua Roja” (QUINUABOL SRL, 2018)</p>
 <p><i>Alimentos Naturales y Orgánicos®</i></p> <p>“IRUPANA ORGANIC FOODS SA.” (CABOLQUI, 2018)</p>	<p>Irupana S.A. “es una empresa con un profundo sentimiento de responsabilidad social y una pionera, no solo en la recuperación de industrialización de CEREALES ANDINOS, pero también en la promoción de su uso preparación ancestrales” (CABOLQUI, 2018).</p>	<p>“Quinua blanca, roja, negra. Grano de quinua orgánica. Pipocas de quinua, Amaranto, Cañahua en grano.” (CABOLQUI, 2018)</p>
 <p>Andean Valley S.A.</p>	<p>“Nuestra sede corporativa se encuentra en Bolivia, con plantas de producción y procesamiento de Bolivia y Perú. También comercializamos en Colombia y Costa Rica (donde tenemos nuestras propias oficinas), lo que nos permite exportar a Europa, Americana, Medio Oriente, Sudeste de Asia y Oceanía” (CABOLQUI, 2018).</p>	<p>“Granos Harinas (cruda, precocidas) Hojuelas Premezclas” (CABOLQUI, 2018)</p>

Fuente: (CABOLQUI, 2018).

3.4.1.2 Tecnología aplicada.

Perú es uno de los países con mayor desarrollo en tecnología e invención en equipos readecuados al proceso de beneficiado del grano de quinua, esto conlleva a que las empresas peruanas realicen mayor inversión en su proceso productivo, y por ende incrementa su capacidad de producción además contribuir con la calidad.

3.5 ANÁLISIS DEL AMBIENTE INTERNO

3.5.1 Factores de competitividad

“Los factores de competitividad se representan cuatro formas básicas de reducción de costos y de logro de diferenciación que cualquier compañía puede adoptar” (Charles W.L. Hill, 2009, pág. 28).

Ilustración 3-8 Factores de competitividad



Fuente: elaboración propia

I. Eficiencia

La eficiencia hace referencia al uso de recursos empleados para generar un producto o resultado para que una industria se requiere emplear la mínima cantidad posible de recursos sin disminuir la calidad del producto.

En referencia a la productividad de la mano de obra se realiza una evaluación mensual en el capítulo de ingeniería de métodos.

II. Calidad

a) Cumplimiento de estándares internacionales de calidad.

Los requerimientos de exportación para el grano de quinua real orgánica beneficiada son establecidos por la Norma Boliviana 0032.

“El Instituto Boliviano de Normalización de Calidad IBNORCA”, ha desarrollado normas de calidad para el grano de quinua basadas en dichos requerimientos. La empresa COMRURAL XXI SRL. actualmente tiene un procedimiento de calidad que está basada en dichas normas.

b) Calidad en proceso

Se considera controles de calidad; Inspección de materia prima inspección de humedad de grano posterior al secado inspección de pureza de turno línea A e inspección de producto terminado.

Contar con la certificación FSSC 22000 garantiza la inocuidad del producto procesado por la empresa.

III. Innovación.

La empresa cuenta con un encargado de innovación y desarrollo, para elaboración de nuevos productos en miras de exportación, esta área está constantemente investigando sobre los posibles productos que puedan desarrollarse y presentar al mercado internacional además sea técnicamente factible.

- A.** Innovación en proceso: Actualmente la empresa, está en constante crecimiento por lo que se ve con mayor oportunidad de inversión en maquinaria para un proceso eficiente.
- B.** Innovación de productos; no solo se realiza una investigación de la elaboración de nuevos productos, sino también de mejorar la calidad de los productos con los que ya cuenta la empresa en el actualidad.

IV. Atención al cliente.

Logística de distribución: comprende desde la firma del contrato hasta la entrega del

producto al cliente en el puerto acordado, modalidad de comercialización FOB, para su transporte al país de destino. La quinua contenida en container, cada uno de 20 hasta 22 toneladas, es transportada hasta el puerto de Arica generalmente para ser transportada por vía marítima hacia los puertos de Estados Unidos, Europa y Colombia, Francia o donde se firme el contrato de entrega.

La puntualidad en la entrega de los productos solicitados por los clientes, genera confianza y representa una oportunidad significativa para la empresa.

3.6 CADENA DE VALOR DE LA EMPRESA

En base a los datos obtenidos de la empresa se adjunta en anexo A, ilustración A-2 la estructura de la cadena de valor, así mismo a continuación se desglosa detalladamente cada punto perteneciente a la misma.

I. Logística interna.

- **Recepción de materia prima.** En coordinación con el área de logística se programa la recepción de materia prima. El área de calidad realiza una inspección visual de cada una de las bolsas ingresadas, donde se determina si se acepta el saco o se rechaza por exceso de impurezas, los factores evaluados son piedrecillas, pajas, heces de ave, humedad, entre otros.
- **Recepción de insumos.** Para material o insumo que se empleara en el área de producción es revisado por el área de calidad previo ingreso a almacenes de la empresa, esto con el fin de precautelar la inocuidad del producto.

II. Operaciones.

En la sección de 3.1.1.2 se describe específicamente el proceso de producción.

III. Logística externa.

Para el envío del lote de producto terminado, se realiza previa coordinación entre calidad, producción y logística de la empresa.

CAPÍTULO 4: INGENIERÍA DE MÉTODOS

4.1 ASPECTOS GENERALES

El estudio de ingeniería de métodos es una de las herramientas más importantes para la mejora continua de una industria que se dedica a la producción o transformación de cualquier producto, si esta herramienta es empleada adecuadamente puede representar mejoras constantes a las industrias además de incrementar la productividad ya que es uno de los objetivos esenciales de estas herramientas.

Es por ello que se realiza un estudio detallado de ingeniería de métodos para la empresa, con el objetivo de presentar mejoras constantes que permitan incrementar la productividad con cambios que pueden realizarse a corto y mediano plazo considerando la importancia de la inversión que estas mejoras signifiquen en el tema económico, es así que con indicadores se presenta los beneficios que representa implementar dichas mejoras.

4.1.1 La productividad

Para el cálculo de la productividad de la empresa, se realiza de una instancia inicial y una posterior a las mejoras realizadas en corto plazo.

La productividad será calculada en base a la relación de los ingresos de cada boliviano que ingrese por la venta de los productos procesados, con los costos que son utilizados para la obtención de este producto.

Para el cálculo del índice global de productividad se realiza la sumatoria de todos los índices calculados de los recursos empleados.

- **Índice de productividad de materia prima (IMP):** “Muestra el ingreso económico por la venta del producto sobre el costo incurrido en la materia prima empleada para la obtención de este producto” (Roberto, 1998)
- **Índice de productividad de mano de obra (IMO):** “El índice de productividad de mano de obra se obtiene a partir de la relación de ingreso económico de venta de producto por el costo incurrido en mano de obra” (Roberto, 1998)

- **Índice de productividad de energía (IEE):** “Es el ingreso económico por venta de productos en relación al costo incurrido en consumo de energía eléctrica” (Roberto, 1998)
- **Índice de productividad de gas Licuado (IGLP):** “Se obtiene del ingreso económico en relación al costo incurrido en el consumo de gas licuado” (Roberto, 1998)
- **Índice de productividad del capital (IC):** “Este índice es obtenido de la relación de los ingresos económicos por las ventas realizadas con el costo del capital invertido” (Roberto, 1998).

Por tanto, se concluye con el cálculo de productividad global considerando la siguiente ecuación.

$$IGP= IMP + IMO + IEE + IGLP + IA + IC$$

Dónde:

IGP: “el índice global de productividad se obtiene a partir del ingreso total percibido por ventas de productos con relación a los costos incurridos para la obtención de este producto final” (Roberto, 1998)

4.1.1.1 Productividad inicial de la empresa

En el caso de la empresa COMRURAL XXI, se realiza un análisis de la situación inicial del proceso de producción, cuantificando los recursos empleados para la obtención del producto exportado.

Los costos relacionados para la obtención del producto final están detallados en Anexo –B; tablas B-1 se muestra un detalle de los ingresos por venta del mes por un volumen de exportación de 296,866.00 kg, los costos de mano de obra directa e indirecta están detallados en la tabla B-2, costos de materia prima tabla B-3, costos de capital tabla B-4, los costos por consumo de energía de las máquinas empleadas para el proceso tabla B-5 y por último los costos de consumo de GLP requerido para el proceso de secado del producto tabla B-6, en la tabla 4-1 se presenta una síntesis de los costos totales y los indicadores de cada recurso empleado.

Tabla 4-1 Tabla resumen de productividad

Detalle	Monto (Bs)	IVA compras (13%) (Bs.)	Costo de recursos (Bs.)	Importancia por costo
Total costo mano de obra	712,197.40		712,197.40	0.14
Total costo materia prima	4,353,243.02		4,049,252.24	0.83
Total costo capital	95,200.00		95,200.00	0.02
Total costo energía	60,263.80	7,834.29	52,429.50	0.01
Total costo GLP	45,000.00	5,850.00	39,150.00	0.01

Fuente: elaboración propia base de datos de la empresa.

Tabla 4-2 Cálculo de índice de productividad

Detalle	Valor
Productividad de mano de obra	5.60
Productividad de materia prima	0.92
Productividad de capital	41.91
Productividad de energía	76.10
Productividad GLP	101.91
Índice global de productividad (Por costos)	3.79

Fuente: elaboración en base a datos de la tabla 4-1

El índice global de la empresa COMRURAL XXI, es de 3.79 lo que significa que por cada 1 bolivianos invertido en el proceso de producción, la recuperación es de 3.79 bolivianos. En base a este estudio de ingeniería de métodos, se procede al análisis de las operaciones realizadas y estudiar las posibles mejoras a realizarse.

4.2 ESTUDIO DE MÉTODOS

4.2.1 Cursograma sinóptico del proceso



Cursograma sinóptico del proceso (Continuación)



4.2.2 Cursograma analítico del proceso inicial

Cursograma Analítico			Producto							
Objeto: Estudio de Tiempos			Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
			Operación	○	10					
Actividad:			Trasporte	⇒	3					
Proceso de beneficiado de quinua			Espera	◐	2					
			Inspección	□	0					
			Almacenamiento	▽	2					
Método:	Actual		Operac/inspec	⊗	7					
Lugar: "COMRURAL XXI S.R.L."			Distancia (m)							
Operario (s) : 15	Ficha núm. 1		Tiempo (min-hombre)							
Compuesto por:	Fecha:		Costo	-						
Maricruz Paxi	22-04-2017		Mano de Obra	-						
Descripción	Cant. (Kg)	Dist (m)	Tiempo (min)	Símbolo						Obs.
				○	⇒	◐	□	▽	⊗	
Almacenado de materia prima	1000		15					X		
Paletizado	1000	0	15	X						
Transporte	1000	5	25		X					
Alimentado	1000	0	5	X						
Clasificado	1000	3	6	X						
Despedregado	998.5	1.5	8					X		
Escarificado	988.5	3	28					X		
Lavado	985.5	2	13					X		
Enjuagado	985	1	12	X						
Centrifugado	985	1.5	8	X						

Curso grama analítico del proceso previo a las mejoras implementadas (Continuación)

Descripción	Cant. (Kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo						Obs
				○	⇒	D	□	▽	◻	
Llenado de secadores	985	1.5	35			X				
Secado	985	0.5	10						X	
Envasado producto lavado	985	1.5	2						X	
Almacenado temporal	985	3	15			X				
Traslado de producto lavado	983	6	5		X					
Alimentado de producto lavado	983	2	8	X						
Clasificado	965	2	16	X						
Seleccionado por color	961.10	1.5	13	X						
Seleccionado por peso	915.7	1.5	1						X	
Seleccionado por color	902	1.5	1	X						
Separado de metales	897	1.5	1						X	
Envasado	885	1.5	2	X						
Transportado a almacén	881.6	5	1.5		X					
Almacenado	880	0	6					X		
TOTAL	880	46	251.5	10	3	2		2	7	

Fuente: elaboración propia, base datos de la empresa.

Una vez analizada las operaciones realizadas en los procesos pertenecientes a la línea de beneficiado de producción se puede observar el tiempo de proceso las operaciones que generan valor y las que no generan valor agregado al producto.

Realizando un análisis profundo de cada operación, con el cuestionario de los nueve enfoques del análisis de operaciones, se puede concluir que realizando una mejora en conexión entre ambas líneas, se puede eliminar la operación de envasado, el tiempo de espera de almacenado de producto lavado además del transporte, los mismos que no generan valor agregado al producto.

En ese entendido se presenta una propuesta de mejora en el punto 4.3.1.1 para eliminar esta operación, además de actualizar el Cursograma analítico con el método propuesto.

4.2.3 Análisis de tiempos

4.2.3.1 Muestreo del trabajo

I. Línea A:

Para la determinación del tamaño de la muestra, se realiza un muestreo aleatorio en una jornada regular de trabajo, en base a este muestreo se determina los valores de p y q.

Tabla 4-2 Datos para toma de muestra

Variables	Valores
Z	1,96
P	0,81
Q	0,19
E	0,1
N	59

Fuente: elaboración propia

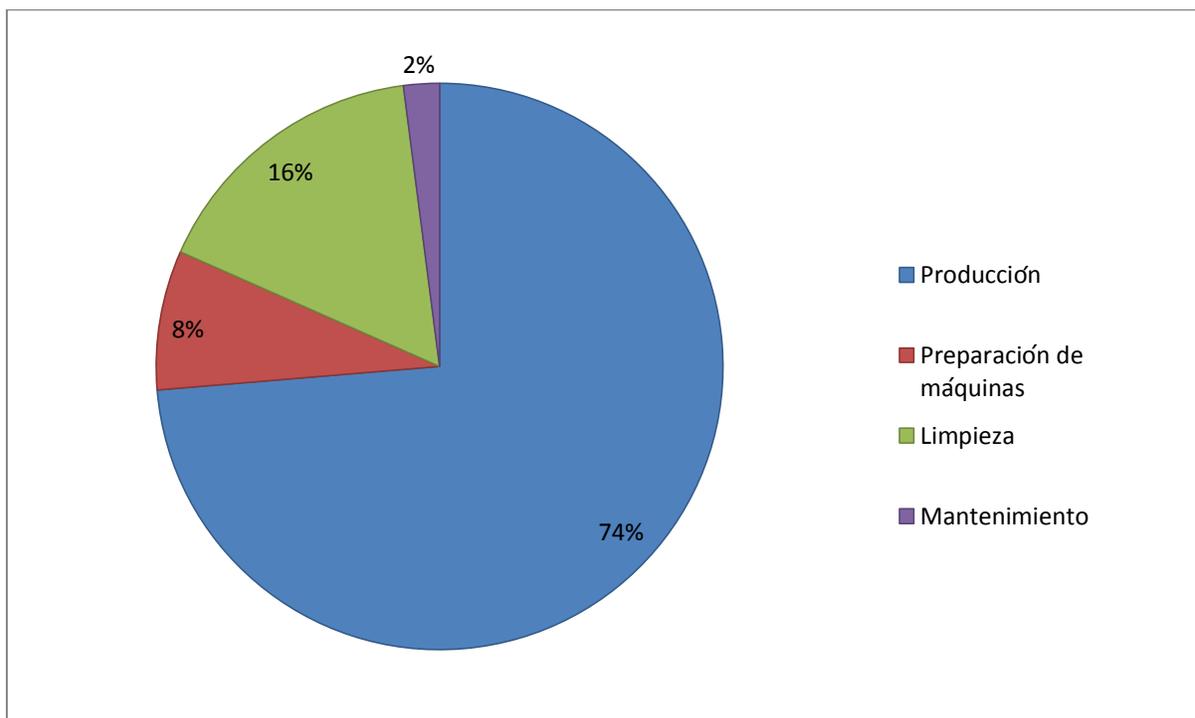
Para la evaluación de composición de tiempos, se valora en base a un mes de 30 días y dos turnos de trabajo, cada turno compuesto de 8 horas de trabajo continuo, en consideración de los sábados de trabajo la jornada laboral es de horas por turno, alternando las limpiezas cada 15 días.

Tabla 4-3 Composición de tiempos de producción en un mes

Detalles	Tiempo (Horas/Día)	Tiempo (Horas/Día)	Total mes (Horas)
Producción	12,33	6,33	283,92
Preparación de máquinas	1,34	1,34	32,16
Limpieza	2	2	68
Mantenimiento	0,33	0,33	8
Sumatoria	16,00	10	372

Fuente: elaboración propia

Gráfico 4-1 Porcentaje de horas destinadas a cada actividad por mes



Fuente: base de datos de la tabla 4-3

En la composición de tiempos se puede resaltar que el tiempo de preparación de maquinaria resulta ser el 8%, 16 % de tiempo destinado a la limpieza y el 2% de mantenimiento, lo que deja un 74 % de tiempo productivo. Anexo B, ilustración B-1 de adjunta el tiempo detallado de preparación de maquinaria.

Mapeo de la cadena de valor Línea A

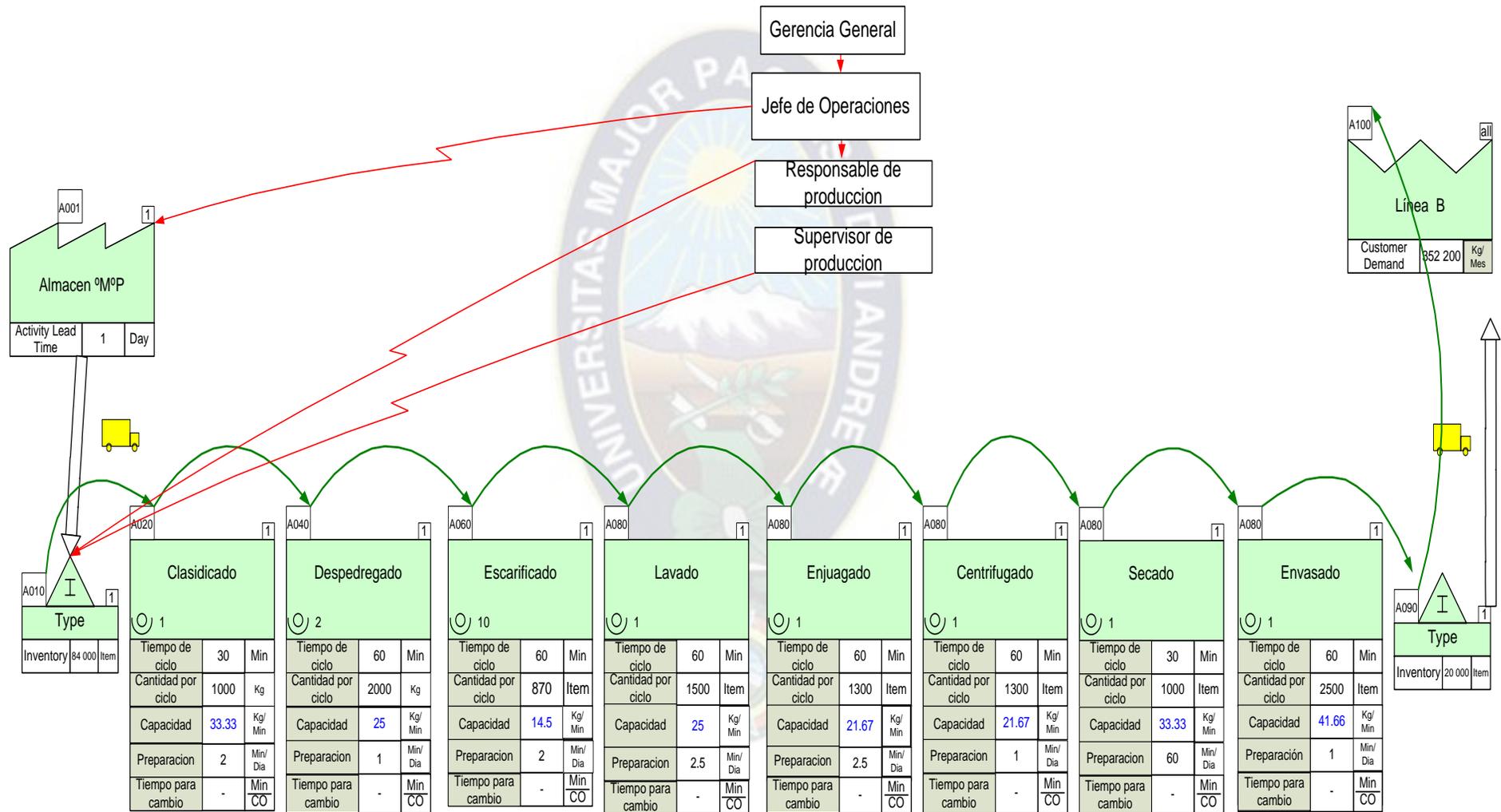
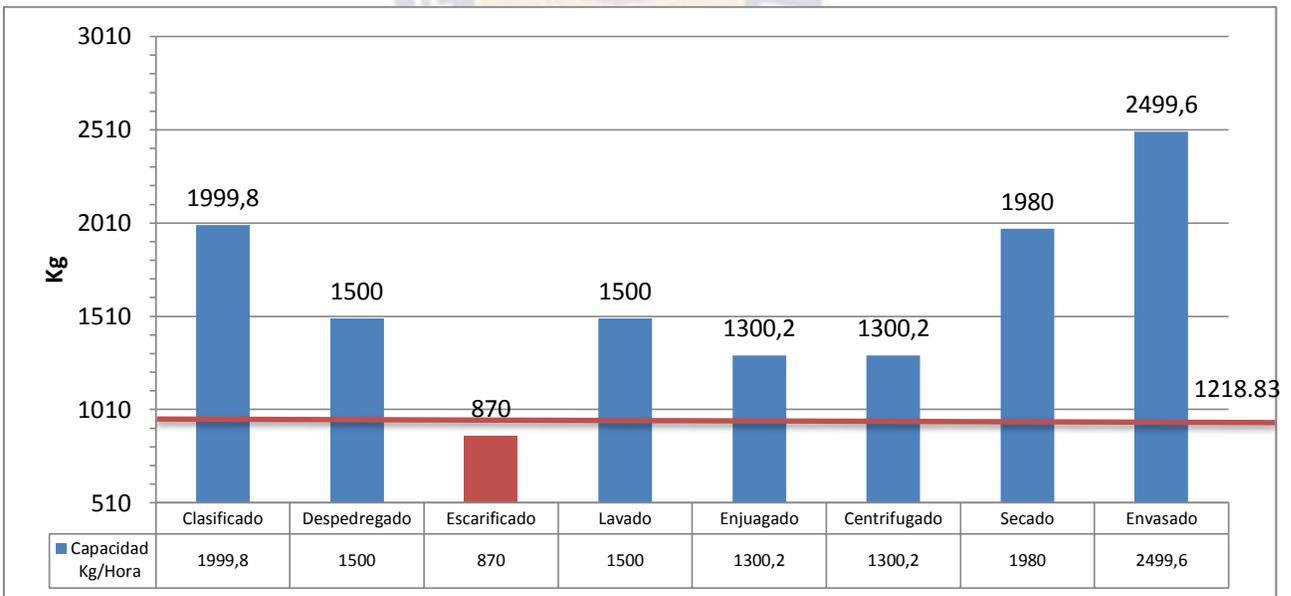


Tabla 4-4 Capacidad de equipos

Operación	Capacidad (Kg/min)	Capacidad (Kg/hora)
Clasificado	33,33	1999,8
Despedregado	25	1500
Escarificado	14,5	870
Lavado	25	1500
Enjuagado	21,67	1300,2
Centrifugado	21,67	1300,2
Secado	33	1980
Envasado	41,66	2499,6

Fuente: elaboración propia

Gráfico 4-2 Capacidad y demanda de la línea A (Kg/hora)



Fuente: elaboración propia base datos tabla 4-4

De acuerdo a la evaluación de las capacidades de los siguientes equipos, se puede evidenciar que el cuello de botella de la línea A, es la operación de escarificado ya que no llega a cumplir con los requerimientos de la demanda.

- **Cálculo de la capacidad requerida para cumplimiento de la demanda**

$$\text{Capacidad requerida} = \frac{\text{Demanda(Kg/mes)}_{\text{Linea A}}}{\text{Tiempo disponible produccion} \left(\frac{\text{h}}{\text{mes}}\right)}$$

$$\text{Capacidad requerida} = \frac{352\,000 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{mes}}\right)}{288.8 \left(\frac{\text{h}}{\text{mes}}\right)} = 1218.83 \frac{\text{Kilos}}{\text{Hora}}$$

- **Capacidad real:** posterior al análisis de cada operación del proceso de pre limpieza del grano de quinua se puede observar que el proceso de escarificado no cumple con el requerimiento de la demanda mensual, es por ellos que se requiere de la programación de turnos adicionales de trabajo para cumplir con dicha demanda, así mismo se puede observar que los demás equipos como clasificador lavadores y secadores, cuentan con la capacidad requerida por mes, en el siguiente punto se realiza el cálculo de la capacidad real y el requerimiento de programación de turnos extras de trabajo para cumplir con la demanda.

$$\text{Capacidad real} = \text{Cap. de producción} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}}\right) \text{ Tiempo de producción} \left(\frac{\text{h}}{\text{mes}}\right)$$

$$\text{Capacidad real} = 870 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}}\right) * 288.8 \left(\frac{\text{h}}{\text{mes}}\right) = 251\,256 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{mes}}\right)$$

$$\text{Capacidad real} = 251\,256 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{mes}}\right) \text{ ó } 870 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{hora}}\right)$$

De acuerdo al cálculo, se concluye que la capacidad de la línea es de 251.256 kilos/mes.

- **Cuantificación de tercer turno para cumplimiento de demanda:** para determinación de capacidad de las líneas de producción, se considera la demanda de

320,000.00 kilos de producto final por mes, sin embargo considerando el 10% de merma en la línea B la demanda inicial en la línea A será de 352 000 kilos por mes realizando los siguientes cálculos se puede obtener;

$$\frac{\text{Demanda (Kg/mes)}_{\text{Línea A}} - \text{Capacidad real (Kg/mes)}_{\text{Línea A}}}{\text{Producción escarificado} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}}\right) * \text{T.disponible prod} \left(\frac{\text{h}}{\text{turno}}\right)}$$

$$\text{Cantidad } 3^{\text{o}} \text{ turno} = \frac{352\,000 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{mes}}\right)_{\text{Línea B}} - 251\,256 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{mes}}\right)_{\text{Línea A}}}{870 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}}\right) * 6.5 \left(\frac{\text{h}}{\text{turno}}\right)} = 17 \frac{\text{turnos}}{\text{mes}}$$

La línea a requiere trabajar con 17 turnos adicionales para cumplir con la demanda.

II. Línea B

Para la determinación del tamaño de la muestra se realiza un muestreo aleatorio en una jornada regular de trabajo, en base a este, determina los valores de p y q.

Tabla 4-5 Datos para toma de muestra

Máquina	Línea
Z	1.96
P	0,88
Q	0,12
E	0,1
N	40

Fuente: elaboración propia

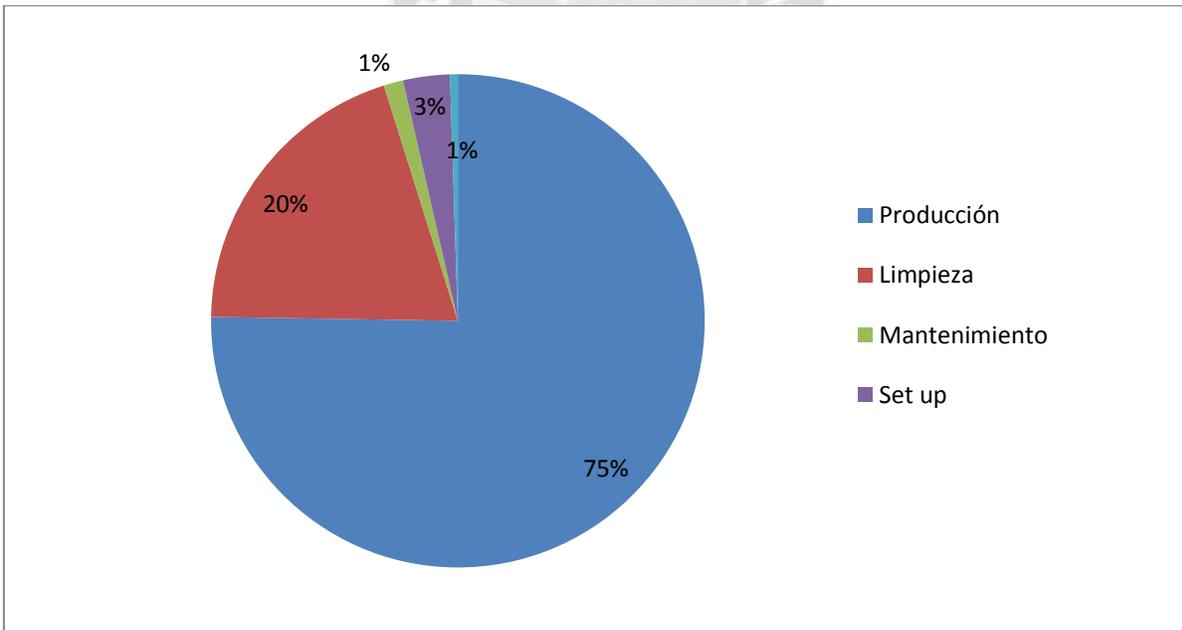
En remplazo de los valores en la fórmula para el cálculo de número de muestras se obtiene 40 muestras a analizar.

