



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL  
MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA  
BALANVALLE CIA. LTDA.**

---

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

**ÁREA:** Industrial y manufactura

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, Materiales y Producción

**AUTOR:** Marco Vinicio Castellano Travez

**TUTOR:** Ing. Freddy Lema Mg.

Ambato - Ecuador

enero – 2023

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación con el tema: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA BALANVALLE CIA. LTDA., desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Marco Vinicio Castellano Travez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, enero 2023

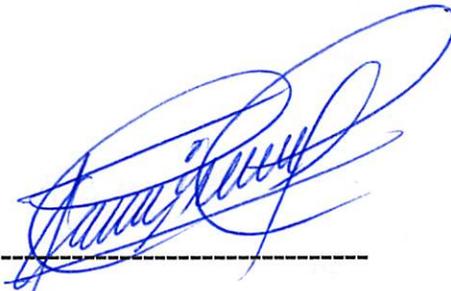
-----  
Ing. Freddy Lema Mg.

TUTOR

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA BALANVALLE CIA. LTDA., es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, enero 2023



-----  
Marco Vinicio Castellano Travez

CC: 0503583874

AUTOR

## **APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Marco Vinicio Castellano Travez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA BALANVALLE CIA. LTDA., nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

-----  
Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia Urrutia  
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Edison Jordán Mg.  
DOCENTE CALIFICADOR

-----  
Ing. Christian Ortiz Mg.  
DOCENTE CALIFICADOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, enero 2023



Marco Vinicio Castellano Travez

CC: 0503583874

AUTOR

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro a Dios, por la salud y todas las bendiciones recibidas durante este camino y por ayudarme a levantar con más fuerza después de cada caída.

Dedico este logro a mis padres Marco Castellano y Yolanda Travez, sobre todo a mi madre, por haber creído en mí, por esa confianza y ese apoyo incondicional, gracias por estar junto a mí, en los buenos y malos momentos.

*Marco Vinicio Castellano Travez*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la oportunidad de superación y cumplir una meta tan anhelada.

Agradecer infinitamente a mis padres, por todo el esfuerzo realizado durante el transcurso de mi vida universitaria, por todo su apoyo y confianza en cada momento.

A mis amigos que siempre estuvieron ahí, en las buenas y malas, apoyándome incondicionalmente, por los conocimientos compartidos, haciendo posible este logro, gracias de todo corazón por esa gran amistad.

A mi tutor Freddy Lema, por guiarme bajo sus enseñanzas durante este tiempo, en especial la dedicación de su tiempo para ayudarme con el desarrollo del trabajo de investigación.

Al gerente de la empresa BALANVALLE CIA. LTDA. José Mosquera, por abrirme las puertas de la empresa, gracias por el apoyo y la confianza brindada, permitiéndome cumplir una meta más en mi vida.

*Marco Vinicio Castellano Travez*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO .....	IV
DERECHOS DE AUTOR .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN EJECUTIVO .....	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVI
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de Investigación .....	1
1.2 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2.1 Contextualización del problema .....	3
1.2.2 Fundamentación teórica.....	5
1.3 Objetivos .....	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos .....	16
CAPÍTULO II .....	17
METODOLOGÍA .....	17
2.1 Materiales.....	17
2.2 Métodos.....	18
2.2.1 Modalidad de la investigación .....	18
2.2.2 Población y muestra.....	18
2.2.3 Recolección de información .....	19
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos.....	20

CAPÍTULO III .....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
3.1 Balanvalle Cia. Ltda. ....	22
3.1.1 Estado actual de la empresa .....	22
3.1.2 Productos .....	26
3.1.3 Línea de producción de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.....	37
3.1.4 Levantamiento de procesos de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.....	51
Análisis de procesos .....	59
3.1.5 Procesos críticos de la empresa Balanvalle Cia. Ltda. ....	60
3.1.6 Datos preliminares de medición .....	61
3.1.7 Estudio de tiempos y movimientos .....	65
3.1.8 Simulación en FlexSim .....	77
3.1.9 Análisis de método actual y método propuesto .....	81
CAPÍTULO IV .....	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	84
4.1 Conclusiones .....	84
4.2 Recomendaciones .....	85
MATERIALES DE REFERENCIA .....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología ASME .....	7
Tabla 2. Etapas del estudio de tiempos .....	9
Tabla 3. Etapas del estudio de tiempos .....	10
Tabla 4. Índice de desempeño según el método de Westinghouse .....	11
Tabla 5. Escala de valoración del ritmo de trabajo .....	12
Tabla 6. Materiales de la investigación.....	17
Tabla 7. Población de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.....	19
Tabla 8. Técnicas, métodos e instrumentos para la recolección de la información ...	19
Tabla 9. Filosofía empresarial.....	23
Tabla 10. Datos informativos de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.....	24
Tabla 11. Productos de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.....	27
Tabla 12. Ventas de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.....	30
Tabla 13. Análisis ABC de la empresa Balanvalle Cia. Ltda. ....	30
Tabla 14. Producto estrella de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.....	32
Tabla 15. Análisis ABC de la empresa Balanvalle Cia. Ltda. ....	33
Tabla 16. Cursograma analítico de la empresa Balanvalle Cia. Ltda. ....	45
Tabla 17. Ficha de procesos del área de codificado.....	51
Tabla 18. Ficha de procesos del área de molienda.....	52
Tabla 19. Ficha de procesos de ensacado del maíz molido.....	53
Tabla 20. Ficha de procesos del área de pesaje de sales minerales y conservantes ...	54
Tabla 21. Ficha de procesos del transporte de materia prima .....	55
Tabla 22. Ficha de procesos de área de enmelazado.....	56
Tabla 23. Ficha de procesos del área de mezclado .....	57
Tabla 24. Ficha de procesos del área de empaque y pesaje .....	58
Tabla 25. Ficha de procesos del área de cosido .....	59
Tabla 27. Problemas internos de la línea de producción.....	60
Tabla 28. Proceso de selección del cronómetro .....	61
Tabla 29. Ponderación de instrumentos de medición.....	62
Tabla 30. Métodos de cronometraje.....	63
Tabla 31. Matriz resumen del estudio de holgura .....	64
Tabla 32. Matriz resumen del estudio de tiempos piloto .....	65

Tabla 33. Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de codificado ..	66
Tabla 34. Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de molido.....	67
Tabla 35. Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de ensacado del maíz molido.....	68
Tabla 36. Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de pesaje de sales minerales y conservantes.....	69
Tabla 37. Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de transporte de materia prima .....	70
Tabla 38. Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de enmelazado	71
Tabla 39. Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de mezclado....	72
Tabla 40. Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de empaque y pesaje.....	73
Tabla 41. Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de cosido de producto final. ....	74
Tabla 42. Costos de piezas para una segunda llave de paso .....	82
Tabla 43. Datos de análisis costo – beneficio de ganancia neta .....	82
Tabla 44. Tiempo de recuperación de inversión .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de un cursograma analítico.....	8
Figura 2. Ejemplo de un diagrama de recorrido.....	8
Figura 3. Flow Items .....	14
Figura 4. Recursos fijos (Fixed resources).....	15
Figura 5. Ejecutores de tareas (task executers) .....	15
Figura 6. Logotipo de Balanvalle Cia. Ltda. ....	22
Figura 7. Instalaciones físicas Balanvalle Cia. Ltda. ....	22
Figura 8. Ubicación geográfica de la empresa Balanvalle Cia. Ltda. ....	23
Figura 9. Organigrama organizacional de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.....	24
Figura 10. Diagrama ABC de la empresa Balanvalle Cia Ltda. ....	31
La Figura 11, muestra la línea de procesos basado en el producto de mayor demanda denominado balanceado bovino completo 40 Kg., desde el ingreso de materia prima hasta registrar su salida final. ....	34
Figura 11. Proceso productivo de la empresa Balanvalle Cia. Ltda. ....	34
Figura 12. Proceso productivo de la empresa Balanvalle Cia. Ltda. ....	35
Figura 13. Mapa de procesos de la empresa Balanvalle Cia. Ltda. ....	36
Figura 14. Orden de producción .....	37
Figura 15. Codificado de sacos .....	38
Figura 16. Molido de materia prima .....	38
Figura 17. Ensacado de materia prima.....	39
Figura 18. Pesaje de materia prima.....	40
Figura 19. Montacargas de materia prima.....	40
Figura 20. Baldes con melaza .....	41
Figura 21. Mezclado de materia prima .....	42
Figura 22. Empaque de producto final.....	42
Figura 23. Pesaje de producto final.....	43
Figura 24. Cosido del saco .....	44
Figura 25. Diagrama de recorrido del producto .....	48
Figura 26. Gráfica de tiempo de producción de balanceado completo 40kg. ....	75
Figura 27. Cursograma sinóptico del producto de mayor demanda.....	76
Figura 28. Dashboard de método actual.....	77

Figura 30. Tabla de salidas de producto final (método actual) .....	78
Figura 31. Tabla de salidas de producto.....	79
.....	79
Figura 32. Dashboard de método propuesto .....	79
Figura 34. Tabla de salidas de producto final (método propuesto).....	80
Figura 35. Método actual vs método propuesto .....	81

## RESUMEN EJECUTIVO

La falta de estandarización de tiempos y movimientos en los procesos de una industria, implica elevar costos de producción, dando lugar a el incremento del valor de un producto, a tal grado que, resulta imposible competir en el mercado.

El trabajo de investigación determina que, la empresa Balanvalle Cia. Ltda., cuenta con tres productos derivados del balanceado, el análisis ABC, determinó que, el producto de mayor demanda de los años 2019, 2020 y 2021, con un promedio de ventas anuales de \$478.125, equivalente al 57.6%, fue el saco de balanceado bovino completo de 40kg. La línea de producción cuenta con 10 procesos donde, cada operario se encarga de enviar la materia prima e insumos hacia el área de mezclado para procesar y obtener el producto final. El tiempo estándar obtenido del método actual fue de 2,67 minutos por saco.

El cuello de botella se establece en el proceso de enmelazado, la propuesta de manejar actividades en paralelo, aumentó la capacidad de producción definido por un tiempo estándar de 2,52 minutos, equivalente a una mejora de 3,99% mensual. El análisis costo – beneficio observo que, a partir de la utilidad obtenida de los 6 sacos extra que se realizan con el método propuesto, la recuperación de la inversión se limita al primer trimestre de trabajo.

**Palabras clave:** Estudio de tiempos y movimientos, Software FlexSim, control, optimización, recursos, balanceado.

## ABSTRACT

The lack of times and movements standardization leads a company to raise production costs and raise the product value, to such an extent that it makes it impossible to compete in the market.

This research work determined that the company Balanvalle Cia. Ltda., has three products derived from the balanced, the ABC analysis, determined that the highest demand product for 2019 to 2021, with an average of annual sales of \$478,125, equivalent to 57.6%, was the complete bovine balanced bag of 40kg. The production line has 10 processes where each operator is responsible for sending the raw material and supplies to the mixing area to process and obtain the final product. Standard time, obtained from the current method was 2.67 minutes per bag.

Bottleneck was focused on the honeydew process, the proposal to manage activities in parallel increased the production capacity by 3.99% per month. The cost-benefit analysis observed that, from the utility obtained from the 6 extra bags that are made with the proposed method, the return of investment is limited to the first quarter of work.

**Keywords:** Study of times and movements, Flexsim Software, control, optimization, resources, balanced.

## INTRODUCCIÓN

La investigación denominada ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA BALANVALLE CIA. LTDA., tuvo como objetivo principal denotar los procesos de nivel primario, las condiciones del ambiente de trabajo y la eficiencia del operario. Se analizaron las tareas bajo condiciones y climas adversos por el sector en el que está ubicada la empresa, además, se investigaron los problemas, causas e irregularidades que producen un cuello de botella. El grado de satisfacción del gerente sobre la línea de trabajo estaba regulada por el porcentaje de aprobación del lote de pedido.

El proceso de cambio nace de la idea de modificar la producción, solucionar problemas aumenta la calidad del producto, el análisis de las actividades que agregan valor al lote, determinan el nivel de aceptación de la empresa en el mercado; los desperdicios que acarrear fallas irreparables sobre un lote de producción, describen la falta de cultura de capacitaciones y mantenimientos de maquinaria, haciendo que el nivel de procesos sea poco aprovechado.

Generar una estrategia, que se adapte a la organización, basado en la estandarización de procesos, hace que se mejore el control de los datos internos, los recursos necesarios se optimizan si existe un departamento de producción que sea capaz de modificar un método de trabajo tradicional a uno moderno, la empresa Balanvalle CIA. LTDA., que se ubica en la ciudad de Machachi, Provincia de Pichincha, reconoció que existen puntos críticos generados por la falta de mantenimiento de las instalaciones, dando como resultado que las condiciones climáticas jueguen un factor importante sobre la línea producción.

La metodología se basó en el estudio de tiempos y movimientos de la línea de procesos, el registro y manejo de datos mediante el levantamiento de procesos, delimito las áreas de estudio. Los cursogramas denotaron la idea de la cantidad de operaciones existentes y cambiaron el manejo de recursos, la idea fue aclarar los sucesos que dieron lugar a un tiempo mayor del establecidos en las áreas de mezclado y enmelazado, los puntos críticos derivaron del uso de un proceso en serie, aumentando los tiempos a esperas y demoras innecesarias.

Mediante la simulación en el software FlexSim, se evidenció que, al agregar procesos en paralelo, utilizando los mismos recursos, se puede modificar los tiempos estándar, esta regulación en conjunto con el nivel de trabajo promedio de los operarios, significó un incremento en la mejora de producción, dando la propuesta de mejora del proceso en general.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Tema de Investigación

“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA BALANVALLE CIA. LTDA.”

### 1.2 Antecedentes Investigativos

El propósito de esta sección es la de exponer y presentar trabajos e investigaciones relacionadas con la temática del estudio de tiempos y movimientos; analizando su importancia dentro de los procesos productivos.

En el trabajo realizado por Chicaiza, aplicado en el proceso de elaboración de balanceados en la empresa Avícola Sánchez (Salcedo), el autor menciona que mediante el estudio de tiempos y movimientos se pueden estandarizar los procesos productivos en base a la disminución, eliminación y/o reestructuración de las actividades que forman parte de los procesos de fabricación. En base a este criterio en esta investigación se logró la implementación de un manual con cuatro procedimientos con la información pertinente para la fabricación de balanceados, con los que se redujo el tiempo de procesamiento en un 27% lo que representa un tiempo total de 1 hora con 54 minutos [1].

Montesdeoca, hace su aporte dentro de esta perspectiva y enfoca su estudio en la fabricación de balanceados avícolas. En esta investigación el autor realiza un estudio de tiempos y movimientos con la finalidad de optimizar y aprovechar de mejor manera la mano de obra de la empresa, de tal manera que luego de su análisis el autor logra reducir el tiempo estándar de la producción en 0,33 segundos por unidad lo que se ve reflejado en un incremento de la productividad del 1,6%. Todos estos resultados en conjunto se plasman en un ahorro económico de 0,26\$/unidad lo que representan 695,5\$/mes, con lo que se denota la importancia del estudio de tiempos y movimientos en los procesos de manufactura [2].

En concordancia a lo anterior, Gonzales y Peña, optan por la aplicación de un estudio de tiempos y movimientos en el área de producción de la empresa de alimentos balanceados KIME E.I.R.L., en la que los autores luego de desarrollar su estudio lograron reducir el tiempo de producción de 230 minutos a 176 minutos lo que representa un 23,48% de mejora. Por otra parte, la implementación de los tiempos estándar dentro del proceso productivo permitió incrementar la productividad en un 55.87%, desde esta perspectiva el estudio de tiempos y movimientos realizado en esta investigación logró que la empresa minimice los turnos de horas extras para la producción de balanceados de ganado vacuno [3].

Por otra parte, en el estudio realizado por Chicaiza Chuquilla, menciona que, mediante el estudio de métodos y tiempos se pueden mejorar los procesos productivos. En el estudio la autora se enfoca en la empresa de balanceados REPROAVI, en la que se incrementó la productividad de 836 sacos de balanceado a 880 sacos de balanceado, lo que se refleja en un 5% de mejora en la capacidad productiva. Esta mejora se logró luego de identificar las fallas del sistema y tomar decisiones que permitan mejorar los procesos en conjunto con la redistribución de operadores en las distintas áreas [4].

Un estudio realizado en Quito por Muñoz, revela la situación que presenta el sector de los balanceados, desde un sistema crítico, analiza la situación actual de una industria de gran escala, de esto observó la falta de un sistema de procesos estandarizado por una cadena de valor pobre y sin sustento de normativa legal vigente, utilizando la metodología descriptiva, aplicativa y de campo analizó la implementación de un sistema regulado con la finalidad de proporcionar a la empresa la optimización que fue necesaria para regular un sistema de cambio. Los resultados fueron mayores a los esperados por que aseguro una regulación en el proceso de tratamiento de semillas con ciertas modificaciones dentro de su genética reduciendo costos de producción y venta, por otra parte, reestructuro el sistema interno mediante el manejo de organización para regular las actividades de los operarios aumentando la productividad diaria de trabajo esperada [5].

En esta investigación se efectuó un análisis de las condiciones actuales del proceso productivo de la empresa Balanvalle Cía. Ltda., con la finalidad de optimizar y mejorar

el proceso de fabricación de balanceados mediante un estudio de tiempos y movimientos.

