

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería



ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO Y EVALUACION DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN UNA EMPRESA AGROEXPORTADORA DE FRUTOS DESHIDRATADOS.

Tesis para optar por el título de ingeniero industrial, que presenta el bachiller:

Jordan Gandolfo, Michael Gustav

Asesor: Atoche Díaz, Wilmer Jhonny.

Lima, abril 2018

Dedicado a mi madre, Ana María, la principal autora de que esto sea una realidad, a mi padre, Carlos Teodoro y a mi hermano Carlitos, que desde el cielo iluminan mi camino, a mi hermano Marco, que nunca dudaste y siempre me empujaste a dar lo mejor de mí.

Y a todos aquellos que con su espíritu alentador me apoyaron a siempre seguir adelante.



Agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí. Agradezco a las personas que estuvieron para apoyarme incondicionalmente, tía Eva, tío Karl, tío Lucho. Y a mis mejores amigos, Heinz, Diego y Yuri.



Resumen

La presente tesis realiza un análisis, diagnóstico y mejora de procesos productivos y de riesgos ergonómicos en una empresa agroexportadora de frutos deshidratados. El objetivo principal del presente estudio es desarrollar propuestas de mejora con el fin de reducir tiempos de los actuales procesos, tratando de mejorar en aspectos técnicos como humanos para toda la organización, y así mejorar el servicio que la empresa brinda a sus clientes, haciéndola más competitiva en el sector que se desempeña. También, se busca analizar la ergonomía de los puestos de trabajo de la planta estudiada con el fin de mejorar las posturas y el rendimiento físico y mental de los colaboradores.

Para esto, se estudia, indaga, entiende y analiza los dos procesos principales que contribuyan con el mayor impacto económico para después hacer un levantamiento de información acerca del proceso para la identificación de posibles cuellos de botella y otros problemas afines al proceso y así presentar un análisis de la generación o causas raíz de los cuellos de botella y demás aspectos negativos que no agregan valor, de modo que este sea mejorado bajo el ciclo de Deming en mejora continua de procesos, aplicando las principales herramientas aprendidas durante los años cursados en la facultad.

En el presente trabajo se aplica técnicas de estudio del trabajo como toma de tiempos por procesos para la identificación de cuellos de botella, balance de línea, uso de diagramas bimanuales, flujogramas, espina de pescado, análisis de desplazamientos, entre otros, sustentados con planes de muestreo estadísticos, bajo una metodología propuesta en el marco teórico del presente. Además, se aplica temas de control integral de calidad como diagramas de pareto, análisis de métodos, entre otros.

Con el fin de complementar la mejora de procesos de los dos procesos más importantes de la empresa estudiada, se analizan los tres puestos de trabajo que mayor impacto tienen en tiempos y costos para los procesos, y en los cuales se observaron mayor presencia de colaboradores, desde el marco de temas de ergonomía. Cada puesto es analizado bajo de definición de ergonomía ambiental, física, mental, biomecánica y antropometría.

Con todo el análisis y diagnóstico anterior, se procede a hacer propuestas de mejora de diversa índole, los cuales impactan positivamente al rendimiento tanto de los colaboradores como de la planta y la empresa, mejorando los indicadores de productividad, ahorrando recursos e incrementando la competitividad de la organización en el mercado en el que se desempeña.

Por último, se hizo un análisis de económico de las mejoras presentadas en un horizonte de 5 años con periodos de estudio trimestrales, siendo en el primer trimestre en donde se implementan todas las mejoras.

Los resultados obtenidos en este trabajo de una mejora aproximada de un 10 % en el global del proceso, obteniéndose ahorros 8889 hasta los 23883 soles por trimestre, medidos en el análisis de sensibilidad. En condiciones normales, a un 60% de efectividad de las propuestas, la presente investigación supone una TIR de 14.9%.



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

TEMA DE TESIS

PARA OPTAR	Título de Ingeniero Industrial
ALUMNO	MICHAEL GUSTAV JORDAN GANDOLFO
CÓDIGO	2009.0231.12
PROPUESTO POR	Ing. César A. Corrales Riveros
ASESOR	Ing. Wilmer J. Atoche Díaz
TEMA	ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO Y EVALUACION DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN UNA EMPRESA AGROEXPORTADORA DE FRUTOS DESHIDRATADOS.
Nº TEMA	#1428
FECHA	San Miguel, 07 de diciembre de 2017



JUSTIFICACIÓN:

Según el MINCETUR (2017)¹, las exportaciones no tradicionales se incrementaron en 9.7% para el año 2017 respecto al año anterior y esto es una constante en años anteriores. Esto significa casi con seguridad que el sector agroexportador ha estado en crecimiento sostenido.

Por otra parte, según estadísticas provistas por el Banco Central de Reserva, la actual coyuntura económica nacional es de aceleración económica del 4% en el 2016(2017)², sin embargo, se puede ver que el punto más bajo fue en 2014 con 2.4% y se ha ido mejorando año a año,

Esta desaceleración en el 2014 se da, principalmente por la caída en el precio de los metales y a la recesión económica mundial, iniciada en el 2008, por la crisis inmobiliaria y continuada en Europa con la caída de la economía griega, española, portuguesa e irlandesa, que puede afectar al sector agroexportador (The Wall Street Journal, 2011)³, sin embargo, se espera que en los próximos años el país no baje la tasa de crecimiento.

1 Obtenido de la web del mincetur

<http://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/estadisticas_y_publicaciones/estadisticas/exportaciones/2017/RMC_Setiembre_2017.pdf> consulta: 15/11/2017

2 Obtenido de la web del BCRP < <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/indicadores-trimestrales.pdf>> consulta: 15/11/2017

3. Obtenido de Wall Street Journal:

<http://online.wsj.com/article/SB10001424052970203518404577094843835831390.html#articleTabs%3Dvideo>>Consulta: 15/11/2017



- 2 -

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017)⁴ presentó un informe el presente año sobre las exportaciones de productos no tradicionales, haciendo un análisis más exhaustivo sobre cada rubro, y en el sector agropecuario. Se puede observar un incremento del 9.6%, entre enero y septiembre del 2017 con respecto al mismo periodo el año anterior.

Según el mismo ente, en la estadística señalada, “el comportamiento favorable de las exportaciones del sector agropecuario se asoció con el embarque de arándanos (Estados Unidos de América, Países Bajos y China) ...”. (INEI, 2017)⁴.

Se puede observar entonces, un incremento en las ventas del sector, es por ello que muchas empresas del rubro están creciendo, así, es de gran importancia mejorar la competitividad de las estas, para que puedan mantener un crecimiento ordenado y puedan desarrollarse de manera positiva, con el objetivo de ser las primeras exportadoras de deshidratados del país.

Por este motivo se propone el análisis, diagnóstico y mejora de los procesos productivos y de riesgos ergonómicos de una empresa de deshidratados del centro del país, de modo de reducir tiempos y minimizar los costos relacionados a la mala calidad de los procedimientos del modelo de trabajo actual. Esto incluye el aspecto ergonómico, clave en este sector, intensivo en mano de obra. De esta forma, se podrá ahorrar mucho dinero que podrá ser invertido, tanto en maquinaria e infraestructura, como en investigación y desarrollo, con lo que se espera hacerla más competitiva, respecto a transnacionales colombianas y ecuatorianas del mismo rubro, cuyos clientes también están en Europa, Norteamérica y Asia.

OBJETIVO GENERAL:

Analizar, diagnosticar y proponer mejoras en el proceso productivo y evaluar riesgos ergonómicos en una empresa agroexportadora de frutos deshidratados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Abordar los principales temas involucrados en un análisis y mejora de los procesos.
- Presentar a la empresa elegida para el estudio de esta tesis, así como las áreas involucradas en los procesos de mayor impacto.
- Realizar un estudio de tiempos de los procesos con el fin de cuantificar e identificar los principales cuellos de botella. Realizar un análisis y diagnóstico ergonómico.
- Desarrollar, de manera cualitativa y cuantitativa, la situación actual de la ergonomía en los puestos de trabajo más representativos.
- Desarrollar el diagnóstico de los procesos que agregan más valor.
- Hacer propuestas de mejora utilizando las herramientas propuestas en el marco teórico.
- Evaluar las propuestas desde el plano económico con el fin de exponer el costo beneficio de mejorar los procesos de mayor impacto.

⁴ Obtenido del INEI <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/11-informe-tecnico-n11_exportaciones-e-importaciones-set2017.pdf> Consulta: 15/11/2017



PUNTOS A TRATAR:

a. Marco teórico.

Se abordarán los principales temas involucrados en un análisis y mejora de los procesos. Para profundizar y tener referencia de la tesis a tratar, los puntos a desarrollar serán definiciones generales, Procesos, Ergonomía, desde sus diferentes ángulos, la Cadena de Suministro, Gestión de Compras, Nivel de servicio al cliente, gestión de inventarios y costos.

b. Descripción y diagnóstico de la situación actual de los procesos de la empresa.

Se presentarán las descripciones de la empresa elegida para el estudio de esta tesis, así como las áreas involucradas en los procesos de mayor impacto. Con esto, se desarrollarán el proceso actual de la empresa a estudiar, con el fin de analizarlo con mayor efectividad.

c. Análisis de tiempos e identificación de cuellos de botella.

Se realizarán un estudio de tiempos de los procesos con el fin de cuantificar e identificar los principales cuellos de botella. Para esto se usará diferentes documentos de la empresa, los cuales hacen seguimiento a diferentes indicadores de procesos.

d. Evaluación Ergonómica de los procesos.

Con el estudio de tiempos y la identificación de cuellos de botella, se desarrollarán, de manera cualitativa y cuantitativa, la situación actual de la ergonomía en los puestos de trabajo más representativos.

e. Diagnóstico de los procesos y temas de ergonomía de la empresa.

Una vez analizados los procesos, realizado el estudio de tiempos e identificados los cuellos de botella y evaluados los procesos en temas ergonómicos, se desarrollarán el diagnóstico de los procesos que agregan más valor con el fin de proponer, en el siguiente capítulo, las propuestas de mejora

f. Propuestas de mejora.

Se mostrarán todas las propuestas de mejora, tanto para la parte de mejora de procesos, como para la evaluación y diagnóstico de la ergonomía de la empresa.

g. Evaluación económica del impacto de las propuestas.

Se evaluarán las propuestas desde el plano económico con el fin de exponer el costo beneficio de mejorar los procesos de mayor impacto, es decir, se calculará el ahorro generado por disminuir el tiempo del mismo, así como el ahorro en el costo de generar estas reducciones.

h. Conclusiones y recomendaciones.

Máximo: 100 páginas

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
Índice de tablas.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	3
1.1 Proceso.....	3
1.1.1 Definición	3
1.1.2 Mejora continua de procesos.....	3
1.1.3 Análisis de Procesos en la organización.....	4
1.1.4 Herramientas de mejora de procesos.....	6
1.2 Metodología para el estudio de tiempos y movimientos	10
1.3 Balance de línea.....	12
1.4 Temas de Ergonomía.....	14
1.4.1 Definición de ergonomía.....	14
1.4.2 Ergonomía ambiental.....	14
1.4.3 Ergonomía física.....	18
1.4.4 Ergonomía Mental.....	20
1.4.5 Biomecánica	22
1.4.6 Antropometría.....	22
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA	26
2.1 Descripción y situación de la empresa	26
2.1.1 Sector y actividad económica	26
2.1.2 Concepción del cliente y de producto.....	26
2.1.3 Perfil organizacional y principios empresariales.....	27
2.1.4 La empresa.....	29
2.1.5 Organización actual de la empresa.....	30
2.2 Explicación Detallada del proceso actual.....	31
2.2.1 Proceso de producción de aguaymanto deshidratado	31
2.2.2 Proceso de producción de mermelada de aguaymanto	34
2.3 Diagrama de flujo de los procesos actuales.....	36
CAPITULO 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS REPRESENTATIVOS.	39

3.1 Análisis y evaluación de los procesos representativos	39
3.1.1 Estudio de tiempos	39
3.1.1.1 Cálculo del tamaño de muestra	40
3.1.2 Estudio de desplazamientos	43
3.1.2.1 Diagrama de análisis de proceso y recorrido del proceso de aguaymanto deshidratado	44
3.1.2.2 Diagrama de análisis de proceso y recorrido de proceso de producción mermelada de aguaymanto	48
3.1.3 Análisis de carga de trabajo	49
3.1.4 Evaluación ergonómica de los procesos por puesto de trabajo	53
3.1.4.1 Puesto de pelado	53
3.1.4.2 Puesto de Lavado	55
3.1.4.3 Puesto de embolsado y sellado	57
3.2 Diagnóstico de los procesos y temas de ergonomía de la empresa	59
3.2.1 Diagnóstico por proceso	59
3.2.1.1 Proceso de aguaymanto deshidratado: Problemas y causas	59
3.2.1.2 Proceso de mermelada de aguaymanto: Problemas y causas	66
CAPITULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA	69
4.1 Mejora por procesos	69
4.1.1 Mejora de métodos por puesto de trabajo	69
4.1.2 Balance de línea	78
4.1.3 Mejoras en Layout	79
4.2 Mejoras Ergonómicas por puesto de trabajo	80
4.2.1 Puesto de pelado	81
4.2.2 Puesto de Lavado	84
4.2.3 Puesto de embolsado y sellado	84
4.3 Cronograma de implementación de trabajo	84
CAPITULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA	86
5.1 Costos de inversión	86
5.1.1 Resumen	86
5.1.2 Análisis costos de inversiones	87
5.2 Cálculo tasa de descuento y oportunidad del mercado	87
5.3 Beneficios de las propuestas de mejora	88
5.3.1 Resumen de los beneficios	88

5.3.2 Beneficios por cada mejora	88
5.4 Flujos de caja.	89
5.5 Análisis de sensibilidad	89
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
6.1 Conclusiones.....	91
6.2 Recomendaciones.....	93
BIBLIOGRAFIA.....	94



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA DE UN PROCESO	3
FIGURA 2:ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE PROCESOS.....	5
FIGURA 3: ÍCONOS ESTÁNDARES DE UN GRÁFICO DE PROCESOS.....	7
FIGURA 4: EJEMPLO DE HISTOGRAMA.....	8
FIGURA 5: DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO	10
FIGURA 6: TAMAÑO DE MUESTRA PARA POBLACIÓN INFINITA	12
FIGURA 7: TAMAÑO DE MUESTRA PARA POBLACIÓN FINITA.....	12
FIGURA 8: INTERRELACIÓN HOMBRE-MÁQUINA.....	14
FIGURA 9: SÍNDROME DEL TÚNEL CARIPIANO.....	20
FIGURA 10: MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	24
FIGURA 11: POSTURAS DE TRABAJO.....	25
FIGURA 12: ORGANIGRAMA ACTUAL DE LA EMPRESA	30
FIGURA 13: DIAGRAMA DE BLOQUES PROCESO AGUAYMANTO DESHIDRATADO	34
FIGURA 14: DIAGRAMA DE BLOQUES PROCESO MERMELADA DE AGUAYMANTO.....	35
FIGURA 15: FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE DESHIDRATADO DE AGUAYMANTO.....	37
FIGURA 16: FLUJOGRAMA PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA DE AGUAYMANTO.	38
FIGURA 17: DIAGRAMA DE PARETO DEL TOTAL DE INGRESO POR PRODUCTO DEL AÑO 2016.....	39
FIGURA 18: LAYOUT DE LA PLANTA Y MOVIMIENTOS DE LOS PROCESOS.	43
FIGURA 19: DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PROCESO AGUAYMANTO DESHIDRATADO.	46
FIGURA 20: DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE AGUAYMANTO DESHIDRATADO.....	47
FIGURA 21: DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PROCESO MERMELADA DE AGUAYMANTO.	49
FIGURA 22: DIAGRAMA DE OPERACIONES MERMELADA DE AGUAYMANTO.	49
FIGURA 23: ISHIKAWA DE PROBLEMA EN EL PESADO DE MATERIA PRIMA.	61
FIGURA 24: ISHIKAWA DE PROBLEMAS EN EL SET-UP DE PELADO.	62
FIGURA 25: ISHIKAWA DE PROBLEMAS EN EL PELADO.....	63
FIGURA 26: ISHIKAWA DE PROBLEMAS EN EL LAVADO.....	64
FIGURA 27: ISHIKAWA DE PROBLEMAS EN LA DESCARGA DE PRODUCTO TERMINADO.	64
FIGURA 28: ISHIKAWA DEL ENVASADO, SELLADO Y ENCAJADO DE PRODUCTO TERMINADO.	65
FIGURA 29: ISHIKAWA DE PROBLEMAS EN LA PREPARACIÓN DE MERMELADA.....	67
FIGURA 30: ISHIKAWA DE PROBLEMAS EN LA PASTEURIZACIÓN DE ENVASES.	68
FIGURA 31: PUESTO DE TRABAJO PROPUESTO.....	71
FIGURA 32: IMAGEN MÁQUINA LAVADORA DE FRUTAS INDUSTRIAL.....	72
FIGURA 33: MAYA DE ATRAPE DE PASAS DE AGUAYMANTO.....	73
FIGURA 34: COMPORTAMIENTO DEL PRODUCTO SEGÚN ÁNGULO DE INCLINACIÓN.....	76
FIGURA 35: DISPOSITIVO DE LLENADO.....	76
FIGURA 36: MOLDE PARA SELLADORA AL VACÍO.....	77
FIGURA 37: LAYOUT DE PLANTA PROPUESTO.....	80
FIGURA 38: COMPORTAMIENTO DEL VALOR ACTUAL NETO.....	90
FIGURA 39: COMPORTAMIENTO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DATOS ANTROPOMÉTRICOS DE PIE	23
TABLA 2: DATOS ANTROPOMÉTRICOS DE POSICIÓN SENTADO	24
TABLA 3: REPORTE DE INGRESOS POR PROCESO AÑO 2016.	39
TABLA 4: RESUMEN DE ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DE AGUAYMANTO DESHIDRATADO.	41
TABLA 5: RESUMEN DE TIEMPOS DE LA PREPARACIÓN DE MERMELADA DE AGUAYMANTO.	42
TABLA 6: EJEMPLO DE PLAN DE MUESTREO DEL ANEXO 7.3	42
TABLA 7: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE AGUAYMANTO DESHIDRATADO.	45
TABLA 8: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE MERMELADA DE AGUAYMANTO.	48
TABLA 9: TIEMPOS SEGÚN PORCENTAJE DE VACÍO.	51
TABLA 10: RESUMEN ANÁLISIS DE CARGA DE TRABAJO.	52
TABLA 11: RESUMEN DE DIAGNÓSTICO DE AGUAYMANTO DESHIDRATADO.	60
TABLA 12: RESUMEN DE DIAGNÓSTICO DE MERMELADA DE AGUAYMANTO.	66
TABLA 13: RESUMEN DE MEJORAS POR PUESTOS DE AGUAYMANTO DESHIDRATADO.	69
TABLA 14: DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTO.	71
TABLA 15: MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DEL PERSONAL.	74
TABLA 16: RESULTADOS EXPERIMENTO ÁNGULO DE CAÍDA DEL DISPOSITIVO.	75
TABLA 17: BALANCE DE LÍNEA DE PROCESOS	78
TABLA 18: RESUMEN DE MEJORAS POR PUESTOS DE AGUAYMANTO DESHIDRATADO.	81
TABLA 19: FORMATO PROPUESTO DE ROTACIÓN DE PUESTOS.	83
TABLA 20: TAREAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS PROPUESTAS	85
TABLA 21: RESUMEN INVERSIONES INICIALES	86
TABLA 22: COSTOS DE CAPITAL.....	87
TABLA 23: COSTOS DE CAPITAL.....	87
TABLA 24: COSTOS DE CAPITAL.....	88
TABLA 25: BENEFICIOS DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA.	88
TABLA 26: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.	90

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como objetivo estudiar y analizar los procesos productivos y ergonomía de una empresa de agroexportación de productos deshidratados. Así como, desarrollar propuestas de mejora con el fin de reducir tiempos de los actuales procesos, tratando de mejorar en aspectos técnicos como humanos para todo el proceso, y así mejorar el servicio que la empresa brinda a sus clientes, haciéndola más competitiva en el sector que se desempeña.

Para esto, se plantea, como primer punto, estudiar, indagar, entender y analizar los dos procesos principales que contribuyan con el mayor impacto económico, y, como segundo punto, hacer un levantamiento de información acerca del proceso para la identificación de posibles cuellos de botella y otros problemas afines al proceso. Para después, presentar un análisis de la generación o causas raíz de los cuellos de botella y demás aspectos negativos que no agregan valor, de modo que este sea mejorado. Por último, estudiar los beneficios que podrían suceder de aplicar estos cambios, así como el costo-beneficio de los mismos.

En adición al análisis cualitativo y cuantitativo de los dos procesos de mayor impacto de la organización en estudio, se analizarán los tres puestos de trabajo con mayor impacto hacia los colaboradores en temas de ergonomía, con el objetivo de mejorar su eficiencia, motivación y comodidad en las labores diarias, incrementado la productividad de la empresa en su conjunto.

Se presentan seis capítulos. En el primer capítulo, el marco teórico en donde se presentará todas las herramientas teóricas aprendidas durante toda la carrera las cuales ayudarán en el transcurso de la tesis a entender y presentar de manera más clara el trabajo. Los temas abordados en el marco teórico son los siguientes mostrados a continuación. Primero, el proceso, definición, mejora continua de procesos, análisis de los procesos en la organización y herramientas de mejora de procesos, como gráfico de procesos, histogramas y gráficos de barras, gráfico de pareto, diagramas de causa y efecto. Segundo, la metodología para el estudio de tiempos y movimientos, en los cuales se mostrarán las herramientas para el estudio, selección del trabajo y etapas del estudio de tiempos, delimitación y cronometraje y el cálculo estadístico del tamaño de muestra. Tercero, el balance de línea, con todos los fundamentos teóricos correspondientes. Finalmente, temas de ergonomía, desde la definición, ergonomía ambiental; térmico, lumínico y ruido, ergonomía física, fatiga, metabolismo muscular, fatiga, trastornos musculoesqueléticos, ergonomía mental, definiciones, comportamiento social del individuo, estrés y sus variantes, biomecánica y antropometría.

En el segundo capítulo, se presentará la descripción de la situación actual de la empresa, el sector y actividad económica en la cual se desempeña, la concepción

del cliente y de los productos, el perfil organizacional y los principios empresariales, la empresa en sí y su organización actual. Además, se expondrá detalladamente los procesos de la empresa, para esto se presentará el flujograma de los procesos actuales y la descripción y análisis de cada una de las actividades del mismo.

En el tercer capítulo, por un lado, se desarrollará un estudio de tiempos del proceso con el fin de identificar dónde se encuentran los cuellos de botella de mayor importancia. Para este capítulo se separará los procesos en tareas cuantificables, que se puedan medir y en su medida en donde participe el agente humano. Por otro lado, se desarrollará una evaluación ergonómica de los procesos por puestos de trabajo, desarrollando temas como biomecánica, antropometría, entre otros temas. Finalmente, con el estudio de tiempos y la identificación de cuellos de botella y el análisis ergonómico, se desarrollará, de manera cualitativa y cuantitativa, las principales causas que generan los mismos, atacando distintos frentes, como humanos, tecnológicos o de procesos. De este modo, se presentará el diagnóstico del proceso actual.

En el cuarto capítulo, las propuestas de mejora a cada problema encontrado durante el análisis previo, mejorando los métodos por puesto de trabajo, balanceando la línea de producción, haciendo mejoras en el layout de la planta, para después pasar a las mejoras ergonómicas en los tres puestos de trabajo de mayor impacto. Para esto se realizará un estudio de tiempos y la observación de problemas, las causas, entrevistas al personal, videos, imágenes, entre otras herramientas para el correcto análisis y así se contribuirá a mejorar la planta entera de la empresa estudiada.

Por último, se hará un análisis de costo beneficio de las mejoras presentadas. El análisis económico es importante ya que con este podremos diferenciar los costos de la mala calidad del proceso actual con respecto a los costos de mejora y el costo-beneficio de haber implementado las mejoras.

Es por ello, la suma importancia de la ayuda de todo el equipo del área de producción y el agradecimiento por mi parte a cada uno de ellos por la información prestada y al señor Ing. Johannes Da-Fieno por todo el apoyo brindado.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se desarrollará todo el fundamento teórico necesario para entender, comprender, indagar y valorar el desarrollo de este trabajo. Tanto en la parte de análisis del proceso actual, como también en el diseño y propuesta de mejora. En las siguientes líneas se desarrollarán distintos aspectos básicos para entender el lenguaje de conceptos manejados en la misma.

1.1 Proceso

1.1.1 Definición

La definición de procesos puede ser muy variada, es decir, muchos autores lo definen de distintas formas, sin embargo, siempre con la misma esencia. Según Martínez (2002), se puede definir un proceso como el conjunto de actividades secuenciales cuyo producto crea un valor intrínseco para su usuario o cliente, teniendo un objetivo común, relacionado a la satisfacción y el cumplimiento del cliente del *output* del proceso. Por otro lado, Hunt (1996) nos propone la siguiente definición para un proceso, todo lo que está entre una entrada y una salida es un proceso, para luego continuar con, un proceso es una serie de pasos diseñados para producir productos o servicios. También hace referencia a que muchos procesos producen productos o servicios que son invisibles para el consumidor externo o final, pero que son esenciales para una efectiva administración de los negocios, estos son los llamados procesos administrativos.

En la Figura 1 se muestra, gráficamente, el esquema de un proceso, en relación a la definición propuesta anteriormente.

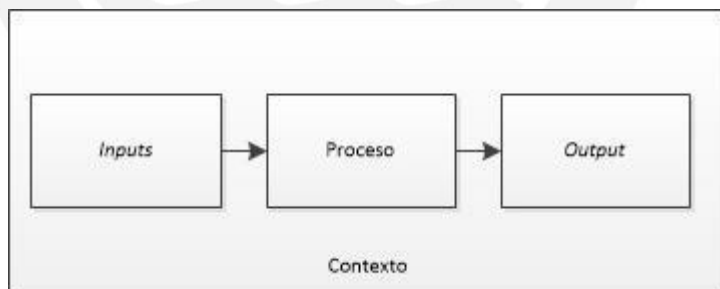


Figura 1: Esquema de un proceso
Fuente: Elaboración propia

1.1.2 Mejora continua de procesos

La mejora continua de procesos busca identificar, paulatinamente, los mejores niveles de desempeño con el objetivo de desarrollar procesos eliminando los defectos con el fin de satisfacer la demanda de los clientes y proveedores. Deming (1982).

Deming, contribuyó con una metodología que puede ser utilizada en diferentes campos, como en la ingeniería industrial y en la mejora continua de procesos. Esta trata de revisar el proceso actual, mejorarla y observar en el futuro si contribuye con los objetivos y si no

plantear nuevas alternativas y así sucesivamente. Esta metodología es conocida como el ciclo de Deming o el ciclo PHVA: planear, hacer, verificar y actuar.

En primer lugar, planear es establecer los objetivos o las metas y los planes con el fin de obtener resultados deseados. Es necesario acotar que en esta parte también se establecen los puntos de medición. En segundo lugar, hacer es la fase en la cual se implementa los planes desarrollados en la primera parte, así como los procesos del mismo. En tercer lugar, la verificación o V, es la comparación de los resultados reales con los resultados esperados inicialmente. Por último, actuar o A, es tomar acción sobre la variabilidad de lo real con lo deseado en los puntos anteriores, es decir, tomar acciones correctivas y documentarlas.

Martínez (2002), postula el siguiente proceso dentro del ciclo virtual de Deming. Dentro de la primera fase, planear (*plan*), identificar y monitorear el proceso crítico, haciendo un mapeo de procesos, análisis de riesgo de puntos críticos de control para los procesos con el fin de integrar y definir indicadores, estándares e índices para el subproceso. En la segunda fase, hacer (*do*), se trata de implementar mecanismo para su ejecución del proceso capacitando en razón del proceso y del cliente. La tercera fase, verificar (*check*), se trata de tomar acciones correctivas del proceso oportunamente. La última fase es actuar (*act*) consta de la medición de resultados, el valor agregado, la mejora continua, el análisis de desempeño del proceso y la evaluación del mismo con el fin de proporcionar medidas correctivas.

1.1.3 Análisis de Procesos en la organización

El análisis de los procesos en las organizaciones consiste en hacer una identificación de las acciones que dan valor a un producto, identificando las entradas, como insumos, materias primas, accesorios, RRHH, etc, los procesos que le dan valor a estos y las salidas, que son los productos finales.

Hunt (1996), expone algunos beneficios del mapeo de procesos y son los siguientes. En primer lugar, reducción de los costos de desarrollo de productos o servicios. En Segundo lugar, menos fallos en el sistema de integración. En tercer lugar, para una mejor comprensión de los procesos. Por último, la empresa mejorará las operaciones y el rendimiento en general.

Según Krajewski (2008), el análisis de procesos es la documentación y comprensión detallada de cómo se realiza el trabajo y cómo puede rediseñarse. Comienza con la identificación de las nuevas oportunidades para mejorar y termina con la implementación del proceso revisado. Cuando mezclamos el último paso con el primero se logrará obtener un ciclo de mejoramiento continuo.

Los pasos a seguir para en análisis de procesos son los siguientes según Krajewski (2008). Primero, Identificar las oportunidades de mejora. Segundo, definir el alcance de los procesos a medir. Tercero, documentar el proceso y todas sus observaciones y posibles variantes. Cuarto, evaluar el desempeño del proceso analizando indicadores que puedan existir. Quinto, rediseñar el proceso con propuestas de mejora. Por último, implementar los cambios e ir observando los resultados de las mejoras en los indicadores.

En la Figura 2 se muestra el esquema de los pasos a seguir en el análisis de procesos.

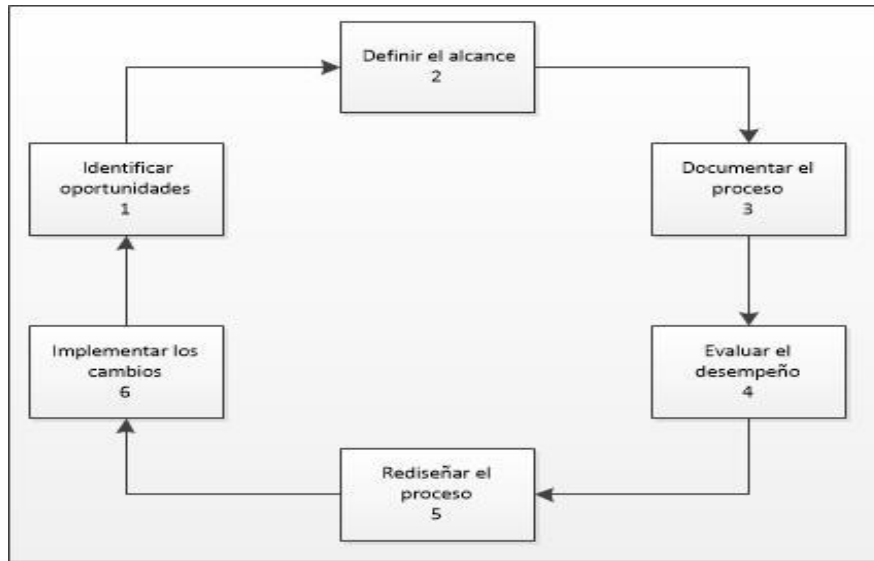


Figura 2: Esquema del análisis de procesos
Fuente: Krajewski (2008)

Con el fin de fundamentar lo anterior, de acuerdo con Krajewski (2008), los pasos a seguir se muestran a continuación.

a) Identificar Oportunidades

La identificación de oportunidades consiste en hacer una revisión de los principales procesos provenientes principalmente de la relación con los proveedores, el desarrollo de nuevos productos o servicios, el surtido de pedidos y las relaciones con los clientes (Krajewski, 2008). Es decir, revisar los principales procesos de la cadena de suministro para saber dónde se puede mejorar. Para esto, es una buena idea alentar a los empleados, proveedores o clientes a brindar sugerencias ya que estos son los principales involucrados en los procesos.

b) Definir el Alcance

Este punto establece los límites del proceso el cual se analizará, que pueden ser amplios o limitados. Es necesario complementar lo anterior con que, si el alcance es demasiado grande o demasiado ambicioso, estará destinado al fracaso ya que aumentará la frustración de los empleados y no habrá ningún resultado importante. El equipo de diseño son un capital humano encargados de realizar el análisis del proceso y hacer los cambios pertinentes.

c) Documentar el proceso

La documentación consiste en hacer y diseñar una lista de proveedores y clientes, sean internos o externos, insumos y productos del proceso, es decir, recopilar todos los *inputs*, *steps* y *outputs* del proceso, para así entender los diferentes pasos realizados usando herramientas como diagramas, tablas o gráficos. También es necesario documentar los puntos del proceso en que el trabajo se pasa de un área, de la empresa, a otra.

d) Evaluación de Desempeño

Con toda la información recopilada en el punto anterior, es necesario medir si está dentro de los márgenes correspondiente a las metas de la organización o prioridades competitivas, haciendo esto podremos evaluar los procesos y descubrir cómo mejorarlo. La medición puede darse de distintas formas, desde observar el proceso, hasta recopilar datos durante varias semanas sobre tiempos de espera, retrasos, muestreos de trabajo, estudios de tiempo y análisis de curvas de aprendizaje. Todos estos procedimientos son parte fundamental de una buena evaluación del desempeño de los procesos para así pasar al siguiente punto.

e) Rediseño del Proceso

Una vez descubiertas las “desconexiones” o “brechas” entre el desempeño real y el deseado, los analistas deben investigar a fondo estas, con el fin de encontrar sus causas originales. Una vez descubiertas las mismas, se procede a realizar un listado de posibles ideas mejora, para después seleccionarlas y analizarlas con el parámetro de que estas tengan mayores beneficios que costos. En este punto se debe documentar el nuevo proceso, así como todos los detalles pertinentes de modo que se puedan observar las diferencias entre el nuevo y viejo proceso.

f) Implementación de Cambios

Una vez que todos los involucrados de la organización, con un compromiso ya creado, han participado de todo el proceso de mejora, hasta el punto anterior, ya se está listo para trazar un plan y llevarlo a cabo. Esto quiere decir que la implementación de los cambios propuestos en el punto anterior se hacen realidad haciendo un plan de acción y desarrollando el mismo. Dentro de los planes de acción se pueden observar nuevos puestos con nuevas habilidades, más capacitación y nueva tecnología. Por último, es necesario precisar que toda la organización, desde la gerencia hasta el último puesto, deben tener en claro que el proyecto de implementación tiene que marchar en relación a lo programado.