Tabla 4-6 Horas destinadas a cada actividad

Análisis de tiempos	Unidades
	(Horas /Mes)
Producción	295
Limpieza	78
Mantenimiento	5
Set up	12
Cambios de formato	2
Suma	392

Fuente: elaboración propia

Gráfico 4-3 Porcentaje de horas destinadas a cada actividad por mes línea B (%)



Fuente: elaboracio propia

En base a los resultados, se puede realizar una evaluación del muestreo donde se ve las siguientes modificaciones.

Mapeo de la cadena de valor Línea B

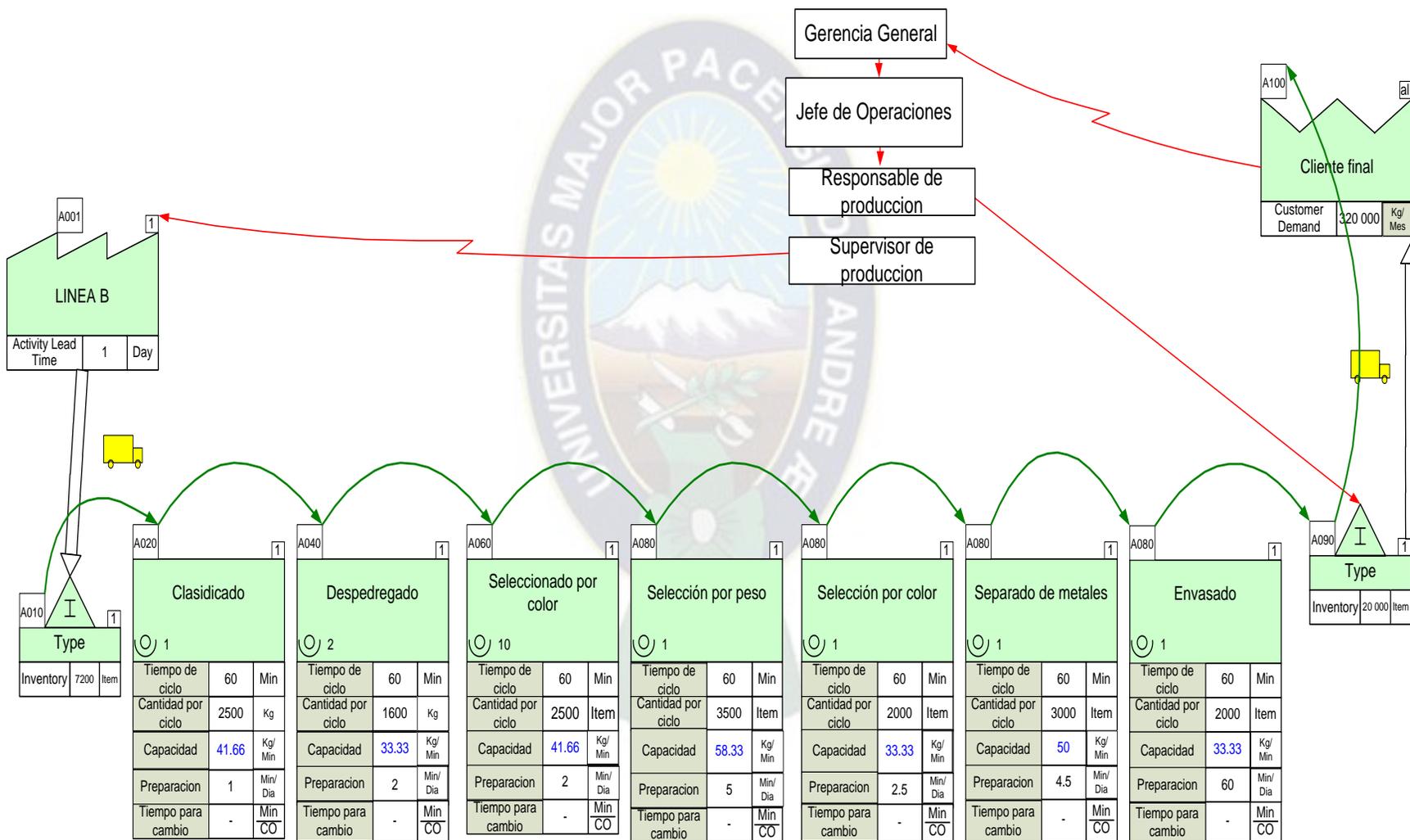
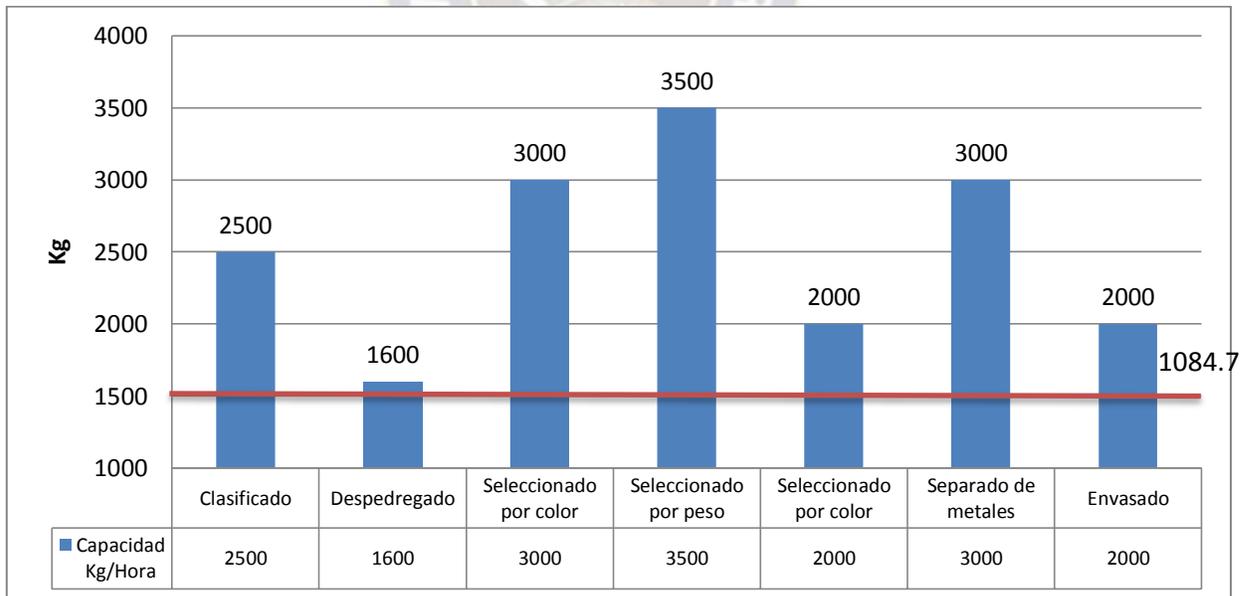


Tabla N° 4-7 Capacidad de maquinaria

Operación	Capacidad Kg/hora
Clasificado	2500
Despedregado	1600
Seleccionado por color	3000
Seleccionado por peso	3500
Seleccionado por color	2000
Separado de metales	3000
Envasado	2000

Fuente: elaboración propia

Gráfico 4-4 Capacidad producción línea B



Fuente: elaboración propia

La capacidad requerida es de 1084.7 kilos por hora, sin embargo se puede observar que la capacidad real de trabajo de la línea B sobre pasa la capacidad requerida para cumplir con la

demanda mensual.

- **Calculo de la capacidad requerida**

$$\text{Capacidad requerida} = \frac{\text{Demanda(Kg/mes)}_{\text{cliente final}}}{\text{Tiempo disponible producción} \left(\frac{h}{\text{mes}}\right)}$$

$$\text{Capacidad requerida} = \frac{320\,000 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{mes}}\right)}{295 \left(\frac{h}{\text{mes}}\right)} = \mathbf{1084.7 \frac{\text{Kilos}}{\text{Hora}}}$$

- **Capacidad real:**

$$\text{Capacidad real} = \text{Cap. de producción} \left(\frac{\text{Kg}}{h}\right) * \text{Tiempo producción} \left(\frac{h}{\text{mes}}\right)$$

$$\text{Capacidad real} = 1600 \left(\frac{\text{Kg}}{h}\right) * 295 \left(\frac{h}{\text{mes}}\right) = 472\,000 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{mes}}\right)$$

De acuerdo al cálculo, se concluye que la capacidad de la línea es de 472,000 kilos/mes. (Mes valorado con 22 días hábiles de ocho horas y 2 sábados contemplados de cinco horas cada uno).

Para calcular la capacidad real de la línea B, se procede a tomar como limitante el proceso que se conoce como cuello de botella (proceso de despedregado), sin embargo se ve claramente que la línea B, tiene la capacidad de cumplir con la demanda del cliente final.

4.3 MEJORAS PROPUESTAS

4.3.1 Mejoras a mediano plazo

Posterior al análisis realizado a cada una de las operaciones se presenta una nueva propuesta reduciendo los tiempos y eliminando actividades que no generan valor agregado al producto.

4.3.1.1 Análisis del proceso

Cursograma Analítico	Producto										
	Descripción	Cant. (Kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo						Obs.
					○	➔	◐	◻	▽	⊗	
Almacenado de materia prima	1000		15					X			
Paletizado	1000	0	15	X							
Transporte	1000	5	25		X						
Alimentado	1000	0	5	X							
Clasificado	1000	3	6	X							
Despedregado	998.5	1.5	8						X		
Escarificado	988.5	3	28						X		
Lavado	985.5	2	13						X		
Enjuagado	985	1	12	X							
Centrifugado	985	1.5	8	X							
Llenado de secadores	985	1.5	35			X					
Secado	985	0.5	10						X		
Clasificado	965	2	16	X							
Seleccionado por color	961.10	1.5	13	X							
Seleccionado por peso	915.7	1.5	1						X		
Seleccionado por color	887	1.5	1	X							
Separado de metales	839	1.5	1						X		
Envasado	800	1.5	2	X							

Descripción	Cant. (Kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo						Obs.
				○	➔	◻	◻	▽	◻	
Transportado a almacén	800	5	1.5		X					
Almacenado	800	0	6					X		
TOTAL	800	46	255.5	9	2	1	0	2	6	

Fuente: elaboración propia

Realizando un análisis profundo de cada operación con el cuestionario de los nueve enfoques del análisis de operaciones, se puede concluir que realizando una mejora de conexión entre ambas líneas, se puede eliminar la operación de envasado de producto lavado, el tiempo de almacenado de producto, transporte y alimentado del producto, ya que estas operaciones no generan valor agregado al producto.

Posterior a la mejora se reduce costo de mano de obra de tres personas; envasador de producto lavado, traslado de producto línea A para ser procesada en línea B, además del alimentador de producto lavado en la línea B.

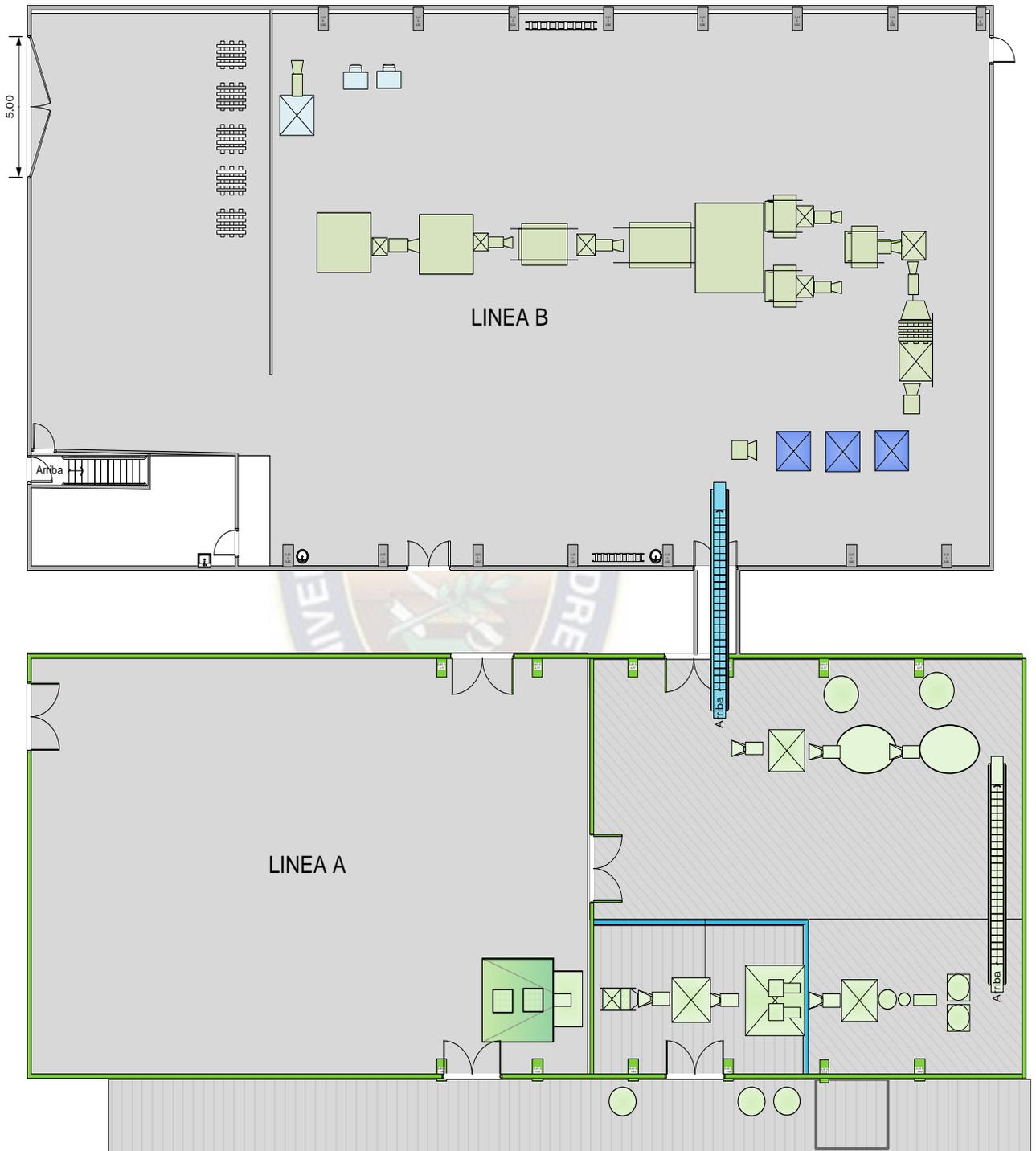
- **Unión de líneas**

Tabla 4-8 Especificaciones de la cinta transportadora

Máquinas	Especificaciones	Capacidad (Kg/hora)
Cinta transportadora	Transporta el producto por medio de una cinta transportadora de grado alimentario montada en una estructura metálica de acero inoxidable TIPO AISI 304, posee una tolva de carga y un motoreductor eléctrico.	540

Fuente: requisitos solicitados por el área de mantenimiento

Ilustración 4-1 Propuesta de unión de líneas de producción



Fuente: elaboración propia

4.3.2 Mejoras ejecutadas en corto plazo

En base a los resultados obtenidos de la capacidad real de los equipos de cada línea de producción, se puede evidenciar que el cuello de botella en la línea A son los escarificadores que reducen el volumen de producción a un total de 870 Kg/hora, por consiguiente se presentan la sugerencia de cambiar a equipos de mayor capacidad.

Posterior a la presentación de mejoras a corto plazo, esta propuesta es implementada para la gestión 2018.

Ilustración 4-2 Imagen de escarificador sugerido



Fuente: BRAMA Ing. Quinteros Rolando

En la tabla 4-9 se presenta las especificaciones de los escarificadores sugeridos para la optimización del proceso productivo.

Tabla 4-9 Especificaciones de escarificador sugerido

Descripción	Especificaciones
Capacidad nominal	500 Kg/hora
Trabajo sugerido	430Kg/hora
Motor	12,5 HP (9,33 KW),220/380/440 Hz, trifásico
Interior	Motor del sistema neumático 1.0 HP (0,75 KW)220/380/440v,50/60Hz, trifásico
Peso Aprox.	250 Kg
Ancho	1550 mm
Largo	1900mm
Altura	1850 mm
Adicional	Acabado Sanitario
Material	Acero inoxidable AISI 304 (material en contacto con el producto) acero al carbono en la estructura

Fuente: especificaciones de BRAMA Ing. Rolando Quinteros

Tabla 4-10 Capacidad posterior a las mejoras a corto plazo

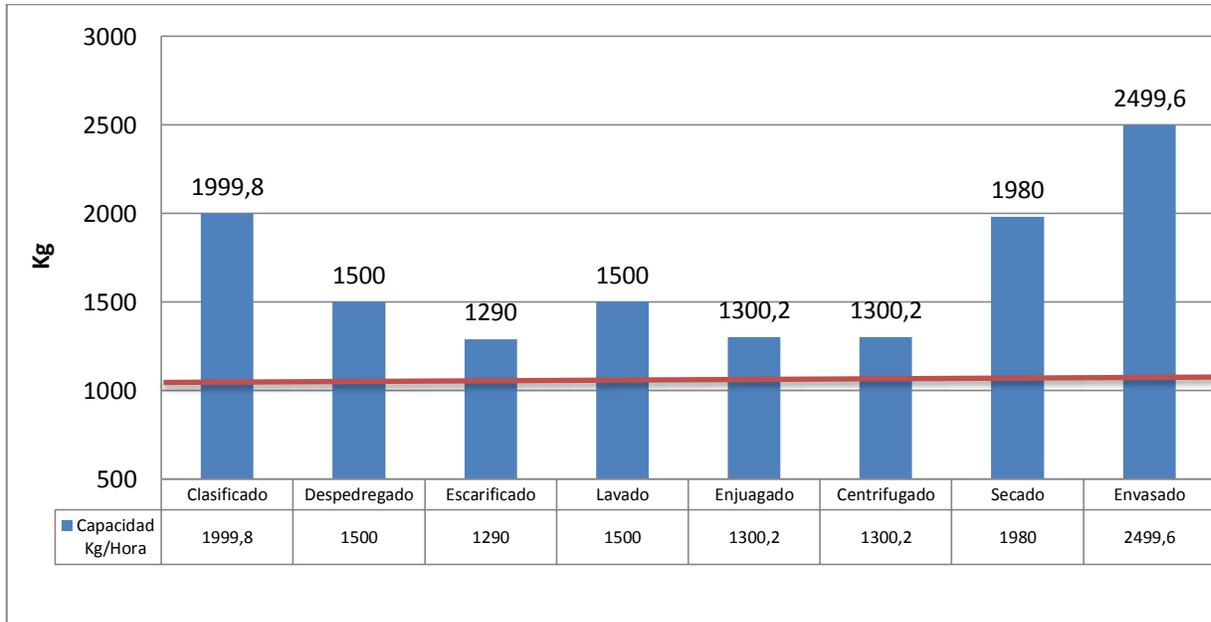
Operación	Capacidad (Kg/min)	Capacidad (Kg/hora)
Clasificado	33,33	2000
Despedregado	25	1500
Escarificado	21.5	1290
Lavado	25	1500
Enjuagado	21,67	1300
Centrifugado	21,67	1300
Secado	33	1980
Envasado	41,66	2500

Fuente: elaboración propia

Con las mejoras realizadas en el sector escarificado, se tiene las siguientes mejoras.

Gráfico 4-5 Capacidad posterior a las mejoras

Expresado en (Kg/h)



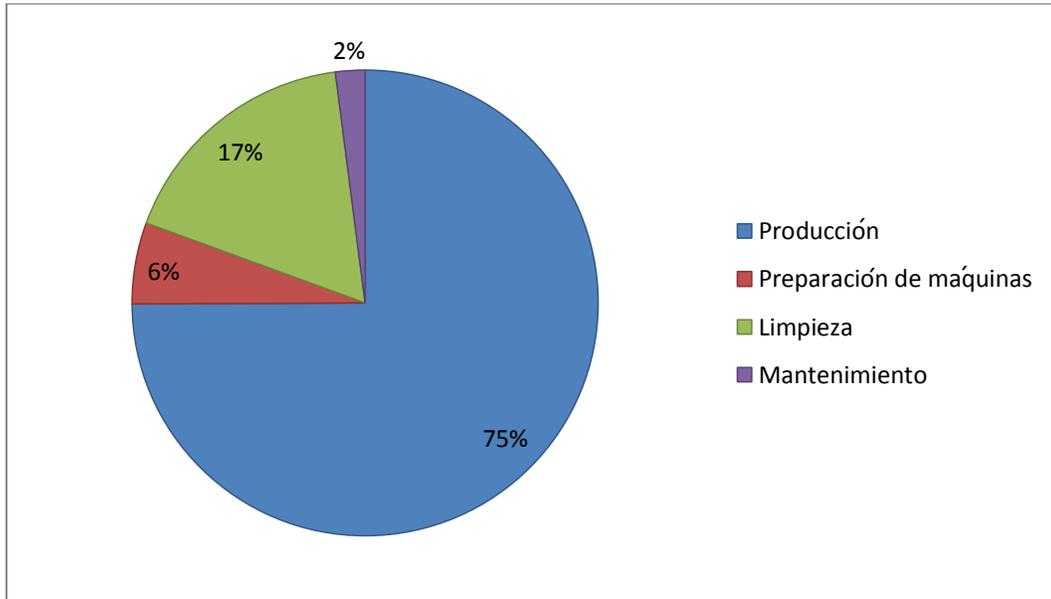
Fuente: elaboración base de datos de la tabla 4-9

Tabla 4-11 Muestreo posterior a las mejoras

Detalles	Tiempo (Horas/día)	Tiempo sábados (Horas/día)	Total (Horas/mes)
Producción	12,75	6,33	293,16
Preparación de máquinas	0,92	0,92	22,08
Limpieza	2	2	68
Mantenimiento	0.33	0.33	8
Sumatoria	16.00	9.58	371.16

Fuente: elaboración base de datos de la empresa

Gráfico 4-6 Porcentaje de horas destinadas a cada actividad



Fuente: elaboración propia

Con las mejoras realizadas de escarificadores en polvo, se reduce el tiempo de set up de máquinas de 1:15 horas a 0:55 minutos por día, en consecuencia a este cambio el tiempo de producción se incrementa en 9,2 horas por mes lo que significa del 2% de incremento en tiempo productivo. Entre otra de las mejoras significativas se puede mencionar la reducción de merma por granos picados en el proceso de escarificado que oscila entre un 0.5 a 1%.

Capacidad real:

$$\text{Capacidad real} = \text{Cap de producción} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}} \right) * \text{Tiempo de producción} \left(\frac{\text{h}}{\text{mes}} \right)$$

$$\text{Capacidad real} = 1\,290 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}} \right) * 293 \left(\frac{\text{h}}{\text{mes}} \right) = 377\,970 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{mes}} \right)$$

Comparación de capacidades de ambas líneas

A continuación se presenta la comparación de capacidades de ambas líneas, posterior a las mejoras realizadas a corto plazo.

Tabla 4-12 Especificación de capacidad por líneas de producción

Detalle	Capacidad requerida (Kg/mes)	Capacidad real (Kg/mes)
Línea A	352 000	377 970
Línea B	320 000	472 000

Fuente: elaboración propia

En el siguiente cuadro se puede observar el que la capacidad real se incrementó con el cambio de escarificadores en la línea A, por ello se puede observar que la capacidad real de las dos líneas (línea de pre limpieza y línea de limpieza final del grano) se encuentran acorde del requerimiento de la demanda por lo que quedan eliminados los requerimientos de turnos adicionales de trabajo.

4.3.3 Indicador de productividad posterior a mejoras implementadas

Considerando las mejoras realizadas en la gestión 2018 donde se elimina el cuello de botella de la línea A, con el cambio de escarificadores, se puede observar mejoras en el proceso incrementando la producción y disminuyendo los recursos empleados para la obtención de este producto, entre los recursos modificados se puede considerar el, el consumo de GLP y costo de mano de obra y materia prima.

Los costos relacionados para la obtención del producto final están detallados en Anexo –B; tablas B-8 se muestra un detalle de los ingresos por venta del mes por un volumen de exportación de 320,680.00 kg, los costos de mano de obra directa e indirecta están detallados en la tabla B-9, costos de materia prima tabla B-10, costos de capital tabla B-11, los costos por consumo de energía de las máquinas empleadas para el proceso tabla B-12 y por último los costos de consumo de GLP para funcionamiento de los secadores del producto tabla B-13 en la siguiente tabla se detallan los costos por recurso empleado posterior a las mejoras implementadas a corto plazo.

Tabla 4-13 Costos de los recursos empleados

Detalle	Monto (Bs)	IVA compras (13%)	Costo de recursos (Bs)
Total costo mano de obra	663,400.00		663,400.00
Total costo materia prima	4,624,077.33		4,624,077.33
Total costo capital	97,125.00		95,375.00
Total costo energía	63,238.10	8,220.95	55,017.14
Total costo GLP	68,112.43	8,854.62	59,257.82
TOTAL (Bs)	5,515,952.86		5,498,877.29

Fuente: elaboración propia, base de datos de la empresa.

Tabla 4-14 Índice de productividad posterior a las mejoras realizadas

Detalle	Valor
Productividad de mano de obra	6.50
Productividad de materia prima	0.93
Productividad de capital	44.38
Productividad de energía	78.34
Productividad GLP	72.73
Índice global de productividad	3.91

Fuente: elaboración propia, base de datos de la empresa.

4.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

En el capítulo se observa la importancia del conocimiento de la capacidad real de cada línea de producción, es así que se pueden proponer mejoras en distintas partes del proceso para lograr un proceso eficiente y como resultado de este estudio se presenta las siguientes

sugerencias;

- Conexión de la línea A y la línea B con una cinta transportadora, esta mejora elimina el uso de mano de obra de tres operadores (Envasador de producto secado, Transporte de línea A - B y el alimentador de la línea B).
- Con la eliminación del cuello de botella de la línea A se puede verificar un incremento de la capacidad en un 47%, así se eliminan los costos producidos por turnos adicionales de trabajo.

En conclusión se logra incrementar la productividad en un 3.16% de 3.79 a 3.91, reduciendo los costos innecesarios de producción, además de disminuir el porcentaje de merma en 1% por el cambio de escarificadores ya que los nuevos equipos instalados disminuye la presencia de granos picados, así mismo es importante mencionar que la medición inicial de productividad es medida en la gestión 2017 en condiciones iniciales, y el cálculo de productividad posterior a las mejoras es medido en la gestión 2018 posterior al cambio de escarificadores.

Entre otra de las mejoras se puede mencionar la reducción de tiempos de set up por incremento del flujo másico de 1.25 horas a 0.92 horas dando como resultado un incremento de 9.2 horas productivas mes.

CAPÍTULO 5: GESTIÓN DE LA CALIDAD

5.1 RESPONSABILIDAD Y POLÍTICAS DE CALIDAD

5.1.1 Compromiso de la calidad

La empresa se mantiene a la vanguardia en controles de calidad ya que forma parte troncal de la política de la empresa, considerando que la empresa cuenta con la certificación FSSC 22000 tiene procedimientos bastante estrictos en control del sistema integrando todas las áreas para contribuir a la obtención del mejor producto, entre los puntos de mayor control se pueden mencionar las características organolépticas de los granos de quinua, características fisicoquímicas como la humedad y microbiológica como moho.

5.1.2 Políticas de la calidad

Actualmente COMRURAL XXI, se halla muy comprometida con la calidad de todos sus productos elaborados, ya que fue una de las principales características que sumaron valor agregado al producto, generando mayor demanda por las características que se atribuyen.