### **1.2.1 Contextualización del problema**

A nivel mundial, las empresas buscan constituirse como líderes en el ámbito en el cual se desarrollan, buscando formas y métodos para producir a gran escala sin demoras y eliminar las operaciones que no agreguen valor al producto [6]. Además, el acelerado desarrollo tecnológico e incremento de la población delimita productos que se integran día a día en el mercado, haciendo que las empresas sientan la necesidad de buscar novedosas estrategias competitivas que les permitan brindar a la sociedad productos y servicios de calidad por los problemas donde existe la supresión de movimientos repetitivos, reducción de distancias de traslado de la materia prima y las demoras de los procesos [7].

Empresas en Latinoamérica se han inducido en un problema grande de reprocesos por la falta de capacitaciones y demoras en la línea de producción, esto genera grandes pérdidas monetarias que, si no se desarrolla una manufactura esbelta, puede terminar en la salida del mercado de la industria [8]. El desperdicio debido a la fabricación de productos reduce la competitividad de un establecimiento que se encuentra en vías de desarrollo, la falta de cultura y un limitado estudio sobre los costos de implementación de sistemas que aumenten la producción y reduzcan los costos empleados no se reflejen sobre el desarrollo continuo de una industria [9].

Encuestas globales sobre el área industrial de alimentos balanceados para el año 2020 estimaron que el tonelaje internacional de alimento balanceado disminuyó en 1.07% con un resultado de 1.126 millones de toneladas métricas producido el año pasado. Este resultado se debe en gran medida a la peste porcina africana (PPA) y a la disminución del alimento para cerdos en la región de Asia-Pacífico [10]. En consecuencia, el gobierno ecuatoriano ha definido los cambios requeridos en la matriz productiva, sin embargo, a pesar de que hubo un incremento de productividad, no fue el necesario y adecuado para un crecimiento económico sostenible. En este sentido, las empresas redujeron la competitividad y su forma de realizar mejoras en los procesos de producción [11], [12].

Encuestas globales sobre el área industrial de alimentos balanceados en el año 2020 estimaron que el tonelaje internacional de alimento balanceado disminuyó en 1.07% con un resultado de 1.126 millones de toneladas métricas producido el año pasado. Este resultado se debe en gran medida a la peste porcina africana (PPA) y a la disminución del alimento para cerdos en la región de Asia-Pacífico [10]. En consecuencia, el gobierno ecuatoriano ha definido los cambios requeridos en la matriz productiva, sin embargo, a pesar de que hubo un incremento de productividad, no fue el necesario y adecuado para un crecimiento económico sostenible. En este sentido, las empresas redujeron la competitividad y su forma de realizar mejoras en los procesos de producción [11], [12].

Solo en el Ecuador, la demanda supera de productos alimenticios para aves y cerdos sostiene una escasez equivalente al 35%, esto se generó en el 2021 debido a esto, se tuvo que enfocar en la importación de producto que supero las 100.000 toneladas por motivos de costos debido a la falta de productores a nivel nacional. Estudios revelan que la oferta y demanda es desproporcional, por tanto, los precios nacionales superan a los costos extranjeros siendo el factor crítico una mala cosecha anual que termino en pérdidas que afectaron los precios aumentando el valor del quintal en \$21 sobre el precio establecido de 14,60 [13].

Estudios realizados denotan que el 88% de las pequeñas y medias industrias (PYMES) no cuentan con herramientas como tiempos y movimientos y la distribución de planta adecuada, haciendo que los espacios de cada trabajador no sean adaptados ni se cumplan con las actividades propuestas en una jornada de trabajo, dificultando el flujo de materiales, el transporte adecuado de materia prima y el retardo de producción son los factores que causan impacto sobre la capacidad del proceso y la productividad causan perdidas extremas [14].

Empresas en la provincia de Tungurahua, que se dedica a la producción de balanceados se han involucrado sobre la reducción de producción debido a los costos de adquirir materia prima y determinando que existe altos tiempos improductivos por las demoras producidas y una falta de cultura sobre el mal uso de las máquinas ocasionan tiempos elevados al mes [15]. Estudios realizados en el sector determinaron que existen ciertas actividades innecesarias que no generan valor y que, sin una estandarización de los

tiempos empleados en cada actividad del proceso de producción generan problemas internos con escala mayor a la planificada [16].

Balanvalle Cia. Ltda. inició sus procesos hace 35 años en la ciudad de Machachi, donde, surge con la necesidad de cubrir los requerimientos alimenticios de los animales de la hacienda de sus fundadores, sin embargo, actualmente no cuentan con actividades estables y tiempos regulados sobre su nivel de producción.

Un problema evidente se atribuye a la maquinaria que procesa insumos y la materia prima y que, al no estar regulada, provoca retraso diario en la producción programada y por ende desorganización operativa. Este cuello de botella interviene y provoca en los trabajadores tiempos ociosos que constituyen pérdidas para la organización. La desorganización se deriva principalmente de la introducción de operarios nuevos que no cuentan con la experiencia necesaria para delimitar las actividades necesarias, esto hace que, al no existir un estándar sobre los procesos, la empresa reduzca sus ganancias anualmente.

## **1.2.2 Fundamentación teórica**

### **Ingeniería de métodos**

Es la rama de la ingeniería que se encarga de ubicar al talento humano en los procesos de producción (productos o servicios), es decir permite decidir donde se desenvolverá de mejor manera el operario de forma efectiva. Por otra parte, es una herramienta de mayor importancia dentro del estudio del trabajo para registrar y examinar la metodología de un proceso de producción, con la finalidad de diseñar y desarrollar un método más sencillo y eficiente para el trabajador, de tal manera que se logre incrementar la productividad de los procesos [17].

### **Estudio del trabajo**

Se puede definir como la evaluación de las técnicas, métodos, formas y condiciones de trabajo, con la ideología de aprovechar de mejor manera el esfuerzo de los trabajadores en sus diferentes aspectos, para obtener eficiencia en el uso de los recursos y desarrollar estándares en las operaciones. Por otro lado, también califica y evalúa el

entorno en el que se desenvuelven los operadores contemplando factores como la fatiga física, la iluminación, el ruido, el orden, la limpieza y entre otros [17].

Para llevar a cabo un estudio de métodos o de trabajo se sigue la secuencia de pasos que se presenta a continuación:

1. Selección de las actividades a estudiar.
2. Recolección y registro de los métodos actuales de trabajo.
3. Análisis del método actual.
4. Desarrollar y seleccionar las nuevas alternativas para establecer el nuevo método de trabajo.
5. Integración del nuevo método de trabajo.
6. Evaluar el nuevo método de trabajo de acuerdo con la cantidad de trabajo y el tiempo estándar en comparación con el método antiguo.
7. Seguimiento del nuevo método [18].

### **Medición del trabajo**

Es una técnica que se enfoca en la búsqueda de la mejora de los procesos, procedimientos y actividades; para garantizar la eficiencia de la mano de obra y reducir su fatiga, a la vez que se minimicen los niveles de riesgo laboral, mediante la mejora y optimización de las condiciones en las que se desempeñan los trabajadores [19].

### **Diagramas para el estudio de métodos**

Son herramientas de carácter gráfico que permiten identificar con una visión más precisa y concisa la manera en la que se desarrollan los procesos. Además, permiten tener una idea clara con la que se pueden mejorar los métodos actuales [20].

## Simbología empleada

En los diagramas mencionados a continuación se emplea la simbología establecida por la ASME, para la representación de cada uno de los eventos que se engloban en un proceso [21].

**Tabla 1.** Simbología ASME [21]

Actividad	Símbolo	Detalle
<b>Operación</b>		Representan cambios sobre un determinado producto o servicio.
<b>Inspección</b>		Se basan en la verificación y comprobación de ciertos criterios que deben cumplir los servicios o productos.
<b>Transporte</b>		Indica el traslado físico de un lugar a otro de los operarios, materiales, equipos o documentación.
<b>Espera</b>		Representa un tiempo de espera.
<b>Almacenamiento</b>		Indica cuando un objeto es ingresado en un almacén.
<b>Operación combinada</b>		Muestra la existencia de varias actividades a la vez.

## Cursograma analítico

Es un diagrama en el cual se indica la secuencia lógica de todas las tareas interconectadas con los procesos de producción, desde la llegada de la materia prima hasta el producto final, este tipo de diagrama es útil para la identificación de periodos no productivos como son retrasos de almacenamiento y traslados del artículo en el recorrido y con esto se puede partir para su mejoramiento, un formato clásico de un cursograma analítico se expone en la Figura 1 [23].

Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
				○	□	D	⇨	▽	
La información de libro es programada en máquina litográfica		4,30		●					
La temática del libro es verificada		0,60		●	●				
El papel es insertado en máquina litográfica		1,00		●	●				
Espera trabajo en máquina litográfica		22,10			●				
Verificado de las hojas del libro		0,50		●	●				
Transportado de papel impreso a máq generadora de hojas		0,60	8,0			●			
Colocado de papel impreso en máq articuladora y accionar		12,60		●	●				
Espera articulado de hojas en máquina		14,80			●				
Revisar hojas articuladas		1,30		●	●				
Transportado de folletos a máq litográfica		0,60	7,3			●			
Programar información de folleto en máq litográfica y accionar		1,00		●	●				
Espera de trabajo en máquina litográfica		16,20			●				
Verificado de folletos impresos		0,35		●	●				
Transportado de folletos impresos a zona del libro		0,60	7,25			●			
Colocar folletos impresos al interior del libro		0,20		●	●				
Transportado a zona de equipos para quemar cd		0,80	10,3			●			
Grabado de cd según temática del libro		14,10		●	●				
Transportado de cd a zona de libro (hojas articuladas)		0,60	7,25			●			
Colocar cd al interior del libro		0,15		●	●				
Almacenado de producto terminado		0,10					●		
<b>Total</b>		<b>92,50</b>	<b>40,10</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	

Figura 1. Ejemplo de un cursograma analítico [23]

### Diagrama de recorrido

Indican un modelo preciso del lugar en donde se realizan las operaciones de un proceso, en conjunto con la distribución actual de la planta. Este tipo de diagramas (véase la Figura 2) sirven para detallar las trayectorias realizadas por los operarios, equipos, materiales y documentación. Por otro lado, esta herramienta es muy útil para visualizar las distancia y recorridos existentes entre operaciones [24].

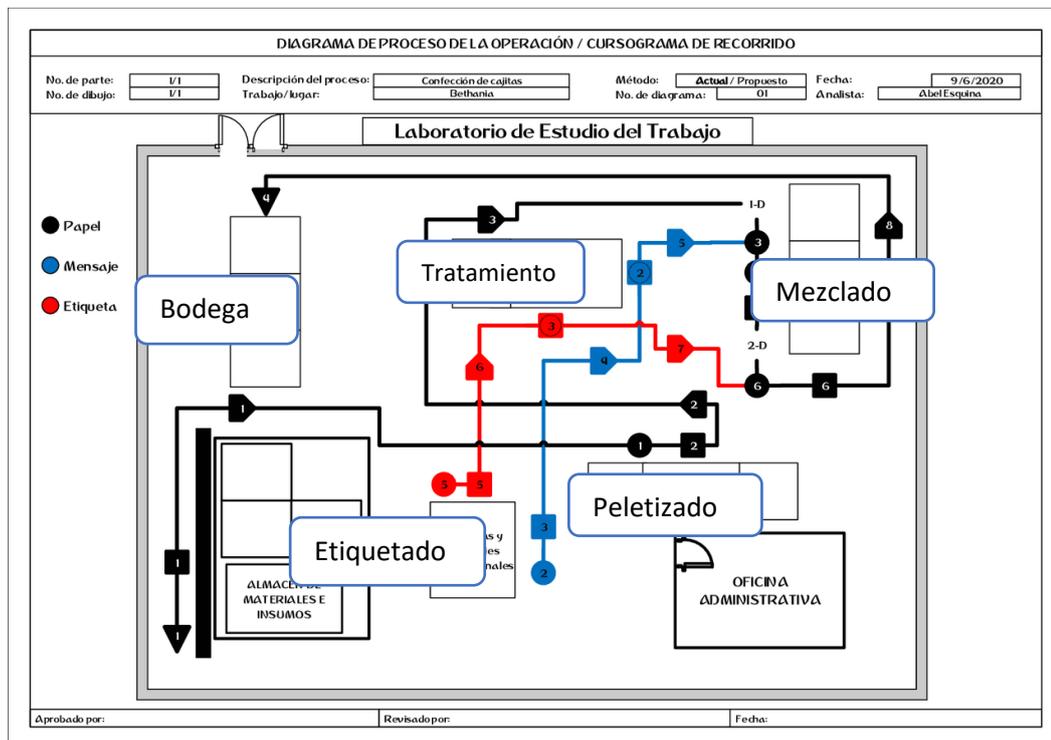


Figura 2. Ejemplo de un diagrama de recorrido [24]

## Estudio de tiempos y movimientos

Es una de las técnicas más empleadas para superar, mejorar y/o eliminar las fallas dentro de los procesos productivos. El estudio de tiempos y movimientos suele definirse como un examen sistemático de los métodos de trabajo con el que se puede establecer mejores normas de rendimiento en las actividades basados en un estándar de tiempo. Por otra parte, el estudio de movimientos se enfoca en el análisis de los movimientos de la mano, brazo y cuerpo empleados en una determinada tarea y se enfoca en el diseño de los entornos de trabajo [25].

### Etapas del estudio de tiempos

Para realizar un estudio de tiempos y movimientos está contemplado en una serie de pasos a manera de metodología, la Tabla 2, muestra la secuencia a requerir para que se cumpla con el correcto funcionamiento de evaluar la industria, realizar modificaciones y reducir la cantidad desperdicios que se van a observar durante el observar cada uno de los eslabones para producir un método de mejora.

Tabla 2. Etapas del estudio de tiempos [26]

Nº	Etapa	Descripción
1	<b>Seleccionar la operación para el estudio</b>	Se identifica la actividad que se va a medir. Para esta etapa es esencial al operario con un desempeño promedio.
2	<b>Registrar la información</b>	Aquí se reconoce la información pertinente de las tareas que el operario ejecuta y las condiciones en las que desarrolla su trabajo.
3	<b>Comprobar el método</b>	Es fundamental normalizar los procedimientos; por lo que es necesario documentar el nuevo método de trabajo.
4	<b>Descomponer la tarea en elementos</b>	Una vez identificada y normalizada la tarea a observar se plantea su descomposición en elementos para así facilitar su observación, medición y análisis. Esto quiere decir, delimitar el inicio y fin de los distintos elementos dentro de la actividad y poder medir su duración.

### Número de observaciones

El criterio de la General Electric, que se expone en la Tabla 3, establece un determinado número de ciclos para cronometrar en base al tiempo de ciclo expresado en minutos. Bajo este criterio se puede mencionar que a mayor cantidad de ciclos observados mayor será la precisión de los resultados obtenidos.

**Tabla 3.** Etapas del estudio de tiempos [27]

<b>Tiempo de ciclo [min]</b>	<b>Número de observaciones recomendadas</b>
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 a 5.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
40 o más	3

### Selección de los operarios

Para la selección de los operarios, se evalúa su desempeño de manera individual. Uno de los criterios más reconocidos es el método de Westinghouse (Tabla 4), en el que se consideran los aspectos de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. Su cálculo se basa en la suma de los valores de cada uno de los aspectos mencionados anteriormente y su resultado es conocido como el índice de desempeño del trabajador [25].

**Tabla 4.** Índice de desempeño según el método de Westinghouse [25]

Índices de desempeño- método de nivelación							
Habilidad		Esfuerzo		Condiciones		Consistencia	
0.15	A1-Superior	0.13	A1-Excesivo	0.06	A-Ideales	0.04	A-Perfecto
0.13	A2-Superior	0.12	A2-Excesivo	0.04	B-Excelente	0.03	B-Excelente
0.11	B1 Excelente	0.10	B1-Excelente	0.02	C-Buenas	0.01	C Buenas
0.08	B2-Excelente	0.08	B2-Excelente	0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio
0.06	C1-Bueno	0.05	C1-Bueno	-0.03	E-Regulares	-0.02	E-Regulares
0.03	C2-Bueno	0.02	C2-Bueno	-0.07	F-Malas	-0.04	F-Deficientes
0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio				
-0.05	E1-Aceptable	-0.04	E1-Aceptable				
-0.10	E2-Regular	-0.08	E2-Regular				
-0.16	F1-Malo	-0.12	F1-Malo				
-0.22	F2-Deficiente	-0.17	F2-Deficiente				

### Valoración del ritmo

De acuerdo con la escala de valoración británica, se puede establecer un ritmo tipo para un operario según la descripción de su desempeño; normalmente la apreciación de un trabajador promedio debería encajar con el valor de 100 [28]. La Tabla 5, exhibe el criterio de esta metodología.