1.1.4 Herramientas de mejora de procesos

En este punto se desarrollarán herramientas para exponer los procesos en gráficos, flujos u otras alternativas. Las principales herramientas son: gráfico de Procesos, histogramas, gráficos de pareto, diagramas de pareto y diagramas de causa-efecto.

a) Gráficos de Procesos

Los gráficos de procesos es una forma de documentar las actividades que realizan un grupo humano en un espacio físico de trabajo, con un cliente o al trabajar con materiales en particular. Normalmente se usa para examinar a fondo el nivel de trabajo de una persona, un equipo o un proceso anidado enfocado, los cuales se presentan de distinta forma.

Tienen cinco categorías y son las siguientes:

- **Operación**
Considera agregar, crear o modificar algo en particular, tienen entradas y salidas de distintos caracteres: humanos, materiales, insumos etc.
- **Transporte**
Se refiere al movimiento de un objeto en examinación de un lugar a otro dentro de un espacio físico. Pueden ser materiales, personas, herramientas, materias primas, clientes, etc.
- **Inspección**
Conlleva verificar que el objeto a estudiar cumpla con los requerimientos sin hacerle cambios.
- **Retraso o demora**
Ocurre cuando un material queda en espera para una operación posterior.
- **Almacenamiento**
Significa guardar algún objeto de valor para que sea usado después. Estos objetos pueden ser físicos como virtuales.

En la figura 3 se muestran los íconos estándares de un gráfico de procesos



Figura 3: Íconos estándares de un gráfico de procesos
Fuente: Krajewski (2008)

b) Histogramas y Gráficos de Barras

Según Krajewski (2008), los histogramas son una herramienta para resumir los datos medidos de una escala continua, la cual muestra la distribución de frecuencia con alguna característica que nos mostrará un rango que podrá ser comparado con otros.

Estos, muchas veces se pueden denotar por una serie de barras las cuales son proporcionales en medida a la escala continua observada. Los histogramas son valiosos ya que se pueden comparar series de datos, en periodos diferentes o con características que difieren entre sí. Además, las utilizaciones de este tipo de herramientas ayudan a la mejor visualización de los datos numéricos provenientes del análisis de los procesos, pudiendo provenir de un estudio de tiempos, o de datos cualitativos que se requieran para un correcto análisis de procesos a estudiar.

En la figura 4 se muestra un ejemplo aleatorio de un histograma.

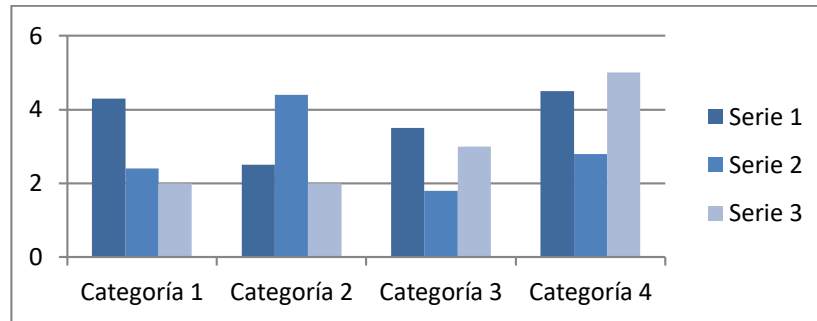


Figura 4: Ejemplo de histograma
Fuente: Elaboración propia

Existen diferentes tipos de histogramas y son los siguientes:

- Diagramas de Barras Simples
- Diagrama de Barras Compuestas.
- Diagrama de Barras Agrupadas
- Polígono de Frecuencias
- Ojiva Porcentual

c) Gráfico de Pareto

El gráfico de Pareto es una herramienta ideal cuando se enfrenta el caso de tener varios problemas por resolver y se necesita comenzar por los que representan mayor importancia. Para efectos prácticos estos problemas podrían ser denotados como ítems, productos, etc. Es decir, esta herramienta permite separar los productos más importantes, que representan mayor cantidad de valor, para atacarlos y comenzar por ellos al momento de la toma de decisiones.

Según Krajewski (2008), Vilfredo Pareto, un científico italiano del siglo XIX, dedicado a la estadística, planteó que la mayor parte de una actividad tiene como causa un número relativo pequeño de factores que la componen. Esta regla es conocida como la del 80-20, la cual nos comenta que el 80 por ciento de la actividad es causada por el 20 por ciento de los factores, más conocidos como “factores vitales”.

Normalmente, para efectos prácticos estos gráficos provienen de los gráficos de barras ordenados de mayor a menor, de izquierda a derecha. Así buscaremos en el 20% de los factores el 80% de las causas que generan un problema.

Según AITECO Consultores (2013), los pasos para realizar un diagrama de Pareto son los siguientes:

- 1 Seleccionar los datos a analizar de modo que sean representativos, confiables y pertenezcan a un mismo periodo.

2. Agrupar los datos seleccionados por categorías con un criterio pre-determinado por el ente encargado de realizar el diagrama en coordinación con los involucrados en el tema.
3. Tabular los datos. Este proceso consiste en colocar los datos ya agrupados por categorías de modo que los datos con más frecuencia estén primero y los que tienen menos, al final.
4. Dibujar el diagrama de Pareto. Es cuando se coloca un gráfico de barras ordenado por categorías con las que representan mayor frecuencia a la izquierda de mayor a menor.

En primer lugar, se representa el gráfico de barras en el cual, en el eje horizontal, aparecerán las categorías en orden descendente según su frecuencia. En segundo lugar, al lado derecho, paralelo al eje vertical, se graficará una referencia en porcentajes de cero a cien, con el fin de delinear las frecuencias acumuladas en cada barra. Por último, con esto ya se podrá visualizar el 80-20 de manera más fácil. Se debe hacer la acotación que no necesariamente es exactamente 80%, sino que puede variar y el objetivo del diagrama es denotar que pocas causas generan el mayor problema.

d) Diagrama de Causa y Efecto

También conocido como espina de pescado, desarrollado por Kaoru Ishikawa, este diagrama es una forma de identificar un problema estudiando las causas del mismo. Según Krajewski (2008), La principal brecha de desempeño se rotula como la cabeza del pescado, las categorías más importantes de las posibles causas se presentan como las espinas estructurales, y las causas específicas son las espinas menores. Las categorías importantes de esta herramienta van referidas al personal, las máquinas, los materiales y los procesos. Se elabora una lista de causas para cada categoría.

Los diagramas de espinas de pescado se utilizan para analizar un problema o efecto, a partir de sus causas principales y específicas. El diagrama está dividido en 6 espinas estructurales, las cuales representan los principales tipos de causas o actores que pueden presentarse en un problema. Estos son los siguientes. Primero, la mano de obra, representan a todas las causas provenientes de la negligencia o falla de los colaboradores. Segundo, el material corresponde a la mala calidad o error de especificación en los insumos o materias primas que tenga un problema. Tercero, el método corresponde al modo como la actividad y/o proceso es realizado. Cuarto, la máquina refiere a los equipos utilizados en la transformación del producto involucrados en el problema o desafío analizado. Quinto, la medida se refiere al sistema de medición o calibración que puedan estar involucrados en el problema a analizar. Por último, el medio ambiente se refiere a todos los agentes externos involucrados en el proceso o el problema a analizar.

El diagrama de Ishikawa o espina de pescado es una herramienta muy útil para definir, no solamente las principales causas de un problema, sino también para tener una visión más abierta de qué generan estos problemas, pudiendo llegar, de forma didáctica, a la raíz de los causantes de los problemas. Además, tiene una versatilidad superior a otras herramientas, ya que puede ser utilizada para cualquier tipo de circunstancia, tema, planta, modelo de negocio, sector económico, etc.

En la figura 5 se expone un ejemplo de un diagrama de causa y efecto con el fin de ilustrar lo anteriormente mencionado.

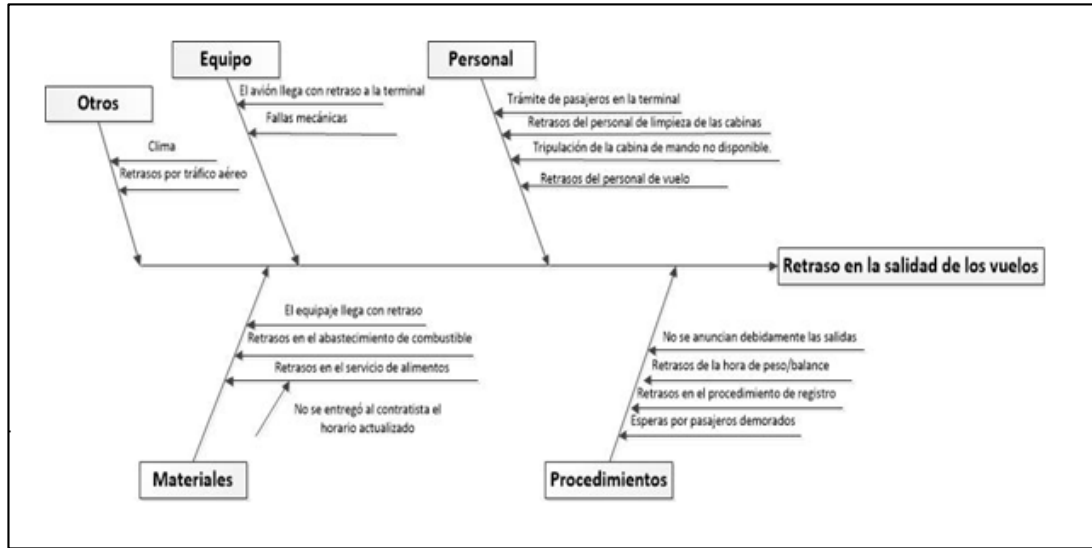


Figura 5: Diagrama de causa y efecto
Fuente: Krajewski (2008)

1.2 Metodología para el estudio de tiempos y movimientos

El método de trabajo a utilizar para el estudio de tiempos para este estudio será el método simple según las tareas de los procesos a analizar.

Según Salazar (2012), el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según la norma de ejecución preestablecida.

Para realizar un buen estudio de tiempos se necesita seguir los siguientes puntos:

a. Herramientas para el estudio:

Con el fin de obtener datos perfectos y exactos se recomienda tener las siguientes herramientas:

- Un cronómetro

Un cronómetro puede ser mecánico o electrónico, es muy importante ya que con este se medirá el tiempo de las operaciones.

- Un tablero de observaciones

Es una herramienta que ayuda a sostener el formulario, el cual permite que no se necesite de una mesa para escribir sobre el formulario de estudio de tiempos.

- Formularios de estudio de tiempos

Como un estudio de tiempos demanda el registro de gran cantidad de datos, es necesario estandarizar la toma de los mismos. Este documento no es único, es decir, cada persona o empresa puede crear su propio formulario.

b. Selección del trabajo y etapas del estudio de tiempos

En esta etapa se selecciona las tareas que se van a estudiar, con el fin de que esta sean las más relevantes para la obtención de resultados. Para esto se debe considerar la parte económica, técnica y humana. Se debe usar como filtros aquellas actividades que generen mayor valor agregado a la organización a estudiar, los cuales los costos sean demasiado excesivos y cuando la planta necesita urgentemente un balance de línea porque se visualizan tareas en la que los trabajadores tienen tiempos muertos u ociosos y, por otro lado, hay tareas en las que los trabajadores no tienen tiempo de descanso.

c. Delimitación y cronometraje del trabajo

Una vez que todo lo anterior está finalizado, se procede a la etapa de cronometraje. Para esto se debe resaltar que se debe hacer en tres etapas. En primer lugar, la descomposición de la tarea en elementos. En segundo lugar, la delimitación de los elementos y, por último, la determinación del tamaño de muestra.

Para esto es necesario separar el tiempo productivo del tiempo improductivo. Aislar los elementos que causan mayor fatiga, verificar el método de trabajo detectando si hay adición u omisión de elementos, haciendo una especificación detallada del trabajo. Por último, extraer los tiempos de los elementos de mayor repetición, así se podrán obtener datos estándares de las etapas o tareas de los procesos.

d. Cálculo del tamaño de muestra

Según Montgomery (2009), el cálculo del tamaño de muestra es una etapa previa al cronometraje de los procesos y es de mucha importancia ya que así se podrá tener una seguridad estadística de que los datos son relevantes para el estudio.

Para obtener una cantidad de observaciones representativa del total de datos de la población, se utilizará la del muestreo aleatorio simple, el cual consiste en los siguientes pasos.

d.1. Se toma una muestra piloto de 30 datos.

d.2. Se calcula la media (\bar{x}) y la varianza (S^2)

d.3. Se calcula el tamaño de muestra para una población infinita

A continuación, se muestra, en la figura 06, la fórmula para hallar el tamaño de muestra.

$$n_0 = \left[\frac{Z_{1-\alpha/2}^2 s^2}{d^2} \right]$$

Figura 6: Tamaño de muestra para población infinita
Fuente: Elaboración propia

Donde:

N: tamaño de muestra con población infinita.

d: error muestral de estimación.

e: error porcentual

d=X*e

S: Varianza

d.4. Corregir el tamaño de muestra anterior aplicando la siguiente fórmula expuesta en la figura 7.

$$n = \left[\frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}} \right]$$

Figura 7: Tamaño de muestra para población finita
Fuente: Elaboración propia

Después de estas tres etapas viene la etapa de análisis, en la cual se observa el ritmo de trabajo actual y se empiezan a valorar si las causas a los problemas o diferencias son asignables al trabajador, al trabajo en sí o no se pueden asignar a ninguna de las anteriores.

1.3 Balance de línea

Uno de los temas más importantes en una planta es tener todos los procesos en equilibrio para que no se generen cuellos de botella. Es por ello, que, para este estudio de tesis, el de una planta de alimentos, es necesario hacer un balance de línea con el fin de asegurar el flujo continuo y uniforme de los productos a través de los diferentes procesos de la fábrica. Según Marín (2014), esto es debido a que los tiempos de operación por parte de las personas, es variable según un sinnúmero de factores, como lo son el cansancio, la curva de rendimiento, el nivel de aprendizaje, dificultad de la operación, temperatura, etc. Es por ello, que cuando una planta se encuentra, por un lado, con operarios trabajando al 100% de rendimiento, mientras que, por otro lado, hay operarios con tiempos ociosos, significa que la planta se encuentra desbalanceada. Este

balanceo puede servir para asignar la cantidad de operarios exacta a cada proceso o la cantidad de máquinas requeridas por proceso.

Según Salazar (2012), es importante considerar las siguientes condiciones para hacer un correcto balance de línea. Por un lado, el volumen o cantidad de la producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea y, por otro lado, la continuidad tanto de materiales, insumos, piezas, así como un buen programa de mantenimiento que minimice el impacto y/o frecuencia de fallas de las máquinas consideradas en los procesos.

Según Marín (2014), para hacer un correcto balance de línea se deben seguir los siguientes pasos.

Mapear los procesos involucrados en la planta. Para esto es necesario tener en claro los flujogramas de los procesos involucrados y conocer de manera exhaustiva cada parte de los procesos.

Tomar tiempos de cada tarea del proceso, esto es necesario para saber cuánto tiempo al día requiere cada meta del proceso o para hallar el tiempo de ciclo de cada proceso y/o producto.

Una vez que se tienen los tiempos tomados, el objetivo es que cada subproceso tenga la mayor posible utilización de los operarios/máquinas asignados.

Se calcula la cantidad de operarios/máquinas que serán necesarias en cada operación y así se podrá asignar de mejor forma la distribución laboral. Según el mismo autor, existirán puestos en los cuales el grado de utilización real, llegará a aproximadamente 80% y que quedarán 20% de tiempo ocioso, es por ello, que se recomienda que los operarios sean capaces de realizar múltiples tareas con el fin de poder asignarle otras tareas en tiempos ociosos.

Según Salazar (2012), es necesario tomar en cuenta las siguientes variables, con el fin de lograr el mejor balanceo de línea posible.

a. Minuto total del operario

Es la sumatoria del producto entre el tiempo de cada operación y la cantidad de operarios que la realizan.

b. Ciclo de control

Es el tiempo mayor entre los tiempos de cada operación.

c. Total de minutos por línea

Tiempo que toma la línea en relación a su ciclo de control

d. Porcentaje del balance

Son los minutos totales que demora un operario entre el total de minutos por línea.

e. Unidades por hora

Es la cantidad de unidades que produce una línea por hora.

f. Unidad por turno

Es la cantidad de unidades que se producen en un turno de trabajo.

g. Costo por unidad

Es el costo de mano de obra por cada unidad producida.

1.4 Temas de Ergonomía

1.4.1 Definición de ergonomía

Según González (2008), ergonomía es una técnica multidisciplinar orientada a conseguir una óptima adaptación física, psicosocial y funcional entre los usuarios y los bienes o servicios que estos utilizan, esto quiere decir, que la ergonomía es una disciplina que debe ser estudiada por múltiples disciplinas, estudiando todos estos diferentes métodos de trabajo, así como analizando la relación hombre-puesto de trabajo desde diferentes puntos de vista.

Por otro lado, según Cruz (2001), la ergonomía estudia los factores que intervienen en la interrelación operario-máquina, afectados por un entorno, complementando que el conjunto se complementa recíprocamente para conseguir un mejor rendimiento, por un lado, el hombre piensa y actúa, mientras que el objeto se acopla a las cualidades del hombre, tanto en el manejo como en aspecto y comunicación.

En la figura 8 se muestra la interrelación hombre-máquina.

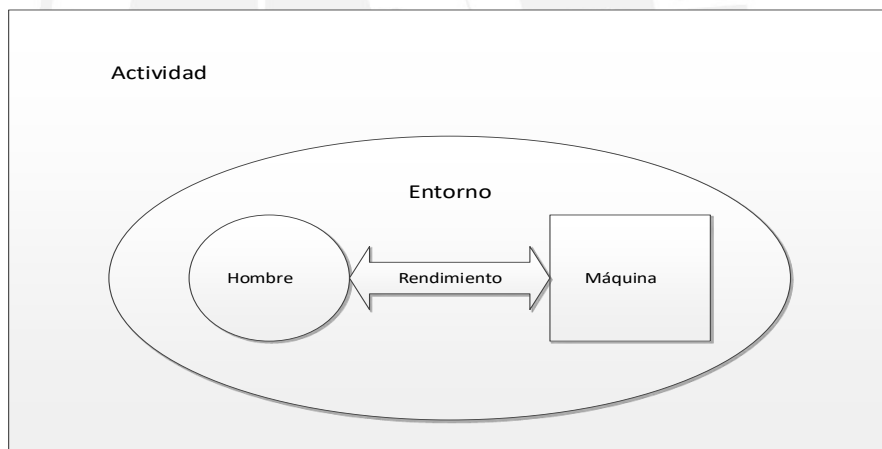


Figura 8: Interrelación hombre-máquina
Fuente: Cruz (2001)

1.4.2 Ergonomía ambiental

La ergonomía ambiental se refiere a la interacción del hombre, pero no sólo con la máquina con la que se interrelaciona, sino con el sistema en que se trabaja. Es decir, todo el entorno el cual corresponde a iluminación, ruidos, calor, olores, vibraciones, clima laboral-social, entre otros.

Esto se da ya que, en todo sistema, el operario no trabaja en un sistema cerrado, sino que se interrelaciona con el entorno, como se pudo observar en la figura 7 (Cruz, 2001).

Esto quiere decir que un operario no sólo tiene que lidiar con los factores influyentes de su puesto de trabajo, sino también con otros puestos de trabajo y con agresiones ajenas a su puesto, como se verá más adelante.

A continuación, se indagará más a fondo, los temas más importantes de ergonomía ambiental, con el fin de poder tener el fundamento para más adelante estudiar los puestos de trabajo que esta tesis desarrolla.

a) Ambiente térmico

El hombre necesita mantener la temperatura interna del cuerpo dentro de unos rangos muy estrechos, es por ello que se realizan estudios dentro de un puesto de trabajo para identificar si el operario se encuentra en estrés térmico o no (Llaneza, 2009).

Los problemas que genera un mal ambiente térmico son golpes de calor, síncope térmicos, deshidrataciones, trastornos a la piel, cuando la temperatura es excesiva, mientras que cuando las temperaturas del puesto son bajas, existe la posibilidad de contraer una hipotermia o congelación.

Según Gárnica (2001), la estimulación térmica o sensibilidad a la temperatura es variable dependiendo la región del cuerpo, siendo estos dos tipos de órganos sensibles, unos al calor por encima de la temperatura corporal y otros al frío, siendo el estímulo el mismo con diferente grado de temperatura, estando esta gradiente de estímulo sensitivo en un orden de 1 a 2 °C.

Según Llaneza (2009), existen diversos tipos de intercambio de calor, siendo estos por conducción, por convección, por radiación y por evaporación. El primero, por conducción, es la transmisión de calor por contacto físico directo con algún objeto y por un tiempo de exposición considerable. El segundo, por convección, es el mecanismo por el cual el ser humano intercambia calor con el aire que lo rodea. Esto sólo se da cuando hay una diferencia de temperatura entre la temperatura del cuerpo y la del aire. Este proceso se da de manera natural cuando el aire está en movimiento natural y no forzado por algún agente externo. La tercera, por radiación, se da por la emisión de calor de algún objeto, dándose esta en condiciones de vacío, no viéndose afectada por la temperatura o velocidad del aire. Por último, por evaporación, se da por la sudoración del cuerpo. El sudor, al evaporarse es un muy buen absorbente de calor, sin embargo, en condiciones de humedad, este método de reducción de calor pierde eficiencia.

b) Ambiente lumínico

Según Cruz (2010), los ojos son órganos foto sensibles dentro de su envoltura protectora poseen un sistema de lentes para enfocar la luz y un sistema de nervios para conducir al encéfalo los impulsos generados por los receptores.

La luz, según Llaneza (2009), es una manifestación de la energía que se transmite por el espacio en forma de radiaciones electromagnéticas, es decir, se define como la

energía en forma de onda electromagnética capaz de ser detectada por el ojo humano en el rebote con diferentes objetos.

Las magnitudes lumínicas fundamentales son el flujo luminoso, la intensidad luminosa, la iluminancia y la luminancia.

A continuación, según Gárnica (2001), se procederá a explicar algunos de los factores influyentes para hacer un estudio lumínico.

Matiz: es el espectro de colores que el ojo humano puede detectar provenientes de claros y oscuros y los tres colores primarios: amarillo, rojo y azul. Este depende de la longitud de onda, siendo el ojo humano el que da la condición de asociación en la relación de matiz con respecto a la longitud de onda.

Ceguera al color: Es la incapacidad de distinguir o reconocer matices. Normalmente no se es ciego completamente, sino que no se puede distinguir cierta cantidad de matices diferentes. Es importante tener en cuenta esto ya que puestos como alguien que maneja un tablero de mando o tiene que elegir resistencias específicas, necesita poder reconocer todas las gamas de matices.

Brillo: Es la tercera dimensión cromática y va desde el negro hasta las diferentes intensidades de grises. Este se puede variar cambiando los pigmentos negros o blancos.

Adaptación al ambiente lumínico: Las pupilas necesitan un tiempo de adaptación a un ambiente lumínico (intensidad lumínica). El ojo pierde sensibilidad cuando se pasa de un ambiente oscuro a un lugar iluminado, así se necesitan de varios segundos para la adaptación.

Sensibilidad espectral: Se refiere a la sensibilidad ante diferentes longitudes de onda del espectro visible. Se mide con el uso de luces de diferentes longitudes de onda en vez de luz blanca, con esto se mide el grado de adaptación del ojo humano.

Agudeza visual: Es la capacidad de distinguir pequeños detalles formales del medio ambiente visual, el cual aumenta con el incremento de la luz, pero varía según el nivel de brillo y contraste que tiene el objeto.

Campo visual: El campo visual es donde se centra la mirada del ojo. A medida que se va alejando de este punto, las imágenes empiezan a tornarse más borrosas.

Contraste: Es la relación de luminancias de fondo o entorno y de objeto que puede ser expresado como, por un lado, un contraste producido por campos visuales sucesivos, como pantallas de visualización de datos o, por otro lado, por campos visuales simultáneos, como una lectura de papel.

Deslumbramiento: Es un caso límite de desequilibrio de luminancias que aparecen en el campo visual. Producen una disminución de la percepción visual dando lugar a la fatiga, distracciones, hasta accidentes. Se da, principalmente, por excesivas luminancias brillantes, situación inadecuada de la fuente luminosa con respecto al observador, excesivo contraste de luces y sombras en el campo visual, entre otros.

c) Ruido

Según Llanea (2009), el ruido es un tipo de sonido molesto para el oído humano, el cual puede afectar al desempeño laboral del mismo, así como a la salud auditiva. El sonido se define como toda variación de presión que es capaz de ser percibida por el oído humano. El ruido tiene las tres siguientes características. Primero, resulta molesto o

indeseable. Segundo, tiene bajo o nulo contenido informativo. Por último, posee un espectro aleatorio y de intensidad variable.

Presión acústica: Es el nivel de variación de presión del ruido o sonido en el medio de trabajo. La presión se mide en pascales, newtons entre metros cuadrados. El oído humano es capaz de detectar variaciones de presión que oscilen entre 0.00002 a 200 pascales. Sin embargo, en la práctica, con el fin de no trabajar con una escala tan elevada, de 10 millones de unidades, se utilizan los decibeles como unidad. Esta escala va desde los 0dB hasta los 140 dB, o umbral del dolor.

Los efectos del ruido en el ser humano son múltiples y dependen de la presión acústica y la cantidad de tiempo que el tímpano, y demás órganos del sistema auditivo, hayan sido expuestas. Entre los efectos más conocidos causados por el ruido tenemos los siguientes: pérdida de la audición a largo plazo, irritabilidad, pérdida de atención e interés, disminución de los reflejos, aumento de la adrenalina, incremento de la presión sanguínea, incremento del metabolismo, afectaciones del sueño, disminución de la capacidad del trabajo físico, interferencia en la comunicación y disminución del rendimiento del trabajador.

Según Llaneza (2009), los factores a tener en cuenta para hablar de confort acústico son los siguientes. En primer lugar, el nivel de presión sonora cuando mayor sea, mayor será la molestia, aunque esta reacción no se dé de manera lineal. En muchos casos, un nivel bajo de presión sonora también puede causar molestias en el trabajador. En segundo lugar, el tipo de ruido se refiere a si el sonido es estable, variable o de impacto. Normalmente, los ruidos agudos generan más molestias entre los trabajadores. Los ruidos continuos son los que son más fácil de habituarse para los trabajadores. En tercer lugar, las características del sujeto receptor, ya que las personas presentan distintas reacciones y sentimientos a estímulos auditivos a los que se está expuesto. También influyen factores como la edad y las enfermedades que afecten al sistema auditivo, etc. En cuarto lugar, las características de las tareas influyen sobre los efectos del ruido, ya que, dependiendo de la concentración, importancia de la comunicación entre trabajadores, la precisión del trabajo, entre otros, verá afectado la eficiencia del trabajo. Por último, las características del lugar de trabajo influyen dependiendo si son espacios cerrados o abiertos, compartidos con otros trabajadores y puestos de trabajo, el ambiente laboral, distancia al foco sonoro, posición relativa, entre otros.

Existen tres tipos de control de ruido, el primero es la disminución del nivel de ruido en el origen. En esta se plantea eliminar la fuente de ruido, sustituirla por otra que genere menos ruido o mitigarla. La segunda es la disminución del nivel de ruido durante la transmisión, para esto se plantea actuar preferentemente de tres formas. Interponiendo barreras absorbentes entre el foco de ruido y el receptor, utilizando materiales absorbentes en el revestimiento del recinto de modo que se evite el traspaso de las ondas sonoras y separando al máximo el foco del receptor. Por último, la disminución del nivel de ruido en el receptor, esto se da con el uso de equipos de protección personal, como los audífonos, o por otro lado con aisladores acústicos que revistan todo el puesto de trabajo.

1.4.3 Ergonomía física

a. Fatiga física

Según Llaneza (2009), la carga física de trabajo es el conjunto de requerimientos físicos a los que se ve sometida una persona a lo largo de su jornada laboral, es decir, todo el consumo de energía susceptible a ser medidos, como por ejemplo la frecuencia cardiaca.

Algunos trabajos, por más ligeros que parezcan, generan trabajo constante en ciertos músculos, dándose la posibilidad de que, si el tipo de actividad se repite con frecuencia, el trabajador podría padecer de fatiga o lesiones a largo plazo. Según el mismo autor, las lesiones derivadas por el exceso de carga se reflejan en los dos siguientes niveles. Por un lado, en las extremidades superiores, por movimientos repetitivos, con el mantenimiento de posturas forzadas, aplicaciones de fuerzas manuales excesivas y agregado a tiempos de descanso insuficientes. Por otro lado, en la espalda por el motivo de posturas incorrectas en la manipulación manual de cargas.

b. Metabolismo muscular

Según la Real Academia Española (2014), metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que efectúan constantemente las células de los seres vivos con el fin de sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples, o degradar aquellas para obtener estas.

El trabajo, según Llaneza (2009) desde el punto de vista de metabolismo muscular, se puede dividir en dos tipos.

El primero es el trabajo dinámico, es en la que el cuerpo se mueve, habiendo una sucesión de contracciones y relajaciones del músculo, la cual tiene una acción de bombeo que actúa favoreciendo la circulación sanguínea, obteniéndose oxígeno y glucosa para los músculos y a la vez eliminando los desechos, como el CO₂.

El segundo es el trabajo estático y no realiza acción de bombeo, estando los músculos con déficit de glucosa y oxígeno, y con exceso de desechos.

Continuando con la descripción que hace el autor sobre el trabajo muscular, la compresión de los vasos aumenta al hacerse mayor el trabajo exigido a los músculos, es por esto que, el tiempo de mantenimiento de la contracción muscular estática guarda una relación inversa con el esfuerzo demandado. La compresión isométrica o estática máxima sólo se puede mantener por no más de 10 segundos. Una contracción realizada al 50% del esfuerzo máximo, se mantiene hasta 1 minuto. Si se usa no más del 20% de la fuerza máxima, se podría esta mantener durante horas.

c. Fatiga

Según la Real Academia Española (2014), fatiga es una agitación duradera, cansancio, producido por trabajo intenso y prolongado. También, es una molestia ocasionada por

un esfuerzo más o menos prolongado o por otras causas y que se manifiesta en la respiración frecuente o difícil.

Según Llaneza (2009), se considera fatiga a los efectos locales o generales, no patológicos y reversibles, debidos a una carga interna sufrida por un individuo, siendo esta un mecanismo de defensa del organismo que previene alteraciones metabólicas excesivas, las cuales podrían resultar nocivas.

La fatiga se manifiesta principalmente en las siguientes etapas del trabajo, al inicio de un ejercicio dinámico, durante el ejercicio dinámico cuando las demandas superan el 40% de la capacidad máxima aeróbica y, cuando el ejercicio estático excede el 10% de la capacidad máxima de contracción muscular voluntaria. Por otro lado, las contracciones estáticas efectuadas por encima de la altura del nivel del corazón, debido a que el flujo sanguíneo a los músculos es superior, es por esto que se recomienda intercalar pausas en el trabajo estático. Continuando, en la puesta en marcha de nuevos grupos musculares, estos, si se encontraban en reposo, el resultado de ponerlos en marcha de manera súbita es que sufrirán fatiga más fácilmente, por el motivo que no se suelta ácido láctico de manera rápida naturalmente, ya que está saturada la capacidad de limpieza. Para finalizar, el trabajo en ambientes a temperaturas elevadas puede generar que la probabilidad de fatiga aumente ya que se produce vasodilatación a nivel cutáneo y de los órganos, produciéndose una desviación del flujo produciéndose un déficit de oxígeno por falta de aporte, ocasionando que parte de la energía provenga del metabolismo anaeróbico.

d. Trastornos músculo-esqueléticos

Según la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo o EU-OSHA (2015), los trastornos músculo-esqueléticos son alteraciones de determinadas estructuras corporales como músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios o del sistema sanguíneo provocadas y agravadas principalmente por el desempeño del trabajo y por efectos del entorno inmediato donde se lleva a cabo.

Los orígenes de estos son, en su mayoría son, por un lado, el resultado de malas prácticas acumulativas, resultado de la exposición repetida a cargas de intensidad elevada o baja por un largo periodo. Por otro lado, a traumatismos agudos, como por ejemplo a fracturas ocurridas en un accidente laboral. Las partes normalmente involucradas son el cuello, la espalda y las extremidades superiores y/o inferiores. Un ejemplo de esto es el síndrome del túnel carpiano, el cual se manifiesta por sus indicios específicos y síntomas muy bien definidos. También existen trastornos músculo esquelético que no están bien definidos, como dolor o molestias en zonas que se manifiestan sin relación clara a una causa en particular.