Todo el personal dependiente de la empresa es consciente de mantener la inocuidad de los productos elaborados, gracias a la certificación FCCS 22000, se cuenta con un cronograma de capacitaciones de concientización para recordar la política de inocuidad y calidad, los cuales expresan;

- “Garantizar productos inocuos y de alta calidad
- Cumplir los requisitos legales y reglamentarios además con lo acordado con los clientes.
- Mejorar continuamente nuestros procesos productivos para mantener e incrementar nuestra participación en el mercado.
- Mantener y mejorar la eficacia de los sistemas implementados y certificados, haciendo un seguimiento estricto para consolidar la confianza en nuestra organización.
- Alcanzar certificaciones acordes a las exigencias del mercado y los clientes.
- Asegurar el desarrollo personal, buscando activamente las oportunidades para el incremento de sus habilidades que serán usadas en beneficio de la organización.

- Una comunicación eficaz interna y externa impulsando el trabajo en equipo y la satisfacción de los clientes finales” (COMRURAL XXI SRL, 2015, pág. 1).

5.2 CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

El proceso de producción está conformado por varios procesos de transformación del producto los cuales generan valor agregado al producto, por lo cual es vital realizar controles de calidad en los puntos que sean considerados como puntos de requerimiento de control operacional y puntos críticos de control, para esto la empresa cuenta con manual de análisis de puntos críticos de control y los prerequisites operativos, los cuales son estrictamente controlados en función del manual HACCP.

5.2.1 Parámetros y características de control general

I. Restricción por granulometría y tipo de grano

La dimensión del grano es otro de los parámetros significativos que marcan en el momento de determinar el precio del grano ya que en caso que los granos fueran en mayor composición segunda, se incrementa la merma en el proceso de producción.

Tabla 5-1 Clasificación de granos por tamaño

Clase	Detalle	Medidas del grano
Especial	Extra grandes	Granos mayores a 2,2mm
Primera	Grandes	Granos entre 2,2 mm y 1,7 mm
Segunda	Medianos	Granos entre 1,75 a 1,35 mm
Tercero”	Pequeños”	Granos menores a 1,35 mm”

Fuente: (Norma Boliviana NB NA0038, 2007, pág. 3)

II. Restricción organoléptica

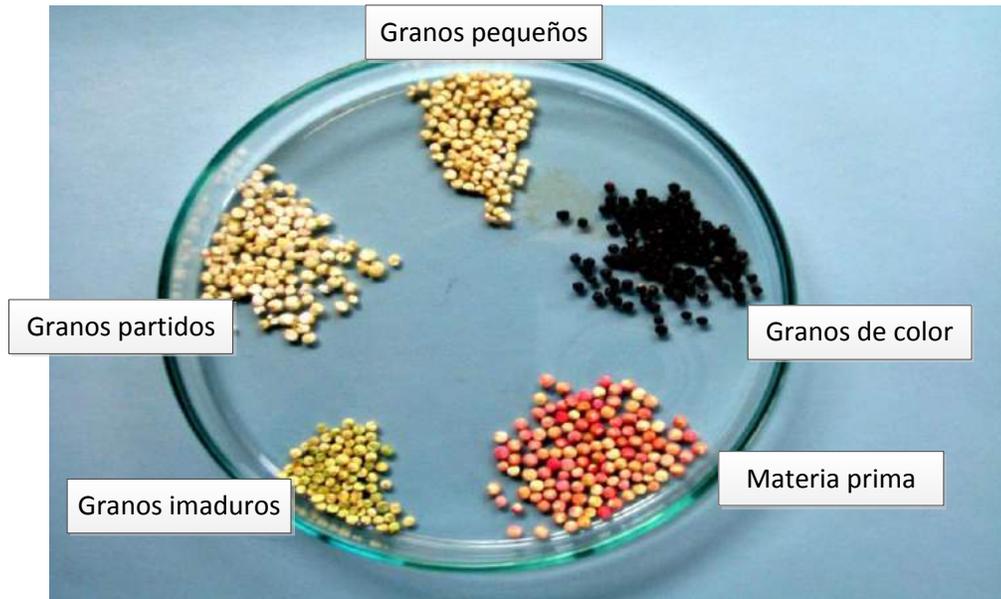
Para las restricciones organolépticas se consideran; el aroma, no puede tener ningún olor ajeno al grano de quinua, el color según requerimiento, y el sabor de la quinua. Entre los parámetros se puede basar en los siguientes detalles;

- **“Olor.** Debe ser característico del producto
- **Sabor.** Debe ser característico del producto” (Norma Boliviana NB NA0038, 2007, pág. 5).

III. Restricciones por aspecto físico del grano

- **Grano entero (no defectuoso).** “Son aquellos granos de quinua beneficiada que no presentan ningún tipo de alteración en su forma física” (Norma Andina NA 0032, 2007, pág. 4).
- **Granos quebrados:** “Son pedazos de granos cuyos tamaños son menores a las tres cuartas partes del grano entero” (Norma Andina NA 0032, 2007, pág. 4).
- **Granos manchados.** “Son granos enteros o quebrados que presentan una coloración diferente a lo normal de la variedad, debido a los fenómenos biológicos, químicos, atmosféricos, etc.” (Norma Andina NA 0032, 2007, pág. 5).
- **Granos infestados:** “Son granos dañados por insectos que además pueden contener insectos vivos o muertos, como también sus larvas y/o excrementos” (Norma Andina NA 0032, 2007, pág. 5).
- **Granos inmaduros:** “Son granos que han alcanzado su madurez fisiológica, caracterizándose por su pequeño tamaño y coloración verduzca” (Norma Andina NA 0032, 2007, pág. 5).

Ilustración 5-1 Tipos de granos



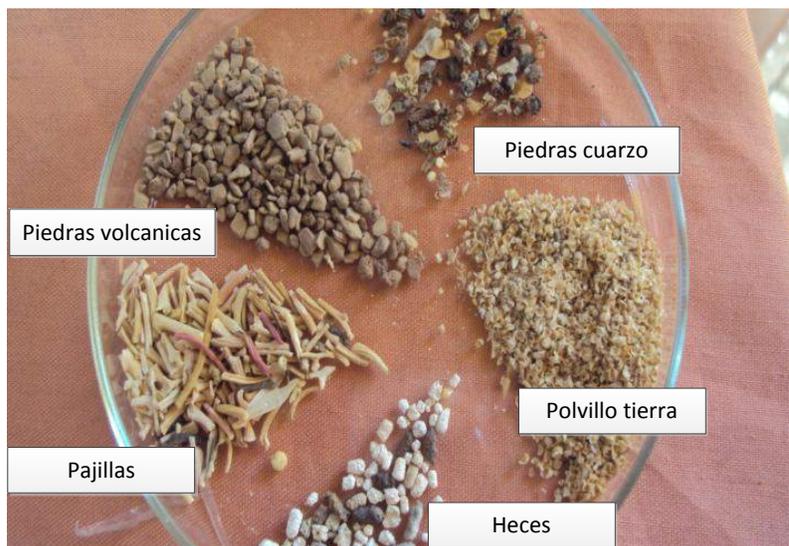
Fuente: (Jiménez, 2012, pág. 38)

IV. Limpieza del grano

La limpieza del grano hace referencia a la ausencia de impurezas físicas contenidas en el grano de quinua, estas pueden ser divididas en dos partes las cuales son;

- Impurezas físicas de cosecha. Se consideran productos físicos que no se consideran como impureza proveniente de su cosecha.
- Impurezas Orgánicas. Se considera las cascarillas, partes de tallo, granos de ajara, hojas, otras semillas y otras materias orgánicas.

Ilustración 5-2 Tipos de impurezas



Fuente: (Jiménez, 2012, pág. 37)

V. Características fisicoquímicas

Las características fisicoquímicas considerables a ser controladas son el porcentaje de humedad que por norma se limita la aceptación de 12 % como máximo y por otro lado el análisis de contenido de saponina es muy importante para el control del proceso de escarificado.

5.2.2 Muestreo de aceptación de materia prima.

De momento en la empresa se maneja un plan de muestreo del 100% ya que se procede con la inspección del lote completo, en la tabla 5.2 se detallan los rangos de clasificación del grano en función a la granulometría del producto, en la tabla 5-3 se detallan los límites permisibles para la aceptación de granos por el aspecto físico, en la tabla 5-4 se detallan los límites de aceptación de producto con ciertas impurezas físicas, y por último en la tabla 5-5 se detallan los límites de control fisicoquímico como es la humedad del grano. En caso de que producto sobre pase alguno de los márgenes permisibles, la aceptación del lote es considerado entre el área de producción y calidad, evaluando gravedad del mismo.

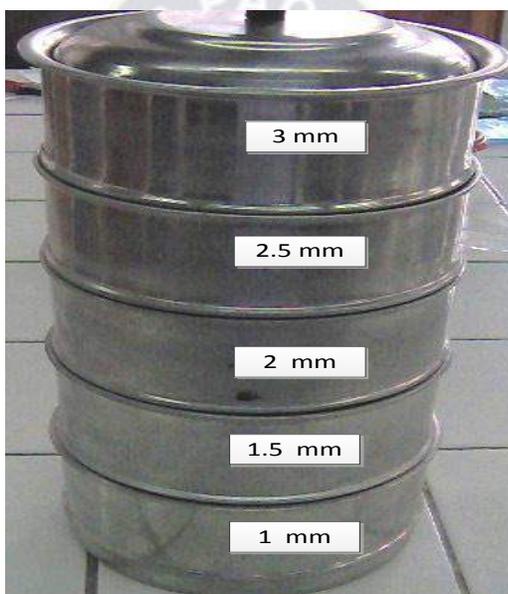
5.2.2.1 Parámetros controlados

Se realiza la inspección de un lote completo para verificar el cumplimiento en los requisitos.

I. Restricción por tamaño del grano

Clasificación de granos por tamaño.

Ilustración 5-3 Tamices para clasificado de grano



Fuente: elaboración propia

- **Procedimiento:** Base de cálculo de 200 gramos, alimentados en la fuente de 3 mm y se procede con la agitación durante un minuto, en ese tiempo los granos pasan por los tamices para ser clasificados según su diámetro de grano, culminando el tiempo de agitación se puede cuantificar la cantidad de grano contenida en cada tamiz generado así un informe con los resultados obtenidos.

Entre los resultados obtenidos de la evaluación de una muestra se puede analizar el cumplimiento de los requisitos.

Resultados

Tabla 5-2 Clasificación de granos

Clase	Tamaño de los granos	Tamaño del grano	Especificaciones de quinua real	Resultados
Especial	Extra grandes	Granos mayores a 2,2mm	Min 50%	1.23
Primera	Grandes	Granos entre 2,2 mm y 1,7 mm		51.6
Segunda	Medianos	Granos entre 1,75 a 1,35 mm	Max 50%	44.36
Tercero	Pequeños	Granos menores a 1,35 mm		2.81

Fuente: (COMRURAL XXI SRL, 2015)

II. Restricción organolépticas

- **Olor.** Debe ser característico del producto, se rechaza cualquier aroma a combustible o moho.

III. Restricciones por aspecto físico del grano

Tabla 5-3 Restricciones por aspecto físico del grano

Característica del grano	Especificaciones de quinua real	Resultados	Cumple/No cumple
Granos enteros	mayor a 85 %	95,5 %	Cumple
Granos quebrados	Menor al 0,75%	3,344 %	Cumple
Granos dañados	Menor a 0,50 %	0,12 %	Cumple
Granos de color	Menor al 0,10%	0,5 %	Cumple
Granos germinado	Menor al 0,12%	0,1 %	Cumple
Granos recubiertos	Menor al 0,25%	0,12 %	Cumple
Granos inmaduros	Menor a 0,03%	0,056 %	No cumple
Granos contrastantes	Menor a 0,05%	0,26 %	No cumple

Fuente: (COMRURAL XXI SRL, 2015) Base de cálculo de 200 g

IV. Limpieza del grano

Tabla 5-4 Posibles impurezas presentes en los granos

Características	Máximo	Resultados	Cumple/ no cumple
Pajillas	250	189	Cumple
Piedrecillas cuarzo	45	26	Cumple
Piedrecillas volcánicas	130	60	Cumple
Piedrecillas duras	5	5	Cumple
Materiales metálicos	0	0	Cumple
Insectos (Larvas)	10	8	Cumple
Excrementos	30	26	Cumple

Fuente: (COMRURAL XXI SRL, 2015) Base de cálculo de 1000 gramos

V. Características fisicoquímicas

Tabla 5-5 Características fisicoquímicas

Características	Máximo	Resultado	Observación
Humedad	8,8 %	8,35 %	Cumple

Fuente: (COMRURAL XXI SRL, 2015) En base de 5 gramos.

5.2.3 Control del proceso

Uno de los requisitos para obtener un producto totalmente inocuo, es el control del proceso desde el inicio hasta el final, por lo que la empresa conoce de la importancia de este control tiene desarrollado un plan de los puntos críticos de control y los puntos operativos de control para asegurar la calidad del producto. Dentro de las responsabilidades el supervisor de producción y responsable de producción son los encargados de controlar estos puntos para evitar cualquier tipo de peligro que afecte la inocuidad del producto.

5.2.3.1 Puntos de control del proceso por variables y atributos

Para asegurar la inocuidad y la calidad del producto que se encuentra en proceso, se inicia por identificar los peligros vinculados a cualquier fase de la producción, el tratamiento o separación de los alimentos, posterior a ser evaluados los riesgos se toman puntos del proceso que se consideran como un punto crítico de control o un programa de pre requisitos, mismos que requieren ser controlados para minimizar los peligros identificados.

En base a una evaluación de riesgos se identifican los puntos necesarios a controlar debido a que presentan algún riesgo de contaminación por lo que los encargados de controlar estos puntos son las inspectoras de calidad para tomar las medidas y verificar que los valores se encuentren dentro de los rangos permisibles.

Tabla 5-6 Puntos del proceso a ser controlados

Operación	Peligro	Análisis	Variable a ser controlada	Herramientas de control	Corrección
Lavado y Enjuague del grano	Intoxicación por exceso de saponina o oligosacáridos glucosídicos	Cuantificar la cantidad de saponina presente en el pericarpio del grano,	Grado de saponina	Carta de control de medidas y rangos (x -R)	Reproceso desde el proceso de escarificado en seco
Secado	Humedades mayores al 12% representan peligro de desarrollo de moho	Es requisito indispensable el control de porcentaje de humedad en el grano seco, ya que esta es la última operación encargada del secado base de datos de la norma NB- 312004.	Humedad		Reproceso desde salida del producto centrifugado

Tabla 5-6 Puntos del proceso a ser controlados(Continuación)

Operación	Peligro	Análisis	Variable a ser controlada	Herramientas de control	Corrección
Clasificación final	Impurezas físicas orgánicas e inorgánicas	Se deben verificar las tolerancias admitidas para la clasificación de granos de quinua según NB-312004	Tolerancia para la clasificación de granos de quinua	Número de defectos Gráfica c	Desde equipos dependiendo de la impureza encontrada

Fuente: elaboración propia

A. Presencia de saponina posterior al lavado y enjuague

Para la determinación del contenido de saponina se usó el método de la espuma, (NB 683) En un tubo de ensayo ingresa 0.5 g de quinua y se añade 20 ml de agua destilada posterior a ello se agita de manera continua por un lapso de 30 segundos, se deja en reposo 1 minutos y finalmente, se procede a la medición de la altura de espuma contenida en el tubo de ensayo con una regla milimétrica.

Para el análisis de la presencia de saponina en el proceso se toma cinco muestras, por un lapso de 25 días, adjunto anexo C, tabla C-1 se adjunta la hoja de cálculos para la elaboración de los gráficos de control X-R que se presentan a continuación.

Fórmulas de cálculo

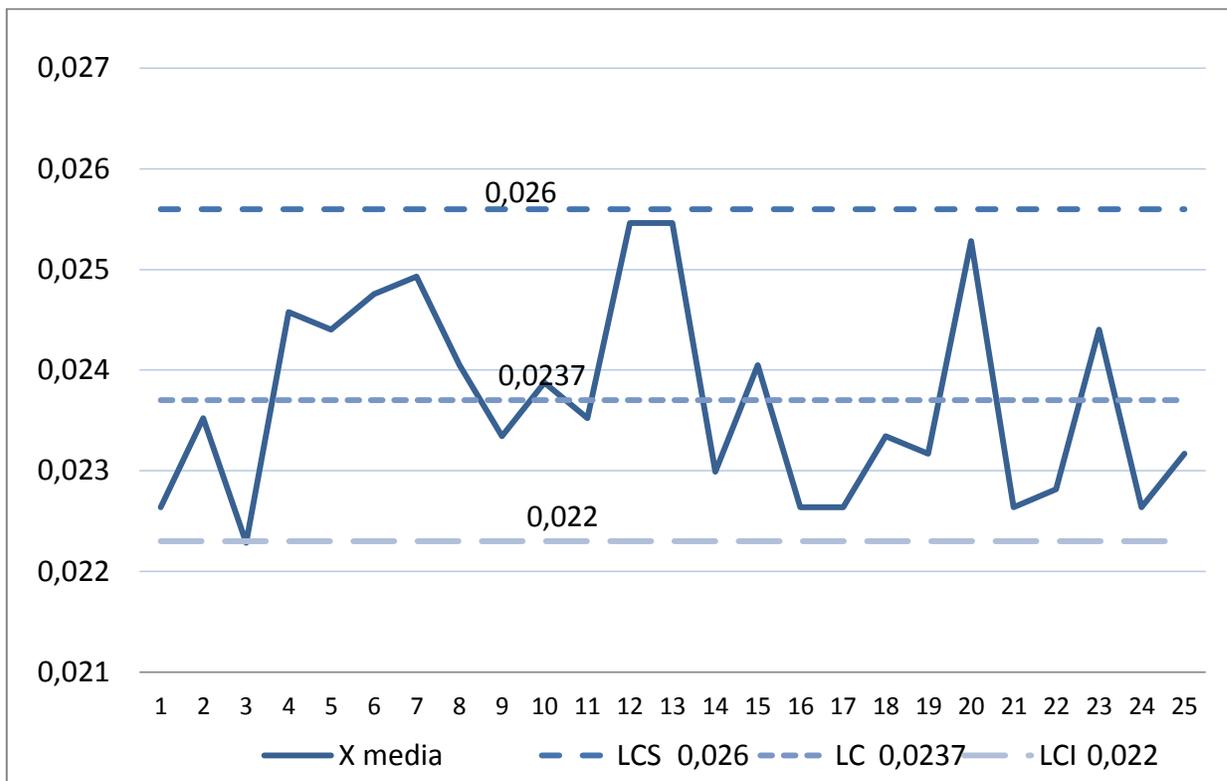
LCS = Límite superior de control

LCI = Límite inferior de control

$$LCS = \bar{X} + A_2\bar{R}$$

$$LCI = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

Gráfico N° 5-1 Gráfica X Composición de saponina



Fuente: elaboración propia

Interpretación de los gráficos de control.

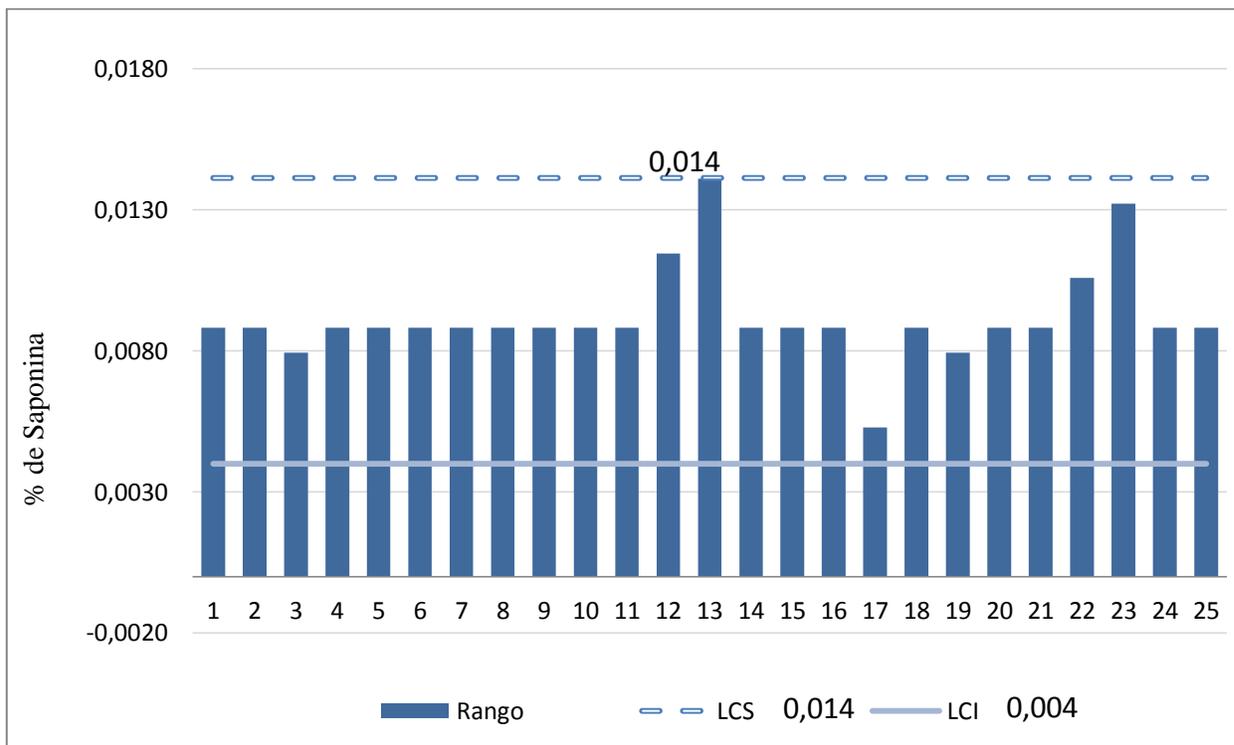
En base a los resultados del control de composición de saponina en el producto posterior al escarificado, lavado y secado se puede observar que el proceso se encuentra bajo control ya que no sobre pasa los límites de control, sin embargo por la variación de quinuas que compone un lote de materia prima existe la tendencia de variación constante.

Tabla 5-7 Rangos permisibles de saponina

Características	Especificaciones quinua real	Resultados	Cumple/No cumple
Saponina	Max. 26 mg/100g	23.7 mg/100 g	Cumple

Fuente: base de datos empresa COMRURAL XXI

Gráfico N° 5-2 Gráfica R composición de saponina



Fuente: elaboración propia

Interpretación del gráfico:

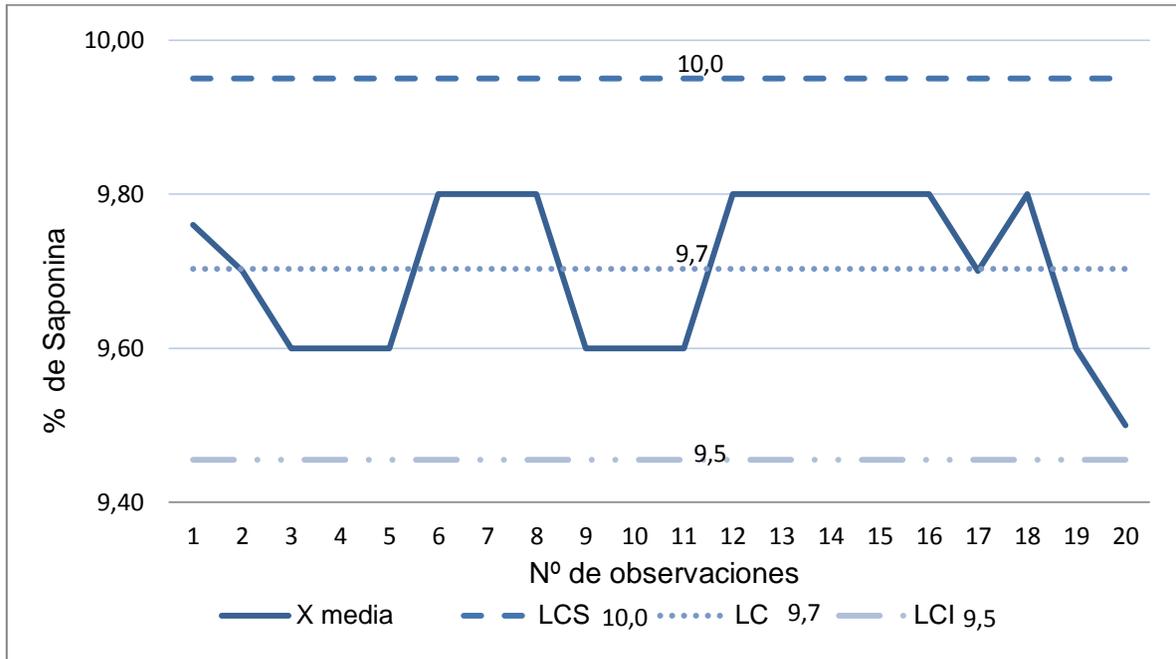
De acuerdo al gráfico R, se puede concluir que el proceso se encuentra bajo control ya que no existen puntos fuera de los límites de control, sin embargo existen tres puntos próximos al límite superior esto debido a la variedad de quinuas que se componen un solo lote.

B. Humedad del grano posterior al proceso de secado.

Para mantener la inocuidad del producto la humedad del grano no puede superar del 12% (Base seca) ya que existe riesgo de desarrollo de mohos, en conocimiento de esto para asegurar la inocuidad del producto se trabaja con una base del 10%. En anexo C, Tabla C-2 Límites de gráficas X y R en % de humedad se puede observar la base de datos para el cálculo.

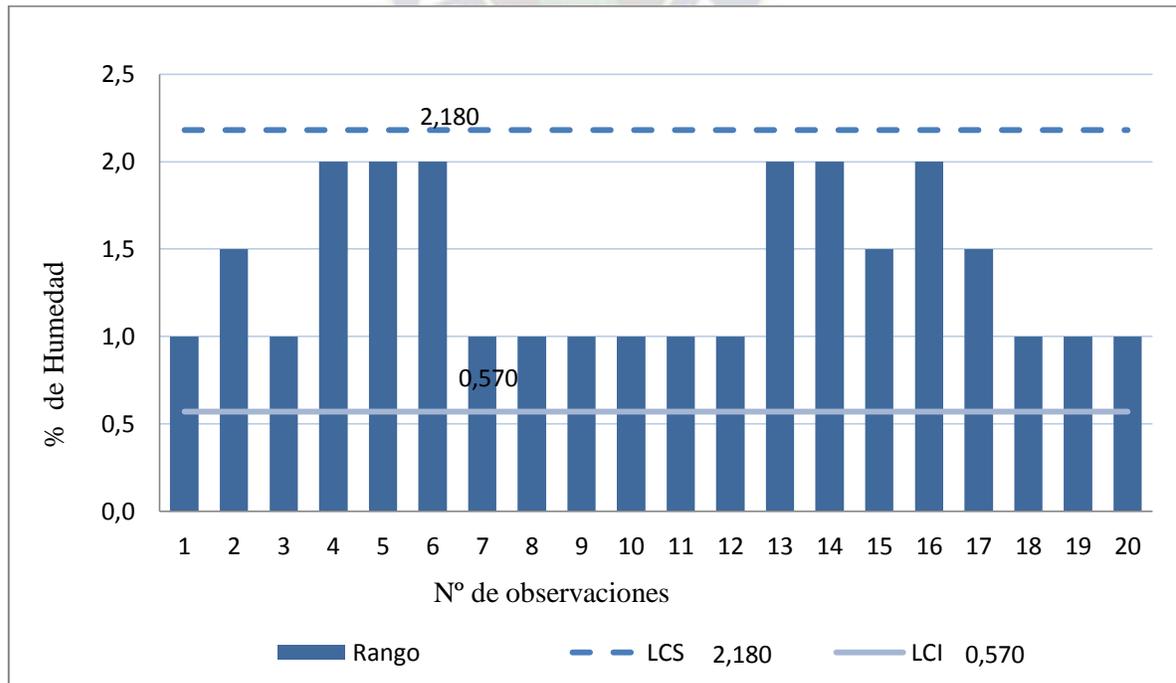
Las mediciones que se realizan para el control de la humedad a la salida de los secadores son con el uso de un higrómetro de granos, por consiguiente se realizan 20 observaciones con 5 muestras cada una.

Gráfico N° 5-3 Gráfica X % de Humedad



Fuente: elaboración propia

Gráfico N° 5-4 Gráfica R % de Humedad



Fuente: elaboración propia

Interpretación del gráfico: analizando el comportamiento de la media, se puede concluir que el proceso está controlado ya que no existen puntos fuera de los límites de control y tienden a localizarse sobre la media, es decir sobre un 9.7 %.

De acuerdo a los requisitos, la humedad no pasa del 10% siendo está el límite máximo, ya que en el proceso de transporte de exportación tiende a subir un 1% de humedad, por consiguiente trabajar con un máximo de 10% garantiza la inocuidad del producto.