**Tabla 5.** Escala de valoración del ritmo de trabajo

<b>Índices de desempeño- método de nivelación</b>		
<b>Escala</b>	<b>Descripción del desempeño</b>	<b>Velocidad de marcha (km/h)</b>
0	Actividad Nula	
50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3.2
75	Constante, resuelto sin prisa, como de obrero no apagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.	4.8
100	Activo, capaz, como obrero calificado medio, pagado a destajo, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6.4
125	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	8.0

### **Tiempo normal**

Se calcula multiplicando el tiempo promedio observado por el índice de desempeño del trabajador. Este tiempo es el que emplea el operario para desarrollar sus actividades, pero sin tomar en cuenta el valor de los suplementos. Se calcula según la expresión presentada en la ecuación 1 [29].

$$Tn = \overline{T\bar{O}} \times ID \quad (1)$$

**Donde:**

$Tn$  = Tiempo normal

$\overline{T\bar{O}}$  = Tiempo observado promedio

$ID$  = Índice de desempeño.

## Suplementos

Se utilizan con el fin de analizar las situaciones de demora y fatiga de los trabajadores, de tal manera se reconoce que un operario no puede mantener su desempeño en condiciones óptimas para una jornada de trabajo, puesto que los trabajadores sufren de cansancio y/o demoras por satisfacer sus necesidades básicas; para este caso existen dos tipos de suplementos fijos y variables. Los suplementos fijos hacen referencias a las necesidades personales de los operarios, mientras que los suplementos variables se refieren a las condiciones en las que se desenvuelven los trabajadores [30].

El criterio de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se muestra en el Anexo 1 [30].

## Tiempo estándar

Se define como el tiempo que emplea un trabajador calificado, preparado y entrenado para llevar a cabo una determinada operación, trabajando a una velocidad normal. La expresión para su cálculo se presenta en la ecuación 2 [29].

$$Ts = Tn \times \left( 1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right) \quad (2)$$

### Donde:

$Tn$  = Tiempo normal

$Ts$  = Estándar.

## Software FlexSim

Es un software de simulación de entornos industriales que permite el modelo dinámico, la visualización de entornos en 3D. Mediante este software se puede analizar y comprender las mejorar aplicadas a cualquier tipo de sistema de producción, por otro lado, también permite la predicción de eventos basada en datos históricos para cada simulación [31].

## Elementos de un modelo de simulación

Los objetos y/o componentes básicos de una simulación se detallan a continuación:

- **Entidad:** mecanismos que representan los flujos de entrada y salida.
- **Estado del sistema:** condiciones o especificaciones que mantiene el sistema en un determinado momento.
- **Evento:** modificaciones o cambios de los estados actuales de los sistemas.
- **Localizaciones:** lugar donde recurren las entidades para ser transformadas o esperar para serlo.
- **Recursos:** elementos necesarios para ejecutar una operación.
- **Variables:** condiciones cuyos valores se crean o modifican mediante ecuaciones matemáticas o relaciones lógicas.
- **Reloj de simulación:** contador del tiempo de simulación [32].

## Objetos de un modelo de simulación

- **Flow Items (elementos de flujo):** muestran elementos de un flujo dentro de una estación. Estos elementos pueden representar productos, materiales, clientes, o algún tipo de elemento que se mueva o traslade entre dos o varias estaciones de trabajo. La Figura 3, muestra un ejemplo de este tipo de elementos [33].

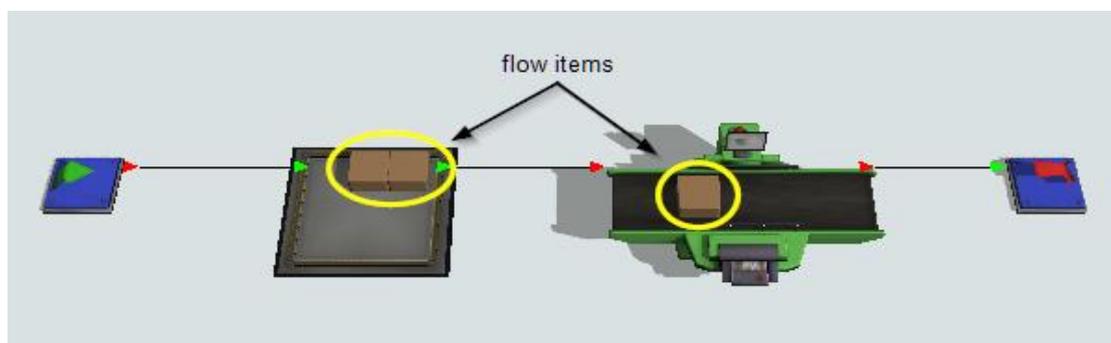


Figura 3. Flow Items [35]

- **Fixed resources (recursos fijos):** son los elementos que permanecen fijos dentro del modelamiento, sin embargo cada uno de estos objetos realiza una determinada actividad. Comúnmente estos elementos pueden ser estaciones de procesamiento o áreas de almacenamiento. La Figura 4, muestra este tipo de elementos [33].

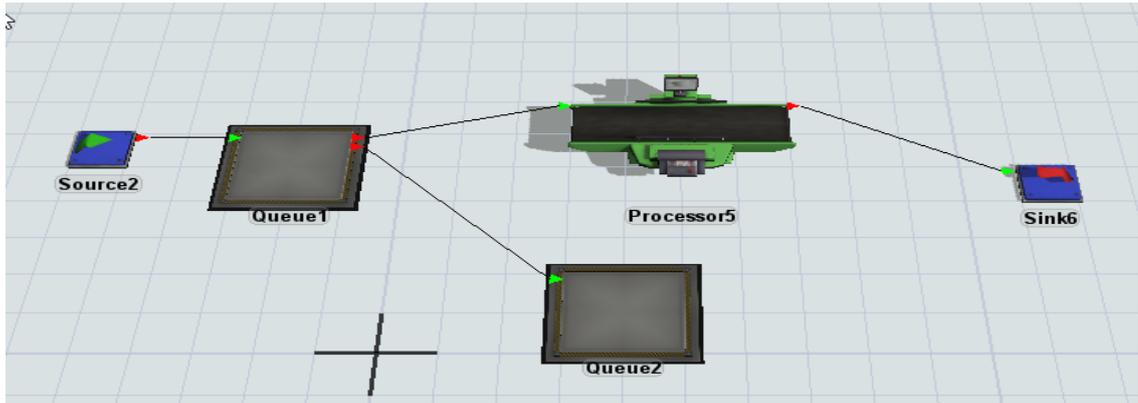


Figura 4. Recursos fijos (Fixed resources) [33]

- **Ejecutores de tareas (task executers):** Son los operarios que realizan las tareas dentro de los procesos, como muestra la Figura 5 [33].

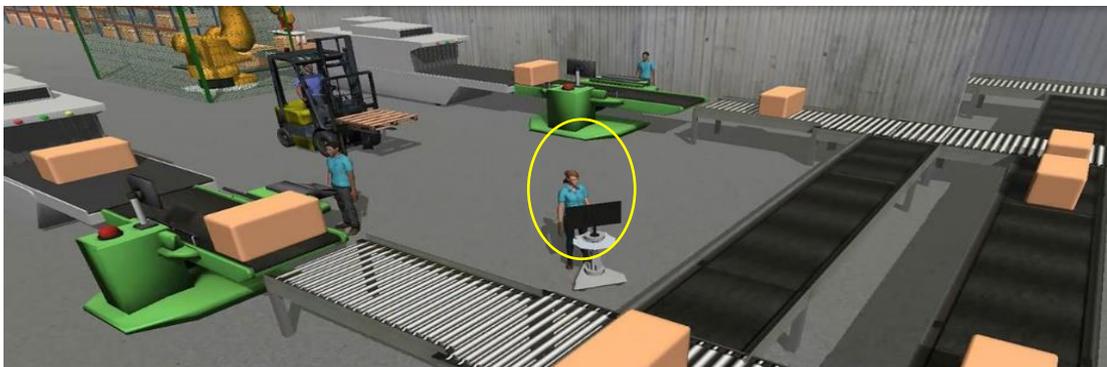


Figura 5. Ejecutores de tareas (task executers) [33]

### Herramienta ExperFit

Es una herramienta con la que se puede obtener de forma automática la distribución de probabilidad que representa un conjunto de datos numéricos de los procesos. Esta herramienta dispone a los usuarios 40 tipos de distribuciones probabilísticas, 30 diagramas de alta calidad y 4 pruebas de ajuste de bondad. Es muy utilizada en el ámbito de la simulación, debido a que permite obtener de una manera muy fácil parámetros de probabilidad en distintos formatos de simulación (software) [33].

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Desarrollar un estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la situación actual del proceso productivo para la fabricación de balanceados dentro de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.
- Determinar los puntos críticos en el proceso productivo de fabricación de balanceados.
- Proponer una alternativa de proceso que permita mejorar la productividad de fabricación de balanceados.

## CAPÍTULO II METODOLOGÍA

### 2.1 Materiales

A continuación, la tabla 6, muestra los materiales que se utilizaron durante el desarrollo del trabajo de investigación.

**Tabla 6.** Materiales de la investigación

<b>Material</b>	<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>
Celular		Dispositivo utilizado para fotografiar espacios de la empresa.
Cronómetro		Dispositivo que mide tiempos a nivel exacto.
Microsoft Word		Fuente de procesamiento y análisis de información recolectada.
Microsoft Excel		Fuente de tabulación de datos tomados de la empresa.
Flexsim		Software de simulación de líneas de trabajo.
Ordenador		Medio físico para el desarrollo del trabajo.

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Modalidad de la investigación**

#### **Investigación Bibliográfica – Documental**

Se utiliza esta modalidad de investigación, debido a que para su desarrollo fue fundamental la recopilación y análisis de información relativa a la temática de estudio de tiempos; dicha información se recolectó desde fuentes actualizadas y confiables como: libros, artículos de revistas, congresos, sitios web, entre otros, con el objetivo sustentar un criterio formado, adecuado y técnico para la ejecución del proyecto.

#### **Investigación de campo**

La investigación se fundamenta en esta modalidad, con el propósito de conocer el sistema productivo de la empresa para la fabricación de balanceados e identificar las causas que generaban el problema presente en la organización. Por otra parte, para ejecutar esta modalidad de investigación se utiliza técnicas, métodos, herramientas e instrumentos que permitieron recolectar la información necesaria para el desarrollo del proyecto; esta información se evidencia mediante encuestas, entrevistas, fotografías, apuntes y entre otros.

#### **Investigación aplicada**

A través de esta modalidad, se plasma una propuesta de solución al problema presente en la empresa Balanvalle Cia Ltda., con la finalidad de mejorar sus niveles de productividad, mediante la aplicación y ejecución de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.

### **2.2.2 Población y muestra**

#### **Población**

Se considera como población, el número de operarios involucrados en el proceso de producción de recepción de materia, molido de materia prima, preparación de maquinaria, mezcla de materia prima, colocación de conservante, pesado, cosido,

etiquetado y almacenamiento de producto final. La Tabla 7, muestra la distribución de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

**Tabla 7.** Población de la empresa Balanvalle Cia. Ltda

Departamento	Total operarios	N. Máquinas
Administrativo	5	9
Ventas	3	3
Alta dirección	5	5
Producción	6	8

### Muestra

Se establece sobre los operarios, procesos operativos, máquinas y herramientas que conforman el área de producción, ya que la población no supera un mínimo de 100 participantes, la muestra es del 100%.

### 2.2.3 Recolección de información

La información y los datos necesarios para la investigación en el área de producción de la empresa Balanvalle Cia. Ltda., se describen en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Técnicas, métodos e instrumentos para la recolección de la información

Objetivo	Técnica/Método	Instrumento
Analizar la situación actual del proceso productivo para la fabricación de balanceados dentro de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación directa de las condiciones actuales del proceso productivo</li> <li>- Entrevista en su modalidad abierta, dirigida a los operarios por ser quienes se relacionan con el proceso productivo en mayor porcentaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichas de observación.</li> <li>- Cuaderno de apuntes.</li> <li>- Bolígrafo.</li> <li>- Fotografías.</li> <li>- Videos.</li> <li>- Cuestionario.</li> <li>-Diagramas de flujo</li> <li>- Check list.</li> </ul>

Objetivo	Técnica/Método	Instrumento
Realizar un estudio de tiempos y movimientos en el proceso productivo para la elaboración de balanceados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamiento de los procesos productivos para la elaboración de balanceado.</li> <li>- Toma de tiempo.</li> <li>- Medición de las distancias entre operaciones productivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagramas de proceso.</li> <li>- Diagramas de recorrido.</li> <li>- Cursograma analítico.</li> <li>- Cálculo de tiempo normal.</li> <li>- Cálculo de suplementos.</li> <li>- Cálculo de tiempo estándar.</li> <li>- Check list.</li> </ul>
Determinar los puntos críticos en el proceso productivo de fabricación de balanceados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión Documental.</li> <li>- Recolección de los datos de los procesos y factores que afectan a la productividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichas de observación.</li> <li>- Fichas para la recolección de datos.</li> </ul>
Proponer una alternativa de proceso que permita mejorar la productividad de fabricación de balanceados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de los resultados obtenidos en el estudio de tiempos y movimientos.</li> <li>- Propuesta de mejora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Software de simulación Flexsim.</li> </ul>

#### 2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Los datos recopilados se analizaron de la siguiente manera:

- Se verifica de la información recolectada y orientación de los datos con el fin de identificar que estén en relación a la temática planteada.

- Se registra de la información relacionada con el proceso de fabricación de balanceados, mediante los softwares Microsoft Word y Microsoft Excel para el procesamiento de los datos.
- Se valida de la información recolectada mediante el software Flexsim.
- Se tabula de los datos numéricos por medio del software Microsoft Excel.
- Se desarrolla las conclusiones y recomendaciones de acuerdo con los resultados encontrados.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Balanvalle Cia. Ltda.

##### 3.1.1 Estado actual de la empresa

Balanvalle Cia. Ltda., nació hace 35 años en la ciudad de Machachi, provincia del Pichincha, su enfoque es la fabricación y comercialización de alimentos preparados para animales de granja que bajo la dirección del Ing. Edwin Chicaiza; la necesidad de un sector con alta demanda y productividad, constituyeron al crecimiento exponencial de la corporación. La Figura 6, muestra el logotipo de la empresa.



**Figura 6.** Logotipo de Balanvalle Cia. Ltda.

##### Localización de la empresa

Actualmente, la planta de producción se ubica en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Machachi en la calle De La Cruz, Vía San Antonio de Chanizas. La Figura 7 y Figura 8, muestran las instalaciones físicas y la ubicación geográfica de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.



**Figura 7.** Instalaciones físicas Balanvalle Cia. Ltda.



**Figura 8.** Ubicación geográfica de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

### Filosofía empresarial de la Empresa

La Tabla 9, muestra la filosofía empresarial de Balanvalle Cia. Ltda.

**Tabla 9.** Filosofía empresarial

	<b>Filosofía empresarial</b>
<b>Misión</b>	<b>Visión</b>
<p>Servir a pequeños y medianos productores pecuarios, bajo el respaldo de experiencia y tecnología, produciendo alimentos direccionados a las necesidades nutricionales específicas del animal y brindando garantía de calidad y rendimiento.</p>	<p>Consolidar el liderazgo de Balanvalle Cia. Ltda. en el nicho de mercado a atender, expandiendo productos y situando a la empresa como líder en el país.</p>
<b>Valores comprometidos</b>	
<p>Balanvalle Cia. Ltda. es una empresa comprometida con sus colaboradores, clientes y medioambiente y por tal motivo sus valores empresariales son:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Honestidad</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Solidaridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo humano</li> <li>• Ética</li> <li>• Servicio</li> </ul>

## Direccionamiento Estratégico de la Empresa

La Tabla 10, muestra información relevante de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Tabla 10. Datos informativos de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Balanvalle Cia. Ltda.	
<b>Razón social</b>	Balanvalle Cia Ltda.
<b>Gerente</b>	Ing. Edwin Chicaiza Maigua
<b>Ruc</b>	1792305047001
<b>Tipo de contribuyente</b>	Sociedad con personería jurídica
<b>Código CIU</b>	C108002
<b>Correo electrónico</b>	gerencia@balanvalle.com
<b>Teléfono</b>	022314345

## Organigrama estructural

Balanvalle Cia. Ltda. desenvuelve sus operaciones bajo el siguiente organigrama estructural.