Según Adam (2015), entidad perteneciente a la biblioteca nacional de medicina de los Estados Unidos, el síndrome de túnel carpiano es una afección en la cual hay presión excesiva sobre el nervio mediano, el nervio de la muñeca que permite la sensibilidad y el movimiento a partes de la mano. Dentro de los síntomas de esta afección se encuentran el entumecimiento, hormigueo, debilidad o daño muscular en la mano y dedos.

En la figura 9 se puede observar internamente dónde es que se produce este mal.

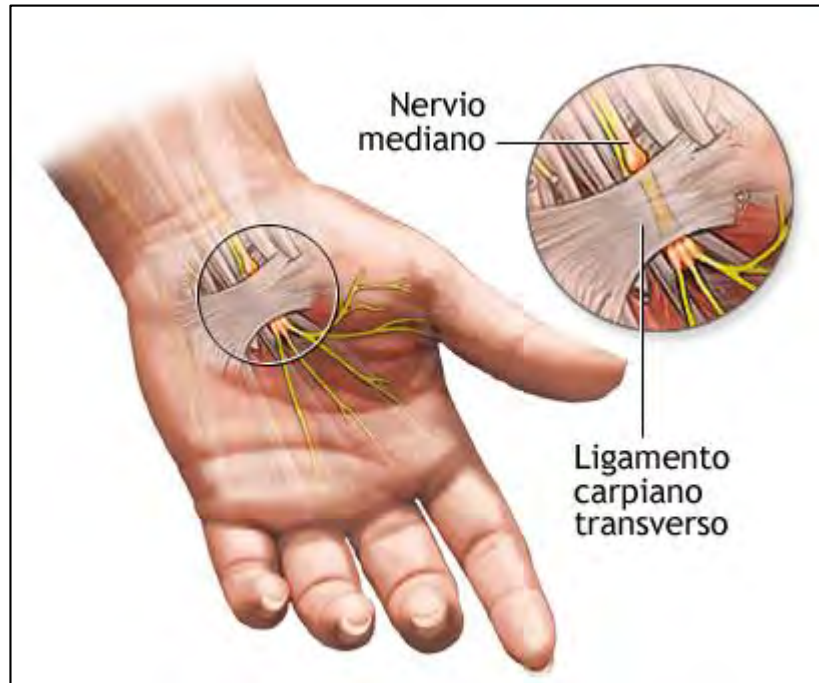


Figura 9: Síndrome del túnel carpiano.
Fuente: Página web ADAM (2015)

1.4.4 Ergonomía Mental

a. Definiciones

Según Gárnica (2013), *“la psicología ergonómica es el estudio de la naturaleza de la mente humana en todas sus reacciones y comportamientos individuales, sean innatos, aprendidos o adquiridos socialmente, que lleguen a ser factores de influencia”* para el puesto de trabajo, siendo la conducta humana *“producto de los impulsos generales emocionales considerados innatos y los aprendidos durante la formación de la conducta”*.

Según Gárnica (2013), los mecanismos de la formación de la conducta son los siguientes. En primer lugar, el desarrollo y maduración. En esta etapa la herencia genética, o conducta instintiva, así como el ambiente social son los encargados del desarrollo. Esta primera etapa está ligada al desarrollo no sólo cerebral, sino también de todo el sistema nervioso, de las glándulas sexuales, la habilidad para caminar, el lenguaje, etc. En segundo lugar, el aprendizaje es el condicionamiento y cambio de la conducta por resultado de la experiencia y la asimilación del aparato social. En tercer lugar, el condicionamiento es la aceptación o modificación de la conducta por el aprendizaje, esta puede ser de manera positiva o negativa. Normalmente, esta condición se aplica al manejo de máquinas, con el fin de optimizar su operatividad y rendimiento, estando plenamente ligada al desarrollo de destrezas. En cuarto lugar, la asociación es la vinculación en tiempo y espacio de dos situaciones que se relacionan para el sistema

mental del individuo, haciendo conexiones con un proceso de discriminación y reconocimiento. En quinto lugar, la motivación es lo que mueve a las personas a querer hacer algo porque ella misma quiere. La ley del efecto es la reacción ante el castigo o la recompensa que genera hacer o no hacer una tarea. En sexto lugar, el desarrollo e destrezas se refiere a la adquisición de la forma conductual de las habilidades que son influenciadas por las experiencias pasadas estableciendo conexiones recíprocas con los mecanismos de motivación. La destreza es una serie de respuestas complejas las cuales se ven reflejadas en movimientos corporales, pensamiento y desarrollo verbal.

b. Comportamiento social del individuo

Según Gárnica (2013), el comportamiento social del individuo es la interrelación de la persona con otras en un medio social, es decir, aprendiendo normas y modos sociales cuando participa de esta siendo esta la principal razón por la cual, en muchos casos, se ve comportamiento similar en un grupo de individuos. Algunos temas importantes para entender el comportamiento social de las personas, y más en un sistema laboral, son los siguientes. En primer lugar, la afiliación es el proceso por el cual el hombre desea pertenecer a un grupo social u organización y está relacionado con la necesidad de dependencia, estando ligada al segundo punto, la aprobación social. Es la situación por la cual el ser humano adopta normas sociales debido a que desea pertenecer a un grupo por el cual es observado, por ejemplo, el asentimiento o desaprobación de jefes o compañeros de trabajo podría ser un factor muy importante por el cual desear aprobación social. En tercer lugar, los hombres buscan status, la cual es la búsqueda por conseguir un lugar en la cadena social que los satisfaga, buscando una mejor ubicación entre los miembros de un grupo. Esto está ampliamente ligado a tener poder y prestigio, sustentándose estos principalmente por símbolos. En cuarto lugar, la seguridad es la base indispensable para la estabilidad psicológica y está ligada a lo que la persona cree que le ofrece su entorno. En muchos casos el sentimiento de seguridad es más fuerte que la motivación del salario. Los siguientes puntos son el rendimiento y productividad de los trabajadores, la experiencia de estos, el miedo al fracaso, los entretenimientos, el miedo adquirido, las fobias y la fatiga física y mental.

c. Estrés

Según la Real Academia Española (2014), estrés es la tensión provocada por situaciones agobiantes que originan reacciones psicósomáticas o trastornos psicológicos, que en muchas ocasiones son grave.

Según la American Psychological Association (2015), los tipos de estrés son los siguientes:

c.1 Estrés agudo:

Es la forma de estrés más común el cual se manifiesta por las exigencias y presiones del pasado reciente y las exigencias y presiones del futuro cercano. Cuando es en pequeñas proporciones puede resultar en un muy buen motivador, sin embargo, cuando es excesivo, puede resultar agotador para el afecto. Este tipo de estrés no causa daños

físicos ya que no tiene el tiempo suficiente para esto. Se manifiesta con dolores de cabeza, dolores musculares, agonía emocional, la cual es la mezcla entre enojo, ansiedad y depresión.

c.2 Estrés agudo episódico:

Es el tipo de afección de estrés que le sucede a personas con mucha carga laboral y personal, las cuales no le permiten un tiempo de descanso. Una forma de identificar a las personas con este tipo de mal son las que nunca tienen tiempo para nada. Otro tipo de muestra de este, son las personas con angustias crónicas, siendo los síntomas principales dolores de cabeza tensos y persistentes, migrañas, hipertensión, dolor de pecho y enfermedad cardíaca. Normalmente este tipo de estrés requiere de ayuda profesional y de varios meses de terapia.

c.3 Estrés crónico:

Es el estrés más peligroso de todos ya que su duración puede ser por muchos años, en el cual se ve influenciado el desgaste físico de las personas, destruyendo el cuerpo, la mente y la vida de las personas. Esta se da cuando la persona no ve una salida a una situación deprimente, también cuando las exigencias y presiones son implacables durante periodos aparentemente interminables, cuando ya se deja la búsqueda de soluciones. Muchas veces este tipo de estrés proviene de experiencias traumáticas de la niñez, las cuales afectaron duramente la personalidad de la persona. Normalmente, las personas que sufren este tipo de estrés olvidan que está allí y no lo combaten, dando como resultado el suicidio, la violencia, un ataque al corazón, apoplejía y hasta cáncer, como resultado de una interminable crisis nerviosa.

1.4.5 Biomecánica

Según Mondelo y otros (2001), la biomecánica es el estudio matemático de las fuerzas y sus efectos sobre la anatomía del ser humano, siendo el principal objetivo de estudio la forma en que el organismo ejerce fuerza y genera movimiento. Estando la parte relacionada con la ergonomía la biomecánica ocupacional, estando definida como el estudio de la interacción física del trabajador con sus herramientas, máquinas y materiales para mejorar el rendimiento del trabajador, así como minimizar la probabilidad de riesgo de aparición de trastornos músculo-esqueléticos, sirviendo esta para explicar y mejorar los problemas ergonómicos.

1.4.6 Antropometría

Según Llanea (2009), la antropometría estudia las medidas o variabilidad estadística del cuerpo humano, con el fin de diseñar puestos de trabajo que estén acordes a las medidas antropométricas.

Las dimensiones estáticas son aquellas que se obtienen midiendo segmentos entre distintos puntos anatómicos mientras el cuerpo permanece en una postura estática. (Llaneza,2009).

Datos antropométricos se refiere a la información de las medidas del cuerpo humano, siendo estas muy variables y debiéndose tener, para un estudio más objetivo, una menor cantidad de medidas de real importancia, y así poder disminuir la toma de datos.

Según Bascuas (2012), los datos antropométricos se deben obtener en dos posiciones, de pie y sentado.

Para el primero los datos más representativos son los siguientes: Estatura(1), distancia vertical desde el sueño hasta el punto más alto de la cabeza; altura de los ojos(2), distancia desde el suelo hasta el vértice de los ojos; altura de los hombros(3), distancia desde el suelo hasta el punto más elevado del acromion; altura de los codos(4), distancia desde el suelo hasta el punto más bajo del codo flexionado; altura entrepierna(5), distancia desde el suelo hasta la entrepierna; altura tibia(6), distancia desde el suelo hasta el punto más alto del borde antero-superior interno de la glena tibial; alcance máximo horizontal(7), distancia horizontal máxima desde el plano vertical de apoyo hasta el puño cerrado; anchura de hombros(8), distancia entre los resaltes deltoideos de ambos hombros. En la tabla 1 se muestra los datos antropométricos de pie.

Tabla 1: Datos antropométricos de pie

	DEFINICIÓN	UNE-EN ISO 7250			INSHT		
		5p (mm)	50p (mm)	95p (mm)	5p (mm)	50p (mm)	95p (mm)
1	Estatura (Talla).	1530	1719	1881	1525	1665	1803
2	Altura de los ojos.	1420	1603	1750	1423	1558	1699
3	Altura de los hombros.	1260	1424	1570	1256	1384	1508
4	Altura de los codos.	930	1078	1195	932	1027	1122
5	Altura de la entrepierna.	665	816	900	–	–	–
6	Altura de la tibia.	397	472	530	398	449	515
7	Alcance máximo horizontal.	615	721	820	606	700	785
8	Anchura hombros (bideltoidea)	395	474	485	304*	372*	432*

* Anchura de hombros medida entre ambos acromios (biacromial)

Fuente: Bascuas (2012)

Para el segundo los datos más representativos son los siguientes: Altura(9), distancia vertical desde la superficie horizontal del asiento hasta el punto más alto de la cabeza; altura de los ojos(10), distancia vertical desde la superficie horizontal del asiento al vértice interno de los ojos; altura de los codos(11), distancia vertical desde la superficie horizontal del asiento al codo; espacio libre para el muslo sentado(12), distancia entre la superficie del asiento a la parte superior del muslo; altura de la rodilla(13), distancia desde el suelo a la rodilla; longitud de la pierna(14), distancia del suelo al hueco poplíteo; longitud rodilla-trasero(15), distancia horizontal desde el borde anterior de la rodilla hasta el punto posterior del trasero; profundidad del asiento(16), distancia horizontal medida desde el borde exterior de la cabeza del peroné hasta el punto posterior trasero. En la figura 10 se muestran los esquemas de las principales medidas antropométricas en las dos posiciones.

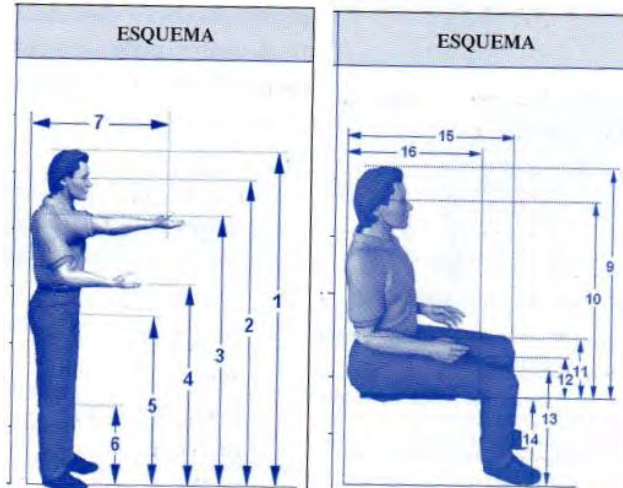


Figura 10: Medidas antropométricas
Fuente: Bascuas (2012)

En la tabla 2 se muestra los datos antropométricos de la posición sentado.

Tabla 2: Datos antropométricos de posición sentado

	DEFINICIÓN	UNE-EN ISO 7250			INSHT		
		5p (mm)	50p (mm)	95p (mm)	5p (mm)	50p (mm)	95p (mm)
9	Altura (sentado erguido).	800	903	945	793	859	929
10	Altura de los ojos (sentado).	690	782	837	690	753	819
11	Altura de los codos (sentado).	155 *	—	315 *	182	224	269
12	Espacio libre para el muslo sentado (espesor del muslo).	125 *	—	185 *	112	145	174
13	Altura de la rodilla (sentado).	460	530	602	—	—	—
14	Longitud de la pierna (sentado).	340	444	505	368	419	464
15	Longitud rodilla-trasero.	505	587	643	541	590	644
16	Profundidad del asiento.	420	490	510	450	492	540

* UNE-EN ISO 14738:2010

Fuente: Bascuas (2012)

Las técnicas de medidas, según la fundación Bascuas (2012), son fáciles de resolver ya que la mayoría de medidas son lineales, como la talla, anchuras, longitudes, arcos, perímetros, etc. Normalmente, se utilizan cintas flexibles, el antropómetro, para distancias verticales, el estadiómetro, únicamente para medir tallas, calibradores pélvicos, cefalómetros y medidor de pliegues.

Diseño ergonómico del sistema laboral

Según Bascuas (2012), en ergonomía se considera que un diseño es correcto cuando se adapta, al menos, al 90% de la población de usuarios del sistema laboral considerado.

Los principales aspectos que intervienen en el diseño de un puesto de trabajo son las siguientes. La tarea laboral, los medio de producción utilizados (tecnología, herramientas, máquinas), proceso de trabajo (sistema de producción, método operativo, tiempos establecidos), los requerimientos del puesto (posturas, movimientos, esfuerzos, repetitividad, trabajo estático, manejo de pesos), características de los materiales (productos, partes, piezas, etc.), factores ambientales, condiciones de seguridad y características del usuario.(antropometría, edad, sexo, entrenamiento, motivación, etc.). Bascuas (2012),

Por otro lado, las principales variables son la posición de trabajo o postura (flexible, de pie, sentado, semisentado), siendo en líneas generales diseñar un puesto en el cual se pueda tener la posibilidad de alternar posturas según el usuario requiera, es decir, es mejor un diseño de puesto de trabajo flexible. Es importante mencionar que actualmente se están difundiendo el uso de sillas de origen nórdico, conocidas como *kneeling*, las cuales están diseñadas para trabajar sentado, pero con postura cuclillas, estando concebidas para mantener la postura recta de la espalda y descargar la tensión sobre la misma.

Como reglas generales de diseño deben seguirse los siguientes criterios. En primer lugar, para trabajos de precisión que requieran cierta agudeza visual el objeto debe situarse entre 10 y 15 cm por encima de la altura de los codos. En segundo lugar, para trabajos que no requieran uso excesivo de fuerza, entre 5 a 10 cm por debajo de los codos. Por último, las tareas que requieran aplicar fuerza en sentido vertical, 15 a 20 cm por debajo de la altura de los codos. Para evitar molestias en las espalda y hombros, un buen diseño contempla respetar ángulos de confort articular y una abducción de los brazos entre 5 y 25 grados. En la figura 11 se muestra las posturas de trabajo.

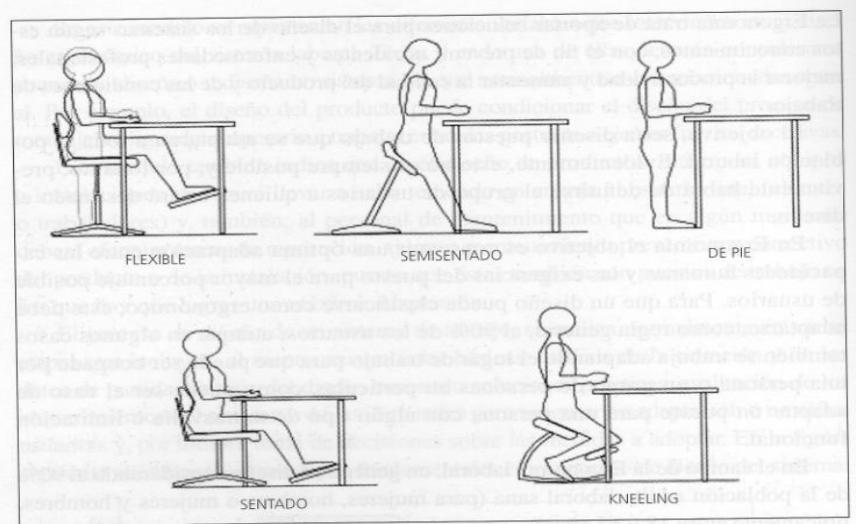


Figura 11: Posturas de trabajo
Fuente: Bascuas (2012).

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA

El presente capítulo abordará la descripción general de la empresa, así como su situación actual en cuanto a procesos productivos, ergonomía y otros aspectos. Por otro lado, se abordará una explicación detallada de los principales procesos productivos y diagramas de flujo actuales.

2.1 Descripción y situación de la empresa

2.1.1 Sector y actividad económica

La Empresa es una organización perteneciente al sector industrial, exactamente en procesamiento de alimentos para consumo humano, operando en el centro del Perú.

La actividad económica a la cual se dedica la empresa está dentro del sección C, industrias manufactureras. Se encuentra dentro de la división 10: elaboración de productos alimenticios. Legalmente tiene un CIIU 15130 dedicado a la elaboración de frutas, legumbres y hortalizas.

Las ventas anuales de esta empresa ascienden a US\$ 1,462,500.000 anuales, por esto un grupo empresarial cuyo reconocimiento y prestigio se ha extendido en todo el centro del país, ya que ha desarrollado redes de proveedores por más de 12 provincias. Todo ello ha sido posible gracias a la sólida cultura empresarial de la Empresa, la cual considera a su gente como su principal activo organizacional.

2.1.2 Concepción del cliente y de producto

La Empresa se encarga producir y adquirir, para transformar distintos tipos de frutas frescas en frutas deshidratadas, empacar y exportar a distintos países de Europa y Norte América.

Los clientes confían en la gran capacidad y calidad que la empresa brinda en sus productos, ya que, si bien es una empresa joven, siempre está concentrada en brindar los mejores productos, estando certificada según las normas orgánicas de Control Unión, empresa certificadora para productos orgánicos. También la empresa tiene alta credibilidad, por ser una de las pocas empresas de productos deshidratados de la zona alto andina formal, es decir, que cumple la ley peruana, tanto en temas laborales, como medio ambientales, con un buen historial en el pago de impuestos, etc. Además, está en proceso de certificación de *fair trade* con sus proveedores, que en su mayoría son

pequeños productores de diferentes frutas de la selva central, así como de zonas de sierra en el centro del Perú. Desde sus inicios, la empresa siempre ha tratado de conservar la filosofía de sus accionistas, en mejora continua del clima laboral, poseyendo grandes valores como integridad, liderazgo, trabajo en equipo, confianza, mejora continua, innovación y vocación por aprender y ser cada día mejor. La empresa tiene la capacidad de procesar 3 toneladas de frutas semanales en su nueva planta de procesamiento de deshidratados, lo que demuestra que está en constante crecimiento y con la idea de desarrollar la zona y mejorar la calidad de vida de decenas de productores.

Entre los principales clientes de la empresa, se encuentran cadenas de supermercados en Alemania, Francia y los EEUU. También se está creando una red de distribución para el mercado nacional, con el fin de comercializar los productos de la empresa en los principales supermercados del país. Por último, dentro del mercado nacional, también se vende a cadenas de restaurantes, panificadoras y pastelerías como una de sus materias primas para realizar sus productos.

Es decir, sus clientes son todas las personas, empresas privadas, entidades públicas, entre otros, que deseen adquirir los productos alimentarios que produce la empresa. De modo que entre nuestros principales clientes se encuentran en el sector culinario, *retail* y personas naturales.

2.1.3 Perfil organizacional y principios empresariales

La empresa conserva claramente que parte del éxito de toda organización es la adecuada difusión de su visión, misión y principios para que todos los colaboradores que la constituyen tengan los mismos objetivos. Estos se difunden mediante correos electrónicos, charlas, inducciones, actividades realizadas por RRHH, días festivos y en el día a día en los periódicos murales, afiches, etc. La Empresa tiene en su página principal todos los valores, misión y visión de la empresa, desde los gerentes hasta los de grado inferior tienen en claro siempre cual es el fin de la organización, para ser competitiva y llegar a ser líder en el sector. Toda la información que se expondrá a continuación es referencial hacia la cultura de la empresa.

a) Cultura de la Empresa.

La Empresa mantiene, desde su fundación, el compromiso de ser una empresa identificada con la ética y la integridad, brindando a sus clientes productos de alta calidad. Por ello, considera que es vital que su gente se rija por una política de ética que determine los lineamientos objetivos de las conductas esperadas en toda la empresa.

Así como la empresa fomenta el uso de la más alta tecnología, el empleo de los sistemas de gestión de calidad, la innovación en los procesos, la mejora continua, entre otros, también promueve y se preocupa que talento humano adopte conductas que reflejen rectitud y prácticas íntegras, que constituyen la base de las relaciones con sus clientes, proveedores y la colectividad en general.

b) Misión:

“Trabajar con solidez técnica y gran sentido ético para garantizar la satisfacción de nuestros clientes, accionistas, colaboradores y la sociedad en general, mejorando su calidad de vida”

c) Visión:

“Ser la empresa líder del rubro, desarrollando productos orgánicos deshidratados de alta calidad, trabajando con seguridad y responsabilidad social con el fin de lograr la máxima satisfacción para nuestros clientes”

d) Valores de la empresa

La Empresa tiene la filosofía de lograr eficientemente de los objetivos y estrategias con acciones concretas, que permitan alcanzar logros y resultados. La gestión de dichas estrategias debe realizarse dentro del marco de valores que sustentan el accionar de la empresa. Ellos son:

d1.Integridad

Demostrar coherencia entre la palabra y la acción, en un sentido de rectitud y probidad. Implica la posesión de valores y la demostración constante de actitudes positivas.

d2.Liderazgo

Crear un clima que oriente el esfuerzo de los grupos humanos en una dirección deseada, promoviendo una visión compartida, estructurándolos, dirigiéndolos, generando oportunidades de crecimiento, inspirando valores de acción y anticipando escenarios de desarrollo.

d3.Trabajo en equipo

Colaborar, cooperar y conjugar esfuerzos con un grupo de personas a fin de alcanzar objetivos comunes, enriqueciendo la experiencia propia con la de otros miembros del grupo y produciendo un resultado mayor que la suma de los esfuerzos individuales.

d4.Confianza

Exhibir convicción frente a las decisiones tomadas, tareas efectuadas y acciones ejecutadas por cada uno de los integrantes de la organización, ante quienes, además, se proyecta una imagen de integridad personal. La lealtad, la coherencia, la consecuencia y la prudencia, son virtudes que generan actitudes positivas hacia la confianza.

d5.Mejora continua e innovación

Disposición de modificar las formas existentes de hacer las cosas, asumiendo con responsabilidad el riesgo de llevarlas a la práctica, buscando optimizar la eficiencia de los procesos y la eficacia de los resultados.

Se puede ver como la cultura organizacional permite que todos los trabajadores sean reconocidos y fomentados a seguir un mismo objetivo de modo que todos cumplan con lo estipulado anteriormente. Al proyectar una imagen confiable, le permite adentrarse en el sector y así ser una de las mejores agroexportadoras de deshidratados del país y de Latino América.

2.1.4 La empresa

Es una empresa agroindustrial, productora de alimentos calificados como “superfoods”, orgánicos y convencionales. Su portafolio inicialmente incluye Aguaymanto orgánico certificado, Arándano y frutas tropicales convencionales del centro del Perú.

Se dedica a la comercialización de alimentos saludables con gran valor nutritivo y/o que aportan beneficios para la salud. Los alimentos convencionales que comercializa son tratados con productos que cuidan la salud y medio ambiente sin dejar residuos.

La empresa participa en el mercado de los Superfoods y los *Raw foods* principalmente en el europeo y americano. Comercializa productos para el mercado mayorista y desarrolla presentaciones *retail* para el mercado minorista.

Características de los productos

Sus productos provienen de valles montañosos de la sierra y selva peruana, que tienen micro climas únicos donde la intensidad solar y temperaturas contrastantes permiten que los frutos sean más sabrosos, concentren azúcares beneficiosos y su consistencia sea más firme. Igualmente, debido a que en estas condiciones climáticas las cáscaras se hacen más gruesas y siendo que en las cáscaras se concentran los nutrientes, las frutas tienen mayor contenido nutricional. La dureza de la cáscara también les da mayor tiempo de vida post cosecha.

Entonces podemos decir que sus productos tienen un alto valor nutricional, se venden frescas, cocidas y Raw*. Todas tienen certificación orgánica, emitidas por una certificadora holandesa. Se trata de promover frutas exclusivas peruanas, como el aguaymanto (*Nombre científico: Physalis Peruviana*).

** Alimentos que durante su procesamiento no se exponen a temperaturas mayores a 49 grados para preservar intactos sus beneficios y componentes esenciales (principalmente vitaminas y enzimas), así como las características organolépticas (color, sabor, textura).*

Importancia de un estudio de mejora de procesos

Actualmente, la empresa se encuentra en crecimiento continuo, en cuanto a capacidad productiva, jalado de un crecimiento en la búsqueda y afiliación de nuevos clientes en los diferentes continentes del mundo. La empresa se ve en un rubro de negocio en el cual tiene varios competidores, en Perú, Ecuador y Colombia, los cuales, en el momento son mucho más grandes y tienen mayor experiencia ya que llevan más años. La empresa actualmente no se ha diferenciado en cuanto a producto de sus competidores ya que exporta el aguaymanto deshidratado a granel. Es por ello, que busca ser mejor dando un producto de muy buena calidad, cumpliendo los tiempos estipulados en los contratos

y tratando de ingresar al mercado con un precio de venta inferior al de la competencia. Para esto es necesario hacer una serie de mejoras de procesos con el fin de mejorar la eficiencia de la planta, reducir costos operacionales en todos los campos, desde reducción de la mano de obra, hasta la reducción en el costo energético en la transformación de la materia prima, con el fin de cumplir los objetivos y abrirse un espacio en el mercado.

2.1.5 Organización actual de la empresa

La empresa actualmente cuenta con cinco áreas definidas de trabajo, según la información recabada. La primera gerencia es de producción, la cual cuenta tres áreas. La jefatura de campo que se encarga principalmente de manejar los cultivos agrícolas de la producción propia de la empresa. La jefatura de abastecimiento se encarga de manejar los proveedores de materias primas, hacer seguimiento a sus cultivos y asegurar la obtención de las mismas. La jefatura de control de calidad tiene la misión de velar y asegurar la estandarización de la producción de cara a mantener la buena imagen que tiene la empresa hacia sus clientes. La gerencia de finanzas vela la economía de la empresa, indicadores, estados financieros, entre otros. La gerencia de administración se reparte en dos jefaturas. Recursos humanos, vela por la estabilidad de la fuerza laboral de la empresa, reclutamiento, clima laboral, entre otros. El área legal se encarga de los contratos, tanto internos como externos. La gerencia de logística cuenta con dos áreas. La jefatura de transporte y distribución y la jefatura de exportaciones. Por último, la gerencia de marketing y sus dos jefaturas se encargan de la imagen corporativa, diseño e investigación y desarrollo de productos. Como líder de todas las gerencias, se tiene al gerente general el cual se encarga de liderar toda la empresa para con obtención de los objetivos propuestos por los accionistas.

En la figura 12 se puede observar el organigrama actual de la empresa, considerando las carreras de cada uno de las áreas.

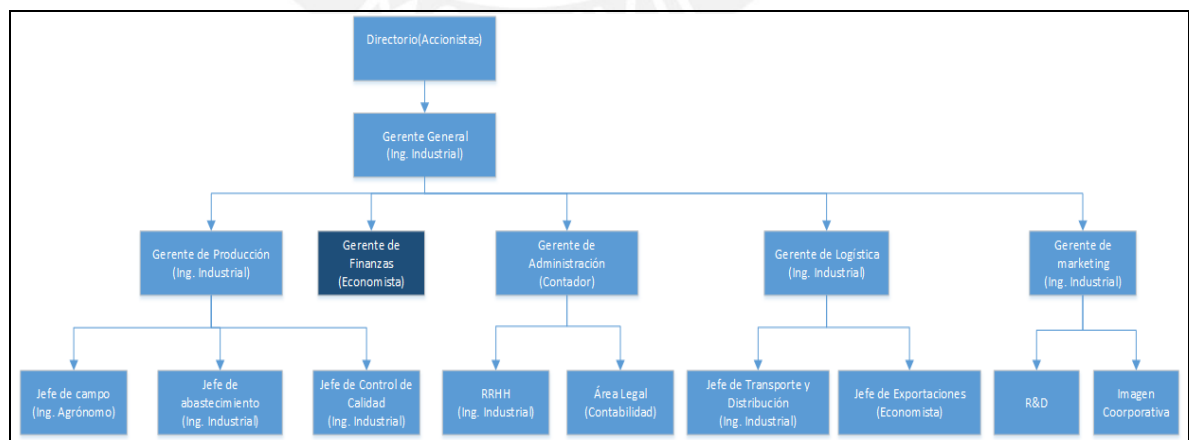


Figura 12: Organigrama actual de la empresa
Fuente: Elaboración propia

2.2 Explicación Detallada del proceso actual

2.2.1 Proceso de producción de aguaymanto deshidratado

A. Recepción de materia prima

Esta etapa consiste en la recepción de la fruta de los campos de la empresa, así como de los diversos proveedores con los que cuenta la organización. Esta llega en los tractores a la puerta de la planta, se descarga y se ingresa la materia prima, en adelante MP, al área de pesado, se contabiliza el rendimiento de cada cosechador y se procede al almacenamiento en jabs plásticas, con el fin de que se procese en los próximos días. Actualmente este proceso se hace de forma manual, con la ayuda de una balanza electrónica y se apila usando la fuerza humana.

B. Ingreso de información sobre ingreso de materias primas a planta

Esta actividad, dentro del proceso de producción de aguaymanto deshidratado, es un punto de control para tener un buen seguimiento en la recepción de materias primas.

C. Traslado de materia prima a almacenes

Una vez pesada la materia prima proveniente de los proveedores de la empresa, se procede a almacenar el producto en los almacenes, tanto orgánicos como convencionales, dependiendo si el proveedor tiene certificado orgánico o no. Esta tarea se realiza de manera manual, usando la fuerza motriz de los colaboradores.

D. Preparación de la zona de pelado en planta

Este subproceso consta del ordenamiento, limpieza, desinfección y posicionamiento de cada puesto de trabajo. Todas las mesas de trabajo son de acero quirúrgico inoxidable, sin embargo, los implementos; como baldes, recipientes, contenedores, etc; son de plástico convencional. Todos los implementos son desinfectados con alcohol 96°. En esta etapa, todo el personal ingresa a la planta, con las medidas sanitarias, pasan por una cámara de limpieza, en la cual se colocan el uniforme, gorra para el pelo, mascarillas, guantes, mangas de plástico y se desinfectan las manos y brazos con alcohol en gel. Este subproceso termina cuando todas las mesas están listas para iniciar la siguiente tarea.

E. Pelado de materia prima

El pelado de materia prima consiste en extraer la cáscara del aguaymanto, escoger sólo los mejores frutos, es decir, que no estén podridos rajados, partidos, hongueados, etc,

para así pasar al siguiente proceso de lavado de materia prima. Este subproceso es de gran importancia debido a que es donde más mano de obra se utiliza y representa durante el proceso uno de los mayores impactos monetarios los cuales serán analizados más adelante. Se identificaron grandes problemas de escases de personal, mucha variabilidad en las eficiencias de las personas, no existencia de un método de trabajo uniforme, variabilidad en los puestos de trabajo, fallas de ergonómicas, entre otras deficiencias.

F. Pesado de materia prima

Después del pelado de la materia prima, cada colaboradora pesa la cantidad de fruta que peló en el periodo previsto por el ingeniero de planta, con el fin de saber cuál es el rendimiento de cada persona, así como saber cuánto se va a pagar a cada una de ellas por el trabajo realizado. También se pesan, no sólo el producto bueno, sino también las mermas, con el fin de contabilizar qué tan buena calidad de fruta se está produciendo en los campos, tanto de la propia empresa, como de los proveedores.