Observando la gráfica se puede verificar que el límite máximo es del 10% de humedad y el límite inferior, 9.5 si bien humedades menores a 9.5 % no significan peligro alguno para la inocuidad del producto, esto implica la disminución de peso del producto además de diversos recursos adicionales para el secado como ser mano de obra, tiempo de proceso, gas y energía.

C. Inspección del producto final

En conocimiento que el producto final puede contar con diversos defectos por presencia de impurezas, se toma la decisión de realizar el control del producto final en base a la tabla detallada sobre los límites de clasificación de granos de quinua que se encuentra en función al grado que pertenece.

- Clasificación de los granos de quinua.

Tabla 5-8 Límites para clasificación de grano de quinua

Características	Unidad	Grado 1		Grado 2		Grado 3	
		Min.	Max	Min.	Max	Min	Max
Humedad	%		13,5		13,5		13,5
Granos enteros	%	96	0	90		86	
Granos quebrados	%		1,5		2		3
Granos dañados	%		1		2,5		3
granos de color	%		1		2		3

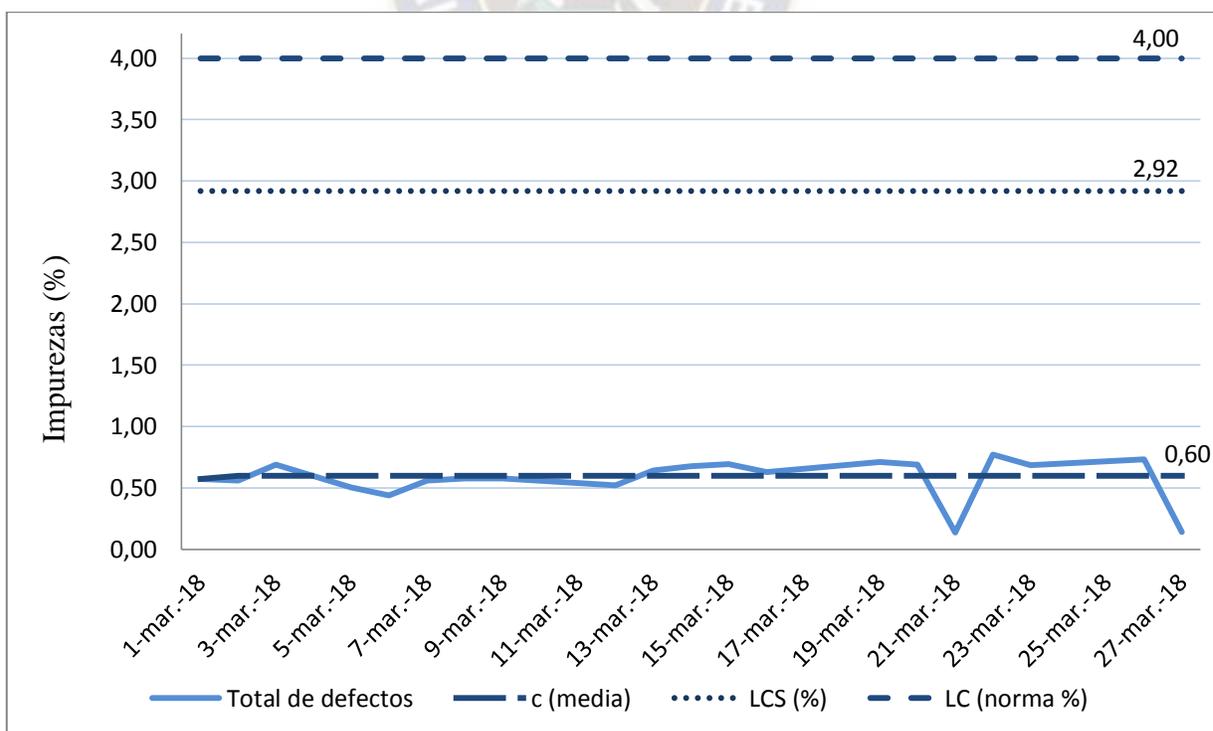
Tabla 5-8 Límites para clasificación de grano de quinua (continuación)

Características	Unidad	Grado 1		Grado 3		Grado 4	
		Min.	Max	Min.	Max	Min.	Max
Granos recubiertos	%		0,25		0,3		0,35
Granos inmaduros	%		0,5		0,7		0,9
Impurezas totales	%		0,25		0,3		0,35
Piedrecillas	U/100 g		Ausencia		Ausencia		Ausencia
Variedades contrastantes	%		1		2		2,5
Insectos	%		Ausencia		Ausencia		Ausencia

Fuente: (Norma Boliviana NB NA0038, 2007)

Para realizar un control minucioso se toman muestras durante 20 días del 1 de marzo al 27 de marzo del presente año, adjunto Anexo C, Tabla C-3 Presencia de impurezas en el producto final detallada para la base de cálculos.

Gráfico N° 5-5 Comportamiento de pureza del producto



Fuente: elaboración propia

Interpretación del gráfico de control de análisis de pureza: analizando la tabla de tolerancia admitida para la clasificación de los granos de quinua para la asignación de su grado perteneciente, podemos concluir que el producto final estudiado corresponde al grado 1, ya que el porcentaje de impurezas no llega a ser mayor al 4%.

Conforme al análisis del gráfico de control se puede concluir que el proceso se encuentra bajo control, ya que no existe mayor variación en el proceso además de estar dentro de los límites permisibles y por el comportamiento del totales de impurezas se puede concluir que se exporta un producto de alta calidad, considerando que con mejoras continuas del proceso se reduce al máximo la presencia de impurezas.

- Restricciones fisicoquímicas

Tabla 5-9 Restricciones fisicoquímicas

Características	Especificaciones quinua real	Resultados	Observación
Saponina	Max. 26 mg/100g	23.7 mg/100 g	Cumple
Humedad	Max. 10.5 %	10.00 %	Cumple

Fuente: (COMRURAL XXI SRL, 2015, pág. 18)

Se libera el lote final cuando los parámetros controlados este dentro de los límites permisibles.

- Restricciones por limpieza del grano

Tabla 5-10 Restricciones por limpieza del grano

Características	Máximo	Resultados	Observaciones
Pajillas	1	1	Cumple
Piedrecillas cuarzo	0	0	Cumple

Tabla 5-10 Restricciones por limpieza del grano (continuación)

Características	Máximo	Resultados	Observaciones
Piedrecillas volcánicas	2	1	Cumple
Piedrecillas duras	0	0	Cumple
Materiales metálicos	0	0	Cumple
Insectos (Larvas)	0	0	Cumple
Excrementos	0	0	Cumple

Fuente: (COMRURAL XXI SRL, 2015, pág. 20)

Se conocen como puntos críticos de control, las piedras cuarzo, además de los excrementos de animales (Heces de ratón).

En cuanto se perciba incumplimiento de los límites de control o presencia de algún producto que no esté detallado como admisible, se procede al reproceso del lote completo para asegurar la inocuidad del producto.

5.3 BUENAS PRACTICAS DE HIGIENE EN LA EMPRESA

La implementación de la certificación de FSSC 22000 (Food Safety System Certification) fue obtenida el año 2016, es un sistema de certificación de inocuidad alimentaria basado en las normas ISO 22000:2005 y las ISO/TS 22002:1

- Construcción y distribución del edificio: la construcción cumple con los requisitos solicitados en la ISO 22002:1 ya que es de fácil limpieza, tiene controlado las fuentes posibles de contaminación además de contar con una auditoria mensual para programar mantenimientos requeridos para las distintas áreas.
- Distribución de los predios y áreas de trabajo: en el lay out se puede evidenciar que el recorrido del producto es lineal para facilitar el cumplimiento de las BPM/PPR, ya que las áreas sucias se encuentran separadas de las áreas limpias de producción, tal es el caso del sector de escarificado en seco y el sector húmedo.

- Eliminación de residuos: los materiales de desecho, son eliminados bajo un procedimiento de desecho y eliminación de residuos que se encuentra al alcance de todos los integrantes de la empresa, en el mismo se hace énfasis en la clasificación de residuos para la reutilización.
- Programas de mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos: el responsable de mantenimiento tiene bajo su cargo el manual de mantenimiento, y en coordinación con producción se programan los mantenimientos preventivos además de realizar un programa de mantenimiento anual. Cada equipo cuenta con una ficha técnica donde especifica los datos generales del mismo además de instructivos de mantenimiento rutinario.
- Gestión de los materiales comprados: el área de administración cuenta con los procedimientos de compras, con procedimientos de aprobación y selección de proveedores, entre los requisitos básicos que exige el área es la especificación detallada de los activos solicitados, de acuerdo a la exigencia que el sistema requiere, se puede minimizar al máximo la compra de activos que no cumplan con los requisitos.
- Medida para la prevención de la contaminación cruzada: para el seguimiento de la concientización sobre la preservación de la inocuidad del producto se realiza capacitaciones programadas donde se toma énfasis a materiales frágiles que se utilizan en el proceso y representan un peligro de contaminación, en el manual se explica paso a paso la limpieza en caso de rupturas de materiales frágiles para evitar las contaminación.
- Limpieza y desinfección: la empresa cuenta con un POES (Programa Operacional estandarizado de Saneamiento) en el que se considera las limpiezas operacionales, pre operacional, post operacional, limpiezas generales y posterior a mantenimientos realizados con el objetivo de mantener la inocuidad del producto, este programa cuenta con instructivos por áreas de limpieza además de ser de fácil aprendizaje para los operadores y cualquier persona involucrada en el proceso de producción puedan desarrollar la limpieza de manera óptima y segura.
- Control de insectos y plagas: la empresa cuenta con la revisión del sistema preventivo de plagas una vez por semana junto a los supervisores de calidad.

- Higiene personal y servicios: se cuenta con procedimientos de higiene personal, el mismo que se encuentra expuesto en los vestidores de los operadores que se encuentran en contacto directo con el producto, con respecto a los servicios la empresa cumple con los requisitos de las instalaciones proporcionando a los trabajadores la cantidad suficiente de sanitarios, duchas y lavamanos de acuerdo a normas 1 sanitario y 1 ducha por cada 10 operadores.
- Reprocesamiento: El reproceso se realiza posterior a la confirmación de calidad de no conformidad en los puntos de control, actualmente se cuenta con un procedimiento de reproceso conforme a las especificaciones que no se cumplan en el producto ya que se diferencian en función del proceso productivo, una vez que el área de calidad realiza la observación el área de producción es la encargada de la solución bajo el control del área de calidad para posteriormente liberar el producto.
- Procedimiento de retirado de productos: Se cuenta con el procedimiento de retirado de productos posterior a la emisión del informe de control de calidad para poder liberar el producto.
- Sistema HACCP: actualmente la empresa cuenta con un equipo de inocuidad multidisciplinario con el objetivo de aportar de manera distinta en los controles del sistema, este sistema es controlado desde el año 2015 ya que es uno de los requisitos para la exportación del producto, así mismo la empresa cuenta con un manual HACCP y un plan HACCP para el control minucioso del proceso de producción.

El equipo de inocuidad realiza reuniones frecuentes para analizar no conformidades además de realizar informes sobre la situación actual del proceso y los inconvenientes atravesados por el sistema ya que se manejan indicadores de inocuidad diarios.

5.4 MEJORAS PLANTEADAS

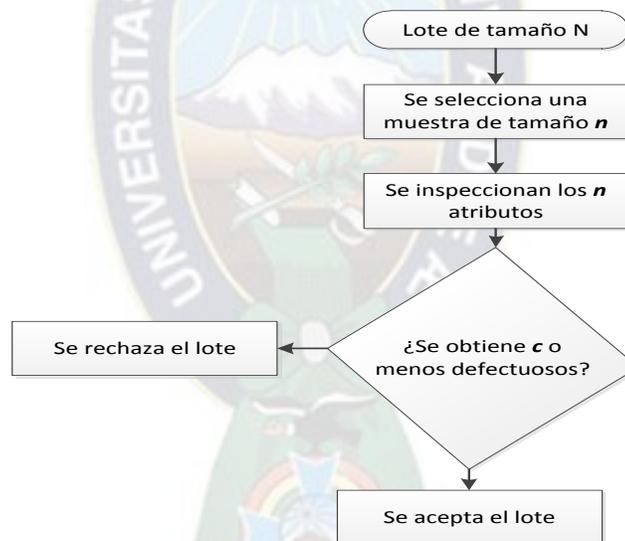
5.4.1 Muestreo de aprobación de la materia prima

Existen tres alternativas posibles para la inspección de un lote conforme de las unidades producidas. La primera opción es de aceptar el lote completo sin realizar ninguna inspección, por lo que en esta opción no se presentarán rechazos del producto; la segunda alternativa, es

revisar el lote completo uno a uno cada producto y rechazar el producto que no cumpla con los parámetros establecidos, y por último la tercera opción es llevar a cabo la revisión solo de una muestra obtenida o realizar una inspección estadística del lote que ingrese respetando los límites de la cantidad de defectuosos que pueden ser aceptados y por ende se rechaza el lote si sobre pasa el margen permitido.

“Las ventajas de la inspección estadística frente a la inspección del cien por ciento son de tipo económico (Disminuye significativamente los costos de inspección). Un plan de inspección estadística se define en términos de tres cuantificaciones: el tamaño del lote revisado (N), el tamaño de la muestra a ser tomada (n), y el juicio de aceptación o rechazo (c) del lote en revisión” (Gutierrez, 2009, pág. 160).

Ilustración 5-4 “Esquema de un plan de muestreo para aceptación por atributos”



Fuente: (Gutierrez, 2009, pág. 162)

I. Plan de inspección en función de los atributos

Teniendo en cuenta que se trata de la relación de la empresa con los proveedores, se presenta un plan de inspección por tributos para inspeccionar una muestra de unidades de un lote con el propósito de aceptar o rechazar el lote completo.

Para cumplimiento de los requisitos de los clientes, productores y establecer un procedimiento que cumpla con los requisitos se ejecuta un plan de muestreo por atributos, en base a las características especificadas en el acápite 5.3.1.

A. Definición de parámetros:

- Nivel de calidad aceptable (AQL): es el máximo porcentaje que no satisface la calidad solicitada (Gutierrez, 2009, pág. 399) para que el lote sea aceptado o rechazado.
- Nivel de calidad rechazable (LTPD): requisito del cliente los lotes se consideran de baja calidad, si la relación de fallas es mayor que una cantidad específica. (Gutierrez, 2009, pág. 399)
- Riesgo del productor (α): es la probabilidad asociada de devolución de un lote de buena calidad (Gutierrez, 2009, pág. 399), para el caso de estudio se considera igual a 0.05.
- Riesgo del consumidor (β): es la probabilidad de aceptar un lote de mala calidad (Gutierrez, 2009, pág. 399), para el estudio de caso se considera igual a 0.16.

Para poder establecer el plan más indicado que cumpla con las exigencias de calidad de la empresa se tomaran los siguientes datos:

AQL = 2%

LTPD = 16%

α = 0.05

β = 0.10

Tabla 5-11 Planes de muestreo preliminar para recepción de materia prima

c	λ_{AQL}	λ_{LTPD}	LTPD/AQL	LTPD/AQL
1	0,35	3,89	11,1	8
2	0,82	5,32	6,5	

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente procedimiento se plantea cuatro posibles planes de muestreo, el primer muestreo detallada paso a paso, y los siguientes planes se calculan de misma manera y son presentados en la tabla 5-12

Plan A

$$\lambda_{AQL} = 0.35$$

$$c = 1$$

$$\lambda_{AQL} = AQL * n \rightarrow n = \frac{\lambda_{AQL}}{AQL} \rightarrow n = 17.5 \rightarrow n = 17$$

Cálculo de λ_{LTPD} :

$$\lambda_{LTPD} = LTPD * n \rightarrow \lambda_{LTPD} = 0.16 * 17 \rightarrow \lambda_{LTPD} = 2.72$$

Cálculo de β :

$$\beta = 0.24$$

Tabla 5-12 Determinación de un plan óptimo de muestreo de inspección por atributos

Plan	n	c	α	β
A	17	1	0.05	0.24
B	24	1	0.09	0.1
C	41	2	0.05	0.04
D	33	2	0.03	0.1

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los planes propuestos para optimizar el proceso de inspección de lotes de materia prima, se sugiere optar por el plan **c** ya que es el más económico, además de contar con una probabilidad del 5% de devolución de un lote de buena calidad y 4% de admitir un lote de mala calidad, que lo diferencia por presentar menor riesgo para el proveedor y el cliente.

5.5 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

Todo integrante de la empresa COMRURAL XXI, es consciente de que la calidad del producto ofrecido es vital, ya que todos son concientizados y capacitados al respecto.

En lo que respecta a los controles de calidad de materia prima, en la actualidad se realiza una inspección del 100 % en promedio de 1 minuto por saco, esto conlleva a que se descuide el control de las áreas de producción ya que se emplea el personal de inspección para esta tarea, es así que se plantea un plan de muestreo minimizando las probabilidades de afectación a de los proveedores y la empresa como cliente.

Con ayuda del plan HACCP se determinan los puntos de control del proceso los cuales son la composición de saponina en el grano además de la humedad posterior al secado del grano, para el control de estas variables se realiza empleando las cartas de control de Medias y Rangos (X - R) donde se puede concluir que el proceso se encuentra bajo control ya no existen puntos que sobrepasen los límites de control.

Para la clasificación del grano de quinua se recurre a las tolerancias admitidas para la clasificación de granos, que son detallados en la “Norma Boliviana -312004” para realizar la clasificación del producto final, para su posterior liberación para exportación.

En todo el proceso de medición y controles de las variables del grano de quinua, los encargados del control siguen estrictas normas de manipulación y limpieza para evitar la contaminación cruzada.

CAPÍTULO 6: PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

6.1 PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

6.1.1 Pronóstico de la demanda a corto plazo

“Los modelos cuantitativos de pronósticos son modelos matemáticos que se basan en datos históricos, estos modelos suponen que los datos históricos son relevantes para el futuro. Casi siempre puede obtenerse información pertinente al respecto” (Gaither Greg 2001). Los modelos de pronóstico de la demanda tratan de predecir el futuro con base en la información pasada.

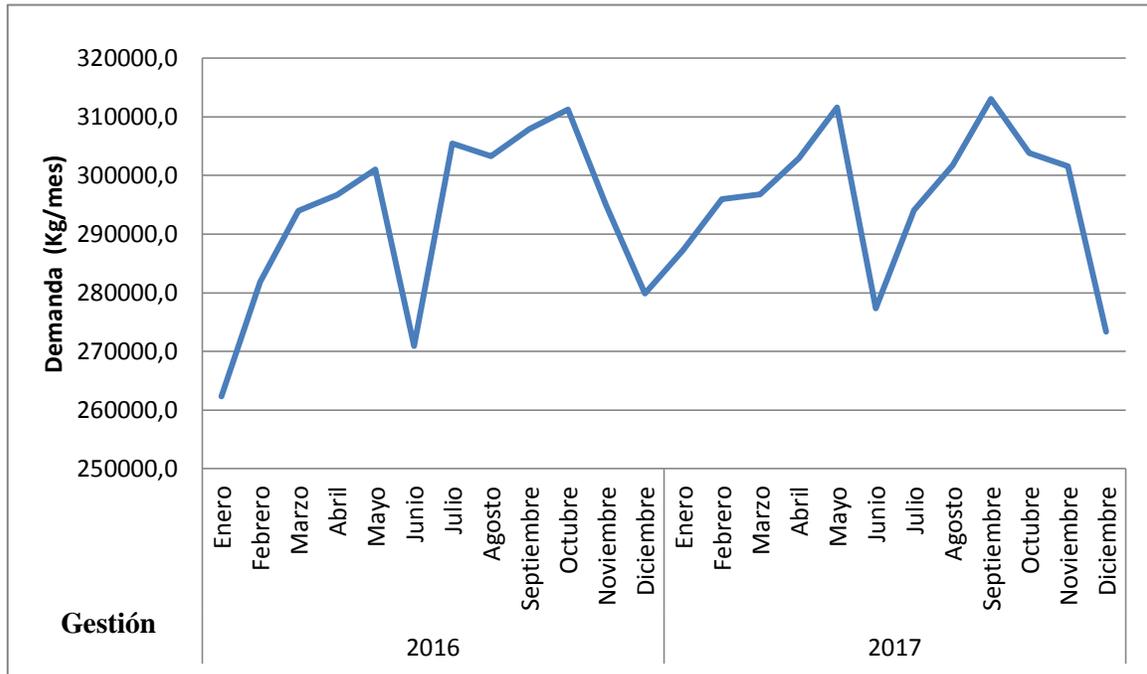
Actualmente la empresa se encuentra trabajando netamente con la exportación del grano, a distintos países como; Estados Unidos, Holanda, España, Francia, Alemania entre otros, debido a ello la demanda es variable, sin embargo para la proyección se toman datos históricos de enero a diciembre de las gestiones 2016 y 2017 para calcular de manera adecuada el pronóstico de la demanda.

Tabla 6-1 Historial de demanda Gestión 2016 y 2017

Gestión	2016			2017			
Mes	Kg	Mes	Kg	Mes	Kg	Mes	Kg
Enero	262,374	Julio	305,423	Enero	287,260	Julio	294,053
Febrero	281,823	Agosto	303,268	Febrero	295,962	Agosto	301,744
Marzo	293,994	Septiembre	307,877	Marzo	296,791	Septiembre	313,035
Abril	296,653	Octubre	311,277	Abril	302,897	Octubre	303,874
Mayo	301,024	Noviembre	294,891	Mayo	311,638	Noviembre	301,559
Junio	270,954	Diciembre	279,869	Junio	277,331	Diciembre	273,365

Fuente: base de datos de la empresa COMRURAL XXI

Gráfico 6-1 Comportamiento de la demanda histórica (Kg /mes)



Fuente: elaboración propia

Analizado el gráfico de la demanda, se puede observar la tendencia estacional creciente en un periodo de seis meses aproximadamente, dicha tendencia es debido varios factores; entre ellos se cuentan con los contratos de clientes potenciales, además de cumplimiento a los mantenimientos preventivos que por lo regular es programado dos veces al año.

De acuerdo a un análisis del comportamiento de la demanda, se procede a la selección del método de modelo de series de tiempos modelo de Hold- Winters, ya que al ser un pronóstico de triple suavizamiento tiene la ventaja de adaptarse fácilmente a la actualización de la información real disponible por el departamento de logística o cualquier cambio brusco en la demanda.

Método de Holt- Winstner, para ítems con demanda estacional creciente, es así que utilizando datos históricos al final de un periodo T y se revisa la estimación de la componente con las siguientes ecuaciones.

$$F_t = \alpha \frac{D_t}{C_{t-N}} + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$I_t = \gamma \frac{D_t}{F_t} + (1 - \gamma)I_{t-N}$$

Dónde:

D_t = Demanda real en el tiempo t

I_{1-N} = índice calculado para el periodo de 12 meses

T_1 = Valor estimado que corresponde a la tendencia de los periodos

F_1 = Promedio exponencial en el momento t-1

α = Constante de suavizamiento valorado entre 0 y 1

β = Constante de suavizamiento valorado entre 0 y 1

γ = Constante de suavizamiento valorado entre 0 y 1

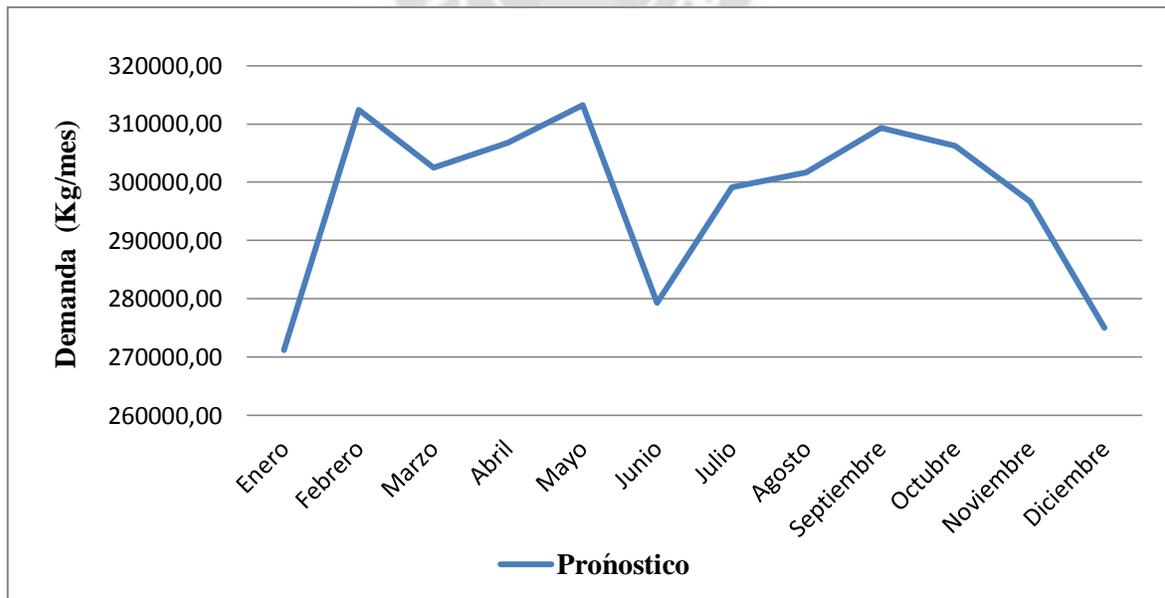
Para la proyección de la demanda se usan los datos históricos de gestiones 2016 y 2017, en la misma que se puede observar la tendencia estacional creciente de los periodos analizados por lo cual se procede a la determinación en anexo D, Tabla D-1 Proyección de la demanda, Método de Holt- Winster, se puede observar la hoja de cálculos, para los conseguir los valores óptimos se procede a minimizar el error absoluto para obtener los valores de gama.

Tabla 6-2 Pronóstico de la demanda

Gestión	Mes	Pronóstico (kg)
2018	Enero	271222
	Febrero	312385
	Marzo	302503
	Abril	306744
	Mayo	313198
	Junio	279321
	Julio	299139
	Agosto	301641
	Septiembre	309312
	Octubre	306242
	Noviembre	296666
	Diciembre	274996

Fuente: elaboración propia

Gráfico 6-2 Pronóstico de la demanda Expresado en (Kg/mes)



Fuente: elaboración propia

Analizando el comportamiento de la demanda proyectada se puede observar que tiene la misma tendencia estacional creciente por lo que se puede concluir que el pronóstico es adecuado, con un error porcentual absoluto de 0,015.

6.1.2 Control del pronóstico

Es importante realizar actualizaciones constantes en los datos históricos para que las estimaciones de los pronóstico sean lo más real posible y en base a esta información afrontar la incertidumbre para una inmediata toma de decisiones.

Los pronósticos pueden a llegar a presentar algunos problemas por lo que pueden generar algunas situaciones no esperadas, es por ello que es importante realizar un control de los pronósticos proyectados para tenerlo en evaluación constante.

6.1.2.1 Error de pronóstico -Gráficos de control.

Se procede al cálculo del error además de los límites permisibles en base a las siguientes fórmulas.

$$V(Y_0) = \sigma^2 \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{\sum X_i^2} \right)$$

$$Sf^2 = SNE^2 \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{X_i^2} \right)$$

$$SNE^2 = \sigma^2 = \frac{\sum(e^2)}{n - k}$$

Dónde:

\hat{y} = Es el valor pronosticado para algún valor seleccionado de x (Valor estimado)

x_0 = Valor seleccionado de x (para pronosticar)

\bar{x} = Media de la variable x

n = Número de observaciones

SNE = Error estándar de la estimación

t = Valor de la t- student con n-2

Tabla 6-3 Control del pronóstico

Mes	Pronóstico Kg	LI Kg	LS Kg
Enero	271,222	257,977	284,466
Febrero	312,385	299,118	325,653
Marzo	302,503	289,210	315,796
Abril	306,744	293,422	320,066
Mayo	313,198	299,844	326,553
Junio	279,321	265,931	292,710
Julio	299,139	285,712	312,567
Agosto	301,641	288,172	315,111
Septiembre	309,312	295,799	322,826
Octubre	306,242	292,681	319,804
Noviembre	296,666	283,054	310,278
Diciembre	274,996	261,330	288,661

Fuente: elaboración propia

Se puede obtener los límites de control de los pronósticos para poder tomar las previsiones necesarias en el proceso productivo.

6.1.3 Pronóstico de la demanda a mediano plazo

Para el pronóstico de la demanda a mediano plazo se toman datos históricos de la demanda, recabados de la empresa. Con los modelos de tendencia se mide el comportamiento de las ventas para un horizonte de cinco años, siendo la más indicada la regresión cuadrática de expresión con un coeficiente de correlación igual a 0.99, adjunto anexo D, tabla D-4 Pronóstico de la demanda a mediano plazo y tabla D-3 Modelos de tendencia se detallan los cálculos realizados.