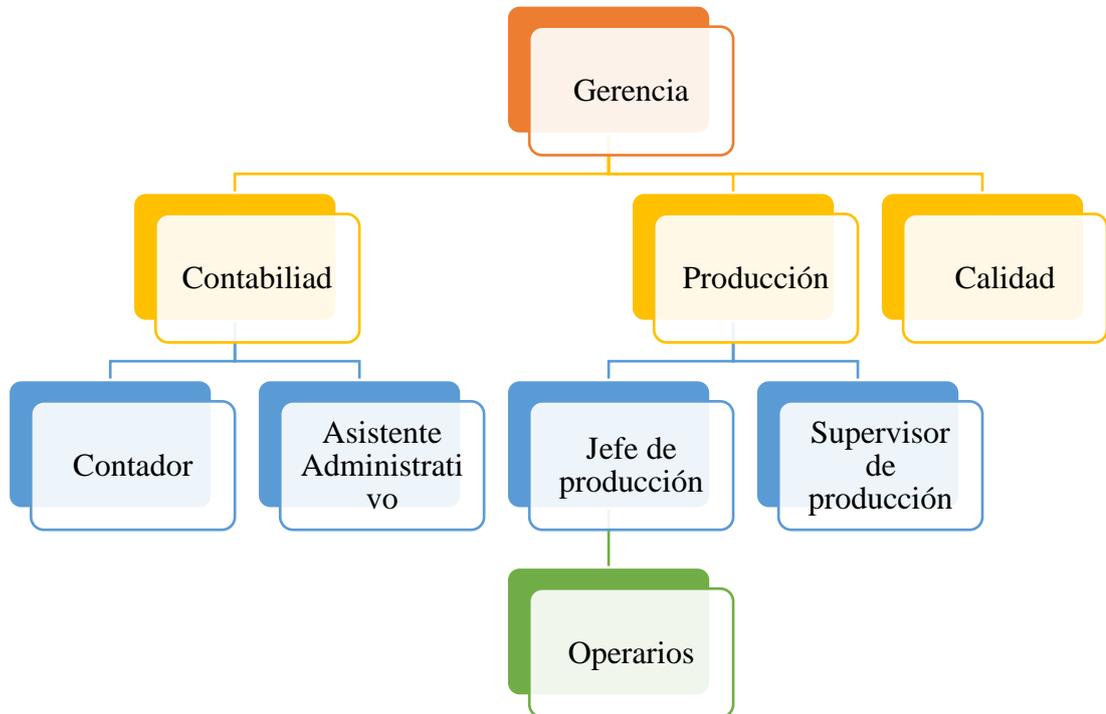


Figura 9. Organigrama organizacional de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

### **Análisis interno de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.**

La empresa Balanvalle Cia. Ltda., por el incremento gradual en ventas derivado de la demanda del mercado, cuenta con una posición estratégica y de superación, la forma por la que manejan sus actividades se deriva de la presencia de clientes que exigen de la entidad, productos con normas de calidad y valor agregado, para aumentar la frecuencia de pedidos en el año.

El análisis inicial mediante investigación de campo sostiene que, el gerente de la empresa Balanvalle Cia. Ltda., receipta pedidos, los archiva y envía al departamento de producción, donde, confía fielmente en sus operarios de trabajo sobre el control de calidad, por lo cual, se encarga recibir el lote de pedido terminado, observar la calidad del producto y despachar los camiones para la distribución.

Del estado de situación inicial, el Anexo 2, se muestra la situación inicial de la empresa bajo las consideraciones puntuales obtenidas del gerente, entre ellas está:

- La empresa no cuenta con línea de producción estable, el operario no receipta las metodologías de trabajo previo inicio de sus actividades.
- El nivel de organización está enfocado y direccionado, pero no tiene un sistema de control periódico que demuestre que el sistema funciona y se acopla a la necesidad del mercado.
- Los procesos sostienen ciertas falencias derivadas del manejo de la materia prima y del manejo incorrecto de las máquinas de trabajo, por tanto, han existido casos en los que se dieron pérdidas de productos.

Estas consideraciones dan lugar a un manejo y control de los datos informativos de la empresa, empleando un sistema de cambio y reducción de actividades que no agreguen valor, se modifica el nivel de producción de la empresa bajo el control cada actividad mediante el software adecuado.

El Anexo 3, muestra la situación inicial de la empresa bajo las consideraciones obtenidas de los operarios de trabajo, entre ellas está:

- Los operarios de trabajo no fueron capacitados correctamente sobre el puesto de trabajo con un nivel de inducción adecuado.

- El sistema interno no maneja información sobre los puestos de trabajo correctamente establecidos.
- No existen estudios que demuestren un correcto control sobre la línea de producción y manejo de desechos adecuado.
- Los operarios no conocen los tiempos correctos y óptimos para el desarrollo de las actividades de trabajo, su manejo presenta labores inadecuadas y sin valor agregado sobre el producto.

El análisis final, muestra que, no existe un correcto manejo de los tiempos establecidos para realizar las actividades de trabajo, se observa los tiempos muertos y el mal manejo de la materia prima, finalmente, el sistema presenta falencias sobre métodos adecuados de trabajo, por lo que es necesario la implementación de un estudio de tiempos para adecuar a la empresa al manejo de sus actividades de trabajo.

### **3.1.2 Productos**

#### **Productos comercializados por la empresa Balanvalle Cía. Ltda.**

El desarrollo de una empresa manufacturera se enfoca en la introducción del cliente sobre la línea de producción. Para un mercado estable, mantener una línea de productos pequeña, puede dar lugar a mejoras sustanciales sobre la calidad. Una consideración es que la mitad de los productos presentes en la empresa se encuentran en proceso de introducción al mercado, debido a que el establecimiento cuenta con normas reguladas, sigue en trámites de aceptación e implementación en el mercado, sin embargo, estos se toman en consideración para futuros análisis de estudio enfocados en los productos ofertados. La empresa Balanvalle Cía. Ltda., tiene un mercado nicho derivado del sector de alimentos bovinos. La Tabla 11, muestra la línea de productos actuales.

Tabla 11. Productos de la empresa Balanvalle Cía. Ltda.

N°	Código	Producto	Descripción	Gráfico
1	1345	Balanceado bovino iniciador 40 Kg	Mezcla de materia prima con nutrientes disponibles, que, permiten el sano crecimiento del ternero por las altas proteínas y nutrientes.	
2	1346	Balanceado vaconas en crecimiento 40 Kg	Composición de materia prima alta en nutrientes para un correcto metabolismo del animal bovino.	

N°	Código	Producto	Descripción	Gráfico
3	1347	Balanceado bovino de súper leche 40 Kg	Alimentación equilibrada que tiene relación directamente proporcional al incremento de los litros/día.	
4	1348	Balanceado bovino completo 40 Kg	Alimentación equilibrada que provee al animal bovino un desarrollo metabólico estable y nutricional.	

N°	Código	Producto	Descripción	Gráfico
5	1349	Balanceado bovino especial 40 Kg	Alimentación para ganado bovino en proceso de certificación de Agrocalidad para su venta y distribución.	
6	1350	Balanceado bovino de alta energía 40 Kg	Alimentación para ganado bovino en proceso de certificación de Agrocalidad para su venta y distribución.	

### Análisis e identificación del producto de mayor demanda

El análisis ABC, mediante el cual se obtiene el producto de mayor demanda en la empresa Balanvalle Cía. Ltda. tomo datos de los últimos 3 años de las ventas. La Tabla 12, muestra el promedio a partir de los Anexos 4 – 6.

**Tabla 12.** Ventas de la empresa Balanvalle Cía. Ltda.

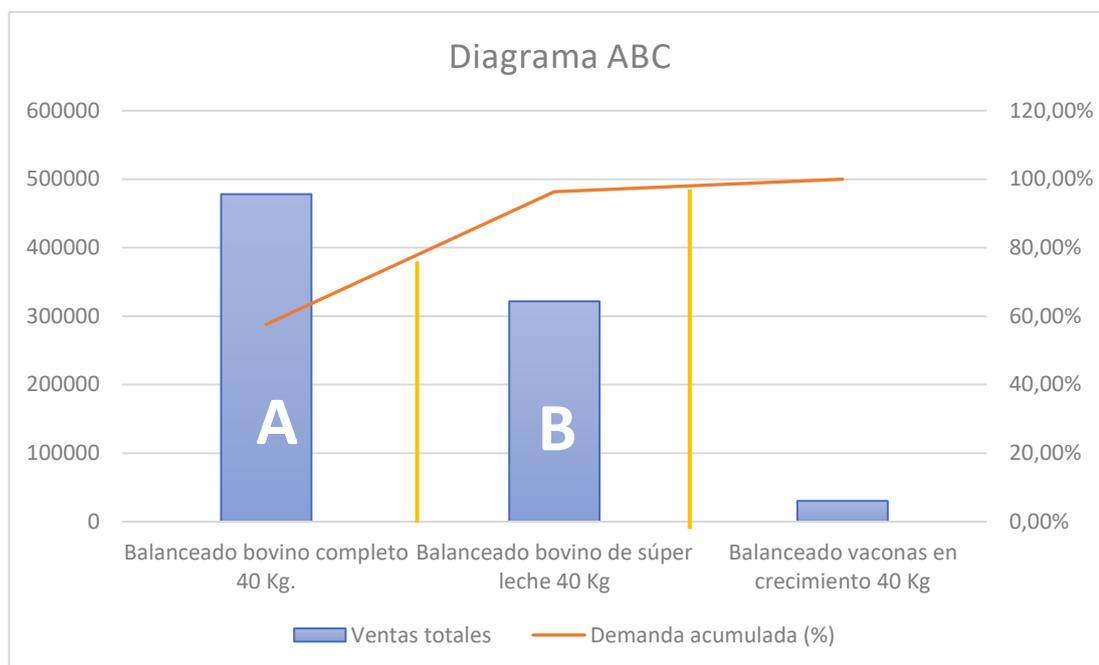
Producto	Año (unidades)			Promedio	Precio unitario (\$)	Total Ventas (\$)
	2019	2020	2021			
Balanceado vaconas en crecimiento 40 Kg.	360	502	454	439	23.00	10097,00
Balanceado bovino de súper leche 40 Kg.	4205	5375	5735	5105	21.00	107205,00
Balanceado bovino completo 40 Kg.	8105	10400	9620	9375	17.00	159375,00
<b>Ventas Totales de productos</b>						<b>276677,00</b>

La Tabla 12, muestra el nivel de producción de cada producto durante los últimos 3 años, se estudia patrones de ventas y se estima un promedio cercano a la realidad, esto determina la proyección que puede existir para el año 2022. Para conocer el promedio del análisis ABC, es necesario clasificar según el nivel de ventas, la Tabla 13, muestra la clasificación y distribución de cada producto.

**Tabla 13.** Análisis ABC de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Análisis ABC				
N.	Producto	Demanda individual (%)	Demanda acumulada (%)	Clase
1	Balanceado bovino completo 40 Kg.	57.6	57.60	<b>A</b>
2	Balanceado bovino de super leche 40 Kg.	38.75	96.35	<b>B</b>
3	Balanceado vaconas en crecimiento 40 Kg.	3.65	100	<b>C</b>

Para determinar de mejor manera, la Figura 10, muestra la representación que se obtuvo a partir de la Tabla 13, para una comprensión del nivel de demanda.



**Figura 10.** Diagrama ABC de la empresa Balanvalle Cia Ltda.

- **Interpretación del diagrama ABC**

Debido a la carencia de productos por parte de la empresa Balanvalle Cía. Ltda., la Figura 11, muestra el promedio total de venta de cada uno de los productos, donde se encontró que, la clase A la conforma el balanceado bovino completo 40 Kg. con el 57.6%, la clase B la conforma el balanceado bovino de súper leche 40 Kg. con el 38.75% y, la clase C la conforma el balanceado vaconas en crecimiento 40 Kg con el 3.65%. El estimado de ventas de los últimos 3 años fue de \$276677,00 esto se basa en el campo de alimentación bovina, centrar un mercado y mantener un enfoque de calidad, proporciona a la empresa mantener a la clientela con productos óptimos, el estudio revela que existen 3 productos en proceso de obtención de un certificado para su venta y distribución, mientras esto se procesa, no existen ventas externas, solo se produce para consumo interno de la granja.

- **Interpretación de porcentaje individual de cada producto ofertado**

Del total de ventas, el producto de mayor demanda es el balanceado bovino completo 40 Kg. ya que cuenta con el 57,6% de participación promedio en los años de estudio, el producto como parte de la formación del animal, cubre las necesidades de nivel energético para conseguir altas producciones coadyuvando a la vaca para iniciar con el proceso de preñez, después de 60 días de lactancia. La Tabla 14, muestra el saco, de la empresa Balanvalle Cía. Ltda.

**Tabla 14.** Producto de mayor demanda de la empresa Balanvalle Cía. Ltda.

<b>Balanvalle Cía. Ltda. – Producto de mayor demanda</b>	
<b>Producto</b>	<b>Fotografía</b>
Balanceado bovino completo 40Kg.	

**Materia prima para la elaboración de Balanceado bovino completo 40Kg**

Para la elaboración de Balanceado bovino completo 40Kg. es necesario el uso de la materia prima de primera calidad, el cumplimiento con los estándares identifica total confiabilidad para los clientes. La Tabla 15, muestra la materia prima necesaria para elaborar el balanceado de calidad.

Tabla 15. Materia prima para el saco de balanceado bovino completo

<b>Balanvalle Cia. Ltda. – Balanceado completo</b>		
<b>Materia prima</b>		
<b>Morochillo</b>	<b>Palmiste</b>	<b>Afrechillo</b>
		
<b>Melaza</b>	<b>Cacao molido</b>	<b>Polvillo fino</b>
		
<b>Pepa de algodón</b>	<b>Carbonato de calcio</b>	<b>Arrocillo</b>
		
<b>Micofung</b>		<b>Sal</b>
		

**Línea de procesos del producto de mayor demanda**

La Figura 11, muestra la línea de procesos basado en el producto de mayor demanda denominado balanceado bovino completo 40 Kg., desde el ingreso de materia prima hasta registrar su salida final.

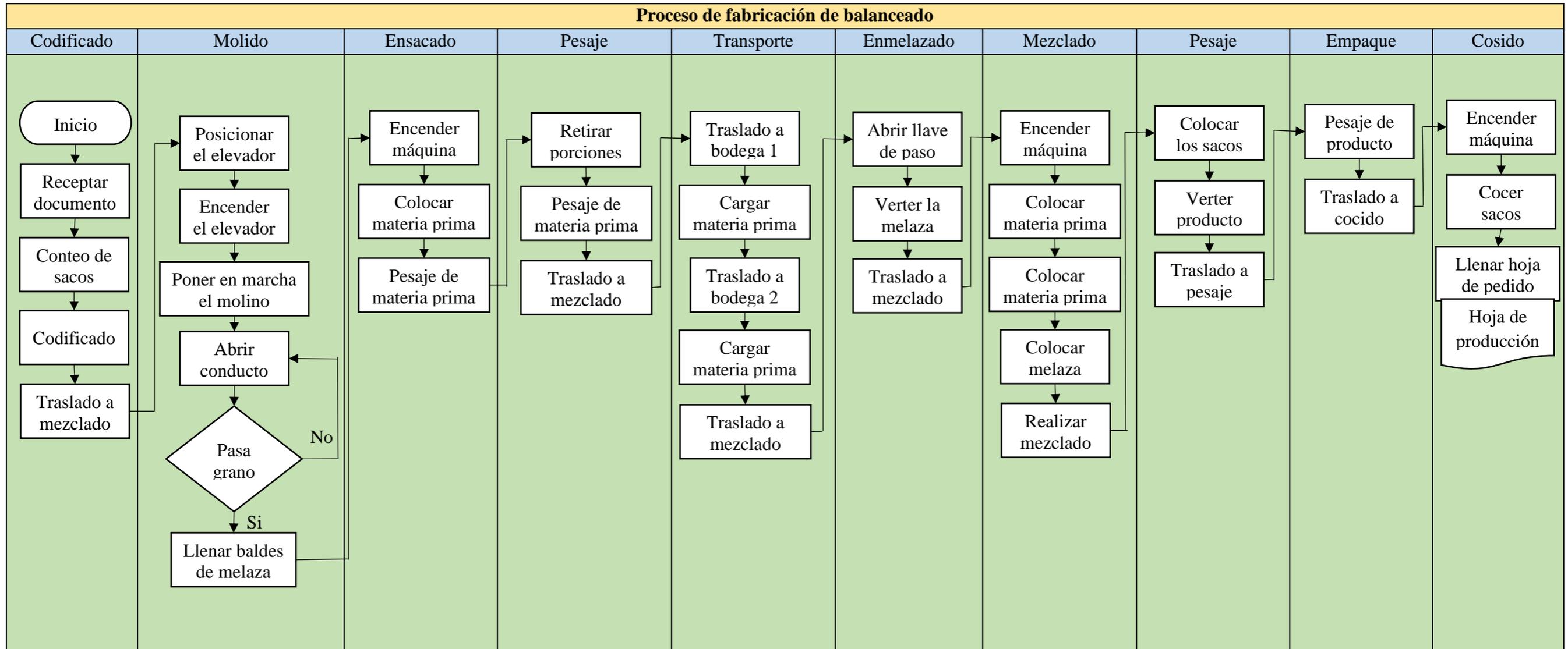


Figura 11. Proceso productivo de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

## Layout de la empresa

La Figura 12, muestra la distribución de planta con las áreas de los procesos más importantes de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