G. Lavado de materia prima

El lavado de la materia prima consiste en remojar la fruta en un lavatorio industrial lleno de agua tratada con el fin de eliminar impurezas físicas de grande calibre, como ramas, hojas, tierra, etc. En este proceso, actualmente, no se esteriliza el agua con, por ejemplo, cloro u otro químico desinfectante. Esta tarea requiere de dos personas, o 16 horas hombre aproximadamente. Esta información será analizada más adelante en el estudio de tiempos. Se hace de forma manual y los colaboradores tienen contacto directo con el producto y con el agua.

H. Colocado en bandejas y preparación para el deshidratado.

Esta tarea consiste en ir colocando en bandejas la fruta, de 8 en 8 kg, con el fin de cargar el horno deshidratador. Esta tarea se realiza sobre jabas de plástico volteadas, y se apila una sobre otra. Esta tarea se realiza de forma manual y es realizada por las 2 mismas colaboradoras del lavado de MP. A continuación, en la figura 25, se presenta una imagen de la preparación al deshidratado.

I. Deshidratado de materia prima.

El deshidratado de materia prima consiste en extraer el agua de la fruta, el cual al inicio está en un 78% y llevarlo a un 12%, que es el porcentaje de humedad requerido por el mercado europeo. Esta tarea la realiza un horno deshidratador con una capacidad de 500 kg por lote. Después de cada jornada laboral, se arranca está máquina con toda la fruta adentro y se eleva la temperatura, poco a poco, hasta alcanzar los 45°C. A esta temperatura se mantiene durante tres horas. El fin es calentar lentamente la fruta para que no pierda color, sabor, aroma, entre otras, es decir, para que no pierda sus propiedades organolépticas. A las tres horas de secado, se eleva la temperatura a los

65°C y se mantiene así durante las siguientes 10 horas, para después elevar a los 75 °C, temperatura de pasteurización, por, aproximadamente, media hora. Una vez terminada la pasteurización, se reduce la temperatura a los 65°C hasta que, actualmente, por métodos empíricos, se calcula el porcentaje de humedad y cuando se llega a lo que se cree deseado, se apaga la máquina y se deja enfriar.

J. Extracción de producto terminado y control de calidad.

Una vez encontrado el punto exacto, en cuando a porcentaje de humedad, así como ya enfriado toda la fruta deshidratada, se procede al control de calidad y escogido del producto terminado. Esta tarea es realizada por 2 personas, las cuales se encargan de descargar, bandeja por bandeja, encima de una mesa de aluminio. En este proceso se observa bastante merma ya que caen al piso muchas pasas de aguaymanto. Más adelante se presentará un pequeño estudio del impacto de esta situación en el proceso.

K. Envasado y sellado de producto final.

Actualmente, la empresa trabaja este proceso de forma manual, con una balanza electrónica cuya precisión de es +/- 5 gramos, también cuenta con una selladora al vacío la cual, trabaja de bulk en bulk. Un bulk es una bolsa con 5kg de producto final colocado en un molde rectangular, el cual forma un ladrillo de aguaymanto deshidratado. Estas tareas requieren de 2 personas, ya que para el llenado en las bolsas se necesita una persona que agarre la bolsa y otra que llene el producto dentro de esta, para después colocarla en el molde e ingresarla a la selladora. Esta última funciona automáticamente y deja el producto final con la forma exacta para la siguiente tarea.

L. Encajado y almacenado de producto comercial para la exportación.

La última parte del proceso de producción de deshidratado de aguaymanto trata del encajado y almacenado del producto comercial. Esta tarea se realiza sobre una mesa y consta de introducir dos bulks en una caja, cuya capacidad volumétrica es de 10 kg, para después sellarla con cinta de embalaje. La última parte de este proceso es, con el uso de plástico de embalaje, se forran todas las cajas, con el fin de que no ingrese humedad ambiental, ni residuos sólidos, como tampoco residuos líquidos. Esta actividad del proceso se realiza de forma 100% manual. El almacenado del producto terminado, listo para la exportación, se coloca en pallets en lotes de cuarenta cajas, en un ambiente con temperatura controlada. El almacén cuenta con paredes aisladas para mantener temperaturas que no superen los 21°C y no disminuyan de 12°C. También el porcentaje de humedad relativa permanece bajo el 70%.

En la figura 13 se presenta el diagrama de bloques del proceso de aguaymanto deshidratado.

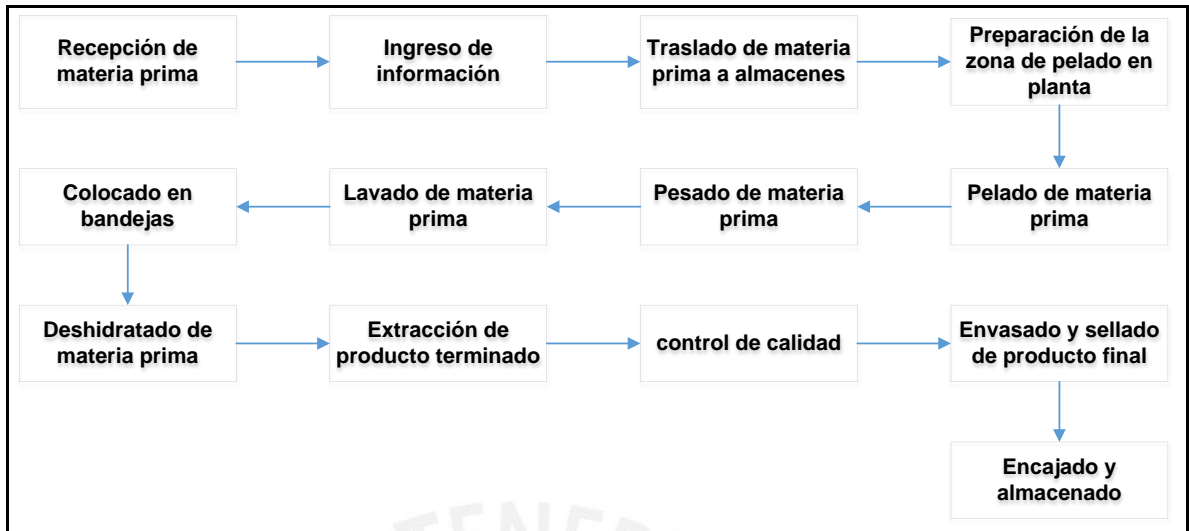


Figura 13: Diagrama de bloques proceso aguaymanto deshidratado
Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Proceso de producción de mermelada de aguaymanto

A. Separación de verdes y rajados del proceso de deshidratado.

Esta primera actividad del proceso de producción de mermelada de aguaymanto consiste en escoger los frutos verdes y rajados del proceso de aguaymanto deshidratado, con el fin de aprovechar las mermas de buena calidad del otro proceso. Actualmente, este proceso inicia en la actividad del lavado de la fruta para deshidratación. Esta tarea se realiza de forma manual y depende en gran medida del sentido común del propio colaborador, siendo este un factor limitante para la buena calidad del producto final.

B. Mezcla de frutos y azúcar orgánica en la olla de preparación.

En esta actividad, el operario mezcla 300 gramos de azúcar orgánica por cada kilo de fruta. El aguaymanto tiene la propiedad de tener en su composición gran cantidad de homogeneizador, lo que conlleva a no necesitar aditivos para que la mermelada tenga la consistencia perfecta. También, esta fruta, cuenta con alto contenido de azúcar, llegando hasta los 18 grados brix, es por ello, que sólo necesita el 30% de azúcar. Esta tarea se realiza en una olla de acero inoxidable y una cuchara de palo. Se hacen en lotes de 20 kg de fruta. Más adelante se profundizará en los tiempos para el desarrollo de cada una de las actividades de este proceso. Esta primera actividad del proceso de producción de mermelada de aguaymanto consiste en escoger los frutos verdes y rajados del proceso de aguaymanto deshidratado, con el fin de aprovechar las mermas de buena calidad del otro proceso. Actualmente, este proceso inicia en la actividad del lavado de la fruta para deshidratación. Esta tarea se realiza de forma manual y depende en gran medida del sentido común del propio colaborador, siendo este un factor limitante para la buena calidad del producto final.

C. Esterilización de frascos

En esta etapa del proceso una colaboradora se encarga de sacar de los paquetes de frascos provenientes del proveedor y colocarlos en una olla con agua filtrada. Para después elevar la temperatura del agua a los 88°C, temperatura de evaporación a 3000 m.s.n.m., por aproximadamente 20 minutos. El objetivo de esta etapa del proceso es que no quede ningún tipo de residuo, ni biológico orgánico, ni físico, así como tampoco químico.

D. Cocción de la mezcla de ingredientes

Este proceso consiste en elevar la temperatura de la mezcla de producto con el fin de lograr que estos pierdan en gran porcentaje la cantidad de agua, así como también toda la mezcla se homogenice logrando así la textura deseada. Este proceso se realiza en una olla con una cuchara de palo esterilizada, la cual sirve para ir mezclando todo el producto con el azúcar y así lograr que no se quemé la parte inferior de la olla.

E. Control de calidad al producto final de mermeladas de aguaymanto

El control de calidad al producto en proceso se realiza durante el proceso de cocción. Se va calculando los grados brix, así como la textura ideal por un proceso de seguimiento gravitacional.

F. Envasado de del producto terminado.

Por último, esta etapa consiste en colocar en frascos para la venta de la mermelada ya terminada de cocer. Este proceso se realiza de forma manual y lo hacen 2 colaboradores. Más adelante se presentará un estudio de tiempos de todos los procesos.

En la figura 14 se presenta el diagrama de bloques del proceso de mermelada de aguaymanto.



Figura 14: Diagrama de bloques proceso mermelada de aguaymanto
Fuente: Elaboración propia

2.3 Diagrama de flujo de los procesos actuales

Explicación del flujograma del proceso de deshidratado de aguaymanto

El proceso de producción de aguaymanto deshidratado empieza con el pesado de la materia prima e ingreso de información del pesado por el ayudante de almacén generándose la orden de ingreso de materia prima a planta. El jefe de planta revisa si está conforme para que la materia prima sea trasladada al almacén. El personal de pelado prepara la zona de trabajo e inician el subproceso de pelado de aguaymanto. El ayudante de almacén pesa el producto y coloca la información en el control de pelado diario por cada trabajador. Posteriormente, el producto pasa a la sección de lavado. El ayudante de almacén prepara y selecciona la materia prima a deshidratar en el horno y llena el horno con media tonelada por *batch*. El jefe de planta es encargado de supervisar el deshidratado siguiendo los controles de calidad según las órdenes de pedido y el grado de humedad requerido por el cliente. Terminado el deshidratado, el ayudante de almacén extrae el producto terminado y selecciona las muestras para el control de calidad, el cual es realizado por la jefatura de planta. Posteriormente, procede al pesado de bulks y envasado, controlando la producción diaria en el documento de control de producción. Finalmente se procede al almacenado de productos terminados listos para la exportación.

En la figura 15, de la siguiente página, se muestra el flujograma del proceso de producción de aguaymanto o *physalis* deshidratada.

Explicación flujograma para la elaboración de mermelada de aguaymanto.

El proceso de elaboración de mermelada de aguaymanto se inicia con el pesado de la materia prima por parte del ayudante de almacén e ingreso de información a la orden de ingreso de materia prima. El jefe de planta revisa que la información sea correcta y se traslada el producto al almacén de espera al pelado. El personal de pelado prepara la zona de trabajo y se inicia el subproceso de pelado. Posteriormente, el ayudante de planta controla los rendimientos de cada peladora e ingresa la información diariamente al documento de control de pelado. Una vez terminado el pesado de la materia prima pelada, pasa al área de lavado. Teniendo la materia prima lavada y desinfectada, pasa a la olla de cocción la cual es manejada por 1 ayudante de la planta. Este agrega la cantidad de azúcar orgánica necesaria y en otra olla siguen el procedimiento de escalfado de frascos. Durante el proceso de cocción el jefe de planta toma muestras del producto para hacer control de calidad. Una vez que se da el visto bueno, pasa al envasado de producto terminado, obteniéndose información para el documento de control de producción. Finalmente, el producto pasa al almacén de producto terminado para su comercialización.

En la figura 16, de la subsiguiente página, se muestra el flujograma del proceso de producción de mermelada de aguaymanto o *physalis* deshidratada.

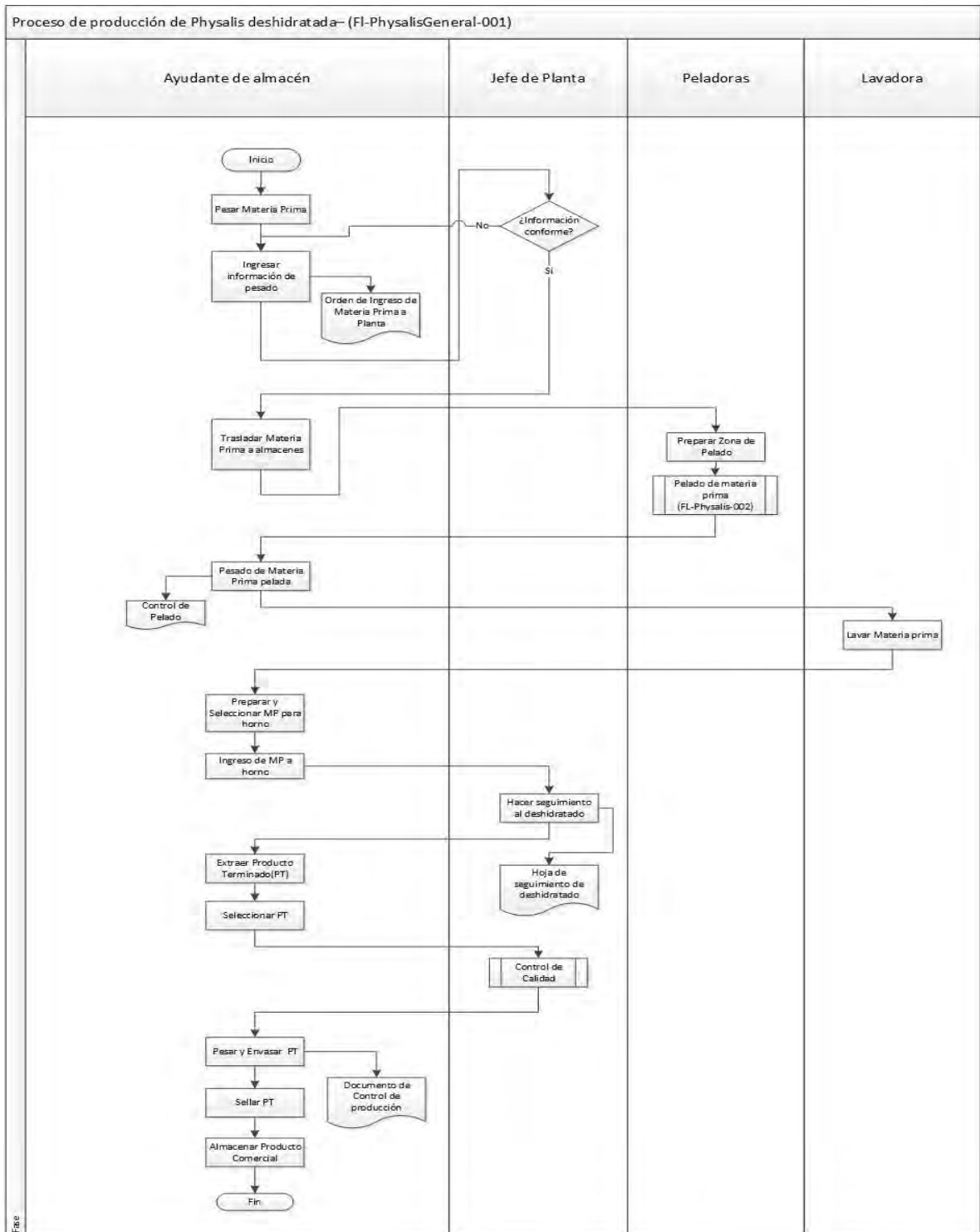


Figura 15: Flujograma del proceso de deshidratado de aguaymanto
Fuente: Elaboración Propia

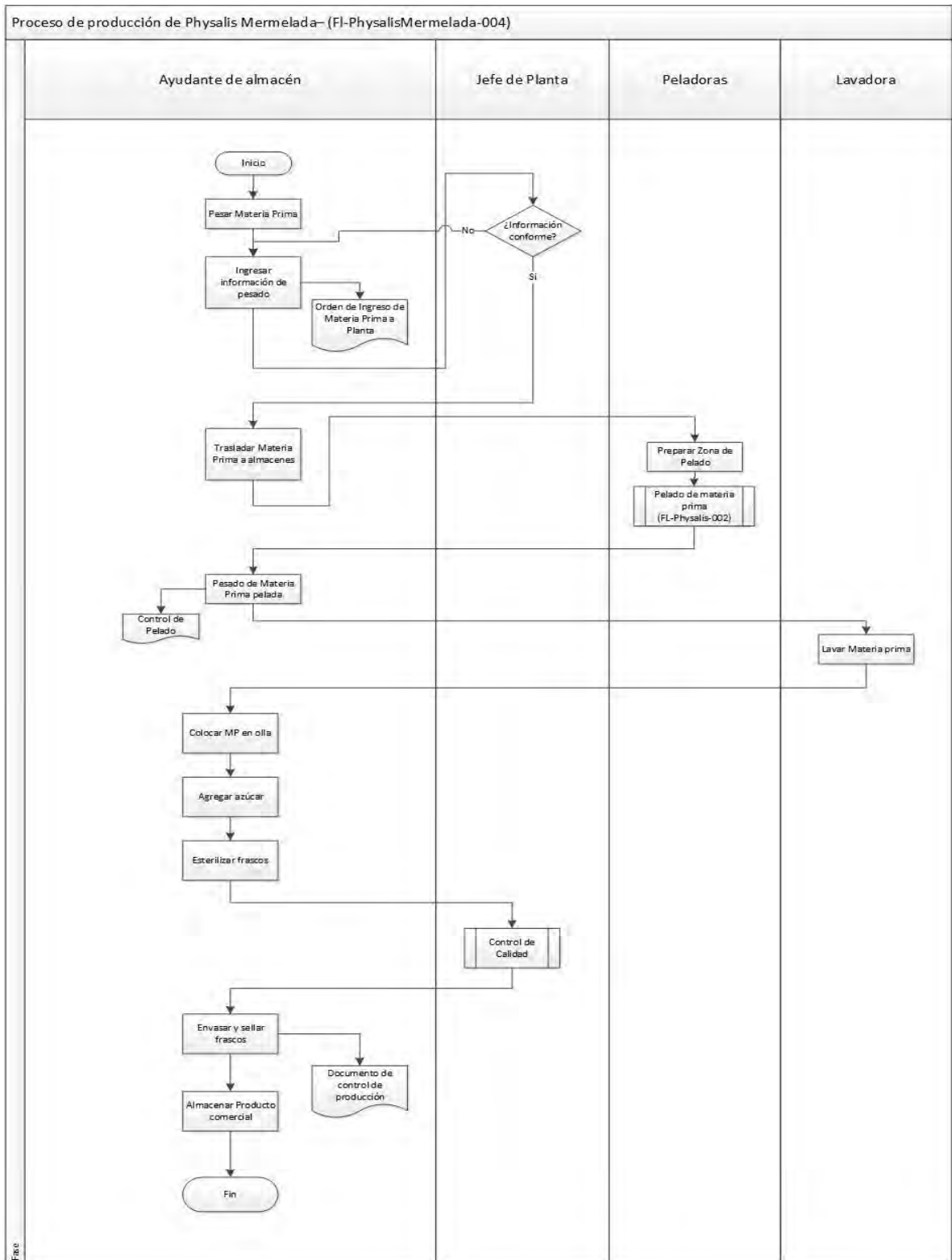


Figura 16: Flujograma para la elaboración de mermelada de aguaymanto.
Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS REPRESENTATIVOS.

El presente capítulo presentará el análisis y diagnóstico de los procesos representativos. Por un lado, en la etapa de análisis, en primer lugar, se presentará el estudio de tiempos y sus resultados. En segundo lugar, un estudio de desplazamientos, así como un análisis de carga de trabajo. Finalmente, una evaluación ergonómica de los procesos para los tres puestos de trabajo de mayor impacto en los procesos de la planta estudiada. Por otro lado, en la etapa de diagnóstico, se procederá a presentar los principales problemas encontrados

3.1 Análisis y evaluación de los procesos representativos

3.1.1 Estudio de tiempos

Para el estudio de tiempos de la parte operativa de la empresa, es decir, de la planta, se estudiarán los dos procesos más representativos debido al impacto económico que estos representan en cuanto a ingresos se refiere.

En la tabla 3 se presenta la lista de procesos y las ventas que estas representan en la empresa.

Tabla 3: Reporte de ingresos por proceso año 2016.

Proceso	total de kg	PU(US\$)	Total de ingresos	Porcentaje de participación
Aguaymanto deshidratado	75000	15	1,125,000	76.9%
Mermeladas de Aguaymanto	20000	10	200,000	13.7%
Piña deshidratada	5000	8	40,000	2.7%
Plátano deshidratado	15000	6.5	97,500	6.7%

Fuente: La empresa

Para una mejor observación el comportamiento de ventas, se presenta la figura 17.



Figura 17: Diagrama de Pareto del total de ingreso por producto del año 2016.

Fuente: Elaboración propia

Es por ello, que se ha elegido, según la Ley de Pareto, dos de los procesos que representan más del 80% del impacto económico en la empresa. Es decir, el proceso de aguaymanto deshidratado y el proceso de preparación de mermelada de aguaymanto.

Los procesos antes mencionados ya se describieron, de manera cualitativa, en el capítulo anterior, así, en este, se presentarán los cuadros del estudio de tiempos realizado para el desarrollo de la presente tesis.

3.1.1.1 Cálculo del tamaño de muestra

Según la metodología propuesta en el capítulo 1, se calculará el tamaño de muestra por cada tarea de cada proceso con el método tradicional, según los siguientes pasos.

- a. Se realizan 10 tomas de datos a la actividad a medir. Si existiera algún dato que claramente está fuera del rango normal de datos tomados, este no será tomado en cuenta.
- b. Una vez obtenida esas 10 muestras se calcula el rango y la media.
- c. Se divide el rango entre la media para obtener un cociente el cual es comparado en la tabla del anexo 7
- d. Una vez obtenido el número de muestras se procede a completar las observaciones restantes.
- e. Se calcula el tiempo medio observado para después, multiplicarlos por la calificación de la tarea y obtener tiempo normal.
- f. Finalmente, para el cálculo del tiempo estándar de cada actividad, se multiplica el tiempo normal por los suplementos.

En el anexo 7, cálculos estudio de tiempos General deshidratados y mermeladas” se presentan todos los valores tomados en campo durante tres semanas, así como los cálculos de los tiempos medios observados, tiempos normales y tiempos estándares.

Los datos fueron tomados durante 15 días útiles en aproximadamente 3 semanas. Algunas tareas son cíclicas, es decir, que se realizan de manera constante y son los que principalmente transforman a los productos, mientras que hay otras tareas que son frecuenciales, es decir, que se realizan un número de veces determinado por día.

Para algunas tareas no se pudo tomar la unidad mínima de 1 kg de producto para calcular los tiempos, sino que se consideró según avances pesados. Esto se corrigió dividiendo el tiempo entre la cantidad de kilogramos de la toma en cuestión.

Por otro lado, con el fin de fortalecer la metodología de tamaño de muestra, se calculó el tamaño de muestra con un muestreo aleatorio simple, el cual, según lo propuesto en el marco teórico, en la página 11 del presente, consiste en el siguiente proceso. Se toma una muestra piloto de 30 datos para calcular la media y la varianza. Con estos datos se procede a calcular el tamaño de muestra para una población infinita según la fórmula de la figura 6. Posteriormente, se corrigió el tamaño de muestra aplicando la fórmula de la figura 7.

Una vez que se obtuvieron ambos tamaños de muestra, para una misma actividad, bajo ambos métodos, empírico y estadístico, se procede a comparar ambos tamaños de muestra y a tomar el número de muestras mayor.

En la tabla 4 se presenta el resumen de estudio de tiempos del proceso de aguaymanto deshidratado.

Tabla 4: Resumen de estudio de tiempos del proceso de aguaymanto deshidratado.

Datos generales					Resultados		
	Actividad						
N	Proceso Physalis Deshidratada	N Op	Unidad	Tipo de trabajo	TMO	TN	TE
1	Pesado de Materias Primas	1	minutos	Periódico	2.00	2.51	3.48
2	Preparación de zonas de pelado	2	minutos	Periódico	15.98	19.98	27.77
3	Pelado de Materias Primas	1	minutos	Cíclico	9.82	12.27	17.06
4	Pesado de materias primas ya peladas	1	minutos	Periódico	7.52	9.40	13.07
5	Lavado de Materias primas	2	H-H	Periódico	9.17	11.47	15.94
6	Llenado deshidratadora	2	minutos	Periódico	31.74	39.68	55.15
7	Extracción de producto deshidratado	2	H-H	Periódico	2.03	2.54	2.54
8	Empacado de producto terminado	2	minutos	Cíclico	9.90	12.38	17.20
9	Colocado de producto en molde	2	minutos	Cíclico	3.01	3.76	5.41
10	Encajado	1	minutos	Cíclico	10.46	13.08	18.83

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar existen cuatro actividades cíclicas y seis periódicas. De las cíclicas, una de las que más se observó colaboradores laborando fue la del pelado de materias primas y en el empacado de producto terminado. Por otro lado, la actividad que más impacto generó en las actividades periódicas, fue el lavado de materias primas.

Por otro lado, a continuación, se mostrará el segundo estudio de tiempos que se realizó en la empresa con el fin de analizar los dos procesos que generan mayores impactos económicos para la organización. En la tabla 6 se puede observar el resumen de resultados de cada parte del proceso de producción de mermelada de aguaymanto.

Tabla 5: Resumen de tiempos de la preparación de mermelada de aguaymanto.

Datos generales					Resultados		
	Actividad						
N	Proceso Mermelada de aguaymanto	N Op	Unidad	Tipo de trabajo	TMO	TN	TE
1	Separación de verdes y rajados del proceso de deshidratado	3	H-H	Cíclico	9.17	11.46	15.93
2	Mezcla de frutos y azúcar orgánica en la olla de preparación.	2	minutos	Cíclico	3.60	4.50	6.25
3	Preparación de mermelada	2	minutos	Cíclico	30.42	38.03	52.86
4	Esterilización de frascos	1	minutos	Cíclico	35.33	44.16	61.39
5	Llenado y envasado de mermelada	1	minutos	Cíclico	67.76	84.70	117.74

Fuente: Elaboración propia

El plan de muestreo para las tres semanas de recojo de datos se dio de la siguiente forma. Primero, se hizo el levantamiento de procesos para definir y tener el alcance de qué es lo que se requería medir. Segundo, durante la primera semana de levantamiento de información, se sacó 30 muestras de tiempos aleatoriamente. Tercero, se calculó la cantidad de muestras necesarias por cada actividad a medir para todo el horizonte en estudio. Para asegurar la aleatoriedad de las muestras, se tomó los datos sin descanso durante las 8 a 10 horas de trabajo diarias según el plan de muestreo mostrado en el anexo 7.3.

En la tabla 6, para el pesado de materias primas, el método empírico resulta 65 muestras, mientras que el método estadístico resulta en 133 muestras. Para efectos de la presente investigación, se utilizará como marco de referencia las 133 muestras. Sin embargo, como se puede observar en el anexo 7.1 y 7.2, en los 15 días de estudio se intentó obtener el mayor número de observaciones posibles con el fin de asegurar la validez del presente estudio. Si bien los cálculos son para un nivel de confianza 99% ($Z=2.58$) y un error de 5%, con el excedente de muestras se logra tener un mejor nivel de confianza y un menor error, obteniendo resultados más precisos.

Tabla 6: Ejemplo de plan de muestreo del anexo 7.3

Ejemplo del plan de muestreo anexo 7.3					Día 1	Día 2	...
N	Actividad	Número Muestras		Muestreo a observar			
	Proceso Physalis Deshidratada	Empírico	Estadístico				
A	Pesado de Materias Primas	65	133	133	10	10	...
B	Preparación de zonas de pelado	17	17	17	2	2	...

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Estudio de desplazamientos

Actualmente, la planta estudiada cuenta con 5 ambientes de trabajo. Un área de recepción de materia prima, que también sirve para pesar y almacenar, un área de pelado, el cual también se usar de almacén, un área para el lavado y preparado de bandejas. El área de deshidratado y descarga y por último un área de envasado y almacenado. En la figura se muestran los movimientos de los dos procesos a lo largo y ancho de la planta. En la figura 18, se puede observar el *layout* actual de la planta a estudiar.

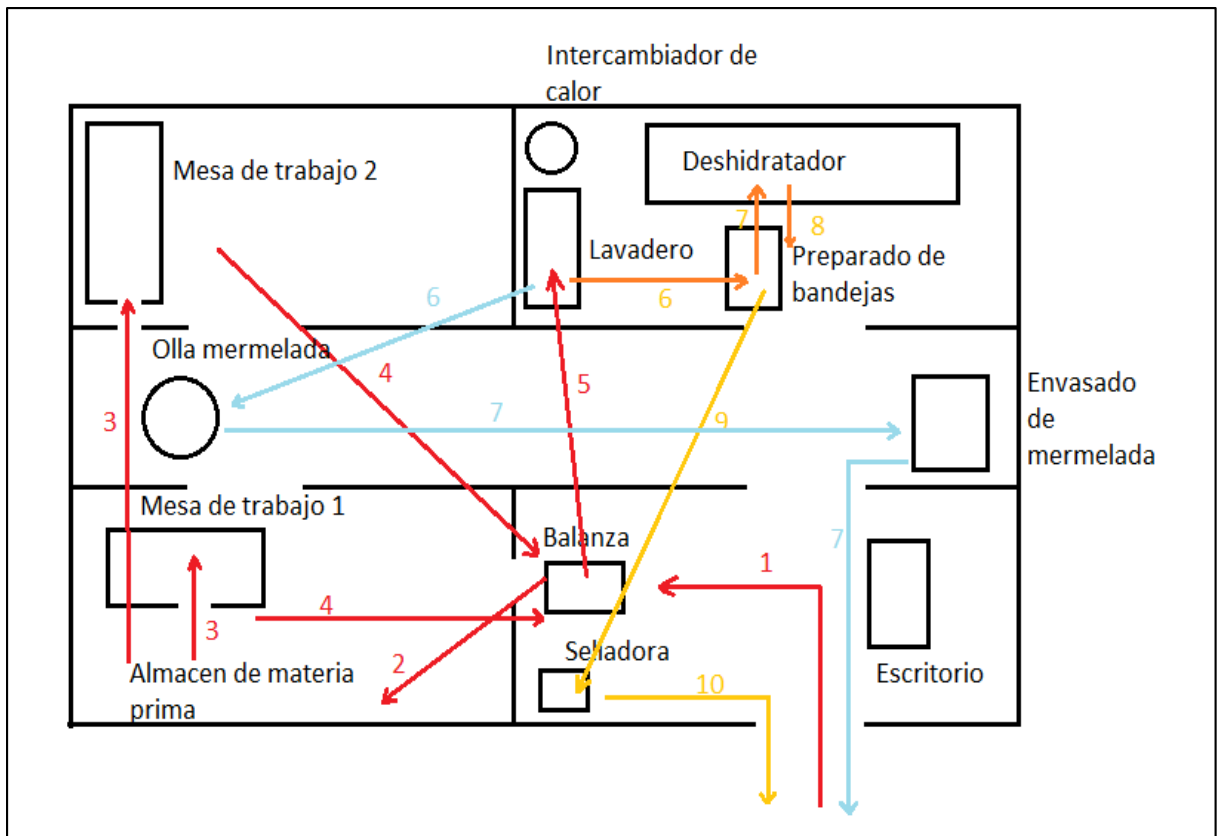


Figura 18: Layout de la planta y movimientos de los procesos.
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la figura 18, para los dos procesos más importantes, por temas de impacto económico, la planta se encuentra con procesos que se cruzan entre sí y que van de un lugar a otro, haciendo muchas veces que los mismos procesos sean discontinuos. Importante remarcar que el proceso en rojo es la parte que comparten, tanto para deshidratar como para la realización de mermeladas. Las líneas naranjas es la continuación del proceso de preparación de deshidratados y el proceso en celeste es la continuación para la realización de mermeladas. Se pueden observar los siguientes problemas en el estudio de movimientos:

- El área de pelado, que debería ser sólo una, está dividida en dos mesas de trabajos separados en ambientes diferentes.

- b. Se va y se regresa a la balanza, cuando podría haber 2 balanzas por separado y hacer el proceso entre el pelado y el lavado más continuo y cercano entre las dos áreas.
- c. El área de lavado de materia prima, está en el mismo ambiente que donde se descarga el producto final, el lavado debería estar en un área propia, aparte, con el fin de que el producto final no esté propenso a contaminarse.
- d. El área de sellado, donde se realiza este proceso, está al lado de la balanza y a unos 10 metros de la zona de descarga del producto final, en el proceso de deshidratados. Este subproceso podría estar más contiguo al proceso anterior.
- e. No existe un área real de almacén, se apila al lado de la mesa de trabajo 1.
- f. El producto final muchas veces está al lado de la materia prima, siendo esta última un producto con agentes patógenos.
- g. El flujo no es continuo para ninguno de los dos procesos estudiados.
- h. No existe un almacén en planta de producto terminado, actualmente se lleva a un almacén localizado a medio kilómetro (500 metros) aproximadamente y se utiliza un transporte.