Tabla 6-4 Pronóstico de la demanda a mediano plazo (Kg/Año)

Gestión	Pronóstico (Kg)
2018	3.587.324,00
2019	3.617.287,00
2020	3.650.624,00
2021	3.687.335,00
2022	3.727.420,00

Fuente: elaboración propia.

6.1.4 Inventarios

Al tratarse del beneficiado de la quinua, se considera como única materia prima; el grano de quinua en bruto, debido a que las épocas de producción son estacionarias se toma las medidas de mantener inventarios de seguridad, este acopio es excedente de inventario que protege la producción contra la incertidumbre de la demanda, el tiempo de espera y los cambios en el abastecimiento del producto.

Para una adecuada aplicación de logística, se sugiere llevar un control estricto de los stocks, ya que no todos las circunstancias que puedan afectar a estos stocks pueden ser predecibles. Es por ello que se realiza un cálculo de stocks de seguridad para evitar inconvenientes de aprovisionamiento del producto.

Tabla 6-5 Modelo de inventarios semestrales.

Ítem	Demanda anual media	Desviación demanda	Tiempo entrega medio	Desviación tiempo	Nivel de Seguridad	Coste pedido	Coste almacén
Medidas	(kg/6 meses)	(kg/6 meses)	(días)	(días)	(% de pedidos)	(Bs/pedido)	(Bs/Kg*6 meses)
Quinua bruta	2.199.584,00	100,00	6,00	7,00	95	850	1,5
Quinua bruta	2.202.816,00	100,00	6,00	7,00	95	850	1,5

Fuente: elaboración propia

6.1.4.1 Cantidad económica de pedido (EOQ)

Actualmente la empresa no cuenta con un plan de pedidos por lo que presenta a continuación un modelo de inventarios en base a los siguientes datos.

Q = Número de unidades a ordenar

Q* = Número óptimo de unidades a ordenar (EOQ)

D = Demanda anual en unidades para el artículo en inventario

S = Costo de ordenar o de preparación para cada orden

H = Costo de mantener o llevar inventarios por unidad por año

ROP = Punto de reordena

d = Demanda por día

L = Tiempo de entrega de nueva orden en días (Grover, 2015).

Tabla 6-6 Cantidad económica de pedido

Detalle	Lote óptimo Q*	Punto de Pedido	Stock Seg. Total
			(Kg)
	(Kg/pedido)	(Kg)	SS = SSd+SSt
Semestre 1	45.579,00	105.547,00	69.389,00
Semestre 2	45.612,00	105.702,00	69.491,00

Fuente: elaboración propia

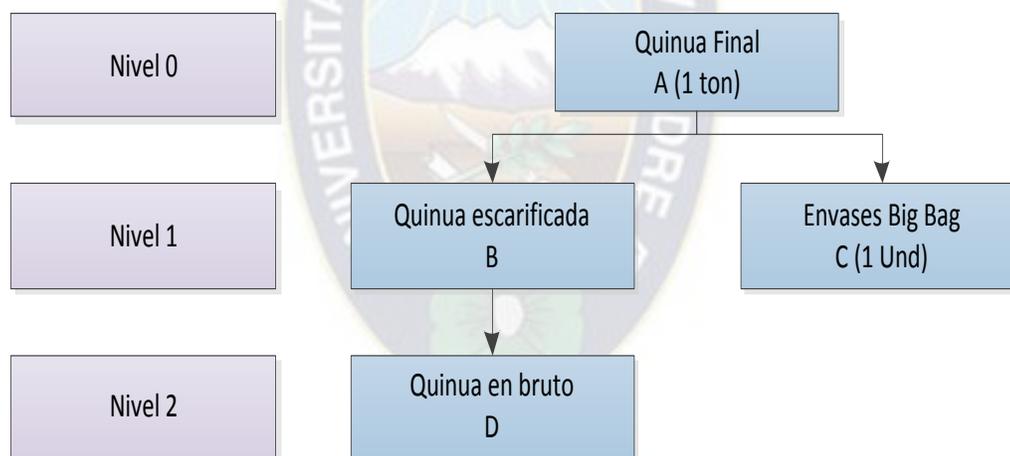
De acuerdo a los resultados se tiene como un pedido óptimo de 45579 kilos por cada lote recepcionado y mantener un stock de seguridad de 69389 kilos. No existe mayor diferencia entre los resultados de ambos semestres, esto debido a la tendencia de la demanda pronosticada por lo cual es muy similar con un ligero incremento.

6.2 PLANIFICACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Para realizar una buena planificación y cumplir con el requerimiento de los materiales es conveniente trabajar con el sistema “Push” para pronosticar el inventario requerido para cubrir la demanda solicitada para los clientes externos, como clientes internos.

En base a los datos de la demanda pronosticada, se desarrolla en plan maestro de producción que no es más que las necesidades de los recursos para los periodos pronosticados, es por ello que se muestra la estructura de producto final que es el beneficiado de quinua en presentación de una tonelada en la siguiente ilustración:

Ilustración 6-1 Estructura del producto de una tonelada envase big bag



Fuente: elaboración propia

La estructura de la composición del producto es para la producción de una tonelada por lo que las unidades de medida en materia prima son de una tonelada, y la medida del ítem c, es por unidad ya que se trata de envases.

Tabla 6-7 Estructura del producto de una tonelada envase big bag

NIVEL 0		
Código	A	
Disponibilidad (Tn)	0	
Stock seguridad (Tn)	5	
Lead time	0	
NIVEL 1		
Código	B	C
Cantidad	1,08 (Tn)	1
Disponibilidad	5 (Tn)	1000 (Uds.)
Stock seguridad	1 (Tn)	50 (Uds.)
Lead time	1 (Dia)	3 (Mes)
NIVEL 2		
Código	D	
Cantidad	1.1 (Tn)	
Disponibilidad	70 (Tn)	
Stock seguridad	69 (Tn)	
Lead time	1 (Mes)	
Relación	B	

Fuente: elaboración propia

En anexo D, tabla D-5 a tabla D-8 se adjunta el detalle del programa de requerimiento de materiales para la gestión proyectada, sin embargo el requerimiento de materia prima se recepciona con un mes de antelación de acuerdo a convenio con proveedores. Para la materia prima se mantiene un stock de 69 toneladas de quinua en bruto como previsión en caso de algún inconveniente.

Considerando la existencia de mil envases de polipropileno (Big Bag) se procede a la solicitud de compra en el mes de marzo, junio y septiembre en lotes de 1000 unidades cada lote solicitado.

6.3 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Para un adecuado funcionamiento de producción conforme a los pronósticos de la demanda proyectada, se presentan sugerencias para elegir un programa de producción que cumpla con los requisitos de calidad, cantidad y la producción justo a tiempo.

Con el programa de producción se determina los recursos necesarios para cumplir con la demanda proyectada en las dos líneas de producción.

6.3.1 Programa de producción en condiciones iniciales

Las condiciones iniciales hace referencia previo el cambio de maquinaria de la línea A, en base a la situación inicial se presentan las siguientes alternativas.

6.3.1.1 Fuerza de trabajo constante- tiempo extra

Considerando que la empresa requiere de mano de obra calificada y capacitada para el manejo de los equipos de producción, así mismo para los controles de calidad requeridos, es que se analiza el programa con tiempo extra (horarios nocturnos 23:00 a 07:00)

Tabla 6-8 Resumen de las capacidades de las dos líneas de producción

Detalle	Línea A	Línea B
Capacidad de producción (Kg/h)	870	1400
Nº de trabajadores (Nº)	6	9
Turno (Nº)	2	2
Horas de producción (2 turnos)	12,33	13

Fuente: elaboración propia

Tabla 6-9 Fuerza de trabajo constante – Tiempo extra

Línea	Detalle	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria	
A	Inventario inicial (Kg)	0													
	Nº Días hábiles/mes	22	18	21	21	21	20	21	22	21	27	19	19	252	
	Horas de producción disponibles	284	235	272	272	272	259	272	284	272	346	247	247	3120	
	Producción de turno regular (Kg)	247010	204102	236283	236283	236283	225556	236283	247010	236283	300646	214829	214829	2835400	
	Pronóstico de la demanda (Kg)	298345	343624	332754	337419	344519	307253	329054	331806	340244	336867	326333	302496	3930715	
	Unid disponibles antes del tiempo extra (Kg)	-51334	-139522	-96471	-101136	-108235	-81697	-92771	-84796	-103961	-36221	-111504	-87667	-1095315	
	Nº Tuno extra req	8	22	15	16	17	13	15	14	17	6	18	14	176	
	Costo tiempo extra (Bs)	9093	25007	18187	18187	20460	14777	17050	15913	19323	6820	20460	17050	202327	
	Costo tiempo regular (Bs)	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400	16400	196800
	Costo línea A (Bs)														399.127,00
B	Inventario inicial (Kg)														
	Nº Días hábiles (Nº)	22	18	21	21	21	20	21	22	21	27	19	19	252	
	Horas de producción disponibles	302	250	289	289	289	276	289	302	289	367	263	263	3468	
	Capacidad utilizada (%)	64	89	75	76	77	72	74	71	76	60	81	75		
	Producción de turno regular (Kg)	271222	312386	302504	306745	313199	279321	299140	301642	309313	306243	296666	274996	3573376861	
	Pronóstico de la demanda (Kg)	271222	312386	302504	306745	313199	279321	299140	301642	309313	306243	296666	274996	3573377	
	Unidades disponibles antes del tiempo extra (Kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Costo regular (Bs)	25700	25700	25700	25700	25700	25700	25700	25700	25700	25700	25700	25700	25700	308.400,00
Costo línea B (Bs)														308.400,00	
Costo total del programa (Bs)														707.527,00	

Fuente: elaboración propia

6.3.1.2 Fuerza de trabajo baja y constante y sub contratación

Tabla 6-10 Fuerza de trabajo constante y sub contratación

Línea	Detalle	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria	
A	Inventario inicial (Kg)	0													
	Días hábiles / mes	22	18	21	21	21	20	21	22	21	27	19	19	252	
	Horas de producción disponibles	284	235	272	272	272	259	272	284	272	346	247	247	3259	
	Producción (Kg)	247.010	204.102	236283	236.283	236283	225.556	236.283	247.010	236283	300646	214829	214829	2835400	
	Pronóstico de la demanda (Kg)	298.345	343.624	332754	337.419	344519	307.253	329.054	331.806	340244	336867	326333	302496	3930715	
	Unidades disponibles antes del tiempo extra (Kg)	-51.334	-139.522	-96471	-101.136	-108235	-81.697	-92.771	-84.796	-103961	-36221	-111504	-87667	-1095315	
	Costo por kg sub contratado (Bs)	12.834	34.881	24118	25.284	27059	20.424	23.193	21.199	25990	9055	27876	21917	273829	
	Costo tiempo regular (Bs)	16.400	16.400	16400	16.400	16400	16.400	16.400	16.400	16.400	16400	16400	16400	16400	196800
	Costo línea A (Bs)														470.629,00
	Días hábiles (Nº)	22	18	21	21	21	20	21	22	21	27	19	19	252	
	Horas de producción disponibles	302	250	289	289	289	276	289	302	289	367	263	263	3468	
	Capacidad utilizada (%)	64	89	75	76	77	72	74	71	76	60	81	75		
	Producción de turno regular (Kg)	271.222	312.386	302504	306.745	313199	279.321	299.140	301.642	309313	306243	296666	274996	3573376,861	
	Pronóstico de la demanda (Kg)	271.222	312.386	302504	306.745	313199	279.321	299.140	301.642	309313	306243	296666	274996	3573377	
	Unidades disponibles antes del tiempo extra (Kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Costo regular (Bs)	25.700	25.700	25700	25.700	25700	25.700	25.700	25.700	25.700	25700	25700	25700	25700	308400
	Costo línea (Bs)														779.029,00
	Costo total del programa (Bs)														779.029,00

Fuente: elaboración propia

6.3.2 Programa de producción posterior a mejoras implementadas

Tabla 6-11 programa de producción posterior a las mejoras

Línea	Detalle	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria
A	Inventario inicial (Kg)	0	67912	26922	44519	57451	63283	90475	111772	146223	156330	265248	257455	
	Días hábiles (N°)	22	18	21	21	21	20	21	22	21	27	19	19	252
	Horas de producción disponibles	284	235	272	272	272	259	272	284	272	346	247	247	3259
	Producción de turno regular (Kg)	366257	302634	350351	350351	350351	334445	350351	366257	350351	445785	318540	318540	4204213
	Pronóstico de la demanda (Kg)	298345	343624	332754	337419	344519	307253	329054	331806	340244	336867	326333	302496	3930715
	Unidades disponibles antes del tiempo extra (Kg)	67912	26922	44519	57451	63283	90475	111772	146223	156330	265248	257455	273499	1561088
	Costo tiempo regular (Bs)	164.00	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400
Costo línea A (Bs)														336.800,00
B	Inventario inicial (Kg)	0	62071	25082	41398	53473	59093	84118	103797	135449	144956	244377	237582	
	Días hábiles (N°)	22	18	21	21	21	20	21	22	21	27	19	19	252
	Horas de producción disponibles	302	250	289	289	289	276	289	302	289	367	263	263	3468
	Capacidad utilizada (%)	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	
	Producción de turno regular (Kg)	333294	275397	318820	318820	318820	304345	318820	333294	318820	405665	289871	289871	3825834
	Pronóstico de la demanda (Kg)	271222	312386	302504	306745	313199	279321	299140	301642	309313	306243	296666	274996	3573377
	Unidades disponibles (Kg)	62071	25082	41398	53473	59093	84118	103797	135449	144956	244377	237582	252457	1443855
Costo regular (Bs)	25.700	25.700	25.700	25.700	25.700	25.700	25.700	25.700	25.700	25.700	25.700	25.700	25.700	308.400,00
Costo línea B (Bs)														308.400,00
Costo total del programa (Bs)														645.200,00

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los requisitos de la calidad de mano de obra que se requiere para el proceso en la empresa, se presentan las siguientes alternativas de programas de producción específicamente para la línea A;

- **Fuerza de trabajo constante y tiempo extra:** considerando la capacidad actual de la línea, se requiere programar 174 terceros turnos al año para cumplir con la demanda proyectada, así mismo estos turnos incluyen bonos extras conforme a la ley general del trabajo, son remuneradas con un 100% adicional, de lo cual se obtiene un costo de Bs. 707.527,00 detallado en Tabla 6-12
- **Fuerza de trabajo constante y sub contratación:** presentando como una opción para evitar los 174 turnos adicionales se presenta, la opción de sub contratación, es decir la compra de producto ya escarificado, sin embargo este producto debe cumplir con los requisitos de calidad, por lo que se revisa minuciosamente los lotes ingresados, de acuerdo a la programación de producción se requiere de la compra de 1.095 toneladas de producto escarificado al año, lo que genera un costo de producción de 779.029 Bs. Según Tabla 6- 10 Fuerza de trabajo constante y sub contratación
- **Programa de producción posterior a mejoras:** se considera el incremento de capacidad de producción en 42% es decir 360 Kg por hora, con la capacidad proyectada se cumple con la demanda interna de la línea B. El costo de total de este programa de producción, incluyendo los costos de inversión de los recursos necesarios para mejorar la línea es de 645.200,00 (Bs) detallado en Tabla 6-11 programa de producción posterior a las mejoras.

6.3.3 Programación de la producción a mediano plazo

- A. Programa de producción sin mejoras:** programación de la producción manteniendo las condiciones actuales iniciales sin la implementación de las mejoras a corto y mediano plazo.

Tabla 6-13 Programa de producción con las condiciones iniciales

LÍNEA	Detalle	2018	2019	2020	2021	2022	Sumatoria
A	Nº Días hábiles (Nº)	252	252	252	252	252	1260
	Horas de producción disponibles / año	3120	3120	3120	3120	3120	15599
	Producción de turno regular (Kg)	2835400	2714243	2714243	2714243	2714243	13692374
	Pronóstico de la demanda (Kg)	3930715	3979016	4015686	4056069	4100162	20081648
	Unid disponibles antes del turno extra (Kg)	-1095315	-1264772	-1301443	-1341825	-1385919	-6389274
	Tuno extra req	176	203	209	215	222	1026
	Costo tiempo extra (Bs)	204.453,00	247.609,00	267.674,00	289.126,00	313.467,00	1.322.330,00
	Costo por gestión (Bs)	439.200,00	461.160,00	484.218,00	508.428,90	533.850,34	2.426.857,00
	Costo línea A (Bs)						
B	Inventario inicial (Kg)	0	0	0	0	0	0
	Días hábiles (Nº)	252	252	252	252	252	1260
	Horas de producción disponibles/ año	3670	3670	3670	3670	3670	18350
	Capacidad utilizada %	70	70	71	72	73	
	Producción de turno regular (Kg)	3587324	3617287	3650624	3687335	3727420	18269990
	Pronóstico de la demanda (Kg)	3587324	3617287	3650624	3687335	3727420	18269990
	Unidades disponibles antes del tiempo extra (Kg)	0	0	0	0	0	0
	Costo regular (Bs)	616.800,00	647.640,00	680.022,00	714.023,00	749.724,00	3.408.209,00
	Costo línea B (Bs)						
Costo total del programa (Bs)							7.157.397,00

Fuente: elaboración propia

B. Mejoras implementadas a corto plazo: se presenta el programa de producción con el cambio de los escarificadores incrementando la capacidad a 1290 Kg/hora

Tabla 6-14 Programa de producción con las mejoras a corto plazo

Línea	Detalle	2018	2019	2020	2021	2022	Sumatoria	
A	Inventario inicial (Kg)	0	78511	124063	132945	101444		
	N° Días hábiles	252	252	252	252	252	1260	
	Horas de producción disponibles/ año	3120	3120	3120	3120	3120	15599	
	Producción de turno regular (Kg)	4024568	4024568	4024568	4024568	4024568	20122839	
	Pronóstico de la demanda (Kg)	3946056	3979016	4015686	4056069	4100162	20096989	
	Unidades disponibles antes del tiempo extra (Kg)	78511	124063	132945	101444	25850	462814	
	Costo tiempo extra (Bs)	0	0	0	0	0	0	
	Costo por gestión (Bs)	439.200,00	461.160,00	484.218,00	508.428,90	533.850,345	2.426.857,00	
	Costo línea A (Bs)							2.426.857,00
	B	Inventario inicial (Kg)	0	0	0	0	0	0
N° Días hábiles		252	252	252	252	252	1260	
Horas de producción disponibles/ año		3670	3670	3670	3670	3670	18350	
Capacidad utilizada %		70%	70%	71%	72%	73%		
Producción de turno regular (Kg)		3587324	3617287	3650624	3687335	3727420	18269990	
Pronóstico de la demanda (Kg)		3587324	3617287	3650624	3687335	3727420	18269990	
Unidades disponibles antes del tiempo extra (Kg)		0	0	0	0	0	0	
Costo regular (Bs)		616.800,00	647.640,00	680.022,00	714.023,00	749.724,00	3.408.209,00	
Costo línea B (Bs)								3.408.209,00
Costo total del programa (Bs)								5.835.067,00

Fuente: elaboración propia

C. Mejoras a mediano plazo: se incluye la unión de las dos líneas de producción, para automatización de la sin requerimiento de mano de obra que no genera valor agregado al producto.

Tabla 6-15 Programa de producción posterior a mejoras a mediano plazo

Línea	Detalle	2018	2019	2020	2021	2022	Sumatoria
A	Inventario inicial (Kg)	0	78511	124063	132945	101444	
	Nº Días hábiles (Nº)	252	252	252	252	252	1260
	Horas de producción disponibles/ año	3120	3120	3120	3120	3120	15599
	Producción de turno regular (Kg)	4024568	4024568	4024568	4024568	4024568	20122839
	Pronóstico de la demanda (Kg)	3946056	3979016	4015686	4056069	4100162	20096989
	Unidades disponibles antes del tiempo extra (Kg)	78511	124063	132945	101444	25850	462814
	Costo por gestión (Bs)	381.600	400.680	420.714	441.749,7	463.837,18	2.108.581,00
	Costo línea A (Bs)						
B	Inventario inicial (Kg)	0	69000	69000	69000	69000	276000
	Días hábiles (Nº)	252	252	252	252	252	1260
	Horas de producción disponibles año	3670	3670	3670	3670	3670	18350
	Capacidad utilizada (%)	71%	70%	71%	72%	73%	
	Producción de turno regular (Kg)	3656324	3617287	3650624	3687335	3727420	18338990
	Pronóstico de la demanda (Kg)	3587324	3617287	3650624	3687335	3727420	18269990
	Unidades disponibles antes del tiempo extra (Kg)	69000	69000	69000	69000	69000	345000
	Costo regular (Bs)	501.600	526.680	553.014	580.665	609.698	2.771.657,00
	Costo línea B (Bs)						
Costo total del programa (Bs)							4.880.238,00

Fuente: elaboración propia

Evaluando las mejoras se puede observar un ahorro de 2.277.159,00 Bolivianos en el lapso de cinco años de evaluación, en comparación de mantener las condiciones iniciales.

6.4 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

De acuerdo a la demanda histórica del beneficiado de grano de quinua, se puede observar una tendencia estacional creciente, por lo que se proyecta mediante el método de Hold- Winters y es así que en base a la demanda proyectada se presentan los modelos de inventarios semestrales, fijando un stock de seguridad de 69 toneladas de quinua bruta y cantidad económica de pedido de 45 toneladas.

Mediante un plan maestro de requerimiento de materiales, se presenta la estructura del producto en Tabla 7- 6 Estructura del producto para una tonelada envase big bag y adjunto anexo D, tabla D-5 a tabla D-8 se adjunta el detalle del programa de requerimiento de materiales para la gestión proyectada. Así mismo se presentan tres alternativas de programa de producción, considerando como óptimo el plan de producción posterior a la implementación de las mejoras propuestas, ya que representa el menor costo 645.200,00 Bs, además de linealizar la capacidad utilizada de la línea B.

Entre las proyecciones a mediano plazo se proyecta mediante la regresión cuadrática con un índice de correlatividad de 0.99, encontrándose como mejor plan de producción posterior a las mejoras propuestas a mediano plazo, ya que es la que menor costo representa.

CAPÍTULO 7: SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

7.1 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

La seguridad industrial y salud ocupacional en Bolivia durante los últimos años ha presentado mejoras, ya que se presentaron como requisitos de obligatoriedad técnico legal por los mercados de exportación, lo cual ha generado una cultura de seguridad industrial. Sin embargo según el ministerio de trabajo en la gestión 2017 se reportaron 789 accidentes laborales, los cuales con causados por la falta de un plan de seguridad industrial ya que en la mayoría de los casos sucedidos no se contaba con los equipos de protección personal necesarios para la realización de las operaciones designadas.

7.1.1 Diagnóstico de seguridad industrial y salud ocupacional en la empresa

Se estudia detalladamente en base a los requisitos solicitados en la ley 16998, para que en base a los resultados obtenidos se presente propuestas de mejora y corrección para cumplimiento de los artículos faltantes.

Tabla 7-1 Requisitos de la ley 16998

Requisito	Art.	Requisito	¿Cumple?	Observaciones
"Espacio"	61	"Mínimo de 3 metros de altura desde el piso al techo"	SI	Altura las plantas oscila entre 5 a 8 metros de altura
	62	"Número máximo de 1 persona por cada 12 m ³ "	SI	Medida como máximo 66 m ³ por persona.
	63	"En los espacios físicos de circulación, las áreas deben ser llanas, sin ser resbaladizas"	SI	Pisos de azulejo rígido y cemento fino.

Tabla 7-1 Requisitos de la ley 16998 (Continuación)

Requisito	Art.	Requisito	¿Cumple?	Observaciones
“Protección contra la caída de personas, barandillas y plintos”	68	“Tener una altura de 1-1.5 metros”	SI	Las graderías se encuentran con las barandillas correspondientes.
“Ventanas”	69	“Resguardadas convenientemente”	SI	Las ventanas cuentan con mallas protectoras en caso de algún inconveniente.
“Ascensores y montacargas”	70	“Mantenimiento regular de los montacargas”.	SI	Se cuenta con un programa de mantenimiento anual del montacargas.
“Iluminación”	72	“Iluminación adecuada”	NO	No se cuenta con una medición realizada.
“Iluminación”	73	“Luz artificial”	SI	Existencia de luminaria en cada puesto de trabajo, sin embargo sin medición.
		“Luz Natural”	SI	Se cuenta con calaminas translucidas que permiten el paso de la luz natural.
“Ventilación”	77	“Ventilación adecuada”	SI	Mediante el uso de las puertas de 2 metros por tres metros.
		“Ventilación artificial”	SI	Cuenta con la ventilación y la instalación de 6 extractores eólicos en cada línea de producción

Tabla 7-1 Requisitos de la ley 16998 (Continuación)

Requisito	Art.	Requisito	¿Cumple?	Observaciones
Prevención de incendios	92	“Extintores portátiles”	SI	Cada área cuenta con 3 extintores. Sin embargo no existe medición.
		“Alarmas para incendios o simulacros”.	NO	Se propone un sistema de detección de incendios.
“Escapes”	96	“Todos los riesgos deben estar claramente señalizados”.	NO	Se presentan sugerencias en el punto de señalización.
“Señalización”	106	“Todos los conductores eléctricos estarán apropiadamente aislados”	SI	Todos los conductores están propiamente aislados.
“Espacio de trabajo”	133	“Todos los conductores eléctricos estarán apropiadamente aislados”	SI	Si se cumple con la aislación de las conexiones eléctricas.
“Métodos de trabajo”	273	“Todo trabajador designado al manipuleo de materiales debe ser capacitado”	PARCIAL	No se cuenta un plan de capacitación inmediata al ingreso del personal
	274	“Para las condiciones normales se admiten como peso máximo manual de 45 kg y distancias a 0.6 m”	SI	Los sacos de mayor peso son aproximadamente de 70 kilos, y como prevención se destina dos personas para la manipulación además del uso de montacargas.

Tabla 7-1 Requisitos de la ley 16998 (Continuación)

Requisito	Art.	Requisito	¿Cumple?	Observaciones
“Apilamiento de materiales”	276	“Los materiales serán apilados en tal forma que no interfieran con la luz, funcionamiento de máquinas, luz”	SI	En el lay out presentado se destina los lugares de apilamiento para que cumplan con los requisitos
MÉTODOS DE TRABAJO				
“Prohibido fumar”	284	“Prohibido consumir alimentos en lugares infecciosos”	NO	No se cuenta con la señalización.
“Detector de incendios”	286	“Toda área con peligro de incendio debe tener un detector de incendios”.	NO	La empresa no cuenta con sistema de alarmas de incendios.
“Alimentos”	303	“Prohibido consumo de alimentos y bebidas”	SI	Se tiene una identificación con la prohibición de ingesta de alimentos.
“Riesgo físico”	324	“El riesgo del ruido será evaluado por personal técnico designado por la autoridad competente”	NO	Actualmente no se tiene valorizado la intensidad del ruido en ninguna de las áreas
	325	“Todos los trabajadores expuestos a ruidos excesivos deben ser sometidos a control médico sistemático permanente”	NO	No se realizan controles médicos

Tabla 7-1 Requisitos de la ley 16998 (Continuación)

Requisito	Art.	Requisito	¿Cumple?	Observaciones
“Protección de la salud, abastecimiento de agua”	342	“Se dispondrá de un abastecimiento adecuado de agua potable, limpia y fresca, de fácil acceso”	SI	La empresa localiza dispensación de botellones de agua en todas las áreas.
“Orden y limpieza”	347	“Todos los lugares y locales de trabajo, pasillos, almacenes y cuartos de servicios se mantendrán en condiciones adecuadas de orden y limpieza”	SI	La empresa cuenta con un Programa Operacional Estandarizado de Saneamiento por lo que se mantiene las áreas limpias.
“Procedimientos húmedos”	348	“Se mantendrán drenajes efectivos”	SI	El área de lavado y enjuague cuenta con dos drenajes amplios para la eliminación de fluidos.
		“El empleador suministrara sin gasto para los trabajadores, calzados apropiados para que se usen mientras trabajan en tales lugares”	SI	La empresa dota a los operadores de botas de protección.
“Disposición de basura”	349	“Todo lugar de trabajo estará provisto de los servicios higiénicos necesarios”.	SI	Se cuenta con basureros seleccionados por color para la selección según su tipo.