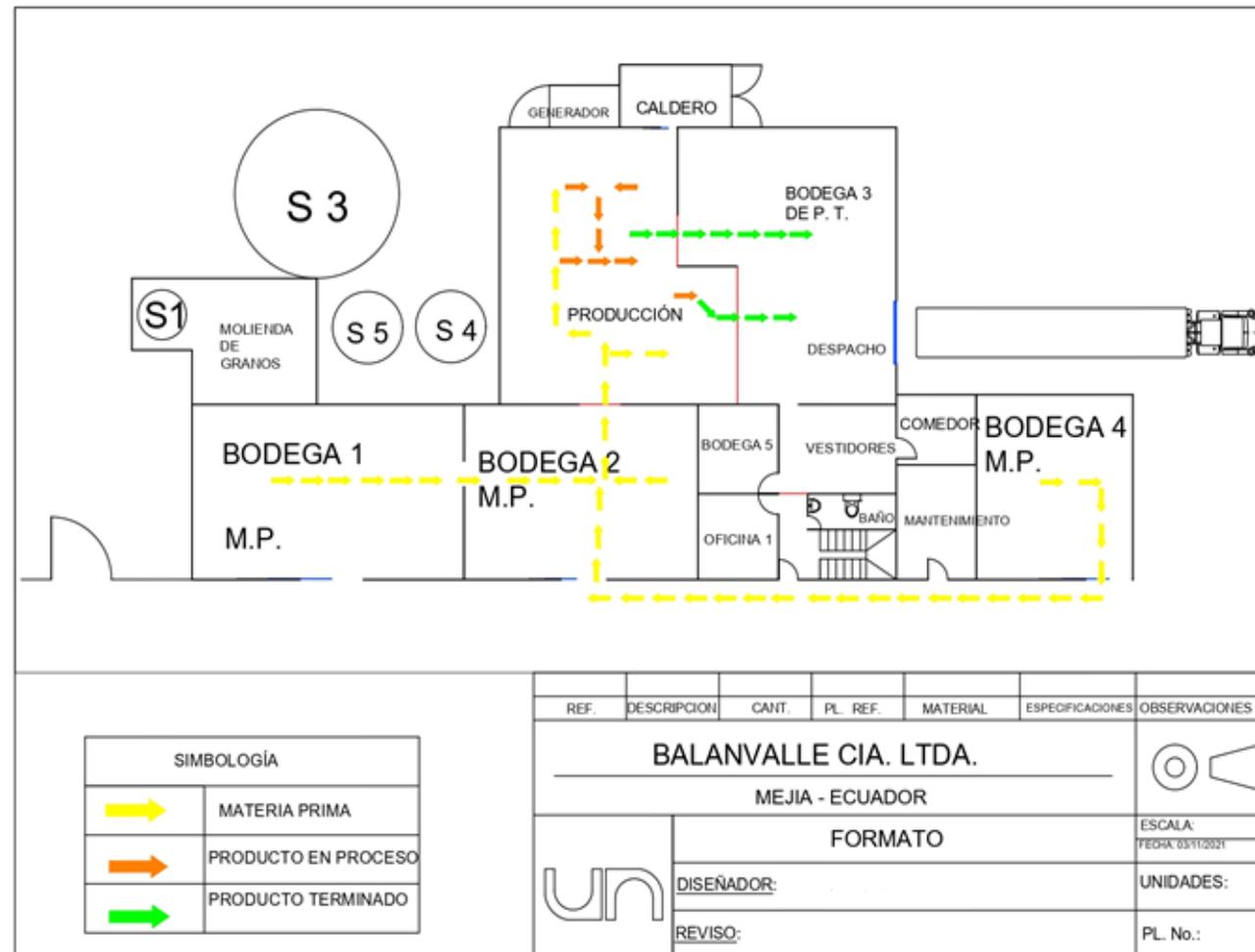


Figura 12. Proceso productivo de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

**Mapa de procesos**

Una vez que se elaborado el diagrama flujo de la empresa mediante la línea de procesos del producto de mayor demanda, es necesario determinar mediante un análisis, las áreas de la línea de producción necesarios para el funcionamiento de la industria. La Figura 13, muestra el mapa de procesos.

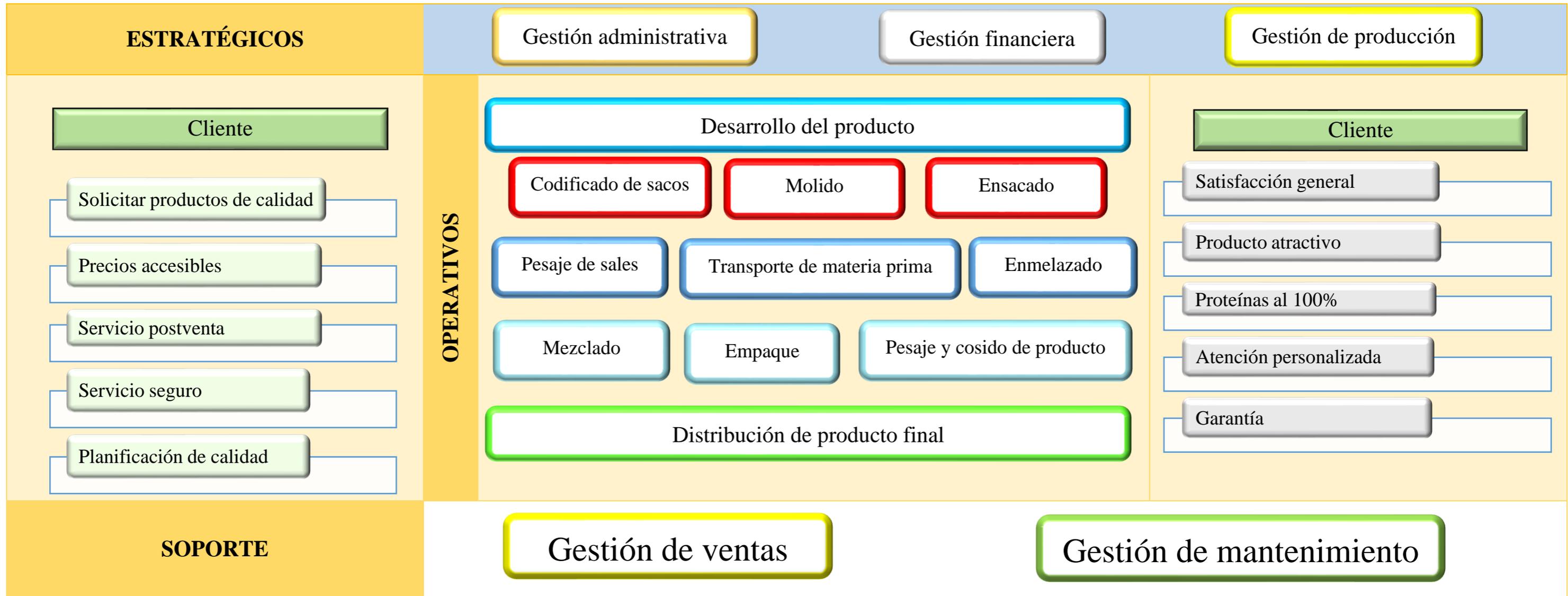


Figura 13. Mapa de procesos de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

### 3.1.3 Línea de producción de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

#### Línea primaria de producción

Para determinar la línea de producción, es necesario identificar los procesos presentes en la empresa Balanvalle Cia. Ltda., donde, se mantiene las actividades a cumplir por los trabajadores para desarrollar un producto de calidad, a continuación, se muestra cada paso a seguir para obtener el balanceado bovino completo de 40Kg.

- **Codificación de sacos**

El proceso inicia con la recepción de la hoja de producción, la Figura 14, muestra los porcentajes de materia prima según el producto a realizar.

BALANVALLE CIA. LTDA. El bienestar comienza con una vaca.		REGISTRO DE CONTROL DE PRODUCCION LA LINEA DE MEZCLADORAS				EN	RC-02.PP.001.02 Mayo - 2021		
F. Inicio OP		29/08/2022	MEZCLADORA N°		1	F. Cierre OP		29/08/2022	
N° Orden de Producción	PRODUCTO	PRESENTACION kg	N° LOTE	FECHA /ELABORACIÓN	FECHA /VENCIMIENTO	N° PRDAS	N° SACOS	CANT. Kg	
2206	COMPLETO	40	22155	29/08/2022	29/11/2022	8	128	5120	
Parada N°	Producto	CONTROL DEL PROCESO							OBSERVACIONES
		Hora Inicial	%H (Max 14)	N° Sacos	Cantidad Kg	SELLADO	CODIFICACION	Hora Final	
1	COMPLETO								
2	COMPLETO								
3	COMPLETO								
4	COMPLETO								
5	COMPLETO								
6	COMPLETO								
7	COMPLETO								
8	COMPLETO								
9									

Figura 14. Orden de producción

El operario ingresa los datos de registro en los sacos donde se coloca el producto final, se inicia la producción colocando la información de nutrición y componentes detallado. La Figura 15, muestra al operario preparando la codificación.



**Figura 15.** Codificado de sacos

- **Molido de materia prima**

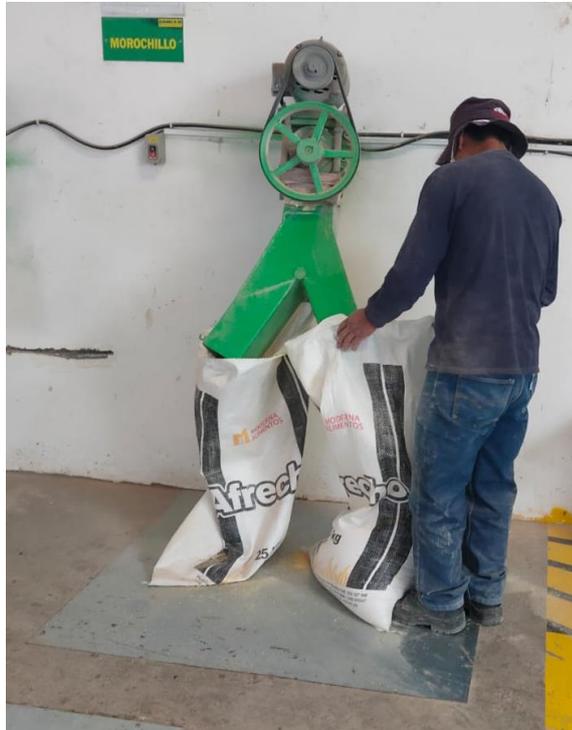
El molido consiste en obtener materia prima triturada a partir de granos y otros insumos necesarios para mantener el balance sobre el producto a fabricar, aquí se procesa cada material con la finalidad de obtener dosificación al 100%. La Figura 16, muestra la máquina de molido.



**Figura 16.** Molido de materia prima

- **Ensayado de materia prima**

El operario se acerca a la máquina donde se tiene una llave de salida de materia prima, la Figura 17, muestra el proceso de ensacado.



**Figura 17.** Ensayado de materia prima

- **Pesaje de sales minerales y conservantes**

Luego de identificar el lote de producción, los operarios realizan el pesaje de la materia prima con la finalidad de establecer las medidas correctas. La forma de medición es rigurosa, el operario se asegura de que, cada materia prima sostenga el correcto balance del producto. La Figura 18, muestra los sacos colocados en la balanza.



**Figura 18.** Pesaje de materia prima

- **Transporte de materia prima**

El movimiento de la materia prima se da a partir de la bodega 1, donde, se apila las sales minerales, después, se traslada hacia la bodega 2 para recoger los conservantes para mover todo hacia el área de mezclado. La Figura 19, muestra el montacargas que se utiliza para el desplazamiento de toda la materia prima.



**Figura 19.** Montacargas de materia prima

- **Enmelazado**

En el área de enmelazado, el operario observa la hoja del lote de producción para determinar la cantidad de melaza a descargar, abre la llave de paso y deposita en baldes la materia prima, luego traslada todo al área de mezclado. La Figura 20, muestra el depósito de melaza en la empresa.



**Figura 20.** Baldes con melaza

- **Mezclado de materia prima**

La materia prima es enviada al área de mezclado, donde, el operario abre los sacos de morochillo y coloca las sales minerales y conservantes sobre los granos según las medidas establecidas en la hoja de producción, después, esta mezcla se introduce en la máquina mezcladora que se encuentra trabajando desde que inicia la jornada de trabajo, finalmente, se agrega la melaza a la mezcla e inicia el proceso de mezclado final. La Figura 21, muestra la máquina mezcladora donde el operario coloca la materia prima necesaria para obtener el producto final.



**Figura 21.** Mezclado de materia prima

- **Empaque del producto**

El empaque es de forma directa, desde la máquina se tiene un embudo donde se puede colocar el saco para colocar el producto final. La Figura 22, muestra la colocación del producto en el saco.



**Figura 22.** Empaque de producto final

- **Pesaje de producto final**

Una vez que se depositó el producto final en el saco, este es pesado para determinar si la cantidad es exacta, se tiene una holgura de  $\pm 0.05$  aproximado al peso de 40kg que fue establecido inicialmente. La Figura 23, muestra la acción de pesaje del producto final.



**Figura 23.** Pesaje de producto final

- **Cosido de sacos de producto final**

Cuando se establece que el peso de cada saco es correcto, el operario realiza el cosido final previo almacenamiento en la bodega de producto final. La Figura 24, muestra el proceso.



**Figura 24.** Cosido del saco

Una vez que el proceso termina, el producto final es recogido y desplazado por el personal de bodega, hasta que lleguen los camiones, donde, se prepara el lote para su distribución final.

### **Cursograma analítico de la línea de producción**

La línea de producción de la empresa Balanvalle Cia. Ltda., cuenta con pocas actividades de trabajo por la facilidad que emplea la máquina de trabajo, cada una se clasifica en almacenaje de materia prima, pesaje, molido, mezclado y empaque para su distribución. La Tabla 16, muestra el cursograma analítico actual tomado de los cursogramas descritos desde el Anexo 7 hasta el Anexo 15.

Tabla 16. Cursograma analítico de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

		"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"							
Cursograma Analítico									
Empresa:	Balanvalle Cia. Ltda.	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1				
Producto:	Balanceado bovino completo 40 Kg.	Realizado por:	Marco Castellano	Diagrama:	1				
Departamento:	Departamento de producción	Aprobado por:	Ing. Freddy Lema	Fecha:	3/8/2022				
Área:	Línea de producción	Operarios:	Personal producción	Aprobación:	3/8/2022				
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (seg)	Símbolo					Operaciones
N.	Descripción			○	⇒	□	D	▽	
1	Envío de la hoja de producción		12,15		1				Se envía la hoja de lote de producción a las áreas de codificado, molido y enmelazado.
2	Ingresar los datos básicos de fecha de elaboración, caducidad y número de lote.		153,72	1					
3	Preparar la máquina codificadora.		348,82	1					
4	Contar los sacos a codificar.		363,53	1					
5	Codificación de sacos		646,61	1					Se realiza para el número de sacos planificados en la jornada de trabajo.
6	Trasladar los sacos al área de producción.	46,48	10,27		1				Los sacos son enviados al área de mezclado.
7	Recibir la orden de producción		10,27	1					Se envía la hoja de lote de producción a las áreas de codificado, molido y enmelazado.
8	Traslado hacia el área de los molinos.	68,58	24,58		1				
9	Colocar las cribas en el molido de acuerdo a la orden de producción.		23,68	1					
10	Posicionar en el elevador el número del silo al que va a ser transportado el maíz.		8,25	1					
11	Encender el motor del elevador.		7,81	1					
12	Poner en marcha al molino.		5,85	1					
13	Abrir el paso del silo al conducto que conecta al molino		3,88	1					
14	Revisar que el grano pase al molino.		7,43			1			En ocasiones, el grano no se deposita correctamente, por tanto, es necesario un monitoreo constante.
15	Realizar el molido.		11831,53	1					
16	Revisar que la materia prima este triturada en su totalidad.		23,95	1					Si no está triturado, se realiza nuevamente el

									molido en un tiempo proporcional a la cantidad de grano no triturado.
17	Apagar el motor del elevador.		13,38	1					
18	Cerrar el paso del maíz del grano.		17,82	1					
19	Apagar la molienda.		17,56	1					El transporte se devuelve a la bodega.
20	Colocar el saco en la tolva de grano molido grueso.		6,46	1					
21	Encendido del motor de la tolva		4,55	1					
22	Ensacado del maíz.		7,10	1					
23	Trasladar el maíz a la balanza.	9,91	6,41		1				
24	Pesaje del maíz.		63,32	1					Se considera los datos de la hoja del lote de producción.
25	Trasladar el maíz en el área de mezclado.	2,29	12,94		1				
26	Trasladarse a la bodega de sales minerales.	31,24	28,19		1				
27	Retirar porciones en fundas de cada materia prima.		119,87	1					
28	Traslado a la balanza de pesaje.	2,29	14,69		1				
29	Realizar el pesaje de cada materia prima.	88,85		1					Se considera los datos de la hoja del lote de producción.
30	Trasladar las sales minerales y conservantes al área de mezclado.	31,24	27,48		1				
31	Verter la materia prima en el saco de morochillo molido.		10,09	1					
32	Preparar el montacargas manual	18,29	7,82	1					Se retira del lugar de su almacenamiento y calibra correctamente.
33	Desplazarse a la bodega 1.	16,76	17,18		1				
34	Cargar la materia prima al montacargas.		202,53	1					Se coloca los sacos en el montacarga.
35	Desplazarse a la bodega 2.	17,53	9,20		1				
36	Cargar la materia prima al montacargas.		57,22	1					
37	Trasladar la materia prima al área de mezclado.	20,57	42,21		1				
38	Depositar la materia prima en el área de mezclado.		91,53	1					
39	Trasladar el montacargas a la bodega 2.	18,29	20,49		1				Se coloca en su lugar de almacenamiento.
40	Receptar la hoja de producción.		12,35	1					Se envía la hoja de lote de producción a las áreas de codificado, molido y enmelazado.
41	Colocar el balde debajo de la llave de descarga de melaza.		1,24	1					
42	Abrir la llave de paso.		3,57	1					

43	Verter la melaza en el balde.		35,74	1					Cantidad de melaza en un balde es 10 litros.
44	Cerrar la llave de paso.		1,30	1					
45	Trasladar la melaza al área de mezclado.	12,19	9,04	1					
46	Encender la máquina de mezclado.		1,14	1					
47	Descocer los sacos de la materia prima.		136,82	1					
48	Colocar el morochillo con las sales minerales y conservantes en la mezcladora.		5,03	1					
49	Colocar la materia prima que se trasladó de la bodega 1 y bodega 2 en la mezcladora.		776,96	1					
50	Verter la melaza en la máquina de mezclado.		408,62	1					
51	Realizar la mezcla final.		193,80	1					
52	Codificación manual de número de batch y máquina en los sacos.		106,16	1					
53	Trasladar los sacos al área de empaque.	7,62	9,96		1				
54	Colocar el saco en la máquina mezcladora		10,31	1					
55	Verter el producto final en el saco.		10,58	1					
56	Trasladar el producto final a la balanza.	1,52	6,20		1				
57	Pesaje del producto final.		11,61			1			
58	Trasladar el producto final al área de cosido.	2,29	4,21	1					
59	Realizar el cosido del producto final.		6,07	1					
60	Trasladar a la bodega de almacenamiento el producto final.	16,76	31,16		1				
61	Llenar la hoja de lote de producción.		88,52			1			Se documenta e informa sobre el lote de producción terminado.
<b>Resumen</b>									
<b>Actividad</b>		<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Tiempo (seg)</b>				20503,10	
<b>Operación</b>		43	0	<b>Distancia (m)</b>				323,85	
<b>Transporte</b>		15	0	<b>Observaciones generales</b>					
<b>Inspección</b>		3	0	Los operarios desarrollan la línea de producción con normalidad, no existen demoras extensas consideradas dentro del estudio, el tiempo no es estandarizado y esta desactualizado.					
<b>Demora</b>		0	0						
<b>Almacenaje</b>		0	0						
<b>TOTAL</b>		61	0						

El análisis producido sobre los procedimientos encontrados, se basa en el control de tiempos y movimientos obtenidos por la empresa en un estudio previo (año 2018), el operario, la maquinaria y las herramientas de trabajo han cambiado y con ello se requiere de un estado de situación actual, esto denota que existe un tiempo de 5 horas, 55 minutos y 22 segundos, mientras que, existe un recorrido de la materia prima total de 323,85 metros, de esta manera se cumple con estándares de manejo de datos obtenidos para un lote de pedido de 262 unidades.