3.1.2.1 Diagrama de análisis de proceso y recorrido del proceso de guaymanto deshidratado

El proceso inicia con la operación de pesado de materias primas, transporte del producto pesado hacia zona de pelado, para continuar con la operación de preparación de zona de pelado y el pelado de materias primas. El proceso continúa con el transporte del producto pelado a la zona de pesado, en donde la operación de pesado da inicio y es aquí en donde se verifica los rendimientos de cada colaborador según sus avances. El proceso en este punto tiene una demora ya que el producto se va pelando y almacenando hasta obtener una cantidad mínima. Posteriormente, el producto es trasladado a la zona de lavado en donde la operación de lavado inicia. Después, se traslada el producto lavado a la zona de deshidratado en donde la operación de llenado de deshidratadora inicia. Esta operación consta del llenado de las bandejas en donde se vierte la fruta fresca y el colocado de las mismas dentro del horno. En este punto del proceso se realiza una inspección la cual consiste en el seguimiento de la temperatura de calentamiento del aire y el porcentaje de humedad durante el periodo de 16 horas el cual sigue una serie de cambios dependiendo del porcentaje de humedad requerido por los clientes. Continuando con el proceso, la operación de extracción de producto deshidratado y la espera al enfriado del producto. Después, se procede al empaquetado del producto terminado, para después colocarlo en los moldes formadores de bulks, y así ser trasladado a la máquina de sellado al vacío. En la etapa final del proceso se procede con la operación del sellado y encajado del producto terminado, para después ser almacenado a la espera de completar el lote de exportación.

Para una mejor visualización de los procesos, en las tablas se presentan los diagramas de análisis del proceso.

Tabla 7: Diagrama de análisis del proceso de aguaymanto deshidratado.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO Aguaymanto deshidratado							Operación: Deshidratado		
							Material: Aguaymanto		
							Hombre: Operarios		
Método:		X	actual			propuesto			
N	Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en segundos	Tipo de actividad
1	Pesado de Materias Primas	●	→	□	D	▽		210	no agrega valor
2	Mover materias primas a zona de pelado	○	→	□	D	▽	movimiento	120	no agrega valor
3	Preparación de zonas de pelado	●	→	□	D	▽		1666.2	no agrega valor
4	Pelado de materias primas	●	→	□	D	▽		511800	agrega valor
5	Traslado de materias primas a zona de pesado	○	→	□	D	▽	traslado	150	no agrega valor
6	Pesado de materias primas ya peladas	●	→	□	D	▽		784.2	no agrega valor
7	Espera de materia prima para ser lavada	○	→	□	D	▽	espera	14400	no agrega valor
8	Traslado de materias primas a zona de lavado	○	→	□	D	▽	traslado	150	no agrega valor
9	Lavado de Materia	●	→	□	D	▽		57384	agrega valor
10	Traslado de MP a zona de deshidratado	○	→	□	D	▽	traslado	180	no agrega valor
11	Llenado deshidratadora	●	→	□	D	▽		3309	no agrega valor
12	Inspeccionar deshidratado	○	→	■	D	▽		3000	agrega valor
13	Extracción de producto deshidratado	●	→	□	D	▽		9144	no agrega valor
14	Espera al enfriado de Producto	○	→	□	D	▽	espera	7200	no agrega valor
15	Empacado de producto terminado	●	→	□	D	▽		103200	agrega valor
16	Colocado de producto en molde	●	→	□	D	▽		32460	no agrega valor
17	Traslado de molde a selladora al vacío	○	→	□	D	▽	traslado	180	no agrega valor
18	Sellado	●	→	□	D	▽		600	agrega valor
19	Encajado	●	→	□	D	▽		54090	agrega valor
20	Almacenado de PT	○	→	□	D	▽			no agrega valor

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 19 se muestra el diagrama de recorrido del proceso de aguaymanto deshidratado.

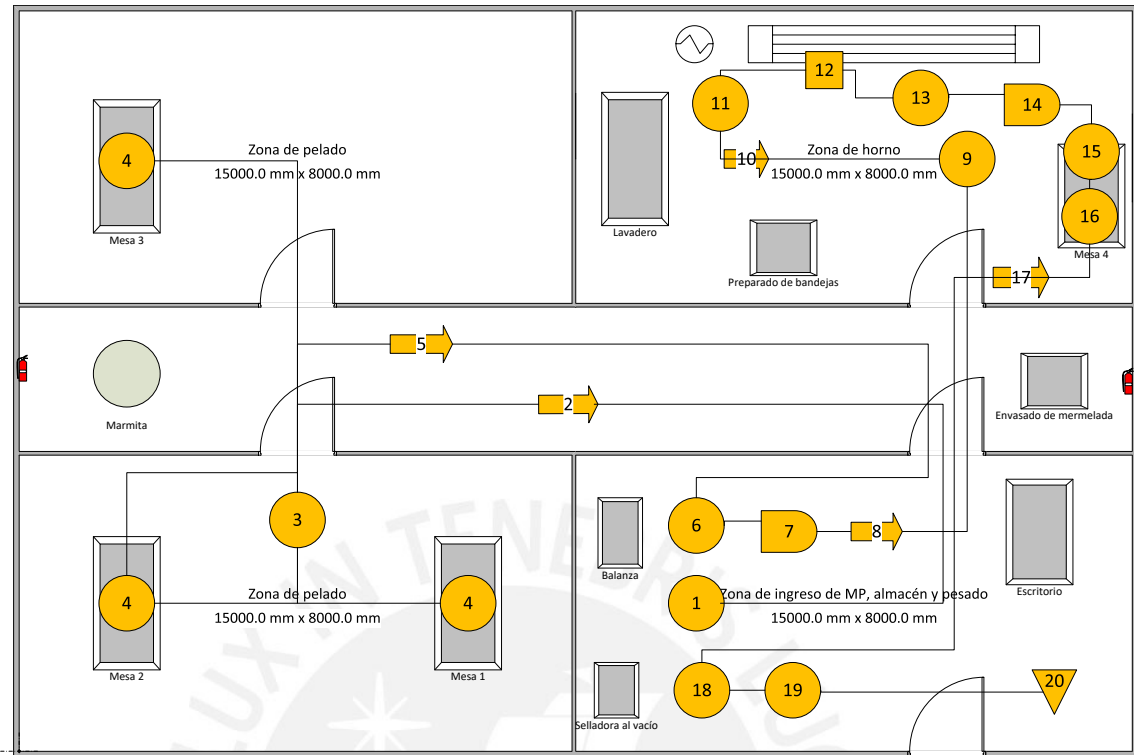


Figura 19: Diagrama de recorrido de proceso aguaymanto deshidratado.
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar que la planta consta con cuatro espacios separados físicamente, la zona de ingreso de materias primas, almacén y pesado es por donde ingresan y salen tanto las materias primas como los productos terminados. La zona de pelado, en la parte inferior izquierda, tiene dos zonas de pelado en donde dos grupos humanos pueden laborar en paralelo. La tercera zona, en la parte superior izquierda es una zona de apoyo al pelado para cuando se requiere aumentar la producción, también se utiliza como zona de almacenamiento de productos en proceso. La cuarta zona de horno, es donde se produce el lavado de materias primas, el deshidratado de aguaymanto, entre otras operaciones importantes ya detalladas en el DOP presentado en la tabla 6. Como se puede observar, existe un gran pasadizo central. Este se usa principalmente para el traslado de productos en proceso o, en algunos casos, como almacén de productos en proceso.

La planta estudiada, cuenta con varios productos en el mercado, los cuales cruzan sus procesos o unos son derivados de otros. Para la realización del presente, se toman los procesos que más impactan económicamente a la organización, sin embargo, todas las mejoras pueden ser replicadas para los procesos de los otros productos que tienen actividades similares.

En la figura 20, se presenta el diagrama de operaciones del proceso de aguaymanto deshidratado.

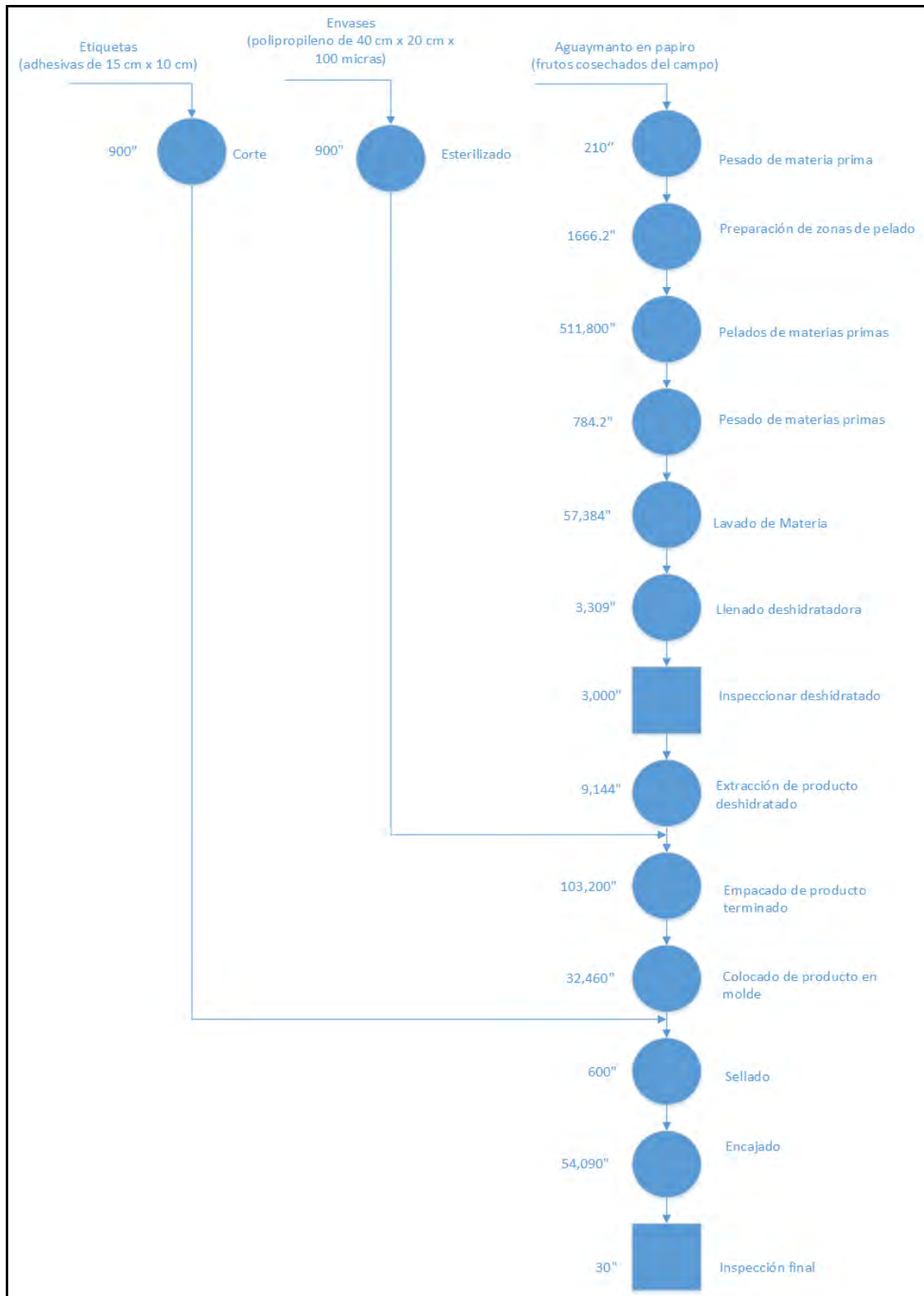


Figura 20: Diagrama de operaciones del proceso de aguaymanto deshidratado.
Fuente: Elaboración Propia

3.1.2.2 Diagrama de análisis de proceso y recorrido de proceso de producción mermelada de aguaymanto

El proceso de producción de mermelada de aguaymanto inicia con la operación de separación de verdes y rajados del proceso de deshidratado, en el área de pelado. Posteriormente, existe una demora ya que según va yendo en marcha el pelado de materias primas se van almacenando las cantidades necesarias de fruto fresco para el transporte a la olla de cocción. En esta parte del proceso se da inicio a la operación del mezclado de frutos y azúcar orgánica y el proceso de preparación da inicio. Antes de completar la cocción, se hace una inspección de la cantidad de grados brix que tiene el producto en proceso. Al mismo tiempo, la operación de esterilización de frascos se va llevando a cabo para ser trasladados a la zona de envasado. La operación de envasado da inicio para culminar con el traslado al almacén de productos terminados.

Para una mejor visualización de los procesos, en las tablas 7 se presentan los diagramas de actividades.

Tabla 8: Diagrama de análisis del proceso de mermelada de aguaymanto.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO Aguaymanto deshidratado								Operación: Mermelada		
								Material: Aguaymanto		
								Hombre: Operarios		
Método:		X	actual			propuesto				
N	Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en segundos	Tipo de actividad	
1	Separación de verdes y rajados del proceso de deshidratado							57379.2	agrega valor	
2	Espera a la consolidación de frutos						Espera		no agrega valor	
3	Traslado de frutos a marmita de preparación						Traslado	150	no agrega valor	
4	Mezcla de frutos y azúcar orgánica en la olla de preparación.							375.3	agrega valor	
5	Preparación de mermelada							3171.98	agrega valor	
6	Inspección de nivel de grados brix							120	no agrega valor	
7	Esterilización de frascos							3683.5	agrega valor	
8	Traslado marmita a zona de envasado						traslado	150	no agrega valor	
9	Llenado y envasado de mermelada							7064.68	agrega valor	
10	Traslado de PT a zona de almacenaje						traslado	150	no agrega valor	
11	Almacenaje de mermelada								no agrega valor	

Fuente: Elaboración propia.

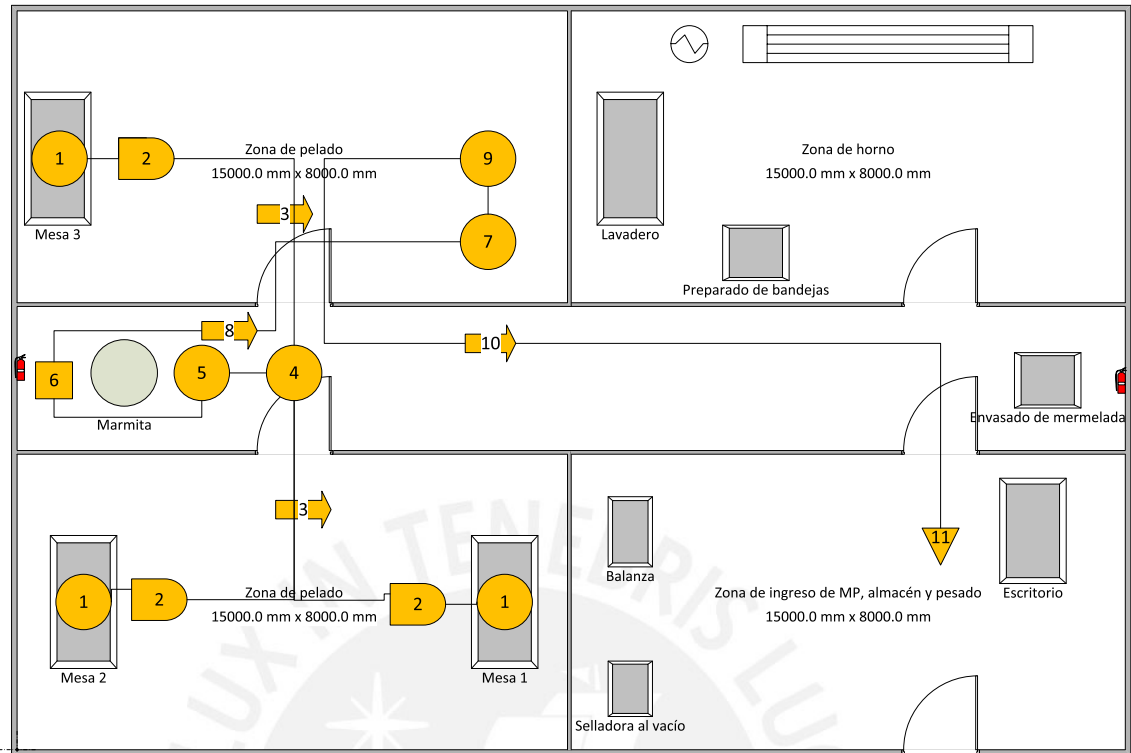


Figura 21: Diagrama de recorrido de proceso mermelada de aguaymanto.
Fuente: Elaboración Propia

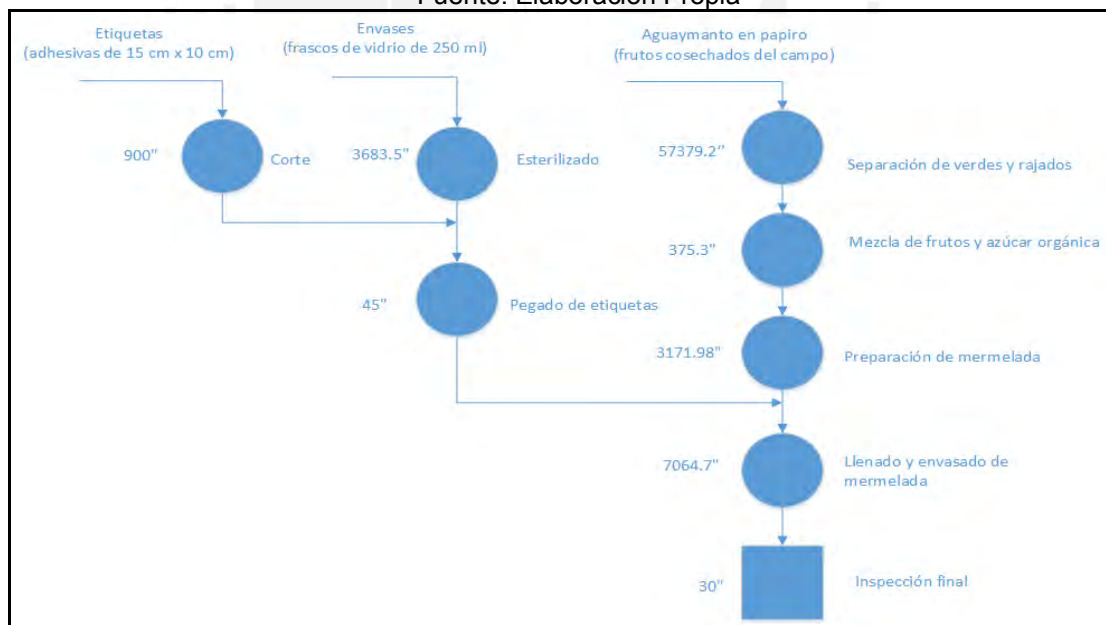


Figura 22: Diagrama de operaciones mermelada de aguaymanto.
Fuente: Elaboración Propia

3.1.3 Análisis de carga de trabajo

Una parte importante del análisis de los procesos es hacer un balance de línea de los procesos principales con el fin de optimizar los recursos, tanto humanos, como de maquinaria, que se tienen en planta. Para esto, en las siguientes líneas se presentará el

análisis de carga de trabajo para cada parte del proceso, para después hacer el balance de línea correspondiente en el capítulo 6, propuestas de mejora.

Se empieza con el pesado de materia prima, el tiempo promedio de esta operación es de 20 minutos aproximadamente según el estudio de tiempos tomados *in situ*, sin embargo, requiere el uso de tres personas, por lo que el tiempo promedio total es de 60 min al día.

El tiempo de preparación de la zona de pelado es de 15.98 minutos aproximadamente y lo tiene que realizar cada trabajadora antes de realizar las operaciones del siguiente subproceso, el pelado. Este es un tiempo de *set-up* antes de iniciar el pelado de la materia prima.

El pelado de materia prima tiene un ratio de rendimiento promedio de 6.58 kilogramos por hora de trabajo. Este promedio es en total, ya tomando en cuenta la curva de rendimientos de las trabajadoras involucradas, a lo largo de las 8 horas de trabajo en promedio que realizaron por día durante las tres semanas de estudio. Es necesario precisar que para tener una utilización al 100% de la máquina deshidratadora es necesario el pelado de 500 kilogramos incluidas las mermas, ya que este ratio también incluye la fruta mermada, la cual es en promedio un 12-19% del total del peso de la fruta, revisar anexo. La merma se considera aquellos frutos que son todavía verdes, rajados con hongos o podridos. Estos datos son importantes para poder saber con exactitud cuántas personas serán necesarias para la realización de esta tarea en las 8 horas de trabajo, con el fin de que el personal no tenga que hacer horas extras y desgastarse en los 6 días de trabajo en la semana.

En la siguiente tarea tenemos el pesado promedio de materia prima, en el cual se contabiliza, como ya se mencionó en la explicación detallada de procesos, punto 2.2 de la presente, los rendimientos de cada trabajadora, con el fin de saber en cuánto va el kilaje de materia prima y poder calcular cuánto falta para terminar las tareas diarias y llenar un *batch* completo, con el fin de que el horno deshidratados trabaje con una utilización del 100% y no sobre materia prima, la cual tiene un grado de perecibilidad bastante elevada. El promedio de tiempo de pesado de la materia prima ya pelada es de 7.52 minutos por persona aproximadamente. Para esto se requiere que haya una supervisora que dedique el tiempo completo que demore esta tarea a contabilizar las producciones de cada una de las compañeras de trabajo.

La siguiente etapa de ambos procesos, tanto el deshidratado de aguaymanto, como la preparación de mermelada de la misma fruta, es el lavado del producto, que como ya se explicó, también se realiza de manera manual. El promedio de tiempo para esta tarea es de 9.17 horas con el uso de dos trabajadoras y apoyos externos. Es decir, se requiere el uso de 18.34 horas hombre para la realización efectiva de esta tarea diaria. Como en todos los casos, ya se tiene en cuenta la curva de eficiencia, y el dato numérico es el promedio a lo largo de todo el día de trabajo. Se puede observar que lo normal es que en este puesto se trabaje más de 8 horas al día, sin parar.

El proceso de deshidratado en la máquina deshidratadora es casi siempre constante, demorando aproximadamente 16 horas, para el presente análisis, no se tomará en cuenta los tiempos de deshidratados ya que los factores influyentes, según lo observado en el campo de trabajo, fueron el grado de humedad en el aire externo y la temperatura

ambiental donde la planta se encuentra localizada. Es por ello, que como son factores no controlables, no se tomará en cuenta y se considerará 16 horas de trabajo, con una variación de más menos 1 hora, según datos recopilados en los documentos del seguimiento al deshidratado, proporcionado por la empresa.

La penúltima tarea, en el proceso de producción de aguaymanto deshidratado, es la extracción de materia prima del horno, siendo esta tarea también realizada de forma manual por dos personas. Físicamente, con las herramientas con las que cuenta la empresa, es imposible que esta tarea la realice una sola persona, pero estos detalles serán explicados más adelante en el diagnóstico de los procesos. La extracción del producto deshidratado tiene un promedio de tiempo de 2.03 horas, con el apoyo de 2 personas, lo que da un promedio total de 4.06 horas hombre.

Por último, para finalizar el proceso de deshidratado de aguaymanto, la tarea final es el envasado, sellado y encajado del producto final. Actualmente, esta tarea también requiere de 2 personas, ya que no se cuenta con ningún dispositivo que ayude a la eficiencia de la misma. Por otro lado, la máquina selladora sólo cuenta con un molde, es decir que, mientras la máquina está en funcionamiento, las trabajadoras llenan el producto en las bolsas de 5.035 kg, pero no pueden avanzar hasta que la máquina selladora no haya terminado su ciclo, el cual es de 3 minutos y mientras colocan una nueva bolsa, la máquina esta parada, cuando podría estar funcionando, es por ello que también se tomará en cuenta la cantidad de moldes necesarios. Para ello se mostrará un estudio de tiempos de cuánto demora colocar en el molde las bolsas y cuanto demora en promedio la máquina, la cual tiene una secuencia programada según el porcentaje de vacío que se requiera. El tiempo promedio del colocado en molde es de 2.95 minutos, esto se debe a varios factores, los cuales serán analizados más adelante.

En la tabla 9 se muestra, a manera informativa, el cuadro de tiempos según el porcentaje de vacío a manejar. Para esta tarea no se cuenta el tiempo de *set-up* de la selladora al vacío, ya que esta demora siempre 12 minutos y lo realizan los encargados de la descarga de materia prima del horno, mientras realizan esta tarea. Este paso consiste en calentar, automáticamente, el aceite que genera vacío en la selladora.

Tabla 9: Tiempos según porcentaje de vacío.

Porcentaje de Vacío	Tiempo(seg)	Porcentaje de Vacío	Tiempo(seg)
60	138	80	162
65	144	85	168
70	150	90	174
75	156	95	180

Fuente: Elaboración propia.

Por política, la empresa, para los productos terminados de 5.035 kg, utiliza un porcentaje de vacío de 90% con el fin de no dañar el producto ni las bolsas, ya que el aguaymanto deshidratado, a veces, tiene astillas que hacen agujeros en las paredes de las bolsas y resulta en la pérdida de vacío de la misma. Es por ello, que la máquina se demora, en promedio, 2.9 minutos en sellar cada bolsa.

Según el estudio de tiempos realizado, estas dos personas, se demoran, entre el escogido, envasado y encajado del producto final para exportación, 9.9 horas, lo que supone un total de 19.8 horas hombre.

En la tabla 10 se presenta el resumen del análisis de resultados de la carga de trabajo del proceso de aguaymanto deshidratado.

Tabla 10:Resumen análisis de carga de trabajo.

Estudio de tiempos aguaymanto deshidratada	Tiempo	Ratio	Nro. Personas
Nombre de la tarea			
1.Día 1			
1.1 Pesado de materia prima	20.01	minutos	1
2. Día 2			
2.1 Preparación zona de pelado	15.98	minutos	8
2.2 Pelado de materia prima	6.59	kg/hora	8
2.3 pesado de MP pelada	7.52	minutos	8
2.4 Lavado de MP	18.34	horas	2
2.5 Extracción del producto deshidratado	4.06	horas	2
2.6 Envasado del producto deshidratado	18.9	horas	2

Fuente: Elaboración propia.

Para el proceso de producción de mermelada de aguaymanto, los procesos tienen los mismos resultados hasta el lavado de materia prima, a partir de esta etapa, el siguiente es la separación de los verdes, pintones y rajados en el proceso de lavado, es por ello, que los tiempos se consideran iguales que el tiempo de lavado de materia prima del proceso anterior, el cual es de 9.17 horas, considerando el trabajo de dos personas, lo cual da un tiempo total de 18.34 horas hombre.

La siguiente etapa es la de la mezcla de productos en la olla de trabajo, esta tarea requiere de aproximadamente 3.6 minutos y de una sola persona la cual, con una cuchara, según lo ya analizado en la descripción de los procesos actuales, se encarga de homogeneizar la mezcla antes de la emisión de calor.

El siguiente proceso es la cocción del producto, el cual tiene una duración de aproximadamente 45 minutos. Esta depende de la cantidad de materia prima ingresada, los porcentajes de azúcares y la capacidad del operario de remover de manera homogénea la mezcla. Es por ello, que no se hizo un estudio de tiempos detallado del subproceso, ya que siempre fue muy variable. No existe un plan de producción de mermelada exacta, se procesa todo lo que no puede ingresar a la máquina.

La última etapa del proceso de producción de mermelada deshidratada es el envasado del producto y sellado de los frascos para su posterior venta. El promedio de tiempo de demora de esta etapa fue de 30.43 minutos, según el estudio de tiempos realizado *in situ*, desde que se inicia esta tarea, hasta que el último frasco fue llenado.

En el anexo 14 se puede observar el resumen del diagnóstico de los problemas encontrados en el análisis de los procesos principales.

3.1.4 Evaluación ergonómica de los procesos por puesto de trabajo

En el anexo 12.3 se puede observar la cantidad de puestos de trabajo por cada actividad de cada proceso en estudio. Los puestos a estudiar fueron elegidos bajo dos criterios de aceptación. El primero, por la cantidad de puestos de trabajo para una actividad. Y, el segundo, por si se observaron movimientos repetitivos, esfuerzos físicos, falta de iluminación, falas antropométricas, entre otros temas ergonómicos propuestos en el capítulo 1 del presente. Así, se procede a analizar los 3 puestos más representativos de la planta y que mayor impacto tienen en el trabajador.

3.1.4.1 Puesto de pelado

Actualmente, la tarea de pelado se viene realizando en 2 áreas de trabajo muy cercanas entre sí. Se realiza en dos mesas de acero inoxidable con dimensiones de 1.1 metros de altura y 1.2 por 2.3 metros de ancho por largo cada una. Para la evaluación ergonómica de los tres puestos de trabajo elegidos, los cuales son los de mayor representatividad en el proceso de elaboración de aguaymanto deshidratado, se procederá a revisar punto por punto lo ya investigado en el marco teórico, primer capítulo de esta tesis.

a. Ergonomía ambiental:

El ambiente térmico de este puesto de trabajo es bastante elevado, ya que se pudo observar, por medio del uso de un termómetro localizado dentro del puesto de trabajo, temperaturas que llegaban hasta los 28°C durante las horas del mediodía, cuando el cielo estaba despejado. Según información recabada en la zona, el clima de la ciudad de Tarma tiene este tipo de clima durante 9 meses al año.

El ambiente lumínico de la planta cuenta con dos tomas de luz naturales en el techo, sin embargo, sólo en la mitad de la planta, la otra mitad está iluminada con sólo cinco fluorescentes de 40 watts cada uno. La planta no cuenta con ventanas de ningún tipo. Y no existe otro ingreso de luz, más que los tragaluces del techo. Este puesto se encuentra en las dos zonas, tanto en la de luz natural, como debajo de los fluorescentes, luces artificiales, siendo estas insuficientes para las aproximadas 10 horas de trabajo.

En cuanto al ruido, se observó que existe ruido continuo del horno deshidratador durante las primeras horas de la mañana hasta que el producto, que se colocó el día anterior, esté listo con el porcentaje de humedad deseado. Los trabajadores son sometidos a este ruido por aproximadamente 4 horas al día. Este ruido no supera los 88 dB, ya que proviene de una ventiladora eléctrica de 3 HP's.

El ruido no representa mayor problema, ya que es por un periodo dentro del tiempo laboral efectivo. Según el laboratorio de producción de la escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito, en un informe presentado en el año 2007, el nivel máximo permisible, para no poner en riesgo la seguridad auditiva es de 85 dB para 8 horas de trabajo, de 88 dB para 4 horas de trabajo y de 91 dB para 2 horas. Con esto podemos decir que la planta se encuentra en el límite máximo permitido.

b. Ergonomía física:

En cuanto a los esfuerzos físicos que se tienen que realizar en esta tarea, de pelado de aguaymanto, es un proceso repetitivo con las manos. Los dedos, y la muñeca, constantemente tienen que estar presionando los frutos para la eliminación y desprendimiento del papiro.

Esta tarea, actualmente, se realiza de pie, durante toda la jornada laboral, sin la existencia de algún apoyo. Se puede decir que es una tarea estática, ya que sólo se mueven las manos, por lo cual no se puede hablar de una fatiga por esfuerzos físicos, sin embargo, se tiene una tarea que a veces se prolonga por más de 10 horas de trabajo continuo, con una pausa de 1 hora para almorzar.

c. Ergonomía mental:

Para analizar este puesto de trabajo, a la luz de la ergonomía mental, se pueden separar en dos ramas. Por un lado, el estrés que produce esta tarea se da debido a que se pudo observar grupos de trabajo separados, es decir, grupos de personas que no se llevaron bien unas con otras pese a los esfuerzos de la administración por mejorar este tema, proveniente principalmente por temas personales entre los trabajadores, chismes, etc. Por otro lado, en temas motivacionales, por un lado, por ser un proceso repetitivo, se pudo observar una curva de productividad, elevada en las primeras horas de la mañana, observándose personas con rendimientos de hasta 10 kg de pelado por hora, mientras que en la tarde bajaba drásticamente hasta un máximo de 7 kg por hora. Sin embargo, se observa un grado bueno de motivación ya que el pago que se realiza a estas personas es por metas y se pudo observar que sí se esforzaban por mejorar y producir más. Pero, no se observó paradas programadas de descanso, aparte de la hora de almuerzo.

d. Biomecánica:

En la biomecánica de la extremidad superior, se observa que existe un uso elevado de las manos y los brazos se mueven cada aproximadamente 30 segundos para eliminar los desechos a los recipientes pertinentes o para colocar el producto ya procesado en las cubetas. Los movimientos que realizan no superan los grados de libertad que el cuerpo permite.

Por otro lado, la biomecánica de la columna vertebral, se pudo ver que era necesario una posición erguida, sin embargo, con el paso de las horas, los colaboradores iban perdiendo estas posturas por cansancio y se iban apoyando en las mesas de trabajo. Se preguntó si tenían algunas dolencias y respondieron que tenían dolor de cuello o dolor cervical. En otra instancia, se pudo ver que, para el proceso previo al pelado, era necesario que los operarios vayan al almacén de materia prima, carguen solos una jaba de 20 kg y la arrojen a una altura de 1.2 metros encima de la mesa de trabajo. Se pudo observar molestias en la expresión de algunos de los colaboradores, tocamientos de espalda, estiramientos, entre otros. Esta fue una de las razones por la cual se decidió tocar el tema de ergonomía en este estudio, aparte de la mejora de procesos.

e. Antropometría:

Se observó que algunas trabajadoras, por su baja estatura, tenía el puesto de trabajo más elevado que otras. Para algunos casos, se vio sobre esfuerzos en la colocación de producto terminado en los envases de plástico. Más adelante, se harán propuestas de mejora para facilitar el trabajo de los colaboradores con respecto a temas antropométricos.