Tabla 7-1 Requisitos de la ley 16998 (Continuación)

Requisito	Art.	Requisito	¿Cumple?	Observaciones
“Posiciones del trabajo”	350	“Los trabajadores deber ser instruidos sobre los movimientos y esfuerzos que ejecuten a fin de prevenir lesiones por sobre esfuerzo o fatiga”	SI	Se proporcionan los medios necesarios para evitar el esfuerzo físico.
“Servicios higiénicos”	353	“Inodoros según tabla adjunta al artículo”.	SI	Los trabajos son por turnos y existen 8 inodoros 4 damas y 4 varones
		“Urinarios según tabla adjunta al artículo”.	SI	Existen 3 urinarios
		“Duchas según tabla adjunta al artículo”	SI	Existen 6 duchas instaladas 3 para damas y 3 para varones
“Equipos de protección personal”	374	“Son todos los aditamentos o subtítulos de la ropa de trabajo para protección”	SI	se dota de dos mudas de ropa de trabajo para protección del mismo
“Normas”	376	“Suministro y uso de equipos de protección personal debe regirse a las normas nacionales”	SI	Se cuenta con los equipos de protección necesarios.

Tabla 7-1 Requisitos de la ley 16998 (Continuación)

Requisito	Art.	Requisito	¿Cumple?	Observaciones
“Protección de la vista”	378	“Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que puede tener peligro para en sus ojos dispondrá protección apropiada para la vista”.	PARCIAL	Existen áreas que requieren de protección visual y no se dota por completo.
“Protección del oído”	379	“Los trabajadores expuestos a ruidos intensos y prolongados deben estar dotados de protectores auditivos”.	SI	Cumple con la protección auditiva.
“Protección de extremidades superiores”	784	“La protección de manos, antebrazos y brazos serán por medio de guantes”.	SI	Se realiza la dotación de guantes para las áreas requeridas
“Protección del aparato respiratorio”	390	“Los equipos protectores del aparato respiratorio serán apropiados al riesgo”.	SI	Se realiza la dotación de mascarillas además de barbijos para las distintas áreas según el peligro identificado

Fuente: (LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD OCUPACIONAL Y BIENESTAR 16998, 1979)

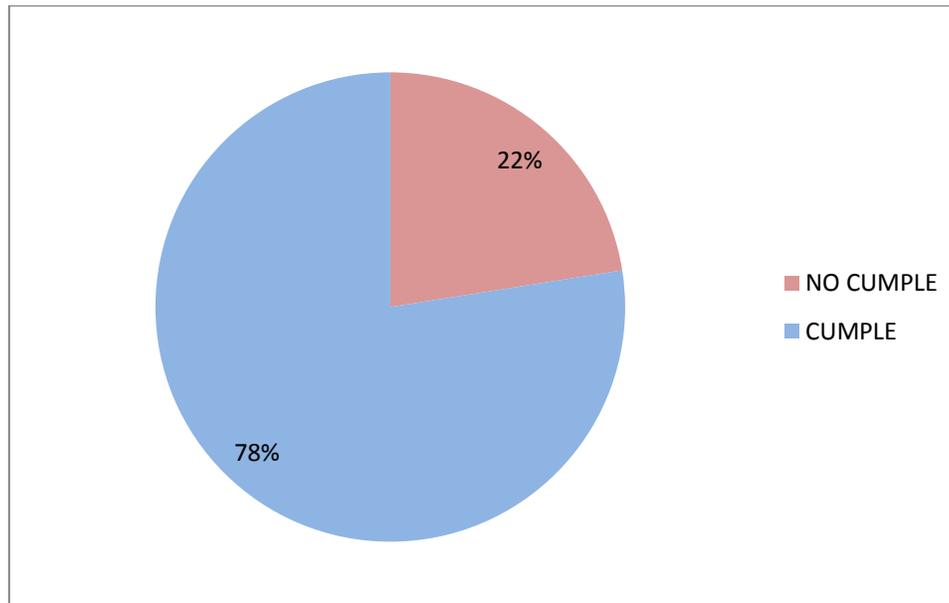
De acuerdo a la evaluación en función de los requisitos de la ley se concluye que se tiene un 23% de artículos que no cumplen y un 78% de artículos cumplidos

Tabla 7-2 Cumplimiento de artículos

Nº Artículos	No cumple	Cumple
40	22%	78%

Fuente: elaboración propia, base de datos de tabla 7-1

Gráfico 7-1 Composición de cumplimiento de artículos



Fuente: elaboración base de datos de la tabla 7-2

En los siguientes puntos se presentan propuestas para cumplimiento de los requisitos.

7.2 ÍNDICES ESTADÍSTICOS DE ACCIDENTABILIDAD

Es de mucha importancia reconocer los riesgos habituales asociados al trabajo para poder evaluarlos y establecer planes de control periódicos, además de identificar los accidentes y enfermedades profesionales asociados a las tareas a cada operación clasificándolos de acuerdo a la gravedad.

Tener un indicador de seguridad como empresa es vital ya que permite desarrollar planes de seguridad para prevenir lesiones, enfermedades y muertes profesionales. Para análisis del tema se consideran los siguientes indicadores.

- “Índice de frecuencia (I.F.), es una tasa utilizada para indicar la cantidad de accidentes por lecciones incapacitantes, por cada millón de horas hombre de exposición” (Bellovi, 1982)

- “Índice de gravedad (IG): Es la tasa utilizada para indicar la gravedad de las lesiones ocurridas por accidentes de trabajo por cada millón de horas hombre trabajadas” (Bellovi, 1982).
- “Índice de accidentabilidad: (IA) Es el porcentaje de accidentes ocurridos en relación a la cantidad de trabajadores pertenecientes a la empresa” (Bellovi, 1982)

Tabla 7-3 Datos de accidentes registrados

Gestión	Detalle	Línea A	Línea B
		Cantidad	Cantidad
2017	Nº Accidente (Nº)	1	1
	Días con baja (Días)	2	3
	Vacaciones (Días)	15	15
2018	Nº Accidente (Nº)	2	3
	Días con baja (Días)	14	616
	Vacaciones (Días)	15	15

Fuente: elaboración propia

Tabla 7-4 Cálculo de índices de accidentabilidad

Detalle	Gestión 2017		Gestión 2018	
	Línea A	Línea B	Línea A	Línea B
Índice de frecuencia	82,86	27,62	142,09	138,54
Índice de gravedad	82,86	82,85	994,60	28447,40
Índice de accidentabilidad	8,33	5,56	16,67	16,67
Duración media de bajas	2,00	0,33	7,00	205,33
Índice de responsabilidad	174,06	116,03	1153,35	28602,61

Fuente: elaboración propia

Interpretación línea A

- **Índice de frecuencia:** gestión 2017 en la empresa COMRURAL XXI SRL. se presentaron 83 accidentes de trabajo por cada millón de horas- hombre- trabajadas. Gestión 2018 evaluado a julio en la empresa COMRURAL XXI SRL se presentan 142 accidentes de trabajo por cada millón de horas- hombre –trabajadas

- **Índice de gravedad:** gestión 2017 por el total de horas trabajadas en la gestión se pierden 83 días por cada millón de horas- hombre- trabajadas.
Gestión 2018 valorado a Julio se pierden 995 días por cada millón de horas- hombre – trabajo.
- **Índice de accidentabilidad:** gestión 2017, se accidentaron el 8.3 % de la población.
Gestión 2018 Valorado a julio se accidentaron el 16.67% de la población.

Interpretación línea B

- **Índice de frecuencia:** gestión 2017 en la empresa se presentaron 28 accidentes de trabajo por cada millón de horas- hombre- trabajadas. gestión 2018 evaluado a julio se presentan 142 accidentes de trabajo por cada millón de horas- hombre –trabajadas.
- **Índice de gravedad:** gestión 2017. Por el total de horas trabajadas en la gestión se pierden 83 días por cada millón de horas- hombre- trabajadas.
Gestión 2018 valorado a Julio se pierden 28447 días por cada millón de horas- hombre – trabajo.
- **Índice de accidentabilidad:** gestión 2017, se accidentaron el 5.6 % de la población del personal operativo de la empresa COMRURAL XXI SRL.
Gestión 2018 Valorado a julio se accidentaron el 16.67% del personal operativo de la empresa COMRURAL XXI SRL.

7.3 ELABORACIÓN DE MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Mediante la elaboración de las matrices de peligro, adjunto anexo E, Tabla E-1 y tabla E-2, se identifica y valora los riesgos además de sugerir medidas de control que coadyuven en la eliminación o reducción al mínimo de estos riesgos que pueden convertirse en accidentes laborales y/o enfermedades profesionales.

En la siguiente tabla se realiza una evaluación de peligros con el método de la matriz IPER adjunto anexo E, Tabla E-3 clasificación de riesgo se adjuntan los valores considerados para la categorización de nivel de riesgo.

Tabla 7-5 Evaluación de riesgos

Peligro	Proceso	Actividad	Puesto de trabajo (ocupación)	Consecuencia	Medida de Control Actual	Evaluación de riesgos				
						Seguridad				
						Probabilidad (P)	Consecuencia (C)	Evaluación del Riesgo	Nivel de Riesgo	Clasificación del Riesgo
Atrapamiento por objeto fijo o en movimiento	Escarificado en seco	Rutinaria	Operador	Lesión o enfermedad	No existe	1	4	4	Moderado	Significativo
	Lavado	Rutinaria	Operador	Lesión o enfermedad	No existe	1	4	4	Moderado	Significativo
	Transportado	Rutinaria	Operador	Limitaciones de movimiento	No existe	1	4	4	Moderado	Significativo
	Higienizado de elevadores	No Rutinaria	Operador	Limitaciones de movimiento	No existe	1	4	4	Moderado	Significativo
Exposición a vibración	Despedregado	Rutinaria	Operador	Orientación inadecuada	No existe	4	1	4	Moderado	Significativo
	Eliminado de impurezas por peso	Rutinaria	Operador	Orientación inadecuada	No existe	4	1	4	Moderado	Significativo
Exposición a calor	Secado	Rutinaria	Operador	Fatiga debido a carga o duración laboral	No existe	1	1	1	Bajo	Aceptable
Exposición a manejo de carga	Transportado de quinua	Rutinaria	Operador	Estrés físico o fisiológico	Dotación de fajas	2	2	4	Moderado	Significativo
Exposición a polvo	Beneficiado línea A	Rutinaria	Operadores y administrativos	Incapacidad respiratoria	Dotación de respiradores	4	2	8	Crítico	Inaceptable
	Beneficiado línea B									
Exposición a ruido	Beneficiado línea A	Rutinaria	Operadores y administrativos	Lesión o enfermedad	Dotación de protector auditivo	4	2	8	Crítico	Inaceptable
	Beneficiado línea B									
Exposición de incendio	Secado	Rutinaria	Operadores y administrativos	Uso inadecuado de datos /información	Presencia de extinguidores	1	4	4	Moderado	Significativo
Iluminación insuficiente	Inspección de producto terminado	Rutinaria	Inspectoras	Desempeño inestable	No existe	2	2	4	Moderado	Significativo

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se proponen soluciones para cuantificación y reducción en la mínima instancia de los peligros.

Tabla 7-6 Propuestas para minimizar el peligro identificado

A: Eliminación, B: Sustitución, C: Control de Ingeniería, D: Control Administrativo, Señalización, advertencia, E: Elemento de Protección Personal							
Peligro	Control Operacional	Nuevas Medidas de Control	Valor Residual				
	A, B, C, D y E		SEGURIDAD				
			Probabilidad (P)	Consecuencia (C)	Evaluación del Riesgo	Nuevo Nivel de Riesgo	Clasificación Final
Atrapamiento por objeto fijo o en movimiento	D: Control Administrativo, Señalización, advertencia	Propuesta de señalización	1	2	2	Bajo	Aceptable
	D: Control Administrativo, Señalización, advertencia	Propuesta de señalización	1	2	2	Bajo	Aceptable
	D: Control Administrativo, Señalización, advertencia	Propuesta de señalización	1	1	1	Bajo	Aceptable
	D: Control Administrativo, Señalización, advertencia	Propuesta de señalización	1	4	4	Moderado	Significativo
Exposición a vibración	D: Control Administrativo, Señalización, advertencia	Instructivo de trabajo	2	1	2	Bajo	Aceptable
	D: Control Administrativo, Señalización, advertencia	Instructivo de trabajo	2	1	2	Bajo	Aceptable

Tabla 7-6 Propuestas para minimizar el peligro identificado (Continuación)

Peligro	Control	Nuevas medidas de control	Probabilidad	Consecuencia	Evaluación de riesgo	Nuevo nivel de riesgo	Clasificación final
Exposición a calor	B: Sustitución	Rotación de posición de trabajo con el operador de alimentado para reducir a la mitad las horas de exposición	1	1	1	Bajo	Aceptable
Exposición a manejo de carga	B: Sustitución	Instalación de silos de almacenamiento de quinua lavada	1	1	1	Bajo	Aceptable
Exposición a polvo	E: Elemento de Protección Personal	Capacitación y concientización de uso adecuado de equipos de protección personal	2	1	2	Bajo	Aceptable
Exposición a ruido	C: Control de Ingeniería	Realizar un estudio de sonometría para su cuantificación	2	1	2	Bajo	Aceptable
Exposición de incendio	C: Control de Ingeniería	cuantificación de número de extintores por línea de producción	1	4	4	Moderado	Significativo
Iluminación insuficiente	C: Control de Ingeniería	Estudio de luxometría	1	1	1	Bajo	Aceptable

Fuente: elaboración propia

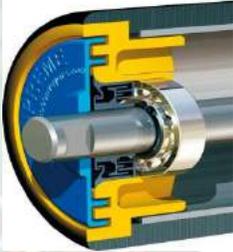
En el siguiente acápite se propone soluciones para minimizar los peligros asociados al proceso.

7.4 SUGERENCIA DE MEJORAS

Sugerencia de señalización en máquinas que representan peligros.

A. Atrapamiento por objeto fijo o en movimiento

Tabla 7-7 Propuesta de señalización

Máquinas de operación	Equipos	Señalética en frente de los equipos
Escarificadores		
Cinta de transportado		
Higienizado de elevadores		

Fuente: elaboración propia

B. Exposición a vibración :de acuerdo a la OIT en el capítulo 5 se menciona los efectos a mediano y corto plazo sobre las vibraciones transmitidas a las manos ya que se considera una exposición de origen profesional, es por esta razón que se realiza un análisis minucioso para la cuantificación de la exposición.

En base a la norma internacional (ISO 5349:1986) la exposición se mide en términos de aceleración en tres planos.

Tabla 7-8 Valor límite umbral para vibraciones transmitidas a las manos

Exposición diaria total	Aceleración eficaz ponderada en frecuencia en la dirección dominante que no debe sobrepasar	
	Horas	m/s ²
04-08	4	0.40
02-04	6	0.61
01-02	8	0.81
1	12	1.22

Fuente: según American Conference of Governmental Industrial Hygienists(Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno) 1992

Tabla 7-9 Vibración en proceso de despedregado

Método Actual			Método propuesto				
Exposición diaria total	Aceleración en el eje dominante z		Observación	Exposición diaria total	Aceleración en el eje dominante z		Observación
	Horas	m/s ²			g *	Horas	
04 a 08	5,3	0,54	No cumple	02 a 04	5,3	0,54	Cumple

Fuente: elaboración propia

Tabla 7-10 Vibración en proceso de eliminación de impurezas por peso

Método Actual			Método propuesto				
Exposición diaria total	Aceleración en el eje dominante z		Observación	Exposición diaria total	Aceleración en el eje dominante z		Observación
	Horas	m/s ²			g *	Horas	
04-08	4,38	0,446	No cumple	02-04	4,38	0,446	Cumple

Fuente: elaboración propia

Las tablas 6-6 y 6-7 son evaluadas en base Valor límite umbral para vibraciones transmitidas a las manos tabla N° 6-5, donde se puede observar que en la situación inicial no cumplen los límites, sin embargo se presenta una propuesta de rotación de operadores para la disminución de dicha vibración.

C. Exposición al calor

En base a los datos recabados de la operación de secado la temperatura de salida del producto es de 40°C ya que cuenta con un sistema de enfriamiento para la recepción del producto, es así que el operador se encuentra expuesto a esta temperatura las 7 horas de producción, por consiguiente se presentan la siguiente sugerencia.

Tabla 7-11 Exposición a calor

Método Actual			Método propuesto		
Exposición diaria total	Temperatura a ambiente de secado	Observación	Exposición diaria total	Temperatura ambiente de secado	Observación
	Horas			° C	
7 horas	35-30	Las altas temperaturas ocasionan fatiga térmica	3,5 horas	35-30	Se reduce la exposición a altas temperaturas en 50%

Fuente: elaboración propia

D. Manejo de carga

Realizando un seguimiento se pudo verificar que existe fatiga física, lesiones menores y en casos extremos pequeños traumatismos que a largo plazo terminan en lesiones crónicas, en consecuencia a ello se categoriza como un peligro, pese a la dotación de fajas para minimizar las consecuencias, se propone la unión de las dos líneas de producción con una cinta transportadora para traslado del producto y almacenado en silos detallado en la Ilustración N° 4 - 1 Propuesta de unión de líneas de producción.

E. Exposición a polvo

La exposición a la saponina en el proceso de la línea A, específicamente en el proceso de alimentado de materia prima a los canjilones y escarificado se presenta saturación del ambiente por la constante emisión de polvo por la fricción de los escarificadores, pese a que se cuenta con un silo de almacenamiento de residuos de saponina. Actualmente se trabaja para la instalación de un sistema de extracción para minimizar la presencia del polvo, así mismo la empresa para el control del peligro dota a los operadores y supervisores las máscaras respiratorias y los lentes de seguridad para la protección de los ojos.

F. Exposición a ruido

“La ley general de higiene, seguridad ocupacional y Bienestar DL.16998” indica que son obligaciones de los empleadores entre otras cosas, eliminar aislar o reducir los ruidos perjudiciales para la salud de los trabajadores, además sostiene que los niveles de intensidad deben registrarse a normas específicas de ruido ocupacional.

Tabla 7-12 Consecuencias a la exposición de ruido

Valor	Efectos
>30	Dificultad para conciliar el sueño
>45	Dificultad en la comunicación verbal
>50	Probable interrupción del sueño
>55	Malestar moderado
>65	Malestar fuerte
>70	Comunicación verbal extremadamente difícil
>75	Pérdida del oído a la largo plazo
>110-140	Pérdida del oído a corto plazo

Fuente: según American Conference of Governmental Industrial Hygienists(Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno) 1992

Estudio de sonometría en las líneas de producción

Fórmulas de potencia sonora (L_w)

$$L_w = 10 \log_{10} (W/W_0) \text{ dB}$$

Nivel continuo equivalente

$$L_{Aeq} = L_{Aeq,j} = 10 \log \left(\frac{1}{T} * \sum T_i * 10^{L_i/10} \right)$$

Donde

L_i : Nivel de presión sonora en el periodo i

T_i : duración del periodo i

T : periodo del tiempo total

Tomando en cuenta que se trabaja 8 horas diarias

Tabla 7-13 Control de ruido en los procesos de producción Línea A

Línea de operación	Operación	Muestreo	Tiempo de exposición	Nivel de potencia sonora	Laeq
		dB (A)	Horas/día	Lw (dB)	dB
A	Alimentado de materia prima	63	8	137,99	96,04
	Clasificado y escarificado	96	8	139,82	
	Lavado y enjuagado	76	8	138,81	
	Secado	61	8	137,85	

Fuente: elaboración propia

Se encuentra que la potencia sonora de la línea de producción A es de 96.04 considerando la tabla N° 6-15, puede ocasionar pérdida del oído a corto plazo

Tabla 7-14 Control de ruido en los procesos de producción Línea B

Línea de operación	Operación	Muestreo	Tiempo de exposición	Nivel de potencia sonora	Laeq
		dB (A)	Hrs/día	Lw (dB)	dB
B	Seleccionado por color	68	8	138,33	86,08
	Extracción de impurezas por peso	86	8	139,34	
	Envasado	61	8	137,85	

Fuente: elaboración propia

Se encuentra que la potencia sonora de la línea de producción B es de 86.08 considerando la tabla N° 6-12, puede ocasionar pérdida del oído a corto plazo

Posterior a las mediciones realizadas se puede concluir que las dos líneas de producción superan los 85 decibeles de ruido por lo que es obligatoria la dotación de protección auditiva en cuidado de la salud del recurso humano empleado en ambas líneas de producción.

G. Exposición de incendio

Tabla 7-15 Superficies de las líneas de producción

Detalle	Ancho (m)	Largo (m)	Superficie m ²
Línea A metros	15	45	800
Línea B metros	15	45	800

Fuente: elaboración propia

$$\frac{\text{Area del ambiente}}{200 \text{ metros}} = \frac{800}{200} = 4$$

De acuerdo al cálculo por área se debe disponer de cuatro extintores en cada una de las áreas respectivamente siendo el más recomendado CO₂ ya que tiene la capacidad de apagar los tres tipos de fuegos, se adjunta plano sugerido de ubicación Anexo E, Ilustración E-1.

H. Evaluación de luxometría

- Línea A

Se realiza el cálculo de luminotécnico que plantea la instalación de iluminación según los requisitos explícitos en la norma NB 777, en consideración a ello se toman datos reales de la situación actual de las dos líneas de producción donde se puede concluir que no todas las áreas cumplen con los requisitos de iluminación adecuada.

$$\text{Flujo Total} = \frac{S \cdot E}{u \cdot d} = 10726.7 \text{ Lúmenes Requeridos}$$

Se tiene Lámparas de Haluro Metálico cada uno de 250W y un Flujo Luminoso de 19000 Lúmenes, por tanto según la fórmula:

$$\text{Número total de Lámparas (n)} = \frac{\text{Flujo Total}}{\text{Flujo por lámpara}} = 0.56 \approx 1 \text{ Lámparas Requeridas}$$

Tabla 7-16 Evaluación de iluminación línea A

Ubicación	Nivel de iluminación (lux)	Nivel de iluminación medido (lux)	Observaciones Cumple/ no cumple	Acciones a implementar
Transporte de Material (Elevadora)	150	32	No cumple	Implementar 1 luminaria. Limpieza a protectores en lámparas Instaladas.
Escarificado	150	163	Cumple	Revisar 1 lámpara defectuosa. Limpieza de protectores en lámparas Instaladas.
Húmedo	150	41	No cumple	Implementar 1 Luminaria.
Secado	200	184	No cumple	Implementar 1 Luminaria. Limpieza de protectores en lámparas Instaladas.

Fuente: elaboración propia en base a los requisitos de la NB 777

Se plantea el cambio inmediato de las luminarias defectuosas y la evaluación contante de los responsables de inspección de instalación para cumplimiento de los requisitos.

- Línea B

Tabla 7-17 Evaluación de iluminación línea B

Ubicación	Nivel de iluminación (lux)	Nivel de iluminación medido (lux)	Observaciones Cumple/ no cumple	Acciones a implementar
Área Operativa (Sala de Máquinas)	150	198	Cumple	Revisar 1 lámpara defectuosa, no cuenta con protector. Realizar la limpieza de protectores en lámparas Instaladas.
Punto de Inspección (Control de Calidad)	300	332	Cumple	Realizar limpieza a protector de la lámpara.

Fuente: elaboración propia en base a los requisitos de la NB 777

7.5 CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO

De acuerdo a las observaciones realizadas en el capítulo, se puede observar que la empresa no cuenta con un plan de seguridad industrial y no se tienen identificados los peligros relacionados a las operaciones, lo que llevan a accidentes laborales, claramente se puede observar el incremento de los índices de accidentabilidad de las gestiones 2017 a julio de 2018, posterior a un análisis se concluye que también existe relación con el constante trabajo de horas extras, quedando como resultado en el trabajo de 16 horas continuas.

Entre las propuestas realizadas se encuentran; la matriz de IPER actual, donde se pudo hallar diez peligros moderados, tres peligros críticos y uno tolerable, posterior a la evaluación de la matriz se presentan las siguientes mejoras; uso de equipos de seguridad industrial, planos de ubicación de extinguidores, cálculos para la cuantificación, clasificación de los peligros y estudios de vibración, en cada caso se presentan alternativas para evitar que los operadores se encuentren expuestos por encima de los parámetros de aceptación detallados en la Organización Internacional del Trabajo.

Con las propuestas realizadas se sugiere realizar un seguimiento a los índices de accidentabilidad. Así mismo se presenta la sugerencia de capacitar en seguridad industrial y prevención de incendios, una vez al año a un quipo seleccionado de seis personas, para que ellos posterior a la capacitación recibida transmitan el conocimiento con capacitaciones al recurso humano de la empresa.

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN DEL PROYECTO

8.1 EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LOS BENEFICIOS CUANTIFICABLES DEL PROYECTO

8.1.1 Inversiones

I. Inversiones en maquinaria

Se detalla las inversiones requeridas para la ejecución de las mejoras propuestas a corto plazo y a mediano plazo.

A. Línea de producción A

- Inversión a mediano plazo: se realiza el cambio de escarificadores para incrementar la capacidad de la línea A, línea de prelimpieza.

Tabla 8-1 Inversión en cambio de escarificadores

Escarificadores				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Precio total (Bs)
Escarificadores	Unidad	3,00	175.000,00	525.000,00
Total				525.000,00

Fuente: elaboración propia en base a cotizaciones

Unión de las dos líneas de producción: en el capítulo de ingeniería de métodos se pudo evaluar la productividad de las actividades realizadas, donde se pudo hallar que el proceso de envasado de producto terminado no genera valor agregado al producto, por lo que se propone realizar la unión de las dos líneas de producción para eliminar dichas operaciones, así reducir los costos de mano de obra.

Tabla 8-2 Inversión en la unión de las dos líneas de producción

Unión de líneas				
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Precio total (Bs)
Motor de transporte	Pieza	1	15.830,00	15.830,00
Cinta transportadora	Unidad	1	101.120,00	101.120,00
Silos de almacenamiento	Unidad	3	98.320,00	294.960,00
Canjilones	Unidad	3	50.000,00	150.000,00
Total (Bs)				561.910,00

Fuente: elaboración propia en base a cotizaciones.

II. Inversión en infraestructura.

Para la unión de las dos líneas de producción, se requiere realizar algunas modificaciones en la infraestructura actual, por lo que se presenta la sugerencia de unión mediante un pasillo de 3 por el cual se transporte el producto escarificado y seco mediante la cinta transportadora.

Tabla 8-3 Inversión en infraestructura para la unión de líneas

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Precio total (Bs)
Construcción de pasillo	m ²	3	2.500,00	7.500,00
Techado y conexión eléctrica	m ²	3	350,20	1.050,60
Total (Bs)				8.550,60

Fuente: elaboración propia

III. Inversión total

En la tabla 8-1 se puede observar la inversión necesaria para el cambio de escarificadores, en la tabla 8-2 se puede observar la inversión a mediano plazo para maquinaria y la tabla 8-3 muestra la inversión en infraestructura para mejoras a mediano plazo, donde suma total de inversión se presenta en la tabla 8-4

Tabla 8-4 Inversión a corto y mediano plazo

Propuesta	Inversión (Bs)
Corto plazo	525.000,00
Mediano plazo	570.460,60

Fuente: base a Tabla 8-1 a 8-3

8.1.2 Ingresos

8.1.2.1 Mejoras implementadas en corto plazo

De acuerdo a las mejoras implementadas en la empresa se pudo observar que existe disminución de costos de; materia prima, GLP y mano de obra.

- Materia prima: posterior a los cambios realizados de escarificadores, se pudo observar una disminución en merma del 1% al 1.5% aproximadamente en función del tipo de grano. Adjunto Anexo F, tabla F-1 se detalla los costos incurridos por mermas.
- Consumo de GLP: Debido al incremento del flujo de producción se redujo el consumo de GLP de 0.092 m³/Kg a 0.090 m³/Kg por kilogramo de producto seco. Anexo F, tabla F-2 se muestra el detalle de consumo.
- Mano de obra: considerando el incremento de la capacidad de producción de la línea A, permite la eliminación de costos de turnos adicionales. El ahorro generado por la implementación de mejoras a mediano plazo fueron de 204.453,33. Adjunto detalle Anexo F, tabla F-3.

Tabla 8-5 Resumen de ingresos

Detalle	Costo (Bs)
Porcentaje de merma	789.067,79
Consumo de GLP	16.932,17
Mano de obra	204.453,00
Suma	1.010.452,96

Fuente: elaboración propia

8.1.2.2 Ingresos a mediano plazo

Los beneficios que se pueden apreciar posterior a la unión de las dos líneas de producción son; la reducción de mano de obra, eliminación de tres operaciones que no generan valor agregado al producto y la reducción de uso de materiales como ser bolsas de polietileno, costuradora y uso de montacarga manual.