### Diagrama de recorrido

El cursograma analítico de la línea de producción se complementa con el diagrama de recorrido, la Figura 25, muestra la línea de producción interna por donde pasa la materia prima hasta obtener el producto final.

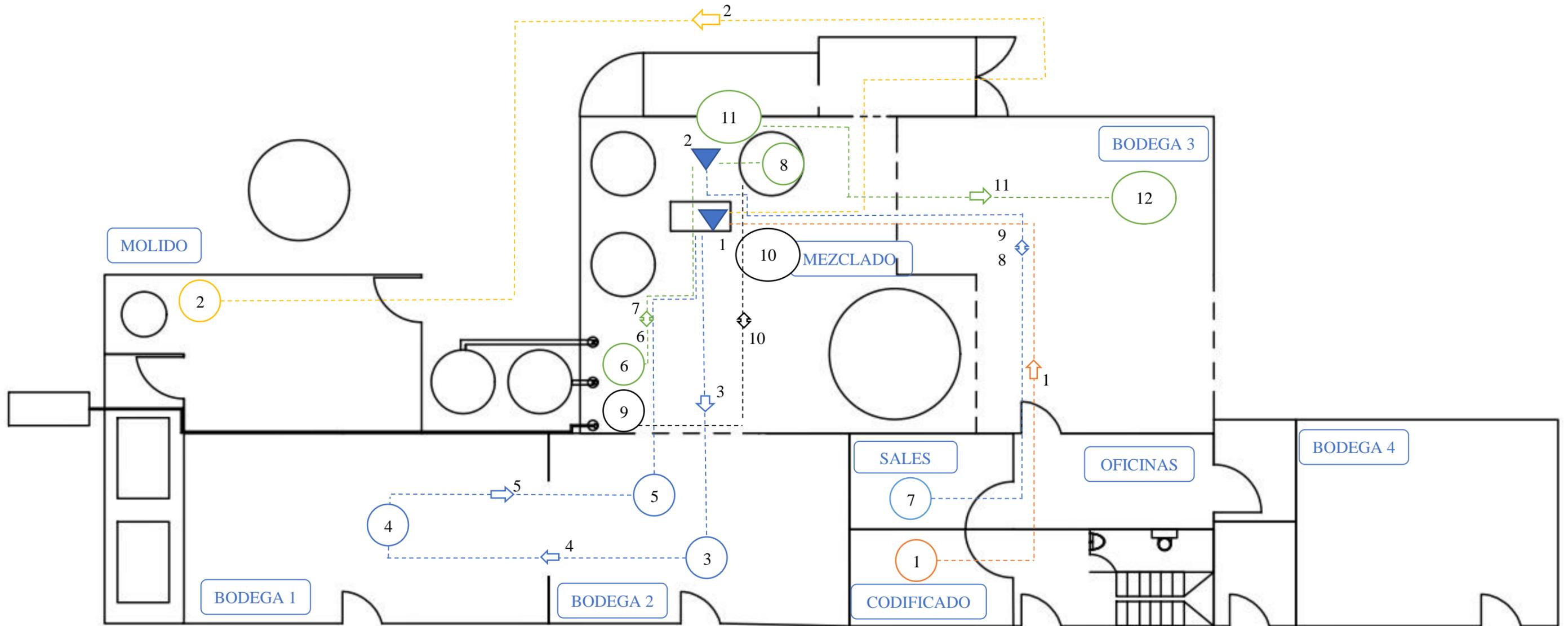


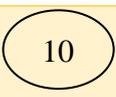
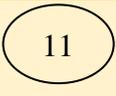
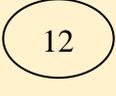
Figura 25. Diagrama de recorrido del producto

- Análisis de recorrido

Para comprender la Figura 25, la Tabla 17, muestra el análisis de cada punto de recorrido.

**Tabla 17.** Análisis de recorrido

Figura	Nombre	Descripción
	Proceso 1	El operario realiza el proceso de codificación de los sacos.
	Desplazamiento 1	El operario desplaza los sacos codificados al área de mezclado.
	Proceso 2	El operario realiza el proceso de molienda.
	Desplazamiento 2	El operario se desplaza al área de mezclado.
	Proceso 3	El operario realiza el pesaje de sales minerales.
	Desplazamiento 3	El operario se desplaza a la bodega 1.
	Proceso 4	El operario realiza el pesaje de conservantes.
	Desplazamiento 4	El operario se desplaza a la bodega 2.
	Proceso 5	El operario coloca la materia prima en el montacargas.
	Desplazamiento 5	El operario se desplaza al área de mezclado.
	Proceso 6	El operario retira los baldes con melaza.
	Desplazamiento 6	El operario se desplaza al área de mezclado.
	Proceso 7	El operario retira los insumos requeridos.
	Desplazamiento 7	El operario se desplaza al área de mezclado.
	Almacenamiento 1	Toda la materia prima, se almacena en el área de mezclado, hasta iniciar el proceso de producción.

Figura	Nombre	Descripción
	Proceso 8	El operario realiza el proceso de mezclado.
	Espera 1	El operario determina la falta de melaza en el proceso de mezclado.
	Desplazamiento 8	El operario se desplaza al área de enmezclado.
	Proceso 9	El operario retira los baldes con melaza.
	Desplazamiento 9	El operario se desplaza al área de mezclado.
	Proceso 10	El operario coloca los sacos debajo de la máquina de mezclado.
	Desplazamiento 10	El operario se desplaza al área de pesaje.
	Proceso 11	El operario coloca los sacos sobre la balanza de pesaje.
	Desplazamiento 11	El operario se desplaza a la bodega 3.
	Proceso 12	El operario coloca el producto terminado en las estanterías.
	Líneas entrecortadas azules	Describen el recorrido que se genera por parte de los operarios, sobre toda la planta de producción.
	Líneas entrecortadas naranjas	Refieren el recorrido que se genera por parte de los operarios, en el área de producción.
	Líneas entrecortadas oscuras	Representan el recorrido que se genera por parte de los operarios, en las áreas de producción primaria.

### 3.1.4 Levantamiento de procesos de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

#### Fichas de levantamiento de procesos

Del total del diagrama de recorrido, desde la Tabla 18 hasta la Tabla 26, muestra el desglose de los procesos que se involucran para desarrollar el producto de mayor demanda, la finalidad es determinar las observaciones más relevantes de la línea de producción.

**Tabla 18.** Ficha de procesos del área de codificado

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE PROCESOS		
	<b>Macroproceso</b>	Elaboración de balanceado
	<b>Proceso</b>	Codificación
	<b>Responsable</b>	Operario de codificación
<b>Objetivo:</b>	Colocar los datos básicos sobre el saco.	
<b>Alcance:</b>	Ingresar la cantidad de sacos que van a recibir los datos de número de lote, fecha de elaboración y caducidad.	
<b>Proveedores</b>	Lista de proveedores.	
<b>Entradas:</b>	Sacos, etiquetas, máquina de codificado.	
<b>Salida:</b>	Sacos codificados.	
<b>Recursos:</b>	Maquinaria, material, humano y financiero.	
N°	Actividades	Observaciones
1	Receptar la hoja de producción.	
2	Ingresar los datos de elab/caduc.	
3	Preparar la máquina codificadora.	Encender la máquina.
4	Contar los sacos a codificar.	
5	Codificación de sacos.	Se realiza para el número de sacos planificados en la jornada de trabajo.
6	Enviar los sacos al área de producción.	

Tabla 19. Ficha de procesos del área de molienda

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE PROCESOS		
	<b>Macroproceso</b>	Elaboración de balanceado
	<b>Proceso</b>	Molienda
	<b>Responsable</b>	Operario de molienda
<b>Objetivo:</b>	Realizar la molienda de la materia prima con las especificaciones adecuadas para la mezcla.	
<b>Alcance:</b>	La Molienda empieza desde la puesta en marcha del molino hasta el envasado en sacos en base a los kilogramos requeridos.	
<b>Proveedores</b>	Lista de proveedores.	
<b>Entradas:</b>	Orden de producción.	
<b>Salida:</b>	Morochillo grueso y delgado.	
<b>Recursos:</b>	Maquinaria, material, humano y financiero.	
N°	Actividades	Observaciones
1	Recibir la orden de producción.	
2	Traslado hacia el área de los molinos	
3	Colocar las cribas en el molido de acuerdo a la orden de producción.	
4	Posicionar en el elevador el número del silo al que va a ser transportado el maíz.	Observar determinadamente la orden de producción.
5	Encender el motor del elevador.	
6	Poner en marcha al molino.	
7	Abrir el paso del silo al conducto que conecta al molino.	
8	Revisar que el grano pase al molino.	
9	Realizar el molido.	Revisar que la criba no se obstruya por el morochillo.
10	Revisar que la materia prima este triturada en su totalidad.	
11	Apagar el motor del elevador.	
12	Cerrar el paso del maíz del grano.	
13	Apagar el molido.	

**Tabla 20.** Ficha de procesos de ensacado del maíz molido

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE PROCESOS		
	<b>Macroproceso</b>	Elaboración de balanceado
	<b>Proceso</b>	Ensacado del maíz molido
	<b>Responsable</b>	Operario de molienda
<b>Objetivo:</b>	Abrir los sacos de materia prima necesarios para realizar la mezcla.	
<b>Alcance:</b>	Inicia con observar la cantidad que se requiere para producir un lote de pedido hasta los sacos colocados en el área de mezclado.	
<b>Proveedores</b>	Lista de proveedores.	
<b>Entradas:</b>	Orden de producción y sacos de materia prima.	
<b>Salida:</b>	Sacos abiertos listos para la producción.	
<b>Recursos:</b>	Maquinaria, material, humano y financiero.	
N°	Actividades	Observaciones
1	Colocar el saco en la tolva de grano molido grueso.	
2	Encendido del motor de la tolva.	
3	Ensacado del maíz.	
4	Trasladar el maíz a la balanza.	Observar determinadamente la orden de producción.
5	Pesaje del maíz.	
6	Trasladar el maíz en el área de mezclado.	

**Tabla 21.** Ficha de procesos del área de pesaje de sales minerales y conservantes

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE PROCESOS		
	<b>Macroproceso</b>	Elaboración de balanceado
	<b>Proceso</b>	Pesaje de sales minerales y conservantes
	<b>Responsable</b>	Operario de pesaje
<b>Objetivo:</b>	Pesar las sales minerales y conservantes para la mezcla del producto final.	
<b>Alcance:</b>	Inicia con la introducción de la materia prima hasta colocar lo necesario en el área de mezclado.	
<b>Proveedores</b>	Lista de proveedores.	
<b>Entradas:</b>	Orden de producción.	
<b>Salida:</b>	Sales minerales y conservantes.	
<b>Recursos:</b>	Maquinaria, material, humano y financiero.	
N°	Actividades	Observaciones
1	Trasladarse a la bodega de sales minerales.	
2	Retirar porciones en fundas de cada materia prima.	
3	Traslado a la balanza de pesaje.	Se pierden cantidades bajas durante el pesaje debido a la falta de calibración de la pesadora.
4	Realizar el pesaje de cada materia prima.	
5	Trasladar las sales minerales y conservantes al área de mezclado.	
6	Verter la materia prima en el saco de morochillo molido.	

Tabla 22. Ficha de procesos del transporte de materia prima

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE PROCESOS		
	<b>Macroproceso</b>	Elaboración de balanceado
	<b>Proceso</b>	Transporte de materia prima
	<b>Responsable</b>	Operario de transporte
<b>Objetivo:</b>	Enviar la materia prima necesaria para la mezcla.	
<b>Alcance:</b>	Pasar por las bodegas retirando la materia prima necesaria para la elaboración de un lote de pedido al área de mezclado.	
<b>Proveedores</b>	Lista de proveedores.	
<b>Entradas:</b>	Orden de producción y materia prima.	
<b>Salida:</b>	Materia prima en el área de mezclado.	
<b>Recursos:</b>	Maquinaria, material, humano y financiero.	
N°	Actividades	Observaciones
1	Preparar el montacargas manual.	
2	Desplazarse a la bodega 1.	
3	Cargar la materia prima al montacargas.	
4	Desplazarse a la bodega 2.	Se realiza un solo viaje por donde pasa toda la materia prima.
5	Cargar la materia prima al montacargas.	
6	Trasladar la materia prima al área de mezclado.	
7	Depositar la materia prima al área de mezclado.	
8	Movilizar el montacargas a la bodega 2.	

Tabla 23. Ficha de procesos de área de enmelazado

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE PROCESOS		
	<b>Macroproceso</b>	Elaboración de balanceado
	<b>Proceso</b>	Enmelazado
	<b>Responsable (s)</b>	Operario de mezclado
<b>Objetivo:</b>	Preparar la melaza para la mezcla de la materia prima.	
<b>Alcance:</b>	Depositar la melaza en baldes para enviar hacia el área de mezclado y continuar con la mezcla de la materia prima.	
<b>Proveedores</b>	Lista de proveedores.	
<b>Entradas:</b>	Orden de producción.	
<b>Salida:</b>	Melaza en el área de mezclado.	
<b>Recursos:</b>	Maquinaria, material, humano y financiero.	
N°	Actividades	Observaciones
1	Receptar la hoja de producción.	
2	Colocar el balde debajo de la llave de descarga de melaza.	
3	Abrir la llave de paso.	
4	Verter la melaza en el balde.	Cada balde puede almacenar 10 litros.
5	Cerrar la llave de paso.	
6	Trasladar la melaza al área de mezclado	

Tabla 24. Ficha de procesos del área de mezclado

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE PROCESOS		
	<b>Macroproceso</b>	Elaboración de balanceado
	<b>Proceso</b>	Mezclado
	<b>Responsable (s)</b>	Operario de mezclado
<b>Objetivo:</b>	Realizar correctamente el mezclado con la finalidad de tener un producto de calidad sin grumos.	
<b>Alcance:</b>	Empieza desde la recepción de materia prima hasta la verificación del producto.	
<b>Proveedores</b>	Lista de proveedores.	
<b>Entradas:</b>	Materia prima.	
<b>Salida:</b>	Balanceado.	
<b>Recursos:</b>	Maquinaria, material, humano y financiero.	
N°	Actividades	Observaciones
1	Encender la máquina de mezclado	
2	Descocer los sacos de la materia prima	Para la mezcla se requiere morochillo, afrechillo, polvillo de cono, pasta de maní, palmiste, minerales, antimicóticos, melaza y sal.
3	Colocar el morochillo con las sales minerales y conservantes en la mezcladora	Esto ayuda para que no realice esfuerzo físico la persona que se encarga de colocar la materia prima en las tolvas.
4	Colocar la materia prima que se trasladó de la bodega 1 y bodega 2 en la mezcladora	Se recomienda verificar el estado de la mezcla y parar cuando sea necesario para evitar que la melaza se compacte en las caras del mezclador.
5	Verter la melaza en la máquina de mezclado	
6	Realizar la mezcla final	

Tabla 25. Ficha de procesos del área de empaque y pesaje

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE PROCESOS		
	<b>Macroproceso</b>	Elaboración de balanceado
	<b>Proceso</b>	Empacado y pesaje
	<b>Responsable</b>	Operario de mezclado
<b>Objetivo:</b>	Llenar los sacos con el balanceado.	
<b>Alcance:</b>	Inicia con la finalización de la mezcla hasta su llenado en base a la cantidad establecida (40 kg).	
<b>Proveedores</b>		
<b>Entradas:</b>	Sacos de balanceado.	
<b>Salida:</b>	Balanceado.	
<b>Recursos:</b>	Maquinaria, material, humano y financiero.	
N°	Actividades	Observaciones
1	Codificación manual de número de batch y máquina en los sacos.	Se realiza por cada batch y por mezcladora.
2	Trasladar los sacos a la mezcladora.	Recoger el producto existente en el suelo y colocar en la tolva.
3	Colocar el saco en la máquina mezcladora.	
4	Verter el producto final en el saco.	
5	Trasladar el producto final a la balanza.	
6	Pesaje del producto final.	Verificar que el peso sea el adecuado. Es decir, 40kg.