3.1.4.2 Puesto de Lavado

Actualmente, la tarea de lavado se realiza en un lavadero industrial de 1 metro de ancho, 2 metros de largo, 50 cm de profundidad y 1.2 metros de altura. Los realizan dos trabajadores y consta de elevar los baldes de 15 kg de aguaymanto, vaciarlos en el lavadero, lavar la fruta e ir sacando poco a poco para colocarlos en las bandejas que irán al horno deshidratador. Así como en el caso anterior, para la evaluación ergonómica de los tres puestos de trabajo elegido, se procederá a revisar punto por punto lo ya investigado en el marco teórico, primer capítulo de esta tesis.

a. Ergonomía ambiental:

La ergonomía ambiental de este proceso, así como la del siguiente, es muy similar al de la tarea anterior.

El ambiente térmico de este puesto de trabajo es bastante elevado, ya que se pudo observar, por medio del uso de un termómetro localizado dentro del puesto de trabajo, temperaturas que llegaban hasta los 28°C durante las horas del mediodía, cuando el cielo estaba despejado. Según información recabada en la zona, el clima de la ciudad de Tarma tiene este tipo de clima durante 9 meses al año.

El ambiente lumínico de la planta cuenta con dos tomas de luz naturales en el techo, sin embargo, sólo en la mitad de la planta, la otra mitad está iluminada con sólo cinco fluorescentes de 40 watts cada uno. La planta no cuenta con ventanas de ningún tipo. Y no existe otro ingreso de luz, más que los tragaluces del techo. Este puesto se encuentra en la zona de tragaluces.

En cuanto al ruido, se observó que existe ruido continuo del horno deshidratador durante las primeras horas de la mañana hasta que el producto, que se colocó el día anterior, esté listo con el porcentaje de humedad deseado. Los trabajadores son sometidos a este ruido por aproximadamente 1 hora al día, ya que la tarea empieza 3 horas después de iniciado el pelado. Este ruido no supera los 90 dB, ya que proviene de una ventiladora eléctrica de 3 HP's, la cual se encuentra más cerca que el proceso anterior.

b. Ergonomía física:

Los esfuerzos físicos que se tienen que realizar en esta tarea, de lavado de aguaymanto, es un proceso repetitivo con las manos. Los dedos, y la muñeca, constantemente tienen

que estar moviendo en el agua fría los frutos para la eliminación de suciedades y desechos.

Esta tarea, actualmente, se realiza de pie, durante toda la jornada laboral, sin la existencia de algún apoyo. Se puede decir que es una tarea estática, ya que sólo se mueven las manos, y un poco el cuerpo, por lo cual no se puede hablar de una fatiga por esfuerzos físicos, sin embargo, se tiene una tarea que a veces se prolonga por más de 8 horas de trabajo continuo, con una pausa de 1 hora para almorzar. Se pudo observar una mala postura constante de la columna vertebral, la cual se podrá visualizar en la imagen al final de este sub-capítulo.

c. Ergonomía mental:

La ergonomía mental, al igual que el caso anterior, se pueden separar en dos ramas. Por un lado, el estrés que produce esta tarea se da debido a que se pudo observar grupos de trabajo separados, es decir, grupos de personas que no se llevaron bien unas con otras pese a los esfuerzos de la administración por mejorar este tema, proveniente principalmente por temas personales entre los trabajadores, chismes, etc. Por otro lado, en temas motivacionales, por un lado, por ser un proceso repetitivo, se pudo observar una curva de productividad, elevada en las primeras horas de la mañana, sin embargo, se observa un grado de desmotivación ya que el pago que se realiza a estas personas es por horas, y en algunos casos, como es un trabajo rotativo, el pago por horas era menor al pago por kg que la persona podía realizar en el puesto de pelado. No se observó paradas programadas de descanso, aparte de la hora de almuerzo.

d. Biomecánica:

En la biomecánica de la extremidad superior, se observa que existe un uso elevado de las manos y los brazos se mueven a todo momento eliminar los desechos a los recipientes pertinentes o para colocar el producto ya procesado en las bandejas. Los movimientos que realizan no superan los grados de libertad que el cuerpo permite. Se observó esfuerzo en los brazos y antebrazos.

Por otro lado, la biomecánica de la columna vertebral, se pudo ver que la posición no era erguida, ya que las dimensiones antropométricas de las personas no eran las correctas para la altura del lavadero. Con el paso de las horas, los colaboradores iban perdiendo aún más las posturas correctas por cansancio y se iban apoyando con más frecuencia en el lavadero. Se preguntó si tenían algunas dolencias y respondieron que tenían dolor de cuello o dolor cervical, así como también dolor lumbar. También, se pudo ver que, para el proceso previo al lavado, era necesario que los operarios recojan los baldes ya pesados de materia prima pelada, los carguen solos teniendo un peso de 15.87kg, cuando estos se encontraban llenos, y la arrojen a una altura de 1.3 metros encima del lavadero. Así como el proceso anterior, se pudo observar molestias en la expresión de algunos de los colaboradores, tocamientos de espalda, estiramientos, entre otros.

e. Antropometría:

Se observó que algunas trabajadoras encargadas de esto, por su baja estatura, tenía el puesto de trabajo más levado que otras. Más adelante, se harán propuestas de mejora para facilitar el trabajo de los colaboradores con respecto a temas antropométricos. La postura de trabajo para ninguno de los casos fue erguida, esto debido a que el lavadero no tiene la altura necesaria para las características antropométricas del personal.

3.1.4.3 Puesto de embolsado y sellado

La tarea de embolsado y sellado al vacío, se realiza en la mesa de descarga, con el uso de dos personas y una balanza electrónica, para después colocarla en el molde, encima de tres jabsas puestas en sentido contrario al normal y finalmente ingresarla a la máquina selladora, la cual se encuentra recostada en un pallet de madera en el piso. Lo realizan dos trabajadores, los cuales se encargan de hacer el proceso de la forma más continua posible. Así como en el caso anterior, para la evaluación ergonómica de los tres puestos de trabajo elegidos, se procederá a revisar punto por punto lo ya investigado en el marco teórico, primer capítulo de esta tesis.

a. Ergonomía ambiental:

La ergonomía ambiental se mantiene casi constante también para esta tarea, ya que se encuentra en el mismo ambiente laboral.

El ambiente térmico de este puesto de trabajo es bastante elevado, ya que se pudo observar, por medio del uso de un termómetro localizado dentro del puesto de trabajo, temperaturas que llegaban hasta los 30°C durante las horas del mediodía, cuando el cielo estaba despejado, ya que se encuentra más cerca del intercambiador de calor. Según información recabada en la zona, el clima de la ciudad de Tarma tiene este tipo de clima durante 9 meses al año y lluvias de diciembre a marzo. Esta información se pudo corroborar con el Senamhi (2015).

El ambiente lumínico de la planta cuenta con dos tomas de luz naturales en el techo, sin embargo, sólo en la mitad de la planta, la otra mitad está iluminada con sólo cinco fluorescentes de 40 watts cada uno. La planta no cuenta con ventanas de ningún tipo. Y no existe otro ingreso de luz, más que los tragaluces del techo. Este puesto se encuentra en la zona de tragaluces.

En cuanto al ruido, se observó que existe ruido continuo del horno deshidratador durante las primeras horas de la mañana hasta que el producto, que se colocó el día anterior, esté listo con el porcentaje de humedad deseado. Los trabajadores son sometidos a este ruido por aproximadamente 1 horas al día, ya que la tarea empieza 3 horas después de iniciado el pelado. Este ruido no supera los 90 dB, ya que proviene de una ventiladora eléctrica de 3 HP's, la cual se encuentra más cerca que el proceso anterior.

b. Ergonomía física:

Entre los esfuerzos físicos que se tienen que realizar en esta tarea, de envasado del producto deshidratado, es un proceso no repetitivo con las manos, brazos y todo el cuerpo ya que se deben mover por varias zonas de la planta aledañas.

Esta tarea, actualmente, se realiza de pie, durante toda la jornada laboral, sin la existencia de algún apoyo o silla. Se puede decir que es una tarea estática y dinámica, por un lado, ya que sólo se mueven las manos, y un poco el cuerpo, por lo cual no se puede hablar de una fatiga por esfuerzos físicos, sin embargo, se tiene una tarea que a veces se prolonga por más de 4 horas de trabajo continuo y, por otro lado, moverse cada vez que se requiere llevar el producto a la selladora al vacío. Se pudo observar una mala postura constante de la columna vertebral, la cual se podrá visualizar en la imagen al final de este sub-capítulo, ya que el molde se encuentra ubicado en encima de tres jabas como soporte y la selladora se encuentra en el piso, encima de un pallet de madera, es decir, no a una altura ergonómica.

c. Ergonomía mental:

La ergonomía mental, al igual que el caso anterior, se pueden separar en dos ramas. Por un lado, el estrés que produce esta tarea se da debido a que se pudo observar grupos de trabajo separados, es decir, grupos de personas que no se llevaron bien unas con otras pese a los esfuerzos de la administración por mejorar este tema, proveniente principalmente por temas personales entre los trabajadores, chismes, etc. Por otro lado, en temas motivacionales, por un lado, por ser un proceso repetitivo, con 20 réplicas por cada 100 kg de producto deshidratado aproximadamente, se pudo observar una curva de productividad, elevada en las primeras horas de la mañana. No se observó paradas programadas de descanso, aparte de la hora de almuerzo.

d. Biomecánica:

En la biomecánica de la extremidad superior, se observa que existe un uso elevado de las manos y los brazos se mueven a todo momento para colocar el producto deshidratado dentro de las bolsas, así como también, sostener las mismas con el fin de que no se derrame. Los movimientos que realizan no superan los grados de libertad que el cuerpo permite. Se observó esfuerzo en los brazos y antebrazos. Ya que los brazos se elevan a más de 80°, por encima del corazón.

Por otro lado, la biomecánica de la columna vertebral, se pudo ver que la posición no era erguida, ya que las dimensiones antropométricas de las personas no eran las correctas para la altura del apoyo del molde para el sellado, como tampoco la altura de la máquina selladora. Con el paso de las horas, los colaboradores iban perdiendo aún más las posturas correctas por cansancio y se iban apoyando con más frecuencia en la mesa de trabajo o sentándose en los separadores de las áreas dentro de la planta, los cuales están compuestos por unos muros de 50 cm de altura y 40 cm de ancho. Se preguntó si tenían algunas dolencias y respondieron que tenían dolor de cuello o dolor cervical, así

como también dolor lumbar. Así como el proceso anterior, se pudo observar molestias en la expresión de algunos de los colaboradores, tocamientos de espalda, estiramientos, entre otros.

e. Antropometría:

Se observó que algunas trabajadoras encargadas de esto, por su baja estatura, tenían el puesto de trabajo más elevado que otras, ya que las bolsas de 5kg son elevadas, sumadas de la altura de la mesa de trabajo. Más adelante, se harán propuestas de mejora para facilitar el trabajo de los colaboradores con respecto a temas antropométricos, así como mejorar la eficiencia del proceso. La postura de trabajo no fue erguida para la preparación en el molde ni para el ingreso y salida del producto de la máquina selladora. Esto debido a lo ya mencionado de cómo se encuentra posicionados los implementos para esta etapa del proceso.

Con el fin de enriquecer el presente análisis, en el anexo 23 se presenta el diagrama de análisis de balance de masa de ambos procesos.

3.2 Diagnóstico de los procesos y temas de ergonomía de la empresa

En el presente punto se presentará el diagnóstico de la planta estudiada, tanto en temas fundamentalmente de procesos, como el segundo gran tema que se está abordando, la ergonomía de los puestos de trabajo.

3.2.1 Diagnóstico por proceso

Como parte del análisis de los de los procesos, una vez ya descritos detalladamente, hecho el estudio de tiempos y habiendo ya identificado de manera general algunos cuellos de botella, se procederá en este acápite a hacer una recopilación de todos los problemas en los procesos identificados durante la etapa de investigación, con el fin de, en el siguiente capítulo, hacer propuestas de mejora con una mayor solidez.

3.2.1.1 Proceso de aguaymanto deshidratado: Problemas y causas

En el presente punto se abordará el diagnóstico encontrado en el proceso de producción de aguaymanto deshidratado. Se analizará de manera descriptiva, en primer lugar, para después utilizar la herramienta diagrama de espina de pescado con el fin de analizar los principales problemas encontrados.

En la tabla 11 se presenta el resumen del diagnóstico del proceso de aguaymanto deshidratado.

Tabla 11: Resumen de diagnóstico de aguaymanto deshidratado.

Resumen de diagnóstico de aguaymanto deshidratado	
Pesado de materia prima	Inadecuado posicionamiento de la balanza cerca de la entrada de la planta y del almacén de productos terminados
	Balanza no calibrada, presenta error de pesaje de hasta 5% según información recabada.
	Área de pesado no está correctamente definida
Preparación del puesto de trabajo	El personal no tiene asignado un puesto de trabajo propio
	No homogeneidad en la utilización de implementos, ya que estos no se encuentran estandarizados
Pelado de materia prima	Alta variabilidad en el método de trabajo manual
	Productividades según la persona desde los 3.5 hasta los 9 kilogramos por hora.
Lavado de materia prima	Identificar problemas ergonómicos y de balance de línea
	Sistema de lavado manual.
Descarga de producto terminado	Existencia de mermas ya que el producto final deshidratado se cae al piso, realizándose la tarea de forma manual.
Envasado sellado y empacado de producto terminado	Requerimiento de dos operarios para el llenado de 1 bolsa.
	Solo se cuenta con un molde para el sellado de bulks.

Fuente: Elaboración propia.

a. Pesado de materia prima

Como ya se explicó en la fase de descripción de procesos, el pesado de materia prima es una tarea que se realiza un día antes de la primera etapa de transformación. Esta proviene de los campos de la propia empresa, así como de diversos proveedores de alrededor de la zona.

Los principales problemas encontrados en esta etapa del proceso son los siguientes:

- La balanza se encuentra posicionada cerca a la entrada de la planta, muy cerca de donde se colocan los productos terminados. Además, esta posición de balanza hace que los trabajadores tengan que cargar los costales con MP a través de un muro de 50 cm de altura para llegar al área de almacenado de MP. Entre las causas que se pudieron identificar, es que, como la empresa está en pleno crecimiento, todavía no se ha acomodado bien todo el layout de planta, esto debido a que falta construir gran parte de la misma, diseñada por la combinación de un arquitecto y un ingeniero industrial.

- La balanza no es encuentra, actualmente, bien calibrada. Aproximadamente, con un erro de 5%, según información recabada con el jefe de planta. No se cuenta con una certificación de calibración, es por ello, que se pudo identificar una variabilidad con respecto a los pesos proporcionados por los proveedores. La causa principal a este problema es que, no se cuenta con los recursos necesarios para hacer la calibración en la misma planta, ya que se pudo observar que el manual de calibración no era claro. Por otro lado, no se cuenta con los recursos para tercerizar la calibración a una empresa experta en el tema, ya que no se considera como inversión prioritaria.

- No se cuenta con un área en particular para este proceso. Se observó que, en algunas ocasiones, la balanza era movida a diferentes lugares dentro y fuera de la planta.

Para este último acápite, en la figura 23, se muestra el diagrama de causa efecto del problema identificado.

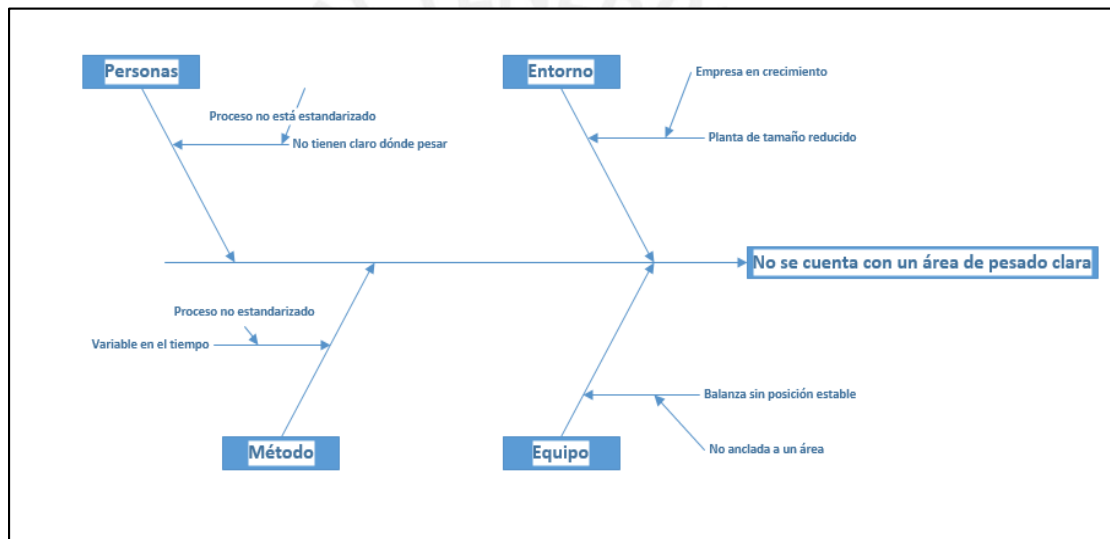


Figura 23: Ishikawa de problema en el pesado de materia prima.
Fuente: Elaboración propia

b. Preparación del puesto de trabajo

La preparación del puesto de trabajo es el tiempo de set-up para el proceso de pelado de la materia prima. Consta de ingresar a la planta, colocarse el uniforme de trabajo, buscar los implementos necesarios para la correcta realización del trabajo, posicionarse en el puesto de trabajo e iniciar la siguiente operación, que es el pelado de materia prima. Los problemas que se observaron, son los siguientes:

- El personal no tiene asignado un puesto de trabajo propio. El trabajo de pelado se realiza en 2 mesas de trabajo, una con una capacidad máxima de 6 personas y la otra con una capacidad de 10 personas. Todos los días las personas rotan sus puestos, algunos están en puestos más cómodos que otros, con diferentes condiciones de luz, espacio, entre otros, los cuales serán revisados en el análisis ergonómico.

- No se observó homogeneidad en la utilización de implementos, es decir, algunos usaron baldes de acero inoxidable con una altura de 30 cm, mientras que otros usaron frascos de plástico de una altura de 40 cm, por el motivo que todavía no se invierte en estandarizar los implementos para que todo el personal tenga iguales condiciones de trabajo.

En la imagen 24 se puede visualizar el diagrama de causa efecto para el problema de la homogeneidad de los implementos.

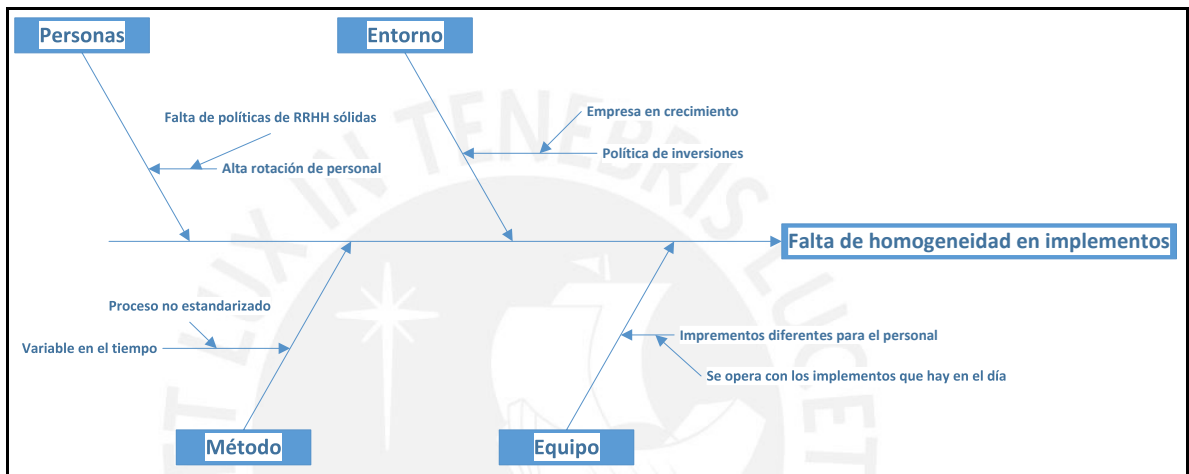


Figura 24: Ishikawa de problemas en el set-up de pelado.
Fuente: Elaboración propia

c. Pelado de materia prima

El sub-proceso de pelado, es uno de los más importantes ya que representa, dentro de la estructura de costos directos, el mayor impacto económico, es por ello, que se le hizo un estudio más exhaustivo con el fin de hacer las mayores mejoras posibles con el fin de reducir costos lo máximo posible.

El sub-proceso consta de eliminar la cáscara o papiro de la fruta, separarla y almacenarla para los próximos pasos dentro del proceso, pesado de producto pelado y lavado de materia prima. Como no existe una máquina peladora de aguaymanto en el mercado internacional, es necesario atacar este sub-proceso por la mayor cantidad de ángulos posibles.

En este proceso se identificaron los siguientes problemas:

- Alta variabilidad en el método de trabajo manual, es decir, cada persona pela como mejor le parece, es por ello que, se pudo identificar, en el estudio de tiempos, una alta diferencia en los rendimientos de las colaboradoras. Desde los 3.5 kilogramos por hora, hasta los 9 kilogramos en algunas oportunidades. En los anexos se presenta los diagramas bimanuales de las formas de trabajo actuales.

A continuación, en la figura 25, se presenta el análisis del problema con el uso de la herramienta diagrama de causa efecto.

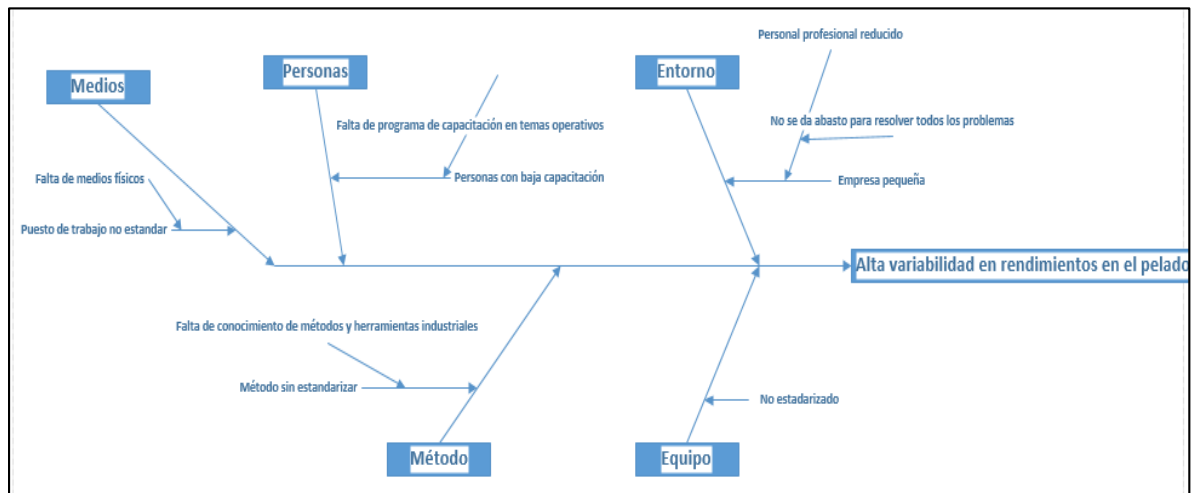


Figura 25: Ishikawa de problemas en el pelado.
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede visualizar en la figura anterior, el problema de la alta variabilidad se debe a diversos factores.

d. Lavado de materia prima

En el lavado de materia prima no se identificaron problemas de procedimientos, sin embargo, sí se identificaron problemas ergonómicos y de balance de línea, los cuales fueron analizados en el presente capítulo, evaluación ergonómica de los procesos por puesto de trabajo y de diagnóstico ergonómico, así como también en el punto de balance de línea.

El lavado de materia prima se realiza de forma manual, en un proceso exhaustivo para los colaboradores involucrados ya que se presenta contacto directo con agua con temperaturas aproximadas a los 15°C. En las entrevistas realizadas a los colaboradores, expresaron su inconformidad hacia este puesto ya que muchos de ellos presentaban dolores de articulaciones en los falanges distales, medios y proximales, así como también en el metacarpiano de ambas manos.

Estos problemas se produjeron por las siguientes razones, las cuales se presentan en la figura 26, diagrama de causa efecto de problema en el lavado de materia prima.

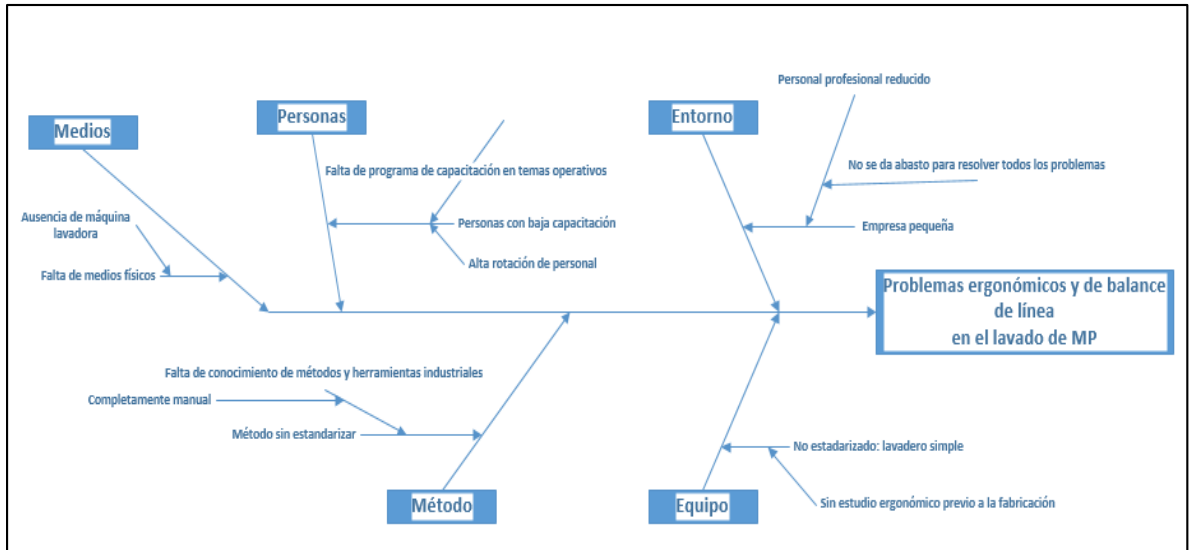


Figura 26: Ishikawa de problemas en el lavado.
Fuente: Elaboración Propia

e. Descarga de producto terminado

Esta tarea se realiza de manera manual, actualmente se requieren de dos personas, ya que no existe un dispositivo de descarga que facilite el trabajo para que sea viable la interacción de un solo colaborador. El problema que se pudo observar, aparte de que se requieren 2 personas, es que existen muchas mermas ya que el producto final deshidratado se cae al piso, realizándose esta tarea de forma manual. Las causas principales a este problema son expuestas en la figura 27, diagrama de causa efecto en la descarga de producto terminado del horno deshidratador.

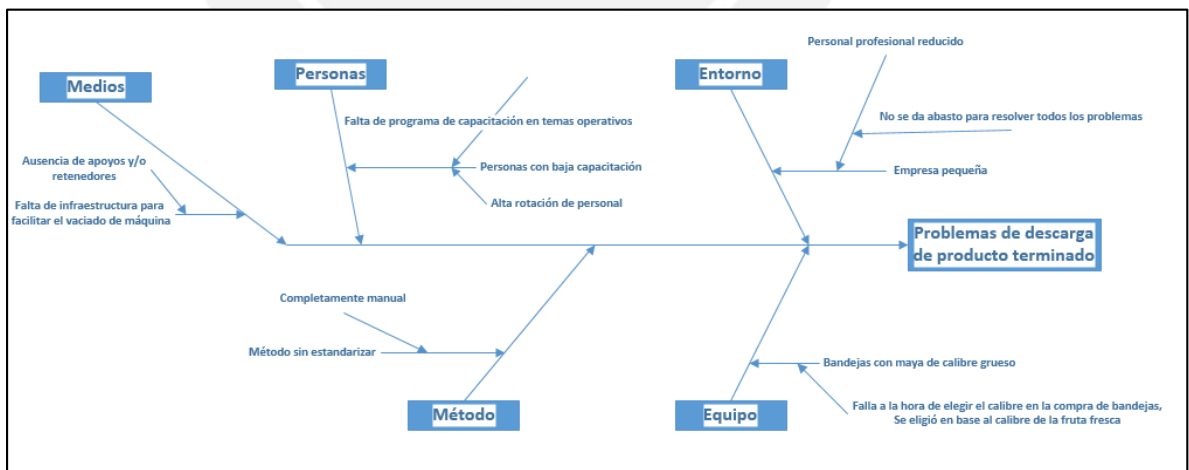


Figura 27: Ishikawa de problemas en la descarga de producto terminado.
Fuente: Elaboración Propia

f. Envasado sellado y empaçado de producto terminado

El envasado, sellado y empaçado del producto terminado consiste en que, una vez que se escogen las malas pasas de deshidratado y se las separan del total de producto terminado, se coloca en bolsas de 5.035 kg para ser colocadas en un molde, que le da la forma de ladrillo, con el fin de sellarlas al vacío para posteriormente encajarlas y tener el producto listo para la exportación.

Se identificaron dos problemas que se podrían solucionar fácilmente con el uso de dispositivos y son los expuestos en las siguientes líneas.

Por un lado, como se verá en el balance de línea, para el llenado de PT a las bolsas se requiere el apoyo de dos colaboradores, uno que coge la bolsa y el otro que, con la ayuda de un cucharón, llena la bolsa hasta llegar al peso deseado.

Por otro lado, para el sellado de las bolsas, sólo se cuenta con un molde, es decir, que mientras la máquina selladora; la cual ya se mostró cuánto demora en funcionar, aproximadamente 2.9 minutos para un vacío de 90%, se encuentra en marcha, no se puede ir preparando otro *bulk* porque el único que existe está ocupado. Esto genera capacidad ociosa del personal a cargo de este subproceso.

En la figura 28, se muestra el diagrama de causa efecto del proceso de envasado, sellado al vacío y encajado.

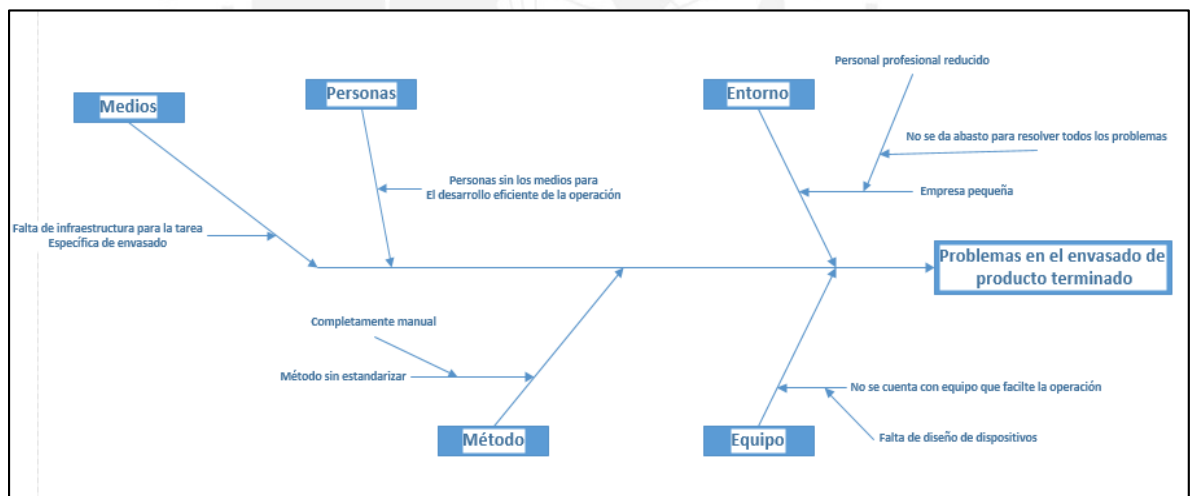


Figura 28: Ishikawa del envasado, sellado y encajado de producto terminado.
Función: Elaboración Propia

3.2.1.2 Proceso de mermelada de aguaymanto: Problemas y causas

En la tabla 12 se presenta el resumen del diagnóstico del proceso de mermelada de aguaymanto.

Tabla 12: Resumen de diagnóstico de mermelada de aguaymanto.

	Resumen de diagnóstico de mermelada de aguaymanto
Separación de verdes, rajados y picados	Los colaboradores no estaban bien capacitados para saber diferenciar un fruto rajado bueno, picado bueno, verde para mermelada, de frutos rajados con hongos, podridos o muy verdes, generando esto un producto de mala calidad.
	En muchas ocasiones confusión de dónde colocar qué producto, es decir, a veces se colocaba producto bueno en el recipiente de frutos malogrados para hacer compost, generando esta situación pérdidas
	Alta rotación de personal
Preparación de mermelada	Problemas de higiene
	No se cuenta con los equipos estandarizados para la preparación de mermelada
Pasteurizado de envases	Proceso no estandarizado
	Contaminación por microorganismos
Llenado de mermelada en envases de vidrio	No se cuenta con máquina envasadora estandarizada.