Tabla 8-6 Ingresos por ahorro de recursos

Detalle	Unidades	Gestión				
		2018	2019	2020	2021	2022
Quinoa	Kg	3.946.056,40	3.979.015,70	4.015.686,40	4.056.068,50	4.100.162,00
Bolsas de polietileno	Unidad	21.922,54	22.105,64	22.309,37	22.533,71	22.778,68
	Bs	27.403,17	27.632,05	27.886,71	28.167,14	28.473,35
Costuradora	Bs	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00	7.000,00
Montacargas	Bs	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00
Suma (Bs)		37.903,17	38.132,05	38.386,71	38.667,14	38.973,35

Fuente: elaboración propia

Los ingresos generados por reducción de mano de obra se detallan en la siguiente tabla

Tabla 8-7 Ingresos por ahorro en mano de obra (Bs)

Gestión	Ahorro de propuestas
	Mediano plazo (Bs)
2018	187.200,00
2019	196.560,00
2020	206.388,00
2021	216.707,40
2022	227.542,77

Fuente: elaboración propia

8.1.3 Costos

En el punto se evalúa los costos adicionales en los que se incurre por las propuestas a corto y mediano plazo presentados en el proyecto, los cuales son; costos de cambio de escarificadores, unión de las líneas de producción y los cursos de capacitación en seguridad industrial y salud ocupacional, certificación de la FSSC 22 000.

8.1.3.1 Mejoras implementadas en corto plazo

A. Consumo de energía

Los costos incurridos con la implementación de las mejoras a corto plazo se representan en el consumo de energía eléctrica por el cambio de motores de 7 HP a 10 HP esto debido al cambio de escarificadores de la línea A, presentado como mejora en el capítulo de ingeniería de métodos.

Tabla 8-8 Consumo adicional de energía eléctrica- Escarificadores

Detalle	Gestión
	2018
Kwats/Hora Incremento	2,24
Costo unitario (Bs)	0,58
Horas productivas	3.119,82
Costo total (Bs)	4.048,02

Fuente: elaboración propia

B. Cursos de capacitación

Actualmente la empresa cuenta con un equipo de inocuidad que son los encargados de realizar seguimiento y actualizaciones continuas al sistema de inocuidad alimentaria. Se considera la capacitación la certificación FSSC 22000, ya que es importante por el seguimiento y el control del plan HCCP lo que lleva a tener los puntos de control adecuados para asegurar la inocuidad del producto.

La capacitación en seguridad industrial y salud ocupacional, permite el control y la valoración constante de los indicadores de accidentabilidad además de supervisar los puntos que representan riesgo para el recurso humano.

Las personas que sean capacitadas en cada gestión, son las encargadas de transmitir los conocimientos al resto de recurso humano, que se relacione con el mismo.

Tabla 8-9 Costos adicionales

Gestión 2018	
Detalle	Costo (Bs)
Cambio de repuestos	75.000,00
Capacitación contra incendios (Bomberos)	5.100,00
Costos capacitación de certificación FSSC 22 000	5.100,00
Costos de capacitación de seguridad industrial y salud ocupacional	5.100,00

Fuente: elaboración propia

Entre otros costos también se puede considerar los cambios de repuestos de los nuevos equipos debido a las características se recomienda el cambio de rodillo de costillas una vez al año.

8.1.3.2 Costos generados por las propuestas a mediano plazo

Se consideran los costos relacionados con la instalación de la cinta transportadora además de las tolvas de almacenamiento.

A. Costos por consumo de energía

Tabla 8-10 Consumo adicional de energía eléctrica- Cinta transportadora

Detalle	Gestión				
	2018	2019	2020	2021	2022
Incremento (Kwats/Hora)	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42
Costo unitario (Bs)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Horas productivas	3.119,82	3.119,82	3.119,82	3.119,82	3.119,82
Costo total (Bs)	24.288,14	24.288,14	24.288,14	24.288,14	24.288,14

Fuente: elaboración propia

B. Costos adicionales por capacitación y mantenimiento

Tabla 8-11 Costos adicionales

Gestión 2018	
Detalle	Costo (Bs)
Capacitación contra incendios (Bomberos)	5.100,00
Costos capacitación de certificación FSSC 22 000	5.100,00
Costos de capacitación de seguridad industrial y salud ocupacional	5.100,00

Fuente: elaboración propia

Se considera los costos de capacitación una vez por gestión.

8.1.4 Depreciación de activos fijos

8.1.4.1 Mejoras implementadas en corto plazo

Para los escarificadores se considera un tiempo de 5 años de vida útil, con un salvamento del 20% y en base a ello se trabaja con la depreciación lineal de los tres equipos.

Tabla 8-12 Depreciación de escarificadores

Escarificadores					
Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Precio total (Bs)	Salvamento
Escarificadores	Unidad	3	175.000,00	525.000,00	105.000,00
Total				525.000,00	105.000,00
Detalles	2018	2019	2020	2021	2022
Depreciación (Bs)	84000	84.000,00	84.000,00	84.000,00	84.000,00

Fuente: elaboración en base a datos de la empresa COMRURAL XXI SRL.

8.1.4.2 Propuestas de mejora a mediano plazo

Se considera un valor de salvamento del 20% en los silos de almacenamiento y canjilones, así mismo se adjunta el tiempo de vida útil de cada equipo para realizar la depreciación respectiva en un horizonte de 5 años.

Tabla 8-13 Costos de mejoras a mediano plazo (Expresado en Bs.)

Detalles	Vida Útil (Año)	2018	2019	2020	2021	2022
Motor de transporte	5,00	5.166,00	5.166,00	5.166,00	5.166,00	5.166,00
Cinta transportadora	5,00	27.024,00	27.024,00	27.024,00	27.024,00	27.024,00
Silos de almacenamiento	10,00	30.076,80	30.076,80	30.076,80	30.076,80	30.076,80
Canjilones	10,00	22.800,00	22.800,00	22.800,00	22.800,00	22.800,00
Sumatoria		85.066,80	85.066,80	85.066,80	85.066,80	85.066,80

Fuente: elaboración propia

8.1.5 Flujo de fondos

Considerando los dos escenarios se realiza un flujo de fondos de manera separada para las mejoras implementadas en corto plazo y las propuestas presentadas en mediano plazo.

A. Propuesta a corto plazo

Tabla 8-14 Flujo efectivo de las mejoras implementadas en corto plazo
(Expresado en Bolivianos)

CONCEPTO	Gestión	
	2017	2018
1. INVERSIÓN	525.000,00	
2. INGRESOS NETOS		1.010.453,29
Ingreso por GLP		16.932,17
Ingresos por reducción de merma		789.067,79
Ingreso por incremento de capacidad productiva (MO)		204.453,33
3. COSTOS OPERATIVOS		94.348,02
Cambio de repuestos		75.000,00
Capacitación contra incendios (Bomberos)		5.100,00
Costos capacitación de certificación FSSC 22 000		5.100,00
Costos de capacitación de seguridad industrial y salud ocupacional		5.100,00
Costo de energía por incremento de nuevos motores		4.048,02
Depreciación AF.		84.000,00
4. UTILIDAD BRUTA		832.105,27
Impuestos a las utilidades		208.026,32
5. UTILIDAD NETA		624.078,95
Depreciación AF.		84.000,00
6. FLUJO MONETARIO	- 525.000,00	708.078,95

Fuente: elaboración propia

La implementación de las mejoras a corto plazo es ejecutada la gestión 2017, en la gestión 2018 se cubre las inversiones realizadas como se puede observar en la tabla 8-14.

Para la evaluación económica financiera del proyecto se toman tres indicadores que son; (VAN) Valor Actual Neto, la Tasa interna de Retorno (TIR) y la relación de Beneficio Costo (B/C), los cuales tienen como base la valoración del dinero en el tiempo, así mismo se toma como tasa de oportunidad el 11%.

Tabla 8-15 Indicadores económicos financieros del proyecto

Indicadores	Valor
VAN	112.908,96 (Bs)
TIR	35%
RBC	4,35

Fuente: elaboración propia base de datos de tabla 8-14

- El indicador Valor Actual Neto es de 112.908 Bs, lo que significa que los ingresos son mayores que los egresos por lo tanto, es recomendable implementar la mejora.
- El valor de la relación del Beneficio Costo es de 4.35, considerando que este valor es superior a uno, se puede demostrar la factibilidad.
- La tasa interna de retorno (TIR) alcanza una tasa de interés de 35%, por lo que es factible la implementación de las mejoras.

B. Propuesta a mediano plazo

Tabla 8-16 Flujo de efectivo del proyecto a mediano plazo

Concepto	Gestión					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. INVERSIÓN	570.460,60					
2. INGRESOS NETOS		225.103,17	234.692,05	244.774,71	255.374,54	266.516,12
Ahorro en materiales		37.903,17	38.132,05	38.386,71	38.667,14	38.973,35
Ingreso por incremento de capacidad productiva		187.200,00	196.560,00	206.388,00	216.707,40	227.542,77
3. COSTOS OPERATIVOS		39.588,14	39.894,14	40.206,26	40.524,62	41.092,23
Capacitación contra incendios (Bomberos)		5.100,00	5.202,00	5.306,04	5.412,16	5.520,40
Costos capacitación de certificación FSSC 22 000		5.100,00	5.202,00	5.306,04	5.412,16	5.520,40
Costos de capacitación de seguridad industrial y salud ocupacional		5.100,00	5.202,00	5.306,04	5.412,16	5.520,40
Costo de incremento de energía de nuevos motores		24.288,14	24.288,14	24.288,14	24.288,14	24.288,14
Depreciación AF		85.066,80	85.066,80	85.066,80	85.066,80	85.066,80
4. Utilidad bruta		100.448,23	109.731,12	119.501,66	129.783,12	140.357,09
Impuestos a las utilidades		25.112,06	27.432,78	29.875,41	32.445,78	35.089,27
5. Utilidad Neta		75.336,18	82.298,34	89.626,24	97.337,34	105.267,82
Depreciación AF		85.066,80	85.066,80	85.066,80	85.066,80	85.066,80
6. Flujo monetario	-570.460,60	160.402,98	167.365,14	174.693,04	182.404,14	190.334,62

Fuente: elaboración propia

Adjunto Tabla 8-2 Inversión en la unión de las dos líneas de producción y Tabla 8-3 Inversión en infraestructura para la unión de líneas se detallan los costos de inversión.

Tabla 8-17 Indicadores económicos financieros del proyecto

Indicadores	Valor
VAN	70.727,52 (Bs)
TIR	16%
RBC	1,25

Fuente: elaboración en base de la tabla 8-16

Análisis de los indicadores

- El indicador Valor Actual Neto es de 70.727,52 Bs, lo que significa que los ingresos son mayores que los egresos por lo tanto, es recomendable implementar la mejora.
- El valor de la relación del Beneficio Costo es de 1.25, considerando que este valor es superior a uno, se puede demostrar la factibilidad.
- La tasa interna de retorno (TIR) de 16%, por lo que se recomienda ejecutar el proyecto.

8.2 EVALUACIÓN COMPARATIVA DE BENEFICIOS NO CUANTIFICABLES DEL PROYECTO

Existen beneficios que provienen de las propuestas de mejoras a corto y mediano plazo de la Gestión Producción que no se cuantifican en valores monetarios, pero inciden directamente en beneficio de la empresa que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 8-18 Beneficios no cuantificables

ÁREA	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
INGENIERÍA DE MÉTODOS	La empresa no realiza análisis detallados de las operaciones realizadas, por lo que no se valora si la actividad es productiva.	Mediante un cursograma sinóptico y analítico de las operaciones, se pudo observar la secuencia del producto además de analizar la productividad de las operaciones así mismo los transportes innecesarios.
	No se tiene calculado los tiempos productivos.	Con un muestreo en las líneas de producción se puede observar y cuantificar los tiempos productivos e improductivos, una vez calculado los tiempos se puede realizar una planificación de la producción más certera.
CONTROL DE CALIDAD	Control de materia prima	<p>La empresa no realiza la revisión de materia prima a un 100% de los sacos, sin embargo en caso de no cumplir con los parámetros la quinua también aceptada.</p> <p>Se presenta la propuesta de un plan de muestreo por atributos lo que reduce el tiempo de inspección, además evita el descuido de otras áreas de producción.</p> <p>Es benéfico para el proceso y el producto la capacitación constante y la concientización sobre las buenas prácticas de manufactura a fin de mantener la inocuidad del producto.</p>

ÁREA	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL	No se tienen la identificación y evaluación de los riesgos de accidentabilidad en la empresa.	Se presenta una matriz de identificación y evaluación de los riesgos en la planta de producción, se presenta propuestas para la reducción del riesgo tomando medidas de control y prevención, además se calcula los índices de accidentabilidad para realizar un seguimiento y la reducción del mismo.
	No se cuenta con capacitaciones en seguridad industrial.	Se presenta la propuesta de capacitar al equipo de inocuidad una vez al año, y los mismos transmitir el conocimiento a todo el recurso humano con el que cuenta la empresa, además de generar programas de concientización para la reducción de los riesgos.

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

Existen condiciones que favorecen el mercado de exportación de este producto, considerando el apoyo de recibe de distintas entidades financiera, públicas como privadas.

Posterior al hallazgo del problema en la planificación de la producción, con ayuda de las herramientas de ingeniería de métodos se reduce el uso de distintos recursos empleados en el proceso, sin alterar la calidad del producto y gracias a ello se incrementa la productividad en la línea de producción de 3.71 a 3.91 con las mejoras implementadas en la gestión 2017. Así mismo se presentan sugerencias ejecutables a mediano plazo que contribuirá al incremento de la productividad.

Con los resultados obtenidos de control de calidad se presenta una propuesta de muestreo estadístico para la recepción de materia prima, sin embargo es importante mencionar que el área de calidad es una de las mejores estructuradas de la empresa y asegura la inocuidad del producto.

Así mismo se presentan programas de producción de acuerdo a los requerimientos de la proyección de la demanda en corto y mediano plazo, optándose por el programa más eficiente que fue el programa posterior a las mejoras ejecutadas.

Así también considerando la importancia del recurso humano de la organización, se procede a presentar mediciones para la cuantificación de riesgos del personal y eliminación de probabilidades potenciales de accidentes, que pongan en riesgo la integridad del personal.

Posterior a las mejoras implementadas, se pudo obtener beneficios económicos significativos por el incremento de la producción, es así que realizando una evaluación económica se pudo verificar que el proyecto evaluado obtuvo un VAN de 112.908,96 Bs y un Tasa Interna de Retorno de 35%. Para las mejoras a mediano plazo la evaluación económica resulto con un Valor Actual Neto de 70.727,52 Bs y una Tasa Interna de Retorno del 16% evaluado con una tasa de oportunidad del 11%, por lo cual se puede concluir que el proyecto es factible y se recomienda la ejecución a mediano plazo para que contribuya en la empresa.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los estudios realizados, se considera importante; realizar los estudios constantes de evaluación de problemas que se puedan presentar en la empresa, realizar estudios continuos sobre la capacidad de producción, ya que existen equipos desgastados que limitan la capacidad de la línea, así mismo se sugiere se implemente la mejora a largo plazo que es la unión de las dos líneas de producción, ya que esto disminuirá los costos de operación de mano de obra y se podrá incrementar en 6% el índice de productividad.

En lo que respecta a seguridad industrial se sugiere se realicen controles mensuales de los factores que pudieran resultar peligrosos, además de hacer un control continuo con los indicadores de seguridad industrial y mantener constantes capacitaciones para asegurar la seguridad de la empresa.



BIBLIOGRAFÍA

- ANAPQUI. 2018 *Asociacion Nacional de Productores de Quinoa*. [en línea] <<http://anapqui.org.bo/>> [consulta:28-abril-2018]
- Bellovi, M. B. (1982). *Estadísticas de accidentabilidad en la empresa*. BARCELONA: INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.
- CABOLQUI. (2018). *Coronilla S.A.* < <http://www.cabolqui.org/es/miembros/coronilla-sa>> [consulta:28-abril-2018].
- Charles W.L. Hill, G. R. (2009). *Administracion Estrategica*. 2ª ed, Mexico, Mc Graw Hill.
- COMRURAL XXI SRL. 2007. *COMRURAL XXI SRL*. Obtenido de [en línea]<<http://www.comrural.com.bo/es/contacto>>[consulta:28-abril-2018].
- Contez G. 2015. Control de calidad.[Procedimiento de control de calidad] El Alto, Murillo, Bolivia.
- EIPEA SRL. 2008. *Empresa Exportadora e Importadora de productos ecologicos Andinos*. [en línea]< eipeasrl.com/index.php>[consulta:08-mayo-2018].
- ESPAÑA, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1979 LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD OCUPACIONAL Y BIENESTAR 16998. (2 de Agosto de 1979).
- FAO. (2018). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura*. [en línea]< <http://www.fao.org/contact-us/terms/es/>>[consulta:08-mayo-2018].
- Grover, S. (Julio de 2015). Inventarios. La Paz, Murillo, Bolivia.
- Gutierrez, V. (2009). *Control estadístico de la calidad y seis sigma, 6ª ed*, Mexico: Mc Graw Hill.
- Instituto Boliviano de Normalizacion y Calidad, Granos Andinos-Pseudo cereales - Quinoa en grano - Clasificacion y requisitos NB NA 0038, La Paz, Bolivia, 2007

- Instituto Boliviano de Comercio Exterior, 2016. *Bolivia: Produccion y Exportacion de Quinoa*. [en línea],24 de Noviembre de 2016 <http://ibce.org.bo/images/ibcecifras_documentos/Cifras-563-Bolivia-Produccion-Exportacion-Quinoa.pdf> [13 agosto de 2018]
- Jiménez, L. I. (2012). *Diseño de un sistema de control de calidad basado en la norma técnica NB/NA 0038 en la industria de Irupana*. Lic Ing. Química, La Paz, Universidad Mayor de San Andrés,56p.
- Norma Boliviana NB NA0038. (17 de Diciembre de 2007). *Granos andinos- Oseudo cereales- quinoa en grano clasificacion y requisitos*. Bolivia: Instituto Boliviano de Normalizacion y calidad.
- Padilla, M. 2018, Quinoa: por quinto año, Peru supera a Bolivia. *La Razón*, La Paz, Bolivia 11 de Julio de 2018, 1p.
- QUINUABOL SRL. (2018). Quinoa Boliviana,[en línea] S.R.L.: <<http://www.quinoabol.com/historia/>>[consulta 28-abril 2018]
- Risi, Jose. (2015). Produccion y mercado de la quinoa en Bolivia La Paz, GRAFIKA LEAL.
- Roberto, G. (1998). *Estudio del trabajo*, Mexico, McGrawHill.
- Rocabado, A. 2015, *Comrural XXI promueve la dieta vegeariana con carne de quinoa* La Razon .
- SIMSA. (s.f.). *Historia de SIMSA*. [en línea] <<http://simsa.com.bo/nosotros>>[Consulta:24 de abril de 2018]
- Wilfredo Rojas, M. P. (2010). *Banco de Germoplasma de Granos Andinos*. [en línea]<https://www.researchgate.net/publication/267767160_Estado_de_la_Conservacion_Ex_situ_de_los_Recursos_Geneticos_de_quinoa>[consulta 23 Julio 2018]



ANEXOS



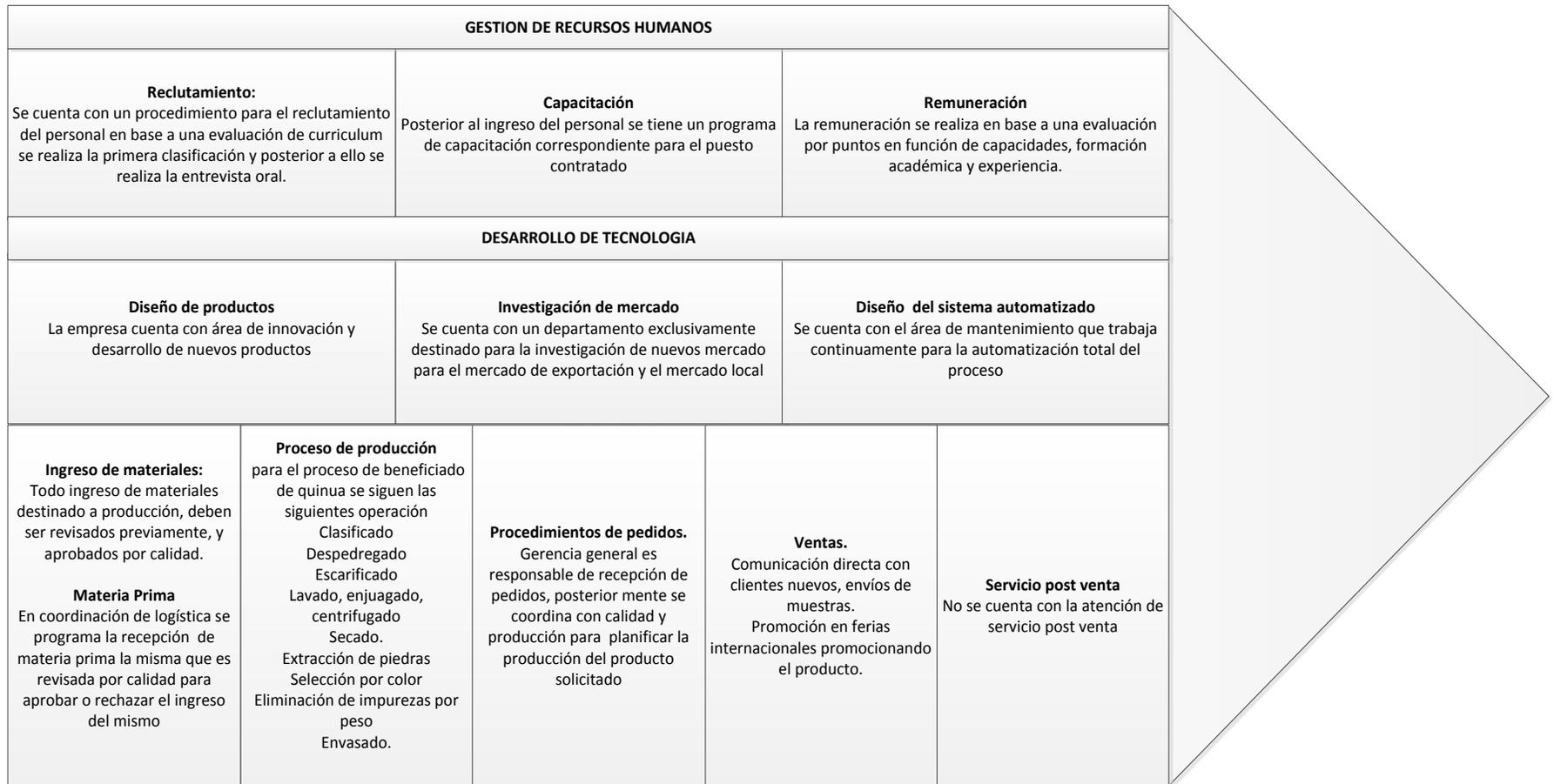
ANEXO A

Ilustración A-1 Organigrama de la organización



Fuente: elaboración propia en base a datos de la empresa

Ilustración A-2 Cadena de valor empresa COMRURAL XXI



Fuente: elaboración propia



ANEXO B

Tabla B-11-1 Ingresos de ventas

Producto	Unidad	Vendido (kg)	Ingreso bruto (Bs)	It (3%) (Bs)	Iva (13%) (Bs)	Ingreso neto (Bs)
Quinoa	Kg	296,866.00	4,749,856.00	142,495.68	617,481.28	3,989,879.04

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la empresa

Tabla B-11-2 Costos de mano de obra

Descripción	Cantidad	Remuneración (Bs)	Total (Bs)
Encargado A	2.00	2,800.00	5,600.00
Operadores A	10.00	2,400.00	24,000.00
Encargado B	2.00	3,000.00	6,000.00
Operadores B	16.00	2,300.00	36,800.00
Tercer Turno A N°	22.00	1,161.70	25,557.40
Tercer turno			
Supervisor de producción	1.00	175.00	3,500.00
Encargado de grupo	1.00	187.00	3,740.00
Operadores	5.00	160.00	16,000.00
TOTAL DE MANO OBRA DIRECTA			121,197.40

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la empresa

Tabla B-2 Costos de mano de obra (Continuación)

Descripción	Cantidad	Remuneración (Bs)	Total (Bs)
Jefe de operaciones	1.00	10,000.00	10,000.00
Responsable de producción	1.00	5,000.00	5,000.00
Supervisor	2.00	3,500.00	7,000.00
Calidad	12.00	2,500.00	30,000.00
Jefe de calidad	1.00	15,000.00	15,000.00
Jefe de administración	1.00	10,000.00	10,000.00
Jefe contable	1.00	12,000.00	12,000.00
Administración	10.00	45,000.00	450,000.00
Gerencia General	1.00	25,000.00	25,000.00
Seguridad	2.00	3,000.00	6,000.00
limpieza	2.00	3,000.00	6,000.00
Servicios	30.00	500.00	15,000.00
TOTAL DE MANO OBRA DIRECTA			591,000.00
TOTAL COSTO MANO DE OBRA			712,197.40

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la empresa

Tabla B-11-3 Costos de materias prima

Producto	Unid	Cantidad producida (Unid)	Materia prima	Unid	Cantidad de materia prima empleada (Und)	Costo unitario mp (bs/unid)	Costo total
Quinoa lavada y secada	Kg	296,866.00	Quinoa Bruta	Kg	356,239.20	12.22	4,353,243.24
Costo de materia prima							4,353,243.24

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la empresa

Tabla B-11-4 Costos de capital

Detalle	Unid	C.U.	Costo total	Depreciación (Bs/años)	Depreciación (Bs/mes)
Clasificador	1.00	105,000.00	105,000.00	21,000.00	1,750.00
Densimétrico	1.00	126,000.00	126,000.00	25,200.00	2,100.00
Escarificadores	3.00	66,500.00	199,500.00	39,900.00	3,325.00
Lavadores	1.00	105,000.00	105,000.00	21,000.00	1,750.00
Enjuagadores	2.00	56,000.00	112,000.00	22,400.00	1,866.67
Centrifugadores	2.00	49,000.00	98,000.00	19,600.00	1,633.33
Secadores	2.00	700,000.00	1,400,000.00	280,000.00	23,333.33
Clasificador	1.00	70,000.00	70,000.00	14,000.00	1,166.67
Densimétrico	3.00	126,000.00	378,000.00	75,600.00	6,300.00
Sensor óptico	1.00	525,000.00	525,000.00	175,000.00	14,583.33
Mesas gravimétricas	2.00	126,000.00	252,000.00	50,400.00	4,200.00
Sensor óptico	1.00	420,000.00	420,000.00	84,000.00	7,000.00
Stoner	1.00	189,000.00	189,000.00	37,800.00	3,150.00
Elevadores	17.00	35,000.00	595,000.00	119,000.00	9,916.67
TOTAL COSTO DE CAPITAL			4,889,500.00	1,142,400.00	95,200.00

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la empresa

Tabla B-11-5 Costos por consumo de energía

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs/mes)
Consumo de energía	Kw /Hora	103,903.10	0.58	60,263.80
Costo total energía				60,263.80

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la empresa

Tabla B-11-6 Costos por consumo de GLP

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs)	COSTO TOTAL (Bs/Mes)
Consumo de GLP	m3	23,311.67	2.36	64,455.55
Costo total GLP				64,455.55

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la empresa

Ilustración B-1 Tiempos en preparación de máquinas

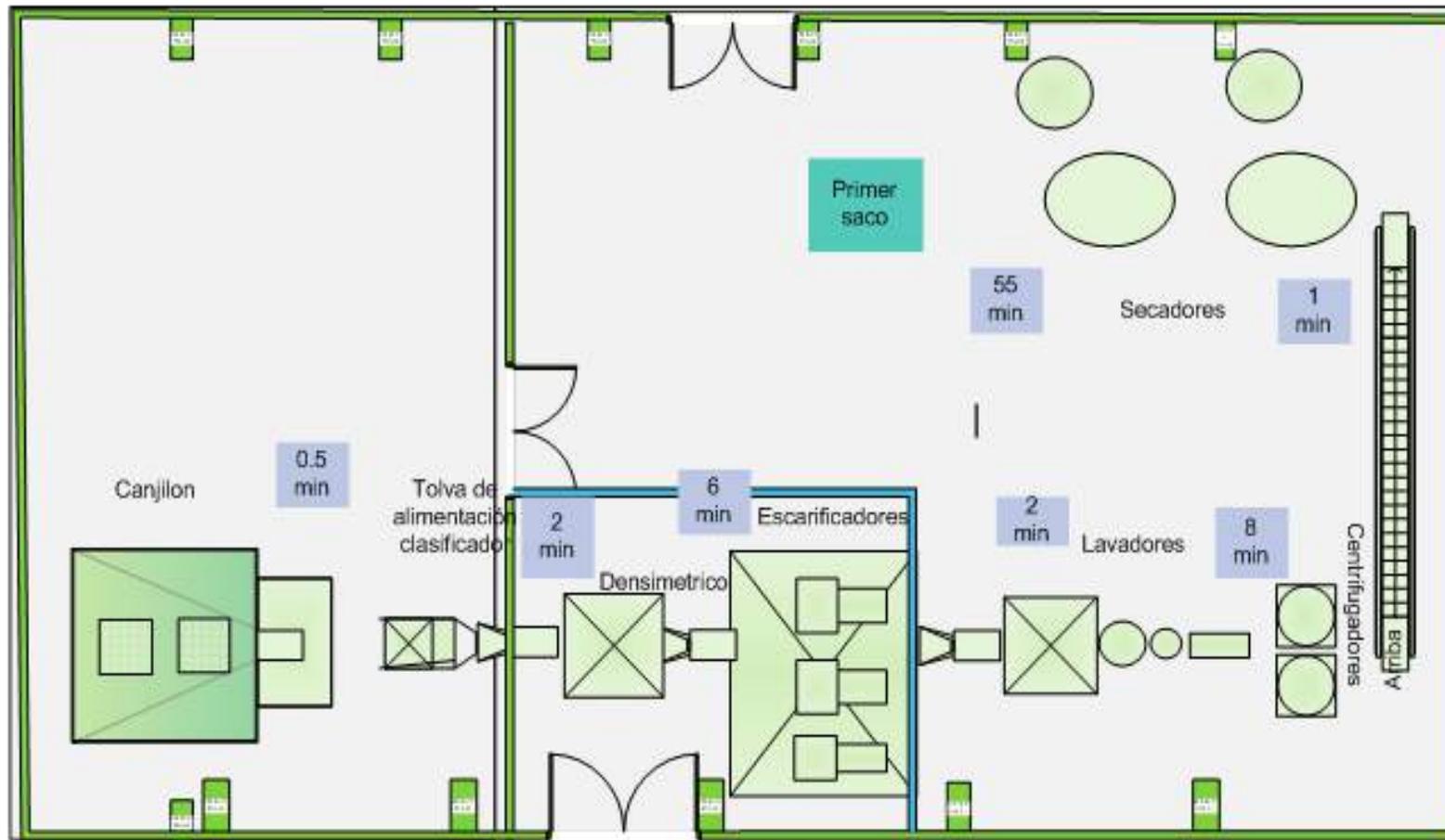


Tabla B-11-7 Ingresos por ventas

Producto	Unidad	Cantidad vendida	Ingreso bruto	IT (3%)	IVA (13%)	Ingreso neto
Quinua lavada y secada	Kg	320,680.00	5,130,880.00	153,925.40	667,014.00	4,309,939.0 0

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de la empresa

Tabla B-11-8 Costos por mano de obra directa e indirecta

Descripción	Cantidad	Remuneración (Bs)	Total (Bs)
Encargado A	2.00	2,800.00	5,600.00
Operadores A	10.00	2,400.00	24,000.00
Encargado B	2.00	3,000.00	6,000.00
Operadores B	16.00	2,300.00	36,800.00
TOTAL DE MANO OBRA DIRECTA			72,400.00
Descripción	Cantidad	Remuneración (Bs)	Total (Bs)
Jefe de operaciones	1.00	10,000.00	10,000.00
Responsable de producción	1.00	5,000.00	5,000.00
Supervisor de producción	2.00	3,500.00	7,000.00
Inspectoras de calidad	12.00	2,500.00	30,000.00
Jefe de calidad	1.00	15,000.00	15,000.00
Jefe de administración	1.00	10,000.00	10,000.00
Jefe contable	1.00	12,000.00	12,000.00
Administración	10.00	45,000.00	450,000.00
Gerencia General	1.00	25,000.00	25,000.00
Seguridad	2.00	3,000.00	6,000.00
limpieza	2.00	3,000.00	6,000.00
Servicios	30.00	500.00	15,000.00
TOTAL DE MANO OBRA DIRECTA			591,000.00
TOTAL COSTO MANO DE OBRA (Bs.)			663,400.00

Tabla B-11-9 Costos de materia prima

Producto	Unid	Cantidad producida	Materia prima	Cantidad de materia prima empleada (Kg)	Costo unitario MP (Bs/Kg)	Costo total (Bs)
Quinoa lavada y secada	Kg	320,680.00	Quinoa Bruta	378,402.40	12.22	4,624,077.33
COSTO DE MATERIA PRIMA						4,624,077.33

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la empresa

Tabla B-11-10 Costo de capital

Detalle	Cantidad	C.U. (Bs)	Costo total (Bs)	Depreciación (Bs/años)	Depreciación (Bs/mes)
Clasificador	1.00	105,000.00	105,000.00	21,000.00	1,750.00
Densimétrico	1.00	126,000.00	126,000.00	25,200.00	2,100.00
Escarificadores	3.00	105,000.00	315,000.00	63,000.00	5,520.00
Lavadores	1.00	105,000.00	105,000.00	21,000.00	1,750.00
Enjuagadores	2.00	56,000.00	112,000.00	22,400.00	1,866.67
Centrifugadores	2.00	49,000.00	98,000.00	19,600.00	1,633.33
Secadores	2.00	700,000.00	1,400,000.00	280,000.00	23,333.33
Clasificador	1.00	70,000.00	70,000.00	14,000.00	1,166.67
Densimétrico	3.00	126,000.00	378,000.00	75,600.00	6,300.00
Sensor óptico	1.00	525,000.00	525,000.00	175,000.00	14,583.33
Mesas gravimétricas	2.00	126,000.00	252,000.00	50,400.00	4,200.00
Sensor óptico	1.00	420,000.00	420,000.00	84,000.00	7,000.00
Stoner	1.00	189,000.00	189,000.00	37,800.00	3,150.00
Elevadores	17.00	35,000.00	595,000.00	119,000.00	9,916.67
TOTAL COSTO DE CAPITAL			4,900,000.00	1,144,500.00	97,125.00

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la empresa

Tabla B-11-11 Costo de consumo de energía

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs/mes)
Consumo de energía	Kw /Hora	109,031.20	0.58	63,238.10
Costo total energía				63,238.10

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la empresa

Tabla B-11-12 Costos por consumo de GLP

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs)	Costo total (Bs/mes)
Consumo de GLP	m3	28,861.20	2.36	68,112.43
COSTO TOTAL GLP				68,112.43

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la empresa.



ANEXO C

Tabla C-1 Gráficas X y R composición de saponina en el grano de quinua

N°	% DE SAPONINA							GRÁFICA R		GRÁFICA X		
	Obs 1 (cm)	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	X media	Rango	LCS	LCI	LCS	LC	LCI
1	0,021	0,028	0,025	0,020	0,020	0,023	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
2	0,022	0,020	0,020	0,03	0,03	0,024	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
3	0,020	0,028	0,020	0,02	0,02	0,022	0,0079	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
4	0,020	0,025	0,028	0,03	0,02	0,025	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
5	0,021	0,024	0,020	0,03	0,03	0,024	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
6	0,020	0,020	0,028	0,03	0,02	0,019	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
7	0,028	0,020	0,028	0,03	0,02	0,025	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
8	0,022	0,028	0,020	0,02	0,03	0,024	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
9	0,028	0,020	0,028	0,02	0,02	0,023	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
10	0,020	0,028	0,023	0,03	0,02	0,024	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
11	0,028	0,020	0,028	0,02	0,02	0,024	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
12	0,031	0,020	0,020	0,03	0,03	0,025	0,0114	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
13	0,034	0,025	0,021	0,02	0,03	0,025	0,0141	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
14	0,021	0,028	0,021	0,02	0,02	0,023	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
15	0,025	0,028	0,025	0,02	0,02	0,024	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
16	0,020	0,028	0,025	0,02	0,02	0,023	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
17	0,024	0,025	0,021	0,02	0,02	0,023	0,0052	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
18	0,028	0,024	0,025	0,02	0,02	0,023	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
19	0,021	0,021	0,025	0,02	0,03	0,023	0,0079	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
20	0,028	0,028	0,021	0,02	0,03	0,025	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
21	0,028	0,020	0,024	0,02	0,02	0,023	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
22	0,018	0,027	0,021	0,03	0,02	0,023	0,0105	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
23	0,020	0,020	0,021	0,03	0,03	0,024	0,0132	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
24	0,021	0,020	0,024	0,02	0,03	0,023	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
25	0,020	0,028	0,028	0,02	0,02	0,023	0,0088	0,014	0,004	0,026	0,0235	0,022
Promedios						0,023	0,009					

Fuente: elaboración propia

Fórmulas % de saponina

$$\% \text{ saponinas} = \frac{0.441 * (\text{altura de espuma despues de 30 s en cm}) + 0.001}{(\text{peso de muestra en g}) * 10}$$

Valores constantes	Valores	Gráfica R		Gráfica X	
		Límites de control		Límites de control	
D3	0,459	LCS	0,014	LCS	0,025
D4	1,540	LCI	0,004	LC	0,023
				LCI	0,021

Tabla C-2 Límites de gráficas X y R en % de humedad

Muestra	% De humedad							Gráfica R		Gráfica X		
	Obs1 %	Obs 2 %	Obs3 %	Obs 4 %	Obs 5 %	X media	Rango	LCS	LCI	LCS	LC	LCI
1	10,0	10,0	9,8	10,0	9,0	9,76	1,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
2	10,0	10,5	9,0	9,0	10,0	9,70	1,5	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
3	10,0	9,0	9,0	10,0	10,0	9,60	1,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
4	11,0	10,0	9,0	9,0	9,0	9,60	2,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
5	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,60	2,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
6	9,0	10,0	11,0	9,0	10,0	9,80	2,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
7	10,0	10,0	10,0	10,0	9,0	9,80	1,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
8	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	9,80	1,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
9	10,0	9,0	9,0	10,0	10,0	9,60	1,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
10	10,0	10,0	9,0	10,0	9,0	9,60	1,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
11	9,0	10,0	9,0	10,0	10,0	9,60	1,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
12	10,0	10,0	10,0	9,0	10,0	9,80	1,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
13	10,0	9,0	9,0	10,0	11,0	9,80	2,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
14	11,0	10,0	9,0	9,0	10,0	9,80	2,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
15	10,0	10,5	10,5	9,0	9,0	9,80	1,5	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
16	10,5	11,0	9,0	9,5	9,0	9,80	2,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
17	9,0	10,0	10,5	10,0	9,0	9,70	1,5	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
18	10,0	10,0	10,0	9,0	10,0	9,80	1,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
19	9,0	10,0	10,0	9,0	10,0	9,60	1,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
20	10,0	9,5	10,0	9,0	9,0	9,50	1,0	2,180	0,570	10,0	9,7	9,5
Promedios						9,703	1,375	2,180	0,570	9,951	9,703	9,456

Fuente: elaboración propia

Gráfica R		Gráfica X		Valores constantes	Valores
Límites de control		Límites de control			
LCS	218,006	LCS	995,050	D3	0,4145
LCI	0,570	LC	970,300	D4	15,855
		LCI	945,550	A2	0,18

Fuente: elaboración propia

Tolerancia admitida para la clasificación de los granos de quinua en función a su grado

Tabla C-3 Presencia de impurezas en el producto final

Fechas:	1-03	2-03	3-03	5-03	6-03	7-03	8-03	9-03	12-03	13-03	14-03	15-03	16-03	19-03	20-03	21-03	22-03	23-03	226-03	27-03
Granos enteros	191,00	202,00	200,00	202,00	210,00	193,00	183,00	204,00	199,00	186,00	200,00	201,00	203,00	197,00	189,00	195,00	201,00	209,00	190,00	189,00
Tipo de defectos																				
Granos quebrados	0,15	0,10	0,10	0,15	0,16	0,14	0,13	0,17	0,16	0,17	0,29	0,43	0,26	0,25	0,35	0,26	0,37	0,02	0,29	0,26
Granos dañados	0,10	0,10	0,12	0,15	0,05	0,13	0,10	0,12	0,12	0,15	0,16	0,16	0,13	0,17	0,16	0,15	0,10	0,17	0,15	0,17
Granos de color	0,30	0,19	0,40	0,13	0,18	0,20	0,15	0,20	0,27	0,29	0,24	0,30	0,19	0,15	0,20	0,23	0,30	0,27	0,17	0,20
Granos germinados	0,10	0,03	0,08	0,03	0,04	0,03	0,01	0,12	0,01	0,02	0,06	0,04	0,02	0,06	0,04	0,12	0,03	0,03	0,05	0,07
Granos vestidos	0,10	0,25	0,13	0,09	0,16	0,09	0,16	0,02	0,05	0,16	0,17	0,03	0,16	0,19	0,18	0,19	0,13	0,13	0,19	0,01
Granos verdes	0,23	0,20	0,30	0,16	0,10	0,15	0,15	0,16	0,13	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17	0,03	0,15	0,16	0,16	0,15	0,13
Impurezas totales	0,12	0,25	0,23	0,26	0,19	0,26	0,26	0,27	0,24	0,15	0,24	0,25	0,26	0,40	0,24	0,24	0,24	0,26	0,24	0,04
Variedades contrastantes	0,00	0,02	0,03	0,05	0,05	0,09	0,10	0,13	0,06	0,15	0,06	0,04	0,10	0,02	0,12	0,19	0,23	0,40	0,16	0,03
Total	192,10	203,14	201,39	203,02	210,93	194,09	184,06	205,19	200,04	187,20	201,36	202,40	204,29	198,41	190,32	196,53	202,56	210,44	191,40	189,91
Total tipo de defectos	1,10	1,14	1,39	1,02	0,93	1,09	1,06	1,19	1,04	1,20	1,36	1,40	1,29	1,41	1,32	1,53	1,56	1,44	1,40	0,91
c (media)	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24

Fuente : elaboración propia

Fórmulas de cálculo gráficas c

$$LCS = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LCS = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Porcentaje (%)

Fechas	1-03	2-03	3-03	5-03	6-03	7-03	8-03	9-03	12-03	13-03	14-03	15-03	16-03	19-03	20-03	21-03	22-03	23-03	26-03	27-03
N° inspeccionadas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Granos enteros	99,43	0,99	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Tipo de defectos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Granos quebrados	0,08	0,05	0,05	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,14	0,21	0,13	0,13	0,18	0,13	0,18	0,01	0,15	0,14
Granos dañados	0,05	0,05	0,06	0,07	0,02	0,07	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,08	0,06	0,09	0,08	0,00	0,05	0,08	0,08	0,00
Granos de color	0,16	0,09	0,20	0,06	0,09	0,10	0,08	0,10	0,13	0,15	0,12	0,15	0,09	0,08	0,11	0,00	0,15	0,13	0,09	0,00
Granos germinados	0,05	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,01	0,06	0,00	0,01	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,03	0,00
Granos vestidos	0,05	0,12	0,06	0,04	0,08	0,05	0,09	0,01	0,02	0,09	0,08	0,01	0,08	0,10	0,09	0,00	0,06	0,06	0,10	0,00
Granos verdes	0,12	0,10	0,15	0,08	0,05	0,08	0,08	0,08	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,01	0,00	0,08	0,08	0,08	0,00
Impurezas totales	0,06	0,12	0,11	0,13	0,09	0,13	0,14	0,13	0,12	0,08	0,12	0,12	0,13	0,20	0,13	0,00	0,12	0,12	0,13	0,00
Variedades contrastantes	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,05	0,06	0,03	0,08	0,03	0,02	0,05	0,01	0,06	0,00	0,11	0,19	0,08	0,00
Total	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total de defectos	0,57	0,56	0,69	0,50	0,44	0,56	0,58	0,58	0,52	0,64	0,68	0,69	0,63	0,71	0,69	0,14	0,77	0,68	0,73	0,14
c (media)	0,58	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
LCS (%)	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92
LCI (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LC (norma %)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Fuente: elaboración propia



ANEXO D

Tabla D-1 Proyección de la demanda, Método de Holt- Winster

Gestión	Lote	Dt	Ts	Tt	It	I norm	Ft	ERROR	Absoluto
		Producción (Kg)	Kg	Kg			Kg		
	0		298157	278,3		0,93			
2016	Enero	262374	296703	-24,41	0,95	0,91	282894	20519	0,08
	Febrero	281823	295965	-149,13	0,98	1,05	290800	8977	0,03
	Marzo	293994	295729	-164,44	1,00	1,02	296661	2666	0,01
	Abril	296653	295616	-155,31	1,02	1,03	300522	3869	0,01
	Mayo	301024	295728	-108,62	1,04	1,05	306989	5965	0,02
	Junio	270954	294435	-315,70	0,93	0,94	272022	1068	0,00
	Julio	305423	294662	-220,81	1,02	1,00	297775	-7648	0,03
	Agosto	303268	294865	-146,72	1,02	1,01	300802	-2466	0,01
	Septiembre	307877	295350	-36,26	1,05	1,04	309796	1919	0,01
	Octubre	311277	296080	97,75	1,04	1,03	308782	-2495	0,01
	Noviembre	294891	296116	86,93	1,01	1,00	299089	4197	0,01
	Diciembre	279869	295419	-50,20	0,93	0,92	275088,24	-4781,25	0,02
2017	Enero	287260	294979	-118,28	0,91	0,91	279807,40	-7452,94	0,03
	Febrero	295962	294914	-109,05	1,05	1,05	308056,92	12094,71	0,04
	Marzo	296791	294900	-92,39	1,02	1,02	298388,80	1597,63	0,01
	Abril	302897	295196	-24,49	1,03	1,03	303848,43	951,18	0,00
	Mayo	311637	295962	113,74	1,05	1,05	313439,98	1802,03	0,01
	Junio	277331	295176	-43,64	0,94	0,94	276950,36	-380,68	0,00
	Julio	294053	295080	-52,71	1,00	1,00	295331,44	1278,33	0,00
	Agosto	301744	295350	3,67	1,01	1,01	299110,66	-2633,65	0,01
	Septiembre	313035	296203	152,10	1,04	1,04	310788,11	-2247,69	0,01
	Octubre	303874	296716	215,21	1,03	1,03	309759,76	5885,74	0,02
	Noviembre	301559	297153	254,05	1,00	1,00	301559,41	0,00	0,00
	Diciembre	273365	296253	52,21	0,92	0,92	274418,25	1053,13	0,00
								ME	1822.5
								MAPE	0.015

ALFA	BETA	GAMA	Periodo	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
0,048	0,174	0	I norm	0,95	0,98	1,00	1,01	1,03	0,92	1,01	1,02	1,05	1,04	1,00

Tabla D-2 Pronóstico de la demanda 2018

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pronóstico (Kg)	271222	312386	302504	306745	313199	279321	299140	301642	309313	306243	296666	274996

Fuente: elaboración propia

Tabla D-3 Modelos de tendencia

Tendencia	R2
Modelo lineal	0,97
Modelo potencial	0,87
Modelo logarítmica	0,87
Modelo exponencial	0,75
Regresión cuadrática	0,99

Fuente: elaboración propia

Tabla D-4 Pronóstico de la demanda a mediano plazo

Regresión cuadrática exponencial	Periodo	Demanda (Kg)	Pronóstico (Kg)	
A	1687	1	3489952	3488119
B	8032	2	3496981	3501212
C	3478400	3	3519445	3517679
R2	0,99	4	3539432	3537520
		5	3559511	3560735
		6		3587324
		7		3617287
		8		3650624
		9		3687335
		10		3727420

Fuente: elaboración propia

Tabla D-5 Programación de requerimiento de producto final

Código: Producto final	MES											
A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Necesidades Brutas (Tn)	271	312	302	306	313	279	299	301	309	306	297	275
Disponibilidad (Tn)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Seguridad (Tn)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Necesidades Netas (Tn)	276	312	302	306	313	279	299	301	309	306	297	275
Emisión Orden Planificada (Tn)	271	312	302	306	313	279	299	301	309	306	297	275

Fuente: elaboración propia

Tabla D-6 Programación de requerimiento de envases de big bag

Código: Envase Big Bag	MES											
C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Necesidades Brutas (Unid.)	312	302	306	313	279	299	301	309	306	297	275	275
Disponibilidad (Unid.)	1000	688	386	80	767	488	189	888	579	273	976	701
Stock Seguridad (Unid)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Necesidades Netas (Unid.)	0	0	0	283	279	299	301	309	306	297	275	275
Emisión Orden Planificada (Unid)				1000			1000			1000		

Fuente: elaboración propia

Tabla D-7 Programación de requerimiento de producto escarificada

Código: Quinoa escarificada	MES												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
B													
Necesidades Brutas (Tn)	326,4	315,59	319,7	327,085	291,555	312,455	314,545	322,905	319,77	310,365	287,375	287,375	
Disponibilidad (Tn)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Stock Seguridad (Tn)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Necesidades Netas (Tn)	322	315	319	327,	291,555	312,455	314,545	322,905	319,77	310,365	287,375	287,375	
Emisión Orden Planificada (Tn)	298.34	343.62	332.75	337.41	344.51	307.25	329.05	331.80	340.24	336.86	326.33	302.490	

Fuente: elaboración propia

Tabla D-8 Programación de requerimiento de quinoa bruta

HIJO DE : B Quinoa en bruto	SEMANAS												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
D													
Necesidades Brutas (Tn)		334.14	384.85	372.68	377.90	385.86	344.12	368.54	371.62	381.07	377.29	365.490	338.79
Disponibilidad (Tn)	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Stock Seguridad (Tn)	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	
Necesidades Netas (Tn)	265	384.85	372.68	377.90	385.86	344.12	368.54	371.62	381.07	377.29	365.490	338.79	
Emisión Orden Planificada (Tn)	265	384.85	372.68	377.90	385.86	344.12	368.54	371.62	381.07	377.29	365.490	338.79	

Fuente: elaboración propia



ANEXO E

Tabla E-1 Probabilidad de ocurrencia

Clasificación	Probabilidad de ocurrencia	Valor
BAJA	El incidente potencial se ha presentado una vez o nunca en el área, en el período de un año.	1
MEDIA	El incidente potencial se ha presentado 2 a 4 veces en el área, en el período de un año.	2
ALTA	El incidente potencial se ha presentado 5 o más veces en el área, en el período de un año.	4

Fuente: elaboración propia

Tabla E-2 Consecuencia

Clasificación	Consecuencia	Valor
Ligeramente dañino	Incidentes sin lesiones o con lesiones leves (Entre 0 a 5 Días Perdidos).Alteraciones a la salud reversibles (no se produce enfermedad profesional).	1
Dañino	Incidentes con Lesiones que requieren tratamiento médico y/o daño material importante. (6 o más Días Perdidos) Enfermedad Profesional Reversible.	2
Extremadamente dañino	Incapacidad permanente sobre un 40 % o Fatalidad	4

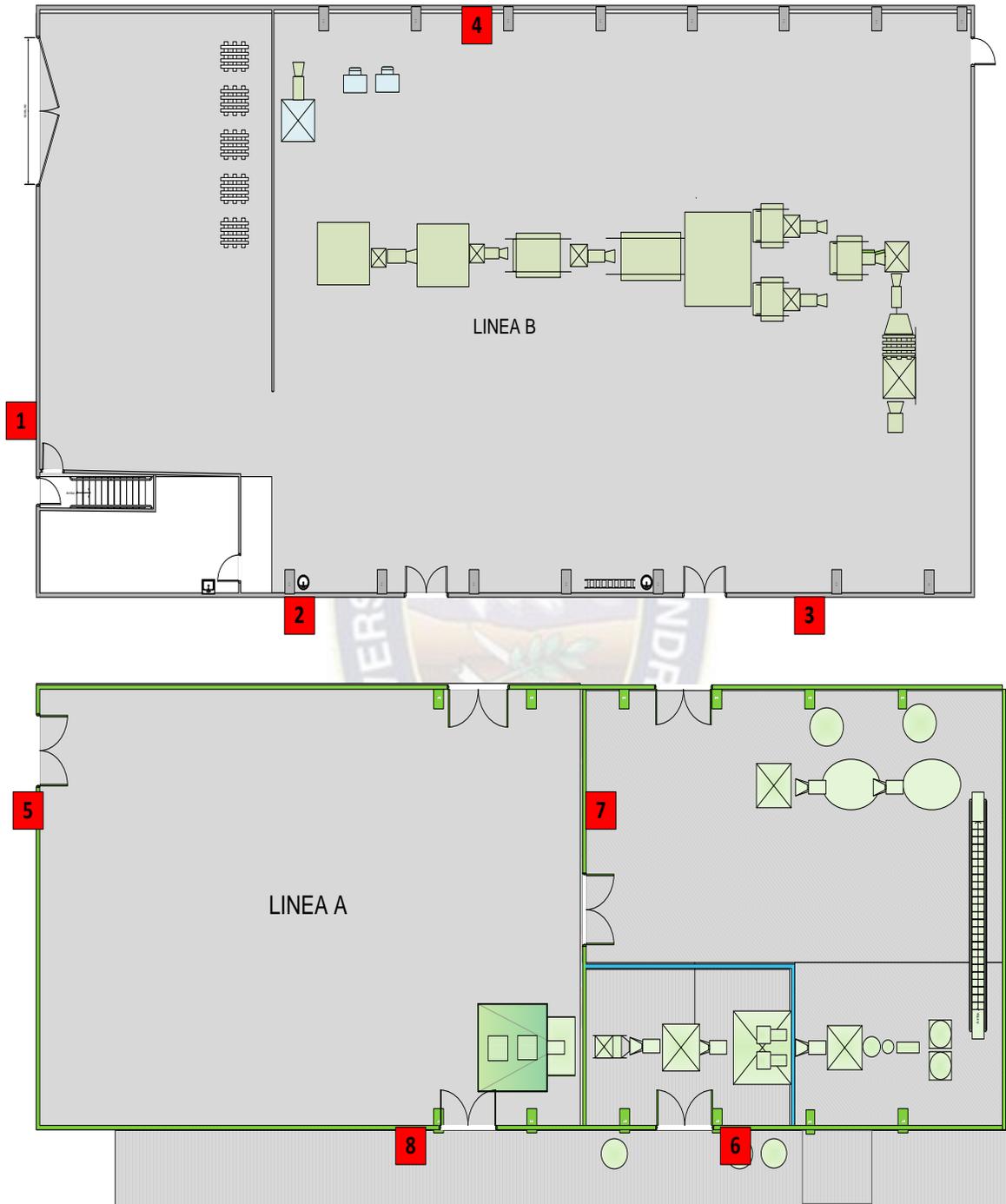
Fuente: elaboración propia

Tabla E-3 Clasificación de riesgo

		CONSECUENCIA		
		LIGERAMENTE DAÑINO (1)	DAÑINO (2)	EXTREMADAMENTE DAÑINO (4)
PROBABILIDAD	BAJA (1)	1 Riesgo Bajo	2 Riesgo Bajo	4 Riesgo Moderado
	MEDIA (2)	2 Riesgo Bajo	4 Riesgo Moderado	8 Riesgo Crítico
	ALTA (4)	4 Riesgo Moderado	8 Riesgo Crítico	16 Riesgo Crítico

Fuente: elaboración propia

Ilustración E-3 plano de ubicación de extintores



Fuente: elaboración propia.



ANEXO F

Tabla F-1 Ahorro de materia prima

Gestión	2017
MP (Kg)	4.304.788,80
Merma (20%) (Kg)	860.957,76
Costo de MP (Bs)	10.731.321,90
Gestión	2018
MP (Kg)	4.304.788,80
Merma (18%) (kg)	813.605,08
Costo de MP	9.942.254,12
Ahorro (Bs)	789.067,79

Fuente: elaboración propia

Tabla F-2 ahorro de costos de GLP

Sin proyecto		
Gestión	2017	
Comercializada (Kg)	3.587.324,00	Relación
Costo total (Bs)	778.879,79	0,092 m ³ /Kg
Con proyecto		
Gestión	2018	
Comercializada (Kg)	3.587.324,00	0,090 m ³ /Kg
Costo total (Bs)	761.947,62	
Ahorro de GLP	16.932,17	

Fuente: elaboración propia

Tabla F-3 ahorro en mano de obra

Sin proyecto		
Línea	Detalle	2017
A	Tuno extra req N°	176
	Costo tiempo extra (Bs)	204.453,00
	Costo por gestión (Bs)	475.800,00
	Costo línea A (Bs)	680.253,00
B	Costo regular (Bs)	668.200,00
Coto total por gestión		1.348.453,00
Con proyecto		
Línea	Detalle	2018
A	Costo por gestión (Bs)	475.800,00
	Costo línea A (Bs)	475.800,00
B	Costo regular (Bs)	668.200,00
Coto total por gestión (Bs)		1.144.000,00
Ahorro (Bs)		204.453,00

Fuente: elaboración propia