Tabla 26. Ficha de procesos del área de cosido

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE PROCESOS		
	<b>Macroproceso</b>	Elaboración de balanceado
	<b>Proceso</b>	Cosido
	<b>Responsable (s)</b>	Operario de cosido
<b>Objetivo:</b>	Verificar que el cosido no tenga desperfectos para ser trasladado al almacenaje.	
<b>Alcance:</b>	Desde la verificación del cosido hasta el almacenaje.	
<b>Proveedores</b>		
<b>Entradas:</b>	Sacos de balanceado.	
<b>Salida:</b>	Balanceado.	
<b>Recursos:</b>	Maquinaria, material, humano y financiero.	
N°	Actividades	Observaciones
1	Trasladar el producto final al área de cosido.	
2	Realizar el cosido del producto final	
3	Trasladar a la bodega de almacenamiento de producto final.	
4	Llenar la hoja de lote de producción.	Llenar los datos en el Registro de control de ingreso de producto terminado a la bodega.

### Análisis de procesos

Inicialmente se observó que, una línea de producción es estable, sin embargo, se observa que existen demoras en ciertos procesos manuales, donde, el operario se encarga de realizar la actividad sin herramientas de trabajo (las tareas manuales reducen los tiempos óptimos de producción). Además, la melaza, como sustancia líquida, se pega en la máquina y, cuando finaliza el proceso, es necesario realizar un proceso de limpieza y desinfección.

### 3.1.5 Procesos críticos de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

#### Matriz de procesos críticos

Observando cada uno de los procesos que existen dentro de la línea de producción, se determinan las actividades que generan demoras, la Tabla 27, muestra los procesos críticos bajo consideraciones del método de check list, descrito en el Anexo 16.

Tabla 27. Problemas internos de la línea de producción

Actividad	Problema
Realizar el codificado de sacos	El operario debe realizar el proceso de codificado de sacos durante un tiempo, no se puede modificar debido a que es un proceso automático.
Realizar el molido de materia prima	La máquina debe realizar el proceso de molido durante un tiempo, no se puede modificar debido a que es un proceso automático.
Colocar la melaza en los baldes	Solo existe una llave de melaza todas para las mezcladoras; por las condiciones ambientales, la melaza aumenta su viscosidad y causa una demora en el proceso.
Realizar el mezclado	La máquina mezcla la materia prima, las sales, conservantes y melaza, no se puede modificar debido a que es un proceso automático.

De la Tabla 27, se obtiene el nivel del problema interno de cada proceso, se denota que, las actividades de trabajo relacionadas con el manejo de la melaza, son un factor crítico, por las propiedades espesas con las que cuenta la materia prima, produciendo desperdicios que se adhieren a las paredes de la máquina, aumentando el tiempo el procesamiento de la materia prima.

El problema generado a partir del manejo de la melaza, aumenta el tiempo del proceso de producción, por tanto, es necesario identificar un proceso que evite la adhesión de esta materia prima sobre las paredes de las máquinas, mediante un estudio de tiempos y movimientos se puede realizar la comparación entre el antes y el después de aplicar los cambios realizados.

### 3.1.6 Datos preliminares de medición

#### Selección del instrumento de medición de tiempos

Para la selección del instrumento de medición, es necesario considerar parámetros descritos a partir de los manuales de funcionamiento (datasheet) de cada uno. La Tabla 28, muestra las características principales de cada instrumento.

**Tabla 28.** Proceso de selección del cronómetro

Factor de estudio	Instrumentos			
	Extech 365515	Pulivia B09	Time-D05-001	Travelwey Lap03
Método de calibración	Comparación directa con cronómetro patrón			
Tiempo máximo de medición	9h 59 min 59.99 s	4h 59 min 59.99 s	3h 59 min 59.99 s	5h 59 min 59.99 s
División de escala	0.01	0.01	0.01	0.01
Temperatura del aire	24.5°C ± 0.4°C	27.5°C ± 0.7°C	20.0°C ± 0.5°C	28°C ± 0.5°C
Humedad	52.2 % hr ± 0.2 % hr	48.14 % hr ± 0.5 % hr	35.0 % hr ± 0.5 % hr	50.0 % hr ± 0.8 % hr
Método vuelta a cero	SI	SI	SI	SI
Método de medición continua	NO	SI	NO	NO

- **Análisis inicial de selección de cronómetro**

Los cronómetros en el estudio de selección se ajustan los más cercanos a nivel de características, se considera la humedad relativa de 50 % hr, la temperatura del aire por el sector es bajo, en promedio se considera los 25.0 °C, como el método es por vuelta a cero, no se considera tiempos largos ni la medición continua durante una jornada de trabajo.

La Tabla 29, muestra la ponderación final de cada instrumento de trabajo considerando los datos exactos para realizar el trabajo de medición.

**Tabla 29.** Ponderación de instrumentos de medición

<b>Ponderación de Instrumentos</b>											
<b>Tipo de mecanismo</b>	<b>Solución al problema</b>		<b>Simplicidad</b>		<b>Toma de tiempo</b>		<b>Información</b>		<b>Costo</b>		<b>Total</b>
<b>Extech 365515</b>	3	X	3	X	3	X	3	X	3		14
	2		2		2		2		2	X	
	1		1		1		1		1		
<b>Pulivia B09</b>	3		3		3	X	3		3		10
	2	X	2	X	2		2	X	2		
	1		1		1		1		1	X	
<b>Time-D05-001</b>	3		3		3	X	3		3		9
	2	X	2		2		2		2	X	
	1		1	X	1		1	X	1		
<b>Travelway Lap03</b>	3		3		3	X	3		3		10
	2	X	2	X	2		2		2	X	
	1		1		1		1	X	1		

- **Análisis de selección de cronómetro**

Del total de estudio enfocado, se observa que, el cronómetro Elicrom PS532, obtuvo una ponderación de 14, el cronómetro Pulivia B09, obtuvo una calificación de 10, el cronómetro Travelway Lap03, obtuvo una calificación de 10 y el cronómetro Time-D05-001, obtuvo una calificación de 9. Dentro de los parámetros de estudio, se considera que el instrumento de medición que se ajusta es el Extech 365515. El Anexo 19, muestra el datasheet del cronómetro seleccionado.

## Selección del método de cronometraje

La selección del método se delimita por el método de observación directa, sobre la manera en la que cada trabajador desarrolla las actividades de trabajo. La Tabla 30, muestra los métodos más comunes de cronometraje y sus características generales de trabajo.

Tabla 30. Métodos de cronometraje

<b>Metodologías de toma de tiempos</b>		
<b>Metodología</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Cronometraje continuo	Medición sin interrupciones.	No se observan holguras.
	Seguimiento continuo en los tiempos.	No existe descansos.
	Sin pérdida parcial de datos.	Se requiere de videos complementarios.
Cronometraje vuelta a cero	Se toma los tiempos por actividad.	Datos dispersos.
	Se coloca los valores reales.	Errores comunes.
	Existe un alto nivel de toma de datos por horarios.	Holgura pronunciable.

- **Análisis de selección de método de cronometraje**

El método de trabajo por cronometraje continuo, se presenta en la necesidad de trabajos más continuos y para trabajos donde se basa en el producto, mientras que, el método de trabajo por cronometraje vuelta a cero, se basa en una línea de producción en serie y más estable. Se seleccionó el método de cronometraje continuo por la capacidad de toma de tiempos de cada proceso acumulado [26].

### **Matriz resumen de suplementos**

Para un análisis correcto sobre el estudio de tiempos y movimientos, es necesario el análisis e identificación de holguras de los operarios, de acuerdo a la tabla de suplementos de la OIT, para desarrollar un correcto desempeño de trabajo. La Tabla 31, muestra la tabla resumen del Anexo 20 y Anexo 21 sobre el estudio realizado a los trabajadores.

**Tabla 31.** Matriz resumen del estudio de holgura

Proceso	Operario	Número Actividades	Factor de desempeño	Suplementos
Codificación	Trabajador 1	6	0,99	18
Molido	Trabajador 2	13	0,99	18
Ensacado	Trabajador 2	6	0,99	18
Pesaje	Trabajador 3	6	1,06	16
Transporte	Trabajador 3	8	1,06	16
Enmelazado	Trabajador 4 – 5	6	0,97	18
Mezclado	Trabajador 4 – 5	6	0,97	18
Empaque	Trabajador 4 – 5	4	0,93	26
Pesaje	Trabajador 6	2	0,95	19
Cosido	Trabajador 6	4	0,92	26

- **Análisis de operarios**

Los operarios mantienen condiciones ambientales y laborales aceptables, cuentan con espacios de trabajo medianamente adecuados, aunque sin estudios previos sobre una distribución de planta adecuada. El factor de desempeño denota un trabajo estable que puede ser mejorable debido a la mala distribución de tiempo establecida, dando lugar a cargas altas de trabajo en la tarde para completar la jornada laboral con la producción planificada para el día (8 horas), se observa que existen ciertos obstáculos por la falta de orden que se pueden corregir o que requieren de anaqueles para evitar que al momento de realizar un desplazamiento el operario, tenga que recorrer distancias más largas a las establecidas. Los suplementos se toman a partir de la cantidad de carga que debe manejar el operario para transporte manual de los sacos de materia prima o producto final, aunque se realizan pequeños movimientos, se considera que el transporte de materia prima, causa fatiga y evita que el trabajador no pueda desempeñar su función de mejor manera. El trabajo realizado por el personal es bueno, sin embargo, puede ser mejorable.

## Matriz de número de observaciones

Para definir el tamaño de la muestra se analiza el criterio planteado por la General Electric (Tabla 3). A continuación, la Tabla 32, muestra el tiempo promedio observado, considerando 5 observaciones preliminares, determinadas en el Anexo 22 y Anexo 23, para definir el número de observaciones.

Tabla 32. Matriz resumen del estudio de tiempos piloto

Nº	Proceso	Tiempo promedio observado (min)
1	Codificación	0,220
2	Molido	1,562
4	Ensacado del maíz molido	0,013
5	Pesaje de sales minerales y conservantes	0,038
6	Tiempo de transporte de materia prima	0,058
7	Enmelazado	0,008
8	Mezclado	0,198
9	Empaque	0,018
10	Pesaje del producto	0,002
11	Cosido de producto final	0,017
<b>Tiempo de ciclo</b>		<b>2,31</b>

- **Análisis de número de observaciones**

El número de muestras necesario para realizar un estudio de tiempos, obtenido a partir del estudio preliminar y, mediante el uso de la tabla establecida por la General Electric (véase Tabla 3), donde, el tiempo de ciclo equivalente a 2,31 minutos, arroja que la toma de muestras es de 15.

### 3.1.7 Estudio de tiempos y movimientos

#### Estudio de tiempos de la línea de producción

Del Anexo 24, al Anexo 33, se escala el número de tomas de cada actividad de la línea de procedimientos. A continuación, desde la Tabla 33, hasta la tabla 41, muestra el estudio de tiempos y movimientos determinado para cada proceso.

**Tabla 33.** Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de codificado

Ficha de estudio de tiempos y movimientos						
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg	<b>Estudio:</b>	001			
		<b>Hoja:</b>	1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Codificado	<b>Entradas:</b>	Saco, hoja de datos.			
<b>Operario:</b>	Operario de codificado	<b>Salidas:</b>	Saco con datos informativos.			
<b>Cálculo de tiempo estándar del proceso de codificado</b>						
N	Actividad	TO (s)	FD	TN (s)	S	TS (s)
1	Receptar la hoja de producción.	0,09	0,99	0,09	18%	0,11
2	Ingresar los datos de elab/caduc.	1,21	0,99	1,20	18%	1,41
3	Preparar la máquina codificadora.	3,69	0,99	3,66	18%	4,31
4	Contar los sacos a codificar.	2,58	0,99	2,55	18%	3,01
5	Codificación de sacos (256/día).	5,04	0,99	4,99	18%	5,89
6	Enviar los sacos al área de producción.	0,32	0,99	0,32	18%	0,37
<b>TOTAL</b>		12,94		12,81		15,11

- **Análisis**

El tiempo estándar del proceso de codificación con un total de 15,11 segundos, tiene un cuello de botella derivado del proceso de codificado del número de sacos planificados durante la jornada laboral, con un tiempo de 5,89 segundos. Este proceso se realiza durante el día, los sacos con los datos de salud deben estar presentes en el área de mezclado previo proceso de mezclado terminado.

**Tabla 34.** Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de molido

Ficha de estudio de tiempos y movimientos						
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg	<b>Estudio:</b>	002			
		<b>Hoja:</b>	1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Molido	<b>Entradas:</b>	Maíz grueso y delgado.			
<b>Operario:</b>	Operario de molido	<b>Salidas:</b>	Maíz molido.			
<b>Cálculo de tiempo estándar del proceso de molido</b>						
N	Actividad	TO (s)	FD	TN (s)	S	TS (s)
1	Recibir la orden de producción.	0,08	0,99	0,08	18%	0,10
2	Traslado hacia el área de los molinos.	0,19	0,99	0,19	18%	0,22
3	Colocar las cribas en el molido de acuerdo a la orden de producción.	0,18	0,99	0,18	18%	0,21
4	Posicionar en el elevador el número del silo.	0,06	0,99	0,06	18%	0,07
5	Encender el motor del elevador.	0,06	0,99	0,06	18%	0,07
6	Poner en marcha al molino.	0,04	0,99	0,04	18%	0,05
7	Abrir el paso del silo al conducto que conecta al molino.	0,03	0,99	0,03	18%	0,04
8	Revisar que el grano pase al molino.	0,06	0,99	0,06	18%	0,07
9	Realizar el molido.	92,54	0,99	91,62	18%	108,11
10	Revisar que la materia prima este triturada en su totalidad.	0,18	0,99	0,18	18%	0,21
11	Apagar el motor del elevador.	0,11	0,99	0,11	18%	0,12
12	Cerrar el paso del maíz del grano.	0,14	0,99	0,14	18%	0,16
13	Apagar el molido.	0,14	0,99	0,14	18%	0,16
<b>TOTAL</b>		93,82		92,88		109,60

- **Análisis**

El tiempo estándar del proceso de molido con un total de 109,6 segundos, tiene un cuello de botella derivado del molido automático, con un tiempo de 108,11 segundos. Este proceso completo se realiza una vez cada dos semanas.

**Tabla 35.** Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de ensacado del maíz molido

Ficha de estudio de tiempos y movimientos						
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg	<b>Estudio:</b>	003			
		<b>Hoja:</b>	1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Ensacado del maíz molido	<b>Entradas:</b>	Grano grueso, sacos.			
<b>Operario:</b>	Operario de ensacado	<b>Salidas:</b>	Materia prima en sacos.			
<b>Cálculo de tiempo estándar del proceso de ensacado del maíz molido</b>						
N	Actividad	TO (s)	FD	TN (s)	S	TS (s)
1	Colocar el saco en la tolva de grano molido grueso.	0,05	0,99	0,05	18%	0,06
2	Encendido del motor de la tolva.	0,03	0,99	0,03	18%	0,04
3	Ensacado del maíz.	0,05	0,99	0,05	18%	0,06
4	Trasladar el maíz a la balanza.	0,05	0,99	0,05	18%	0,06
5	Pesaje del maíz.	0,50	0,99	0,49	18%	0,58
6	Trasladar el maíz en el área de mezclado.	0,10	0,99	0,10	18%	0,12
<b>TOTAL</b>		<b>0,78</b>		<b>0,78</b>		<b>0,92</b>

- **Análisis**

El tiempo estándar del proceso de ensacado del maíz molido con un total de 0,92 segundos, tiene un cuello de botella derivado del pesaje de la materia prima, con un tiempo de 0,58 segundos.

**Tabla 36.** Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de pesaje de sales minerales y conservantes

Ficha de estudio de tiempos y movimientos						
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg	<b>Estudio:</b>	004			
		<b>Hoja:</b>	1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Pesaje de sales minerales y conservantes	<b>Entradas:</b>	Sales minerales y conservantes.			
<b>Operario:</b>	Operario de pesaje	<b>Salidas:</b>	Materia prima en el área de mezclado.			
<b>Cálculo de tiempo estándar del proceso de pesaje de sales minerales y conservantes</b>						
N	Actividad	TO (s)	FD	TN (s)	S	TS (s)
1	Trasladarse a la bodega de sales minerales.	0,22	1,06	0,24	16%	0,27
2	Retirar porciones en fundas de cada materia prima.	0,94	1,06	0,99	16%	1,15
3	Traslado a la balanza de pesaje.	0,11	1,06	0,12	16%	0,14
4	Realizar el pesaje de cada materia prima.	0,70	1,06	0,74	16%	0,86
5	Trasladar las sales minerales y conservantes al área de mezclado.	0,21	1,06	0,23	16%	0,26
6	Verter la materia prima en el saco de morochillo molido.	0,08	1,06	0,08	16%	0,10
<b>TOTAL</b>		<b>2,26</b>		<b>2,40</b>		<b>2,78</b>

- **Análisis**

El tiempo estándar del proceso de pesaje de sales minerales y conservantes con un total de 2,78 segundos, tiene un cuello de botella derivado de retirar las porciones exactas de cada materia prima, con un tiempo de 1,15 segundos.

**Tabla 37.** Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de transporte de materia prima

Ficha de estudio de tiempos y movimientos						
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg	<b>Estudio:</b>	005			
		<b>Hoja:</b>	1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Transporte de materia prima	<b>Entradas:</b>	Materia prima.			
<b>Operario:</b>	Operario de transporte	<b>Salidas:</b>	Materia prima en el área de mezclado.			
<b>Cálculo de tiempo estándar del proceso de transporte de materia prima</b>						
N	Actividad	TO (s)	FD	TN (s)	S	TS (s)
1	Preparar el montacargas manual.	0,06	1,06	0,06	16%	0,07
2	Desplazarse a la bodega 1.	0,14	1,06	0,14	16%	0,17
3	Cargar la materia prima al montacargas.	1,57	1,06	1,66	16%	1,93
4	Desplazarse a la bodega 2.	0,07	1,06	0,07	16%	0,09
5	Cargar la materia prima al montacargas.	0,44	1,06	0,47	16%	0,54
6	Trasladar la materia prima al área de mezclado.	0,33	1,06	0,35	16%	0,41
7	Depositar la materia prima al área de mezclado.	0,72	1,06	0,76	16%	0,88
8	Movilizar el montacargas a la bodega 2.	0,15	1,06	0,16	16%	0,19
<b>TOTAL</b>		3,48		3,68		4,27

- **Análisis**

El tiempo estándar del proceso de transporte de materia prima con un total de 4,27 segundos, tiene un cuello de botella derivado de depositar la materia prima en el área de mezclado, con un tiempo de 0,88 segundos.

**Tabla 38.** Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de enmelazado

Ficha de estudio de tiempos y movimientos						
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg	<b>Estudio:</b>	006			
		<b>Hoja:</b>	1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Enmelazado	<b>Entradas:</b>	Balde de melaza.			
<b>Operario:</b>	Operario de enmelazado	<b>Salidas:</b>	Mezcla de materia prima con melaza.			
<b>Cálculo de tiempo estándar del proceso de enmelazado</b>						
N	Actividad	TO (s)	FD	TN (s)	S	TS (s)
1	Receptar la hoja de producción.	0,10	0,97	0,10	18%	0,12
2	Colocar el balde debajo de la llave de descarga de melaza.	0,01	0,97	0,01	18%	0,01
3	Abrir la llave de paso.	0,03	0,97	0,03	18%	0,03
4	Verter la melaza en el balde (10 litros).	9,66	0,97	9,37	18%	11,05
5	Cerrar la llave de paso.	0,01	0,97	0,01	18%	0,01
6	Trasladar la melaza al área de mezclado.	0,07	0,97	0,07	18%	0,08
<b>TOTAL</b>		<b>9,88</b>		<b>9,58</b>		<b>11,31</b>

- Análisis**

El tiempo estándar del proceso de enmelazado con un total de 11,31 segundos, tiene un cuello de botella derivado de verter la melaza en el balde, con un tiempo de 11,05 segundos. Existen dos operarios en la espera de depositar melaza sobre cada balde y solo una llave.

**Tabla 39.** Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de mezclado

Ficha de estudio de tiempos y movimientos						
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg	<b>Estudio:</b>	007			
		<b>Hoja:</b>	1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Mezclado	<b>Entradas:</b>	Balde de melaza.			
<b>Operario:</b>	Operario de mezclado	<b>Salidas:</b>	Mezcla de materia prima con melaza.			
<b>Cálculo de tiempo estándar del proceso de mezclado</b>						
N	Actividad	TO (s)	FD	TN (s)	S	TS (s)
1	Encender la máquina de mezclado.	0,01	0,97	0,01	18%	0,01
2	Descocer los sacos de la materia prima.	1,08	0,97	1,04	18%	1,23
3	Colocar el morochillo con las sales minerales y conservantes en la mezcladora.	0,04	0,97	0,04	18%	0,05
4	Colocar la materia prima que se trasladó de la bodega 1 y bodega 2 en la mezcladora.	6,07	0,97	5,89	18%	6,95
5	Verter la melaza en la máquina de mezclado.	3,18	0,97	3,08	18%	3,63
6	Realizar la mezcla final.	1,49	0,97	1,45	18%	1,71
<b>TOTAL</b>		<b>11,86</b>		<b>11,51</b>		<b>13,58</b>

- **Análisis**

El tiempo estándar del proceso de mezclado con un total de 13,58 segundos, tiene un cuello de botella derivado de descargar manualmente la materia prima en el área de mezclado, con un tiempo de 6,95 segundos.

**Tabla 40.** Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de empaque y pesaje

Ficha de estudio de tiempos y movimientos						
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg	<b>Estudio:</b>	008			
		<b>Hoja:</b>	1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Pesaje y empaque	<b>Entradas:</b>	Producto final, sacos codificados.			
<b>Operario:</b>	Operario de pesaje y empaque del producto final	<b>Salidas:</b>	Producto final empacado y pesado.			
<b>Cálculo de tiempo estándar del proceso de pesaje y empaque</b>						
N	Actividad	TO (s)	FD	TN (s)	S	TS (s)
1	Codificación manual de número de batch y máquina en los sacos.	0,84	0,93	0,78	26%	0,98
2	Trasladar los sacos a la mezcladora	0,08	0,93	0,07	26%	0,09
3	Colocar el saco en la máquina mezcladora.	0,08	0,93	0,08	26%	0,10
4	Verter el producto final en el saco.	0,08	0,93	0,08	26%	0,10
5	Trasladar el producto final a la balanza.	0,05	0,95	0,04	19%	0,05
6	Pesaje del producto final.	0,09	0,95	0,09	19%	0,10
<b>TOTAL</b>		1,22		1,14		1,42

- **Análisis**

El tiempo estándar del proceso de pesaje y empaque con un total de 1,42 segundos, tiene un cuello de botella derivado de codificar manualmente el número de batch y máquina en los sacos, con un tiempo de 0,98 segundos.

**Tabla 41.** Matriz de estudio de tiempos y movimientos del proceso de cosido de producto final.

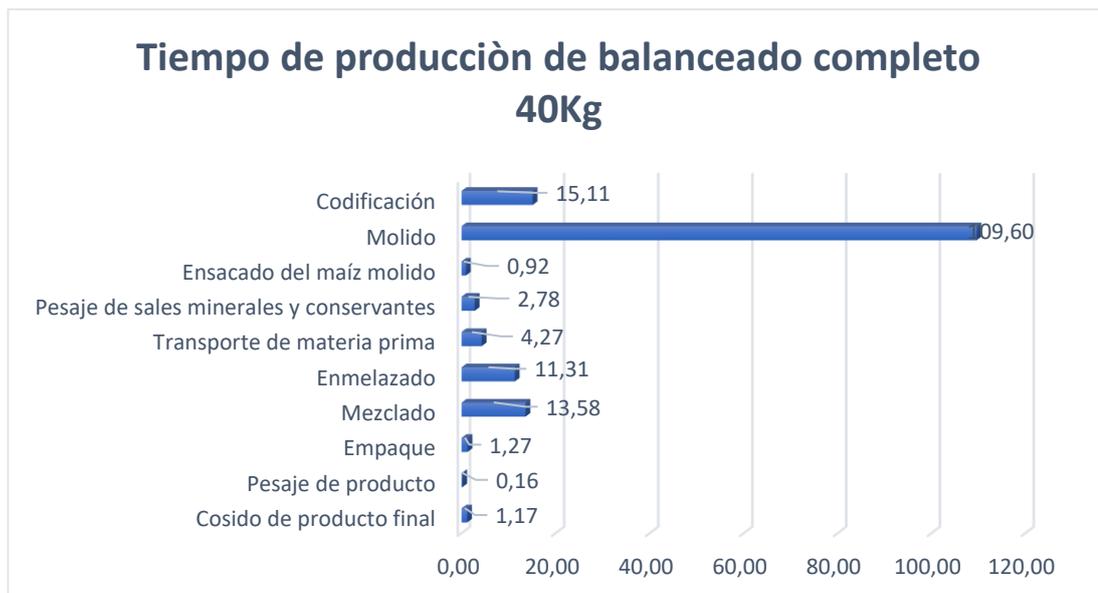
Ficha de estudio de tiempos y movimientos						
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg	<b>Estudio:</b>	009			
		<b>Hoja:</b>	1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Cosido de producto final	<b>Entradas:</b>	Producto final empacado y pesado.			
<b>Operario:</b>	Operario de cosido de producto final	<b>Salidas:</b>	Producto final almacenado.			
<b>Cálculo de tiempo estándar del proceso de cosido de producto final</b>						
N	Actividad	TO (s)	FD	TN (s)	S	TS (s)
1	Trasladar el producto final al área de cosido.	0,03	0,92	0,03	26%	0,04
2	Realizar el cosido del producto final.	0,05	0,92	0,04	26%	0,06
3	Trasladar a la bodega de almacenamiento de producto final.	0,24	0,92	0,22	26%	0,28
4	Llenar la hoja de lote de producción.	0,69	0,92	0,63	26%	0,80
<b>TOTAL</b>		1,01		0,93		1,17

- **Análisis**

El tiempo estándar del proceso de cosido de producto final con un total de 1,17 segundos, tiene un cuello de botella derivado de llenar manualmente la hoja de lote de producción, con un tiempo de 0,80 segundos.

**Gráfica de tiempo de producción de producto de mayor demanda**

Una vez que se determina el tiempo estándar por cada proceso, la Figura 26, muestra el diagrama de tiempos totales para la elaboración del balanceado completo de 40Kg.



**Figura 26.** Gráfica de tiempo de producción de balanceado completo 40kg.

- **Análisis e interpretación**

La gráfica plantea que, el tiempo total de producción es 160,17 segundos, equivalente a 2,67 minutos, donde, se observa que el cuello de botella general, deriva del proceso de molido, sin embargo, es un proceso automático que no se puede modificar, de la misma forma, para los procesos de codificado y mezclado.

El proceso de mezclado, recibe la materia prima e insumos que llegan de las distintas áreas, el proceso que retiene el complemento es la melaza, la recepción es demorada debido a que existen dos operarios que requieren de dos baldes, este proceso se realiza en serie, cada balde requiere de un tiempo determinado. Según el nivel de líquido (más o menos espeso) se retiene este proceso, esto impide que el proceso de mezclado aumente gradualmente, entonces, se describe el tiempo de enmelazado, como el cuello de botella.

### **Gráfica de tiempo de producción de producto de mayor demanda**

Una vez que se observa el tiempo estándar, por cada proceso, la Figura 27, muestra el diagrama general de recorrido.

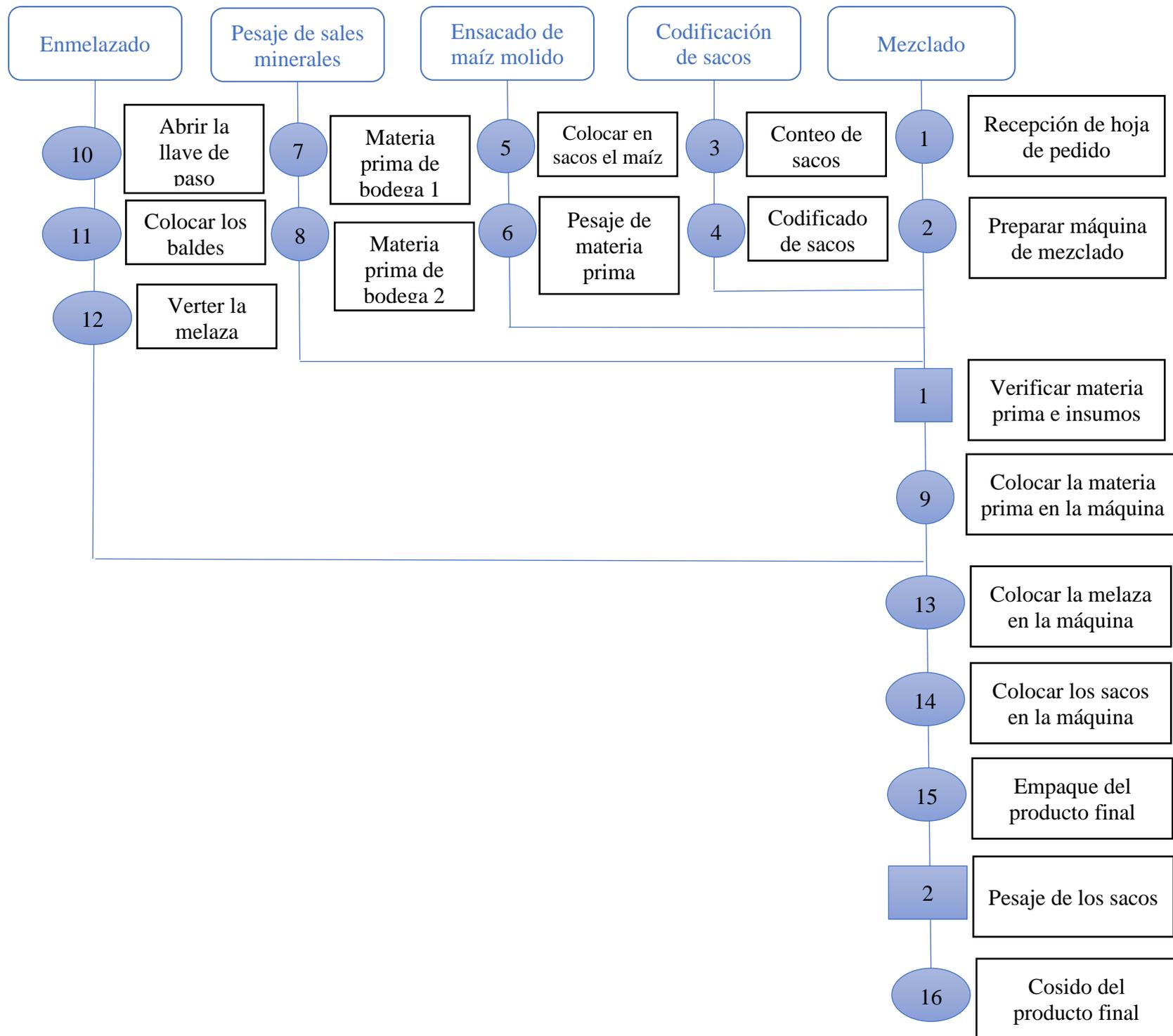


Figura 27. Cursograma sinóptico del producto de mayor demanda

### 3.1.8 Simulación en FlexSim

#### Simulación del estado de situación actual

Para el análisis de situación actual, el Anexo 34, describe los pasos necesarios para elaborar la planta de producción, denotando entradas, salidas y tiempos de proceso, la simulación, analiza el total de productos elaborados para una jornada de trabajo de 8 horas, una semana y un mes de trabajo. La Figura 28, muestra la tabla de tiempos introducidos en el software FlexSim del método actual.

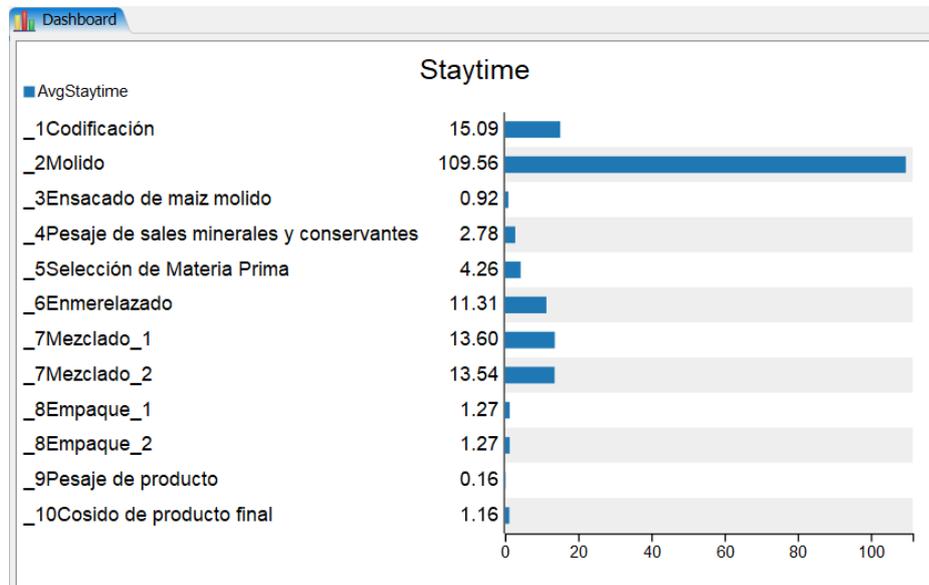