Fuente: Elaboración propia.

a. Separación de verdes, rajados y picados para mermelada

Este es la tarea inicial para la realización de mermelada de aguaymanto en la planta analizada. Se produce en el proceso de lavado de materia prima, y lo realizan los mismos colaboradores que se encargan del mismo. Los problemas encontrados en esta tarea son los siguientes: por un lado, los colaboradores, debido a la alta rotación de personal y la informal capacitación que reciben las personas nuevas, no estaban bien capacitados para saber diferenciar un fruto rajado bueno, picado bueno, verde para mermelada, de frutos rajados con hongos, podridos o muy verdes, generando esto un producto de mala calidad. Por otro lado, no se cuentan con jabas diferenciadoras del producto bueno del malo, produciéndose en muchas ocasiones confusión de dónde colocar qué producto, es decir, a veces se colocaba producto bueno en el recipiente de frutos malogrados para hacer compost, generando pérdidas. Es decir, la causa de los problemas en este proceso es la alta rotación de personal, las capacitaciones informales por parte de otros colaboradores que los nuevos reciben y la falta de materiales de trabajo, jabas de colores, por ejemplo, para un trabajo ordenado y estandarizado.

b. Preparación de mermelada

La preparación de mermelada es la mezcla y cocción de ingredientes para formar una sustancia viscosa saturada de azúcar. Los problemas encontrados en esta tarea son básicamente de higiene y de que no se cuenta con los recursos industriales para realizar la misma a de manera estandarizada. Por un lado, el proceso lo realiza una persona, de manera artesanal, con una cuchara de palo y una olla de fierro. No se cuenta con una marmita autoclave, ni nada que garantice la calidad y estandarización del proceso.

En la figura 29 se muestra el diagrama de causa efecto de por qué se viene trabajando este producto de esta manera.

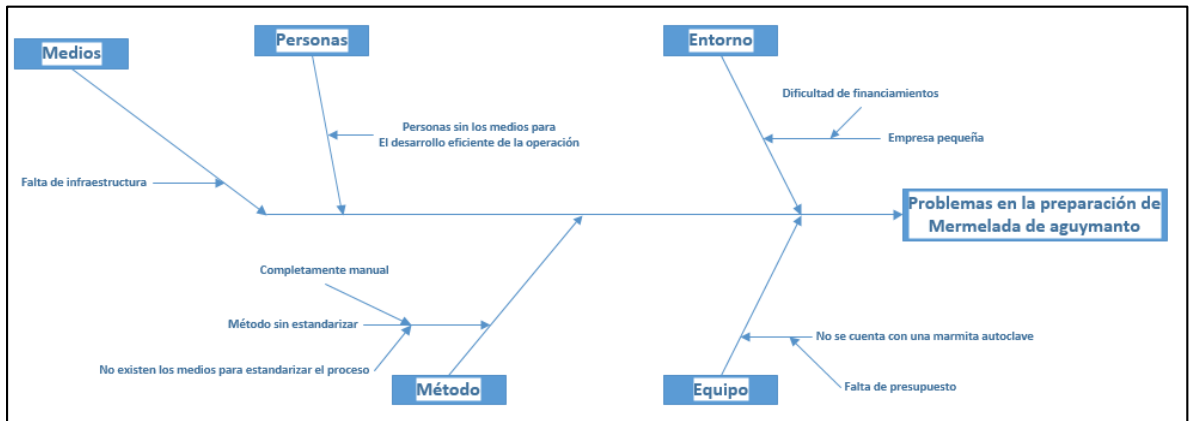


Figura 29: ishikawa de problemas en la preparación de mermelada.
Fuente: Elaboración Propia

c. Pasteurizado de envases

El pasteurizado de los envases se realiza actualmente en una olla de acero. El procedimiento de la planta dicta que se colocan los envases, una cierta cantidad de agua y se la calienta hasta que esta hierva. Como la planta está situada a 3000 m.s.n.m. esta se evapora a los 89°C, temperatura suficiente para eliminar los microorganismos y agentes patógenos presentes en los envases adquiridos al proveedor. Los problemas identificados en esta tarea son los siguientes. Por un lado, se tiene un proceso no estandarizado que se realiza en una olla de cocina y que no necesariamente garantiza la correcta pasteurización de los envases, ya que al sustraer los mismos existen grandes posibilidades de que se adhieran microorganismo del ambiente y del puesto de trabajo. Aparte, por ser una olla de acero, existe la posibilidad de contaminación de los envases por metales pesados. Por otro lado, se identificó que el agua que se utiliza para la pasteurización no es filtrada, es por ello que se pudo observar, después del pasteurizado, una película blanca en el vidrio, la cual es el residuo de la alta concentración de cal que contiene el agua utilizada.

En la figura 30 se muestra el diagrama de espina de pescado para los problemas en la pasteurización de envases

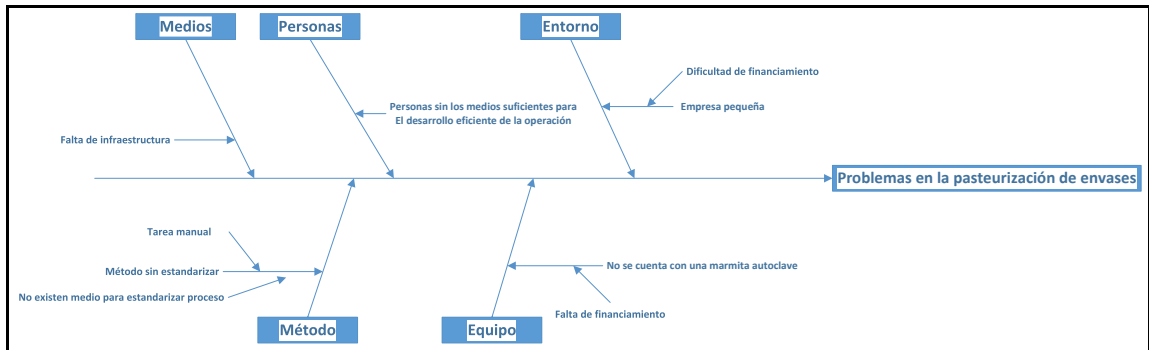


Figura 30: ishikawa de problemas en la pasteurización de envases.
Fuente: Elaboración Propia

d. Llenado de mermelada en envases de vidrio

La mermelada resultante de la tarea anterior es llenada en envases de vidrio de manera manual. Para esto se hace uso de una cuchara de acero inoxidable y un embudo con punta truncada la cual se usar para embonarla en la boca del frasco y colocar el producto dentro. Automáticamente después, la misma persona que llena el envase se encarga de cerrar con la tapa en caliente y colocarla boca abajo con el fin de que los gases suba, eliminen el oxígeno y se produzca el vacío interno que lo mantendrá en buen estado por dos años.

El problema que se puede observar es que no se cuenta con una máquina que de manera estándar realice la tarea de envasado, asegurando la calidad para el 100% de los productos sin posibilidad a error humano.

El diagrama de causa efecto tiene los mismos componentes que el análisis del problema de la cocción de la mezcla saturada.

CAPITULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA

4.1 Mejora por procesos

4.1.1 Mejora de métodos por puesto de trabajo

En la tabla 13 se presenta el resumen de mejoras por puestos de aguaymanto deshidratado.

Tabla 13: Resumen de mejoras por puestos de aguaymanto deshidratado.

	Mejoras por proceso
Pesado de materia prima	Mejoras de layout de planta
	Hacer la calibración de la balanza electrónica con el fin de que los datos obtenidos sean 100% confiables
Preparación del puesto de trabajo	Capacitar al personal en conocimiento del layout de planta y los flujos de los procesos de la planta
	hacer la compra de implementos de trabajo, para los colaboradores, de manera estándar
Pelado de materia prima	hacer responsable a cada trabajador de los implementos asignados
	Capacitar en la estandarización de metodos de trabajo y tener publicado los diagramas bimanuales propuestos
Lavado de materia prima	Utilizar el balance de linera para colocar la cantidad correcta de personas
	Uso de una lavadora automática industrial de frutas de la marca sormac, cuyo modelo es FW-100.
Descarga de producto terminado	Cambiar las mayas de las bandejas a un calibre inferior, el cual no permita que las pasas de aguaymanto vayan al piso.
	La colocación de una red, de calibre 0.1 cm o inferior, el cual sea colocado entre el horno deshidratador y la mesa de descarga
Envasado, sellado y empaclado de producto terminado	Se propone la implementación en el uso de dos dispositivos, uno diseñado por este estudio y el otro es la adquisición de un producto ya existente en el mercado.
	La utilización de un molde extra para selladora al vacío

Fuente: Elaboración propia.

a. Pesado de materia prima

Según los problemas identificados en el capítulo 5, para esta tarea dentro del proceso de producción de aguaymanto, es importante precisar que la propuesta de mejora para estos problemas estarán más detalladas en el punto 6.1.3, mejoras en el layout de la planta.

Sin embargo, propuestas de mejoras generales para este punto son las siguientes: en primer lugar, hacer la calibración de la balanza electrónica con el fin de que los datos obtenidos sean 100% confiables y no exista problemas legales de fraude. Se observó que cada 100 kg, la máquina contabiliza 103 kg. Esto genera pérdidas y confusión a la empresa. En segundo lugar, hacer de conocimiento general, a todo el personal de planta, la distribución de la planta, así como el flujograma de los procesos con el fin de que estos se respeten y no se genere desorden por desconocimiento.

b. Preparación del puesto de trabajo

A continuación, se presentan una lista de acciones a seguir para minimizar el tiempo de set-up del proceso de pelado.

En primer lugar, se recomienda hacer la compra de implementos de trabajo, para los colaboradores, de manera estándar y que cumplan con los lineamientos alimenticios según ley.

En segundo lugar, hacer responsable a cada trabajador de los implementos asignados a cada uno de ellos, de este modo, será mucho más fácil la instalación en los puestos de trabajo, ya que no habrá confusión, ni malos encuentros por quién tiene qué implemento.

Los puestos de trabajo deberán tener un estándar, un sistema que obligue de alguna manera a realizar el trabajo con buenas prácticas, de la mejor manera, según el esquema propuesto en el diagrama bimanual que se presentará en el siguiente punto. Así también, se procederá a respetar la distribución de puesto de trabajo para pelado propuesto en el siguiente punto.

c. Pelado de materia prima

Dentro de las propuestas de mejora para el pelado de materia prima, se presenta, en la tabla 14, el Diagrama Bimanual propuesto para minimizar tiempos de operación. Este se realizó tomando en cuenta factores como minimizar movimientos o transportes, priorizar que las manos tengan movimientos armónicos y simétricos.

Tabla 14: Diagrama bimanual propuesto.

MANO IZQUIERDA	Diagrama Bimanual Propuesto		MANO DERECHA
	Acción	Acción	
Tomar aguaymanto	Acción	Acción	Tomar aguaymanto
Llevar a posición central	Transporte	Transporte	Llevar a posición central
Pelar fruta aplastando la base	Acción	Acción	Pelar fruta aplastando la base
Llevar fruta a contenedor	Transporte	Transporte	Llevar fruta a contenedor
Arrojar fruto en contenedor	Acción	Acción	Arrojar fruto en contenedor
Llevar capullo a basurero	Transporte	Transporte	Llevar capullo a basurero
Arrojar capullo	Acción	Acción	Arrojar capullo
Ir a aguaymanto	Transporte	Transporte	Ir a aguaymanto
Demoras	0	0	Demoras
Acción	4	4	Acción
Transporte	4	4	Transporte

Fuente: Elaboración propia.

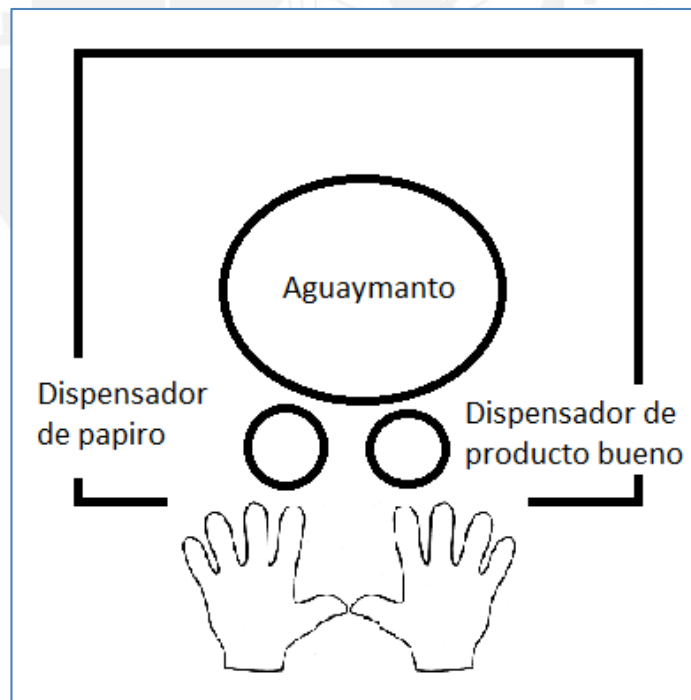


Figura 31: Puesto de trabajo propuesto.

Fuente: Elaboración Propia

Se pudieron observar los resultados de este método de trabajo y la conclusión fue que mejora el rendimiento hasta en un 30% con respecto a los otros métodos de trabajo. De 6 kg por hora a 8 kg por hora.

d. Lavado de materia prima

En el balance de línea se hace mención a la cantidad propuesta de trabajadores para un buen desempeño y que no haga falta la fuerza laboral.

Con el fin de ir estandarizando la planta, se propone el uso de una lavadora automática industrial de frutas de la marca sormac, cuyo modelo es FW-100.

En la figura 32 se puede observar la máquina recomendada para el desarrollo de la tarea de lavado de materia prima.



Figura 32: Imagen máquina lavadora de frutas industrial.

Fuente: Hoja técnica Sormac FW-100

Con esto se espera ahorrar las horas hombre que representa lavar 500 kg de materia prima al día, la cual ya se calculó en el estudio de tiempos.

e. Descarga de producto terminado

Para la descarga de producto terminado, se presentan las dos siguientes propuestas de mejora, siendo el objetivo principal de estas evitar la generación de pérdidas, así como reducir los tiempos de descarga, ya que con las propuestas se planea que ya no sea necesario realizar esta tarea con mucha dificultad, ni tener sumo cuidado en no arrojar producto al piso.

Se propone, por un lado, cambiar las mayas de las bandejas a un calibre inferior, el cual no permita que las pasas de aguaymanto vayan al piso. Actualmente, las mayas tienen un calibre de aproximadamente 1 centímetro. Se recomienda reducir este calibre a la mitad, a 0.5 cm.

Por otro lado, la colocación de una red, de calibre 0.1 cm o inferior, el cual sea colocado entre el horno deshidratador y la mesa de descarga, con el fin de que, si se cayera alguna pasa con trayectoria hacia el piso, esta sea retenida por la red y no se pierda. En el estudio económico se podrá apreciar el impacto que estas propuestas generan en cuanto a ahorro por pérdidas (mermas).

En la figura 33, se puede observar el diseño propuesto para la red de retención de pasas que caigan al suelo. Esta está compuesta por una maya de 1 metro cuadrada, con las puntas ensambladas a elásticos de 30 cm cuyo cabo superior este adherido a un gancho de agarre, los cuales, dos estarán sujetos al horno deshidratador, mientras que los otros dos estarán sujetos a la mesa de descarga de producto terminado.

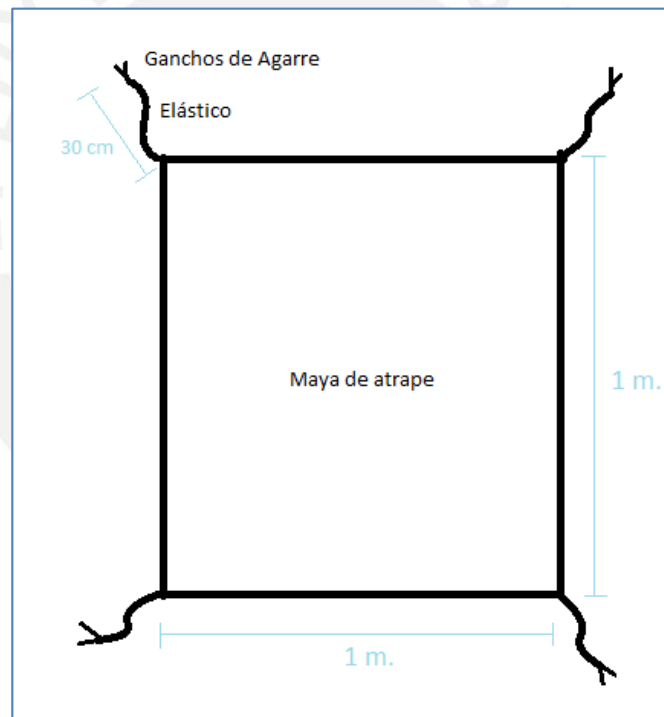


Figura 33: Maya de atrape de pasas de aguaymanto.
Fuente: Elaboración Propia

f. Envasado, sellado y empacado de producto terminado

Para mejorar la eficiencia de este proceso, así como hacer la reducción de personal del mismo, se propone la implementación en el uso de dos dispositivos, uno diseñado por este estudio y el otro es la adquisición de un producto ya existente en el mercado.

Para el desarrollo de dispositivo, se usó herramientas, tanto de la ergonomía como de mejora de procesos, con el fin de obtener una ayuda que esté acorde con los requerimientos de los colaboradores de la zona geográfica donde se encuentra la planta.

Para el diseño de este dispositivo, se busca obtener los siguientes objetivos.

- Reducir la cantidad de operarios de dos (2) a uno (1).
- Reducir el tiempo de ciclo del proceso a un 50%.
- Eliminar la posibilidad que los empaques se ensucien.
- Garantizar el peso invariable de 5,035 kg por block.

f.1. Medidas antropométricas del personal

En la tabla 15 se pueden visualizar las medidas antropométricas de pie que se consideraron pertinentes para el correcto desarrollo de este dispositivo. Para el desarrollo de este cuadro, en la etapa de desarrollo, se eligió a las 5 trabajadoras ligadas al subproceso en estudio y se le tomó las medidas en el mismo lugar de trabajo.

Tabla 15: Medidas antropométricas del personal.

Colaborador	Pie-cintura	Cintura-hombros	Hombros-Muñecas	Hombros-punto visual
1	85	52	54	16
2	72	56	52	13
3	77	49	50	15
4	85	53	42	13
Promedio(u)	79.8	52.5	49.5	14.3
Desviación(lamda)	6.4	2.9	5.3	1.5
Al 80%(Z=1.29)=u-Z*lamda	71.5	48.8	42.7	12.3
Mínimo	72	49	42	13

Fuente: Elaboración propia.

Se pueden observar que las medidas antropométricas de los colaboradores con que se cuenta actualmente, las cuales serán consideradas para el desarrollo del puesto de trabajo de envasado del producto terminado. Se tomarán las medidas que cumplan estadísticamente con el 80% de los casos. Según se puede observar en el cuadro, estas medidas sobrepasan a las 4 colaboradoras estudiadas, sin embargo, estadísticamente sólo cumplen para un nivel de confianza del 80%, lo cual es el objetivo para nuestro espacio de trabajo. Es importante resaltar que, para el desarrollo ergonómico de puestos de trabajo se necesita asegurar que el colaborador no realice sobre esfuerzos, minimice movimientos, con el objetivo de reducir tiempos. Aparte, también es importante minimizar la cantidad de operarios, enfocando los procesos para que una sola persona sea polivalente.

Es decir, la altura de la mesa más el dispositivo que se quiere diseñar, no deberían sumar más de 132.6 cm, desde el piso, al punto visual de la persona, siendo la altura máxima de carga 163 cm. Esto con el fin de que el 80% de nuestras colaboradoras no tengan mayor problema en realizar esta tarea.

Si en el desarrollo, por temas físicos de las bolsas, la altura de la balanza y la altura de la mesa, hiciera superar el punto visual de la persona, se considerará el uso de alguna plataforma para la elevación del colaborador. Esto dependerá de un tema cualitativo de dónde, específicamente para este proceso de llenado de PT, es más importante el punto de atención visual.

f.2. Umbral para el menor ángulo de caída del sifón

El fin de este experimento fue hallar el mínimo ángulo necesario de caída para que las pasas de aguaymanto caigan sin quedarse en el camino. El objetivo de hallar el mínimo ángulo se dio ya que la mesa de trabajo tiene una altura que no se puede reducir ya que se tendría que cortar las patas para que el dispositivo esté a la altura del punto visual de los colaboradores, es por ello, que se busca la mínima altura posible del dispositivo para que no sea necesario el uso de una plataforma en el puesto de trabajo ya que, según se puede observar, en el estudio antropométrico del personal, la estatura de los mismos es bastante reducida respecto al promedio del país y por la cual la mesa de trabajo fue diseñada, antes del desarrollo de este dispositivo.

Para la realización de este experimento, se tomó una plancha de acero inoxidable, 10 pasas de aguaymanto deshidratado y se fue variando el ángulo de caída con el fin de ver cuál era el comportamiento del producto. Se arrojó el producto desde una altura de 15 cm respecto al plano inclinado, con la ayuda de un cucharón especial de llenado, y así lograr que los resultados sean lo más confiables posibles. Los resultados de este experimento se pueden observar en la tabla 16 que se presenta a continuación.

Tabla 16: Resultados experimento ángulo de caída del dispositivo.

	Valor	Altura	Rodamiento
Seno 10	0.17364818	7.6405	3
Seno 15	0.25881905	11.3880	5
Seno 20	0.34202014	15.0489	8
Seno 30	0.5	22.0000	10
Seno 37	0.60181502	26.4799	10
Seno 45	0.70710678	31.1127	10
Seno 60	0.8660254	38.1051	10

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que el umbral de rodamiento, según pruebas realizadas con un plano inclinado de acero inoxidable, es de aproximadamente 20 grados sexagesimales. Por facilidad de medidas, será de 21 °.

En la figura 34 se puede visualizar el comportamiento del producto según el ángulo de inclinación.

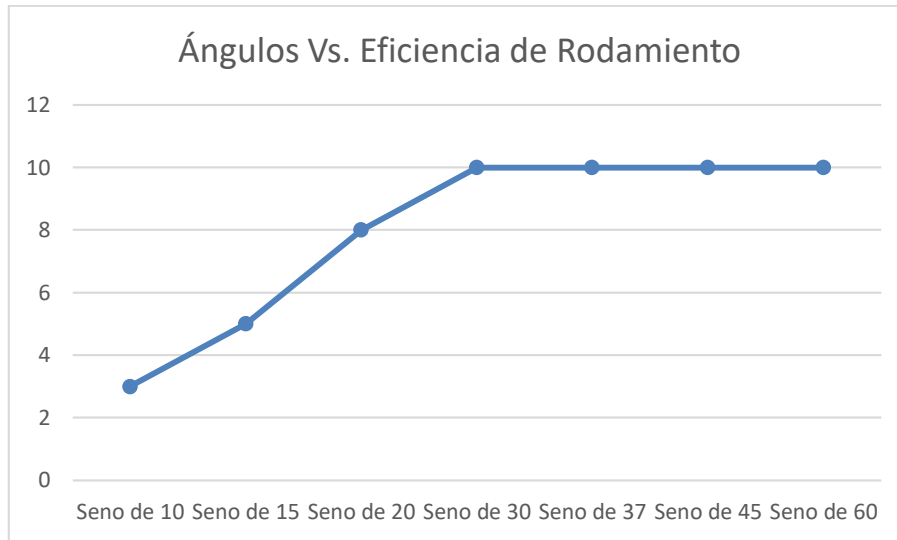


Figura 34: Comportamiento del producto según ángulo de inclinación.
Fuente: Elaboración Propia

f.3. Plano del dispositivo: Llenadora manual de patas de altura variable.

En base a todo lo presentado en las páginas anteriores, se muestra en la figura 35 el diseño en los tres planos horizontal, vertical y de perfil del dispositivo propuesto para lograr los objetivos de esta tarea.

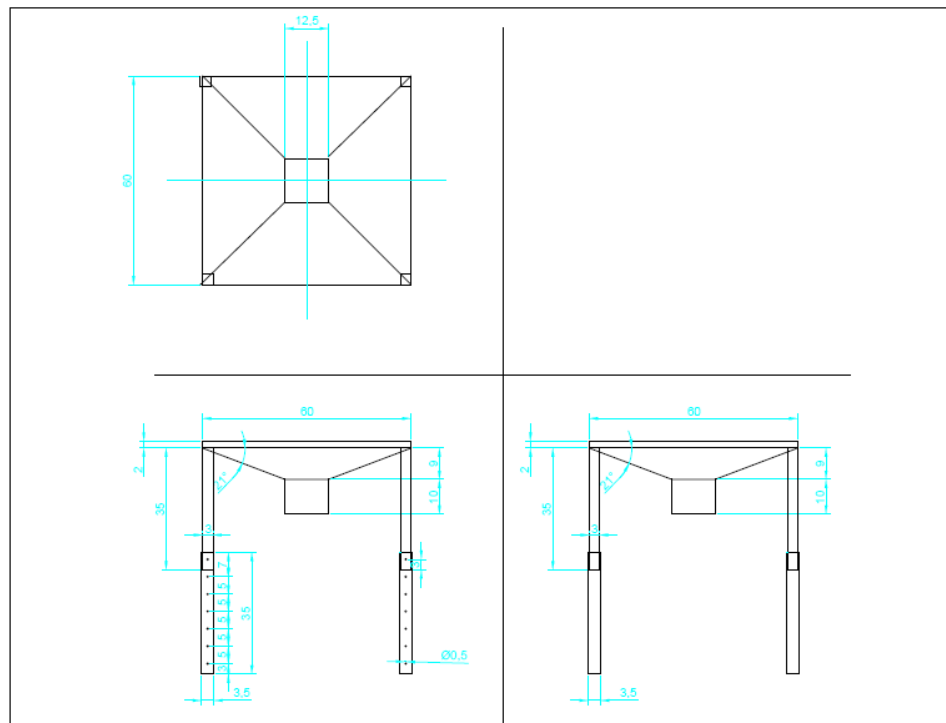


Figura 35: Dispositivo de llenado.
Fuente: Elaboración Propia

El objetivo es que este dispositivo se coloque encima de la balanza de precisión con la que cuenta la planta y sólo se requiera el uso de los servicios de un colaborador, evitando pérdidas por caídas de PT, así como reducir los tiempos de operación.

Sin embargo, de nada sirve tener un llenado rápido y eficiente, si más adelante tenemos una tarea que impide el flujo continuo del proceso, o cuello de botella, es por esto que a continuación se presenta los planos de un dispositivo alternativo que ayude a que, como ya se explicó en la etapa de problemas y causas de la presente, se reduzca el tiempo de sellado, por lo menos, en un 50%, eliminando tiempos muertos que es cuando la máquina está en funcionamiento y no da la opción de ir preparando el siguiente ladrillo, *bulk*, para extraer e ingresar el producto final al sellado al vacío. De este modo, se espera un grado de utilización de máquina máximo.

Es importante remarcar, que el diseño que se presentará en la figura 36, no es un diseño propio, sino que es una copia mejorada del molde ya existente con las medidas deseadas para las cajas. Se ha buscado evitar puntos punzocortantes ya que el actual molde presenta deficiencias, esto debido a que existe gran porcentaje de pérdidas en las bolsas especiales de vacío.

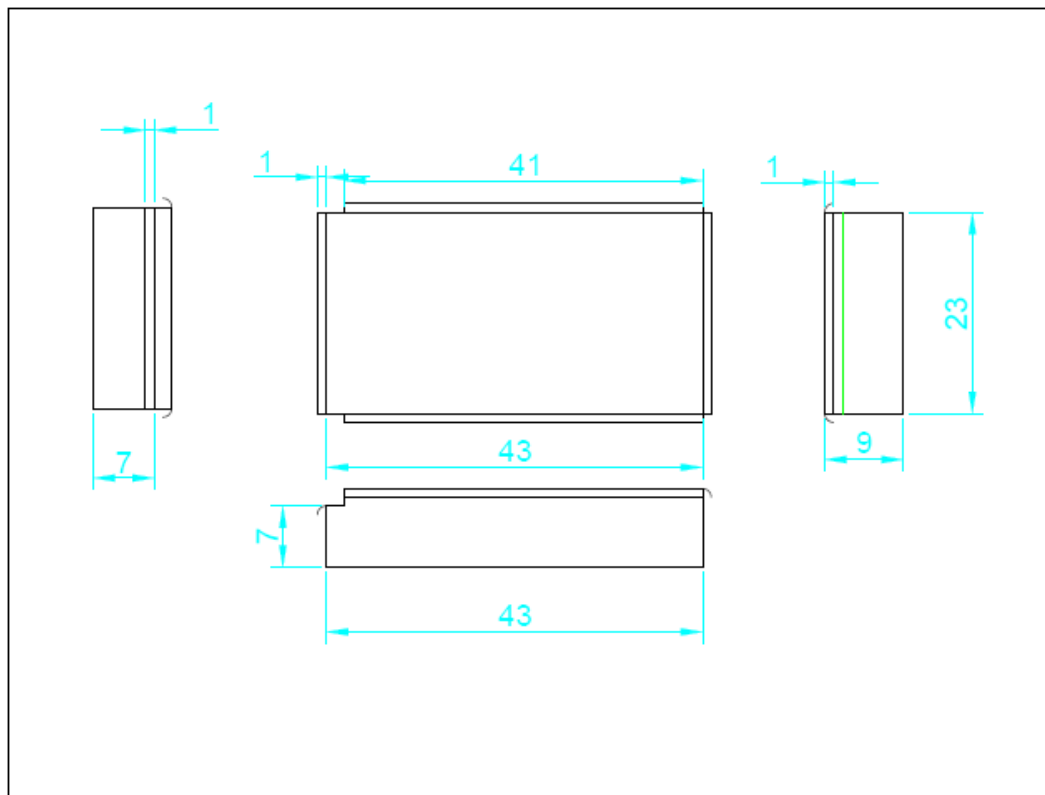


Figura 36: Molde para selladora al vacío.
Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Balance de línea

En vista de que algunas tareas no tienen un número exacto de trabajadores, y por otro lado se tienen tareas en las cuales el trabajo habitual de los trabajadores es superior a 8 horas diarias, es que se presenta un balance de línea, siendo de carácter indispensable para la mejora de los procesos de la planta estudiada. A continuación, se presenta el balance según los requerimientos percibidos en la etapa de investigación y análisis de la presente.

En la tabla 17 se muestra los resultados del balance de línea para el proceso de deshidratado de aguaymanto.

Tabla 17: Balance de línea de procesos

Estudio de tiempos Physalis deshidratada	Tiempo	Ratio	Nro. Personas (actualmente)	Nro. personas requerida	Nro. personas propuestas	Utilización
Nombre de la tarea						
1.Día 1						
1.1 Pesado de materia prima	20.01	minutos	1	0.0416	1	4.16%
2. Día 2						
2.1 Preparación zona de pelado	15.98	minutos	8		10	
2.2 Pelado de materia prima	6.59	kg/hora	8	9.81*	10	98.10%
2.3 pesado de MP pelada	7.52	minutos	8	-	10	1.57%
2.4 Lavado de MP	18.34	horas	2	2.29	3	76.42%
2.5 Extracción del producto deshidratado	4.06	horas	2	0.51	1	50.75%
2.6 Envasado del producto deshidratado	18.9	horas	2	2.36	3	78.75%
2.7 Envasado de mermelada	30.43	minutos	2	0.0634	1	6.34%

Fuente: Elaboración propia.

Nota*: Para el cálculo de personas requeridas, se tomó en cuenta el tiempo de set-up del proceso de pelado, el cual es el tiempo de preparación de zona de pelado.

Como se puede observar, existen varias tareas en las cuales el grado de utilización es bastante bajo, por ejemplo, para el pesado de materia prima, el pesado de materia prima

pelada o el envasado de la mermelada. Por otro lado, existen tareas, como el lavado de materia prima, la extracción de producto terminado y el envasado de deshidratados, en los cuales, el nivel de utilización es medio.

Es por ello que se propone la siguiente la siguiente estructura de trabajo.

El pesado de materia prima, lo debe realizar una supervisora, ya que son datos influyentes a la economía de la empresa ya que con estos se hacen los pagos a proveedores y se mantienen las variables de los procesos bajo control. El pelado y pesado de materia prima lo realizarán 10 personas, con el fin de que sólo se trabaje 8 horas. Para el lavado de materia prima, se proponen 3 personas, el tiempo restante de la tercera persona, la cual estará el 69.75% de su tiempo ocioso, puede dedicarse a tareas de limpieza de planta, apoyo a la supervisión, entre otros. Para la extracción y envasado de producto se recomienda el uso de sólo 3 personas, ya que el tiempo ocioso de la tercera persona en el envasado de producto 63.75%, el cual podría fácilmente dedicar a la extracción del producto deshidratado, el cual, requiere el 50.75% del tiempo de una persona. Para el 13% restante, se podría dedicar también a tareas de orden y limpieza de planta.

En suma, se requiere de 1 supervisor y 16 personas para tareas de trabajos operativos, con la capacidad actual de planta.

Para el proceso de producción de mermelada de aguaymanto, es sólo necesario el uso de una persona más, que sea la responsable de esta y que se apoye con el tiempo ocioso de la tercera persona en el área de lavado.

Como se pudo observar en este análisis de, en primer lugar, carga de trabajo, y en segundo lugar, balance de línea, es que los recursos de los procesos no se encuentran actualmente balanceados. Como se pudo observar, actualmente se trabaja con menos personal del requerido, es por ello, que en campo se pudo ver que algunos trabajadores hacen sus labores por hasta más de 11 horas. Ingresando a las 7 am y saliendo a las 7 pm, con una hora de refrigerio de 12 m. a 1pm, como ya se explicó en la presentación de la empresa.

Como se pudo observar, y con el fin de darle a este estudio mayor enriquecimiento en cuanto análisis, se procederá, en el siguiente capítulo, a hacer una evaluación ergonómica de cada puesto de trabajo, con el fin de mejorar la eficiencia de las trabajadoras, así como asegurar el buen desempeño de las actividades de la empresa a largo plazo.

6.1.3 Mejoras en Layout

Para la propuesta de mejora en el layout se consideraron temas de ingeniería de planta como la reducción de movimientos entre tarea y tarea, y hacer que el flujo de los procesos sean lo más continuos posibles.

En la figura 37 se muestra el layout propuesto, después de revisar cómo se encuentra actualmente, siempre siguiendo las dos leyes ya expuestas.

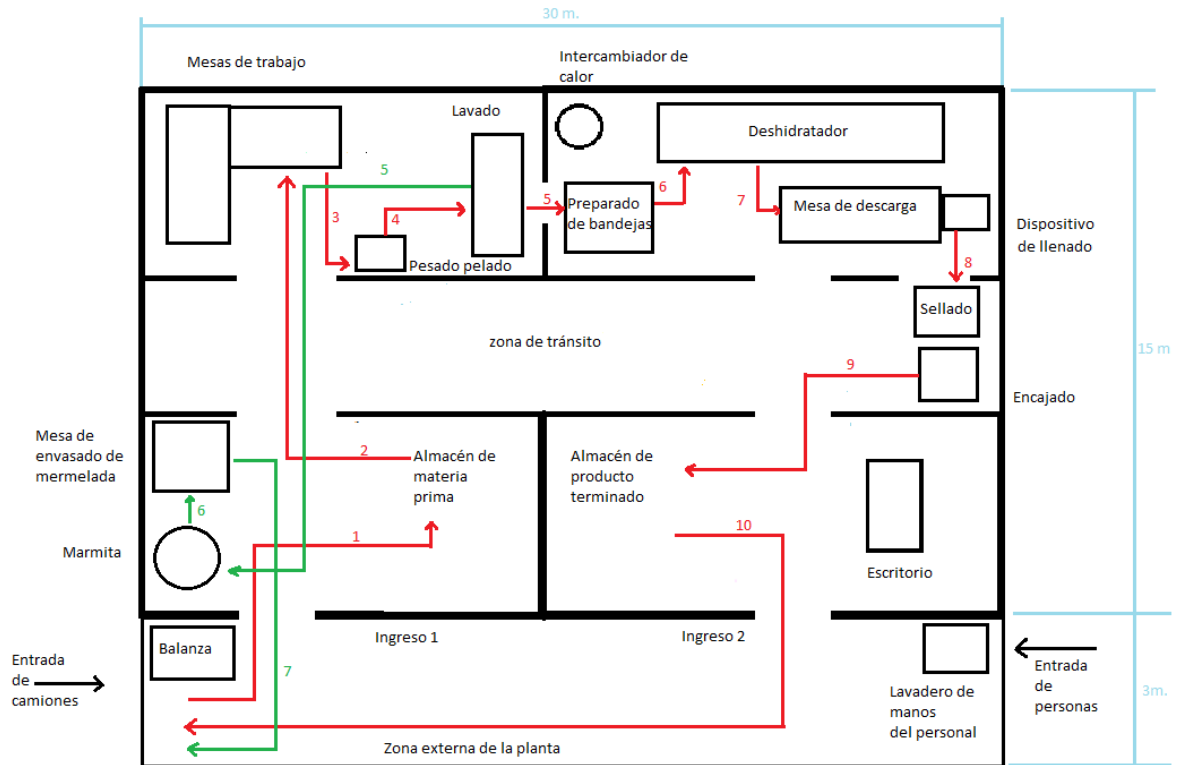


Figura 37: Layout de planta propuesto.
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en el diseño de la figura 36, se han reacomodado las áreas de trabajo con el fin de hacer un flujo continuo y evitar el exceso de movimientos. De este modo, se planea que con estos cambios simples la operación de la planta mejore de manera exponencial.

4.2 Mejoras Ergonómicas por puesto de trabajo

En el presente punto se presentará las propuestas de mejora para los tres puestos de trabajo para importantes encontrados en la organización, ya analizados en el capítulo anterior.

En la tabla 18 se presenta el resumen de mejoras por puestos de aguaymanto deshidratado.

Tabla 18: Resumen de mejoras por puestos de aguaymanto deshidratado.

Mejoras ergonómicas por puesto	
1	Puesto de pelado
1.1	Mejora en ergonomía ambiental
	Colocar dos inyectores de aire fresco con el fin de generar un flujo de aire, de ingreso y salida
	colocar 6 fluorescentes más, con el fin de mejorar la cantidad de lúmenes, ya que se necesita agudeza visual
1.2	Mejoras en ergonomía física
	Colocación de sillas ergonómicas con el fin de evitar sobreesfuerzos músculo esqueléticos
1.3	Mejoras en ergonomía mental
	Hacer una reunión mensual para mejorar el clima laboral en donde se toquen los temas de trabajo positivos y negativos
	Hacer paradas programadas de 10 minutos
	Hacer rotación de personal programada
1.4	Mejoras en ergonomía biomecánica
	Adquisición de fajas para mantener la posición del puesto en forma correcta
1.5	Mejoras en ergonomía antropométrica
	Adquisición de bases o tarimas con las alturas necesarias para cada trabajador
2	Puesto de lavado
2.1	Mejora en ergonomía ambiental
	Utilización de guantes aislantes de jebe para temperaturas de 10°C
2.2	Mejora en ergonomía antropométrica
	Levantamiento de 30 cm, con el fin de tengan la altura del lavadero al nivel del tórax.
3	Puesto de embolsado y sellado
3.1	Ergonomía física
	Adquisición de una mesa multi-alturas con las medidas que permitan a los colaboradores realizar sus labores, sin esfuerzos físicos.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 Puesto de pelado

a. Mejoras en ergonomía ambiental

Como las temperaturas superan los 28°C, se proponen colocar dos inyectores de aire fresco con el fin de generar un flujo de aire, de ingreso y salida, con el uso de los extractores eólicos que ya existen. Esto, se espera, baje en 5 grados, hasta una temperatura de 23°C, con el uso del aire frío serrano externo, ya que la planta se encuentra a 3000 msnm.

Por otro lado, se propone colocar 6 fluorescentes más, con el fin de mejorar la cantidad de lúmenes en los puestos de trabajo, en especial en el puesto de pelado, que requiere mucho uso del sentido de la vista.

b. Ergonomía física:

Como el tiempo promedio diario de pelado es de 10 horas, y los colaboradores trabajan de pie, y ya habiendo evaluado los impactos que esto genera, se propone la colocación de sillas ergonómicas con el fin de evitar sobreesfuerzos músculo esqueléticos y así el rendimiento mejore sustancialmente a largo plazo. De esta manera, también la columna estará en una mejor posición, las rodillas no sufrirán sobre esfuerzos y el rendimiento general, cualitativo y cuantitativo se verá beneficiado.

c. Ergonomía mental:

La ergonomía mental está directamente relacionada con temas de clima laboral, así como estreses por trabajos prolongados, desmotivación, entre otros. Es por ello, que se propone los siguientes acápite para mejorar la ergonomía mental de esta área.

c1. Una reunión almuerzo mensual

Este con el fin de que se pueda dar un evento social en donde todos participen, se converse de los problemas y los aspectos positivos dentro del trabajo en el mes vigente. Con esto también se espera se mitiguen los problemas de generación de grupos internos, generando así una fuerza laboral en comunidad, que genere sinergia de trabajo. Esta propuesta es para todos los colaboradores involucrados en planta, no sólo para los del área de pelado.

c2. Paradas programadas de diez minutos

Se propone hacer 2 paradas, una a las 10 de la mañana y otra a las 3 de la tarde. Esto con el fin de mejorar el rendimiento y alargar su impacto en la curva de rendimiento. Se propone que en estas paradas se hagan ejercicios mentales de relajamiento y de movimientos corporales.

c3. Hacer un formato de intercambio de tareas

Se propone hacer un formato, el cual dirija y organice al personal de toda la planta, con el fin de que vayan rotando de puestos. Así, no existirá monotonía en el trabajo, mejorando directamente el clima laboral. En la tabla 18 se muestra un formato propuesto diario para que cada trabajador sepa a qué puesto ha sido asignado por medio de su supervisor. Con esto, también se puede saber en qué puesto qué trabajador es mejor, revisando los datos de producción en cuanto a eficiencias por colaborador.

En la tabla 19, se presenta un esbozo para el formato propuesto de rotación de puestos.

4.2.2 Puesto de Lavado

a. Ergonomía ambiental

El puesto de lavado tiene contacto directo con agua a 10°C aproximadamente, la cual es bastante fría para que la piel esté en contacto directo, así como también el enfriamiento de articulaciones entre falanges. Es por ello, que se propone el uso de guantes de jebe como aislante para el frío.

b. Ergonomía antropométrica

Debido a las medidas antropométricas de las colaboradoras asignadas al proceso de lavado de MP, se propone el levantamiento de 30 cm, con el fin que tengan la altura del lavadero al nivel del tórax, exactamente en el diafragma. Actualmente, la altura está en la cintura, lo que conlleva a que, con el paso de las horas de trabajo, se pueda observar una curvatura tanto en la parte lumbar, como en la cervical, lo que a futuro podría acarrear problemas con enfermedades ocupacionales.

4.2.3 Puesto de embolsado y sellado

a. Ergonomía física

Como actualmente se embolsa en la mesa de descarga, la selladora se encuentra en el piso y no existe un área para colocar los bulks en sus cajas para la exportación, sino que se hace encima de jabs volteadas, se propone la adquisición de una mesa multi-alturas con las medidas que permitan a los colaboradores realizar sus labores, sin esfuerzos físicos. Para esto, se recomienda tomar en cuenta las medidas analizadas para el desarrollo del dispositivo de empaquetado, propuesto en la presente, según el cual proyecta que la mesa debería tener una altura máxima de 1 metro, para la parte donde se encuentra la máquina selladora, ya que esta ya tiene una altura de 40 cm, para la sección de llenado, 0.9 metros, ya que el dispositivo tiene una altura de 60 cm, variable según alturas, y la parte final de encajado, una altura de 1.3 metros, con el fin de que las cajas se encuentren a la altura de los codos del personal involucrado.

4.3 Cronograma de implementación de trabajo

En el presente punto se presentará el cronograma de implementación de las mejoras y del general de las propuestas, desde la evaluación, desarrollo y validación del proyecto, así como también la implementación de las mejoras, tanto en procesos, ergonomía, dispositivos, entre otras propuestas ya presentadas en el presente trabajo.

En la tabla 20 se puede observar las 18 tareas a realizar para la implementación de las mejoras propuestas en la presente tesis.

Tabla 20: Tareas para la implementación de mejoras propuestas

	Cronograma de implementación de mejoras	Dias
1	Elaboración de la evaluación de mejora de procesos	10
2	Desarrollo de evaluación	5
3	Desarrollo de diagnóstico y validación de causas	7
4	Elaboración de propuestas tiempos	5
5	Validación de propuestas	3
6	Capacitaciones al personal	10
7	Implementación llenadora	13
8	Implementación de maya retenedora	13
9	Implementación de lavadora de aguaymanto	13
10	Implementación de reducción de temperatura	13
11	Implementación de mejoras de luminarias	13
12	Implementación de mejoras en ergonomía física área de pelado	13
13	Implementación de mejoras en ergonomía biomecánica	13
14	Implementación de paradas programadas de 10 min	13
15	Implementación de mejoras en ergonomía antropométrica	13
16	Implementación de levantamiento de lavadero 30 cm	13
17	Implementación de mesa para envasado, sellado y encajado	13
18	Seguimiento a las mejoras	15

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, son 18 actividades a realizar, desde la evaluación de las mejoras propuestas, pasando por la validación de las propuestas, durante las primeras 4 semanas, capacitaciones al personal, por dos semanas, implementación de los dispositivos propuestos, por dos semanas y media, la implementación de las mejoras ergonómicas, por aproximadamente 3 semanas y finalizando con 3 semanas de seguimiento a las mejoras.

En el anexo 21 se puede observar el cronograma de implementación detallado de mejoras, el cual consta de 10 semanas de periodo activo y de medio año de seguimiento a las mejoras.

CAPITULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1 Costos de inversión

5.1.1 Resumen

En este capítulo se analiza desde el punto de vista económico la viabilidad de las ideas desarrolladas en el capítulo anterior. Para esto se analizó todos los costos de inversión para cada una de las propuestas, tanto en mejora de procesos desde el punto de vista del estudio del trabajo, sino, también todas las mejoras ergonómicas revisadas con la metodología propuesta.

En la tabla 21 se puede observar el resumen de los costos de inversión tanto para el desarrollo del proyecto, como para el desarrollo de las propuestas.

Tabla 21: Resumen inversiones iniciales

Concepto	Costo
	normal
Elaboración de la evaluación de mejora de procesos	S/26,250.00
Desarrollo de evaluación	S/2,372.50
Desarrollo de diagnóstico y validación de causas	S/12,000.00
Elaboración de propuestas tiempo	S/3,400.00
Validación de propuestas	S/3,750.00
Capacitaciones al personal	S/7,041.60
Costos llenadora	S/3,554.60
Costos maya retenedora	S/608.40
Lavadora de aguaymanto	S/10,450.00
Reducción de temperatura	S/2,000.00
Mejora de luminarias	S/450.00
Mejora en ergonomía física área de pelado	S/4,030.00
Mejora en ergonomía biomecánica	S/488.00
Paradas programadas de 10 min	S/17.00
Mejora en ergonomía antropométrica	S/1,000.00
Levantamiento de lavadero 30 cm	S/300.00
Mesa para envasado, sellado y encajado	S/1,800.00
Costos de seguimiento de las mejoras	S/5,950.00
Inversión inicial	S/85,462.10

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener una mejor idea a detalle de la tabla presentada, revisar el anexo 18 de cálculos de análisis económico, en la primera hoja de costos de inversión.

5.1.2 Análisis costos de inversiones

Para la evaluación de las inversiones ya presentadas en el resumen de estas, se procede a analizar cada uno de las cuentas con más detalle con el fin de saber de dónde proviene cada costo.

En el anexo 16 se podrá encontrar el análisis exhaustivo sobre los costos de inversiones.

5.2 Cálculo tasa de descuento y oportunidad del mercado

Para el cálculo de la tasa de descuento, se investigó la tasa libre de riesgo en dólares, la prima por riesgo, el beta desapalancado, el riesgo país y con esto se calculó el beta apalancado y el retorno esperado. En la tabla 22 se puede observar los valores de las variables expresadas.

Tabla 22: Costos de capital

Costos de capital		Comentarios
Tasa libre de riesgo en US\$	4.28%	Promedio: últimos 10 años de los Bonos del Tesoro de EEUU a 30 años
Prima por riesgo	6.82%	Promedio: últimos 25 años del S&P500 menos la tasa libre de riesgo
Beta desapalancado	1.39%	demorarán beta by sector
Beta apalancado	1.88%	Fórmula: $\text{betadesapalancado} * (1 + \text{pasivo/patrimonio} * (1 - T))$
Riesgo país	2.26%	Promedio: últimos 10 años de Riesgo País Perú
Retorno esperado	19.3%	Fórmula: $\text{tasa libre de riesgo} + \text{BetaApalancado} * \text{primaporriesgo} + \text{riesgoPais}$

Fuente: Elaboración propia.

Se ha considerado un pasivo y patrimonio igual ya que no se cuenta con los estados financieros de la empresa. En las tablas 23 y 24 se puede observar la estructura de activos considerada, así como el costo de la deuda en dólares.

Tabla 23: Costos de capital

Estructura de activos	
Pasivo/(Pasivo+Patrimonio)	50.00%
Pasivo/Patrimonio	100.00%
Tasa de impuesto a la renta	30.00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: Costos de capital

Costo de la deuda	
Costo de la deuda en dólares	6.50%

Fuente: Elaboración propia.

Con todo lo anterior, la tasa de descuento resulta en 13.6 %.

5.3 Beneficios de las propuestas de mejora

5.3.1 Resumen de los beneficios

Se calcularon todos los beneficios de las propuestas desarrolladas en el capítulo anterior, y se hizo variaciones en el impacto de estos en los resultados de los rendimientos de los trabajadores ante la posible puesta en marcha de las mejoras propuestas. En la tabla 25 se presenta el resumen de los beneficios de las propuestas de mejora.

Tabla 25: Beneficios de las propuestas de mejora.

Resumen de ahorros trimestrales	normal	pesimista	optimista
Dispositivo de envasado	703.12	468.75	937.50
Maya retenedora	2291.25	1057.50	3172.50
Método de trabajo de pelado	4411.76	2500.00	6562.50
Lavado de MP	3164.06	2109.37	3407.45
Reducción de temperatura	715.85	245.84	1778.18
Mejora en las luminarias	1822.91	559.70	2500.00
Mejora en la ergonomía física área pelado	1808.03	1028.45	2523.54
Mejora en la ergonomía biomecánica	518.46	518.46	1061.58
Mejora de clima laboral- paradas programadas	1456.47	401.27	1940.10
totales	16892.00	8889.00	23883.00

Fuente: Elaboración propia.

5.3.2 Beneficios por cada mejora

Para la evaluación de los beneficios ya presentados en el resumen de estos, se procede a analizar cada una de las cuentas con más detalle.

En el anexo 17 se podrá encontrar el análisis exhaustivo sobre los beneficios por cada mejora.

5.4 Flujos de caja.

Una vez analizados los beneficios de cada mejora, así como los costos asociados a los mismos, se procede a hacer un análisis de los flujos de caja proyectados. En primer lugar, se presentarán los flujos cuando la efectividad de las mejoras sólo alcanzan una efectividad del 50%, después se presentarán al 60% y 70%. Se han tomado estos valores ya que se calcula que como se trata de una empresa relativamente pequeña, habrá un mayor seguimiento a las mejoras. Por cada efectividad, se analizará los tres escenarios, para un posterior cuadro resumen de análisis de sensibilidad.

a. Flujos de caja a un 50 por ciento de efectividad.

Se analizaron todos los costos asociados a las mejoras, así como los beneficios trimestrales de los mismos, tomando como referencia una mejoría de un 5% en los beneficios por trimestre. Sin embargo, para este análisis se propone que sólo se logrará el 50% de los beneficios ya expresados en el punto 7.3 de la presente.

En el anexo 18 se pueden observar los cálculos y en el anexo 19 se pueden observar los cuadros con los flujos de caja, así como los comentarios de los mismos.

b. Flujos de caja a un 60 por ciento de efectividad.

Se analizaron todos los costos asociados a las mejoras, así como los beneficios trimestrales de los mismos, tomando como referencia una mejoría de un 5% en los beneficios por trimestre. Sin embargo, para este análisis se propone que sólo se logrará el 60% de los beneficios ya expresados en el punto 7.3 de la presente.

En el anexo 18 se pueden observar los cálculos y en el anexo 19 se pueden observar los cuadros con los flujos de caja, así como los comentarios de los mismos.

c. Flujos de caja a un 70 por ciento de efectividad.

Se analizaron todos los costos asociados a las mejoras, así como los beneficios trimestrales de los mismos, tomando como referencia una mejoría de un 5% en los beneficios por trimestre. Sin embargo, para este análisis se propone que sólo se logrará el 70% de los beneficios ya expresados en el punto 7.3 de la presente. En el anexo 18 se pueden observar los cálculos y en el anexo 19 se pueden observar los cuadros con los flujos de caja, así como los comentarios de los mismos.

5.5 Análisis de sensibilidad

Con todo lo anterior, en la tabla 26 se presenta el análisis de sensibilidad para cada efectividad estudiada. Para las conclusiones de la presente, se tomará como referencia un 60% de efectividad en el impacto de las mejoras, con el fin de analizar la sensibilidad del proyecto en los diferentes escenarios.

Tabla 26: Análisis de sensibilidad.

Efectividad de ahorros	50%			60%			70%		
	Normal	pesimista	optimista	Normal	pesimista	optimista	Normal	pesimista	optimista
VAN	53616.0	-12272.4	111179.2	81431.7	2365.6	150507.5	109247.3	17003.5	189835.8
TIR trimestral	12.31%	4.91%	17.50%	14.90%	6.79%	20.74%	17.34%	8.51%	23.84%
Ratio B/C	0.63	-0.14	1.30	0.95	0.03	1.76	1.28	0.20	2.22

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar el valor actual neto del proyecto, oscila entre 2365 a 150507.5 con una media de 81431.7 soles. Lo que significa que, en todos los escenarios, el valor actual neto es positivo, el cual es el primer indicador de que conviene hacer la inversión. Por otro lado, la tasa interna de retorno, oscila entre 6.79 a 20.74%, con una media de 14.9 %. Esto quiere decir que la tasa mínima es mayor que la tasa de ahorros que actualmente da la financiera con mejor rentabilidad de 6.5%. Que la media sea de 14.9% significa que la tasa es mayor al WACC de 13.6%. Por último, la proporción de costo beneficio oscila entre 0.03 a 1.76, con una media de 0.95, siento todos los números cercanos a 1. Para evitar que existan pérdidas, se debería tener una mayor efectividad. En las figuras 38 y 39 se muestran los comportamientos del valor actual neto y la tasa interna de retorno en los tres escenarios estudiados.



Figura 38: Comportamiento del valor actual neto.
Fuente: Elaboración Propia



Figura 39: Comportamiento de la tasa interna de retorno.
Fuente: Elaboración Propia

Esto significa que el proyecto es económicamente factible.

CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

A lo largo de la presente investigación se logró demostrar que, con mejoras de procesos, de métodos de trabajo, así como de ergonomía, desde la ambiental, física, mental, biomecánica y antropométrica, traerán beneficios económicos representativos. Es por ello que se puede llegar a las siguientes conclusiones presentadas en los puntos a continuación.

- La compañía estudiada se encuentra, actualmente, una etapa de crecimiento, tanto en infraestructura, como en la búsqueda de nuevos mercados, tanto internos como en el extranjero. Es por ello, que la presente investigación, diagnóstico y propuesta de mejora permitirá a la organización estar preparada para responder y actuar a cualquier cambio eventual que pueda suscitarse en los próximos semestres, más aún por ser un campo mundialmente competitivo y estar en la tendencia de los comportamientos de consumo.
- En el diagnóstico del presente estudio se pudieron observar distintos problemas de diversa índole. Se analizaron y evaluaron los dos procesos más representativos para la organización, realizándose un estudio de tiempos, para ello, se calculó un tamaño de muestra aplicando herramientas estadísticas. Además, se hizo un estudio de desplazamientos dentro de la planta, adicionándole un diagrama de análisis de procesos y de recorrido, con el fin de mejorar el layout de la misma. También, se realizó un análisis de carga de trabajo con el fin de balancear la línea de producción. Asimismo, se evaluó los tres puestos más de mayor impacto en los procesos, haciendo un análisis ergonómico, con el propósito de mejorar la productividad de los colaboradores, así como por la preocupación de que se labore en bienestar físico y mental.
- Dentro de los objetivos principales de las propuestas de mejora, se concentró en reducir los costos de producción, mejorar la productividad del personal, reducir tiempos de producción, mejorar métodos de trabajo y, como complemento, mejorar el bienestar de los colaboradores y la organización mejorando la ergonomía de los puestos de trabajo. Todo esto, con el objetivo de aprovechar los recursos de la empresa de formar eficiente y eficaz.
- Se utilizó herramientas de mejora de control de calidad, de estudio del trabajo y de ergonomía, ya que estas resultan muy dinámicas, adaptándose a cualquier tipo de escenario, actividad económica y tipo de negocio, permitiendo hacer un análisis sólido de cualquier tipo de problema, favoreciendo a dar soluciones inmediatas y de mediano plazo a las mismas, proporcionando resultados muy efectivos los cuales pueden ser analizados en el estudio económico de las propuestas.
- Las mejoras en el layout de planta permitirán ahorrar tiempo de movimientos, en aproximadamente 10 %, así como también evitar que los colaboradores utilicen en exceso desgaste físico en la carga de materias primas e insumos.
- Las calibraciones de los equipos de medición permitirán ahorrar en excedentes de pagos a proveedores y tener un mejor cálculo de las medidas de materias primas

que circulan por el proceso para así tener un mejor control de calidad. Los ahorros calculados de ahorro son de aproximadamente 5% del total de costos de compra de materias primas.

- La capacitación de personal permitirá mejorar los rendimientos y homogeneizarlos para que todo el personal tenga el mismo método óptimo de trabajo. Además, permitirá que se reduzca la rotación de personal, la cual se pudo observar era bastante alta durante el periodo de estudio. Esta propuesta, en un escenario normal, mejorará en un 24% el rendimiento de esta tarea.
- Con los resultados del balance de línea se podrá colocar la cantidad de personas correcta por cada puesto de trabajo. Así, se evitarán sobrecostos por personal ocioso.
- Se propone la compra de una lavadora automática de frutos la cual asegurará la correcta eliminación de residuos orgánicos e inorgánicos del medio ambiente, así como también la reducción de personal en este proceso, pensando en el crecimiento de la producción de la empresa. Esta propuesta, en un escenario normal, mejorará en un 75% el rendimiento de esta tarea.
- Los dispositivos propuestos, como la maya retenedora de producto terminado permitirán ahorros significativos en mermas. Además, la envasadora manual ergonómica mejorará el tiempo de envasado, así como permitirá aumentar la producción de la empresa, reduciendo la cantidad de personal para esta actividad.
- Se tienen diversas propuestas de mejora en cuanto de temas de ergonomía ambiental, física, mental, biomecánica y antropométrica, las cuales permitirán mejorar el clima de trabajo, así como mitigar la probabilidad de ocurrencia de enfermedades ocupacionales. Todas estas propuestas mejoran el rendimiento del personal en un 7%.
- En condiciones normales, a un 60% de efectividad de las propuestas, la presente investigación supone una TIR de 14.9%.

Como se puede observar, las mejoras propuestas, en todos los casos generan futuras ganancias para la empresa. Desde las pequeñas aportaciones de pequeños cambios en el layout de la planta, hasta grandes cambios e inversiones como la compra de una máquina industrial de lavado de frutas, la elaboración de los dispositivos propuestos y el cambio de los métodos de trabajo para algunas de las actividades de los procesos estudiados.

Se requerirá capacitar de forma muy exhaustiva a todo el personal, con el fin de estandarizar los métodos de trabajo, los procesos. Además, las capacitaciones serán de suma importancia ya que permitirán general una cultura organizacional estandarizadas, así como mejorarán las prácticas de trabajo de todo el personal.

Finalmente, se concluye que la aplicación del presente trabajo requerirá del apoyo de toda la organización estudiada en todos sus niveles, desde la gerencia, hasta el personal de apoyo de la planta y de los almacenes, pasando por los colaboradores de los diversos puestos de trabajo analizados.

6.2 Recomendaciones

Entre las principales recomendaciones, se proponen las siguientes las cuales son presentadas en los siguientes puntos.

- Aplicar el plan de implementación de mejoras propuesto en el anexo 21, el cual se compone de 10 semanas para llevar a cabo los cambios y se recomienda 6 meses de verificación de resultados y mejora continua.
- Realizar las mejoras de layout de planta con el fin de mejorar la fluidez de los procesos y los colaboradores tengan una mejor calidad de trabajo ya que se reduciría el desgaste físico del personal.
- Calibrar todos los equipos para que no haya errores al momento de la compra de materias primas y así evitar excesos de gastos. Además, esto mejora la calidad del producto ya que se tiene un mejor seguimiento a los procesos.
- Capacitar a todos los colaboradores en el uso de implementos, nuevos procesos y procedimientos, temas de ergonomía y métodos de trabajo en las operaciones que más representatividad tienen en el estudio de tiempos como lo es el pelado.
- Balancear la línea de producción para tener todos los puestos ocupados, pero sin falta ni exceso de capital humano. De esta forma se plantea obtener la máxima eficiencia de trabajo manual en la planta.
- Comprar una lavadora automática la cual asegure la calidad del producto, así como ahorre excesiva cantidad de trabajadores y los problemas ergonómicos ya analizados que trae detrás el área de lavado. Como se analizó en el presente trabajo, este dispositivo permitirá una mejora significativa en la eficiencia del proceso.
- Implementar los dispositivos propuestos en la presente investigación, con el fin de mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos. Entre estos, el dispositivo de llenado semi manual, mejora los tiempos de llenado de producto terminado en 3 horas hombre por día, lo que representa aproximadamente una reducción 18% de un total de 16 horas hombre diarias observadas en el estudio de tiempos.
- Resulta de suma importancia la implementación de la maya retenedora de producto terminado, ya que se pudo observar durante los días de visita a la planta que había mucha merma en el piso ocasionando, no sólo pérdidas económicas, sino también mal aspecto y baja salubridad en una planta de alimentos.
- Aplicar el método de pelado más eficiente para conseguir, en un escenario normal, de un 24% en la eficiencia de la actividad, ya que no existe máquina en el mercado que realice esta tarea de manera automática.

BIBLIOGRAFIA

- ADAM
2015
Síndrome del túnel carpiano.
<<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000433.htm>>
Consulta: 10-12-16
- APA
2015
Tipos de estrés.
< <http://www.apa.org/centrodeapoyo/tipos.aspx>>
Consulta: 10-12-16
- BALLOU, Ronald H.
2004
Logística: administración de la cadena de suministro.
Quinta edición. Pearson Education. Naucalpan de Juárez.
- BASCUAS, Javier y Rosa HUESO
2012
Análisis de tareas con movimientos repetitivos en extremidades superiores. Ergonomía: 20 preguntas básicas para aplicar ergonomía en la empresa. Segunda edición. Edipack gráfico. España.
- CARREÑO, Adolfo.
2011
Logística de la A a la Z. Primera Edición. Fondo editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- CHOPRA, Sunil.
2008
Administración de la Cadena de Suministro. Tercera edición. Pearson Education. México.
- COYLE, Sunil.
2013
Administración de la Cadena de Suministro: una perspectiva logística. Novena. Cengage Learning. México.
- CRUZ, Alberto
2013
Ergonomía Aplicada. Cuarta edición. Editorial Banco de la República. Colombia.
- ECI
2007
Protocolo de niveles de ruido.
<<http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>>
Consulta: 13-11-16

EU-OSHA 2015	Definición de trastornos músculo-esqueléticos. < https://osha.europa.eu/es/faq/preguntas-frecuentes/bfque-son-los-trastornos-musculo-esqueleticos-de-origen-laboral-tme > Consulta: 16-11-16
GALLOWAY, Dianne. 2002	Mejora continua de Procesos. Primera Edición. Editorial Gestión 2000 S.A. Barcelona
GARNICA, Andrés 2013	Ergonomía Aplicada. Cuarta edición. Editorial Banco de la República. Colombia.
HUNT, V. Daniel 1996	Process Mapping: How to Reengineer your Business Processes. Editorial . John Wiley & Sons. New York.
IYER, Ananth 2010	Administración de la cadena de suministro de Toyota : un enfoque estratégico a los principios del célebre sistema de Toyota. Primera edición. McGraw-Hill. México
LEENDERS, Michael 2001	Administración de Compras y Materiales. Editorial Editorial Continental. México
LLANEZA, Javier 2009	Ergonomía y psicología aplicada manual para formación del especialista. Editorial Lex Nova S.A. Valladolid, España.
MARTINEZ, Victor 2002	Diagnóstico Administrativo. Tercera edición. Editorial Trillas México, D.F.
MINTZBERG, Henry 1990	Diseño de Organizaciones Eficientes. Primera Edición. Editorial El Ateneo. Buenos Aires.
MONDELO, Pedro y otros. 2001	Ergonomía 3 diseño de puestos de trabajo. Segunda Edición. Editorial: Alfaomega grupo editor. México.
MONTGOMERY, Douglas 2009	Introduction to statistical quality control . Sexta Edición. Editorial: Wiley. Hoboken, N.J.
PALACIOS, Luis 2009	Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. Primera Edición. Ecoe. Bogotá.

- PAUCOS, Jordi
Diaz 2001
Manual de Logística Integral. Primera edición. Editorial de Santos. Madrid.
- SABRIÁ, Federico
2004
La Cadena de Suministro. Primera edición- IESE-CIIL/ ICG Marge. Barcelona.
- SCHROEDER, Roger
2011
Administración de Operaciones. Quinta Edición. Editorial McGraw-Hill. México
- MARIN, Jairo
2014
Balance de línea.
<<http://www.ingenieria-industrial.net/index.php?accion=1&id=59>>
Consulta: 23-10-16.
- SALAZAR, Bryan
2014
Balance de línea.
< <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/balanceo-de-l%C3%ADnea/>>
Consulta: 24-09-16
- SORMAC
2015
Máquina lavadora de frutas industrial
<<http://www.sormac.es/?id=145&mid=44>>
Consulta: 24-09-16
- RAE
2014
Definición de metabolismo.
<<http://lema.rae.es/drae/?val=metabolismo>>
Consulta: 24-09-16
- RAE
2014
Definición de metabolismo.
< <http://lema.rae.es/drae/?val=fatiga>>
Consulta: 25-09-16
- RAE
2014
Definición de estrés.
< <http://lema.rae.es/drae/?val=estres>>
Consulta: 25-09-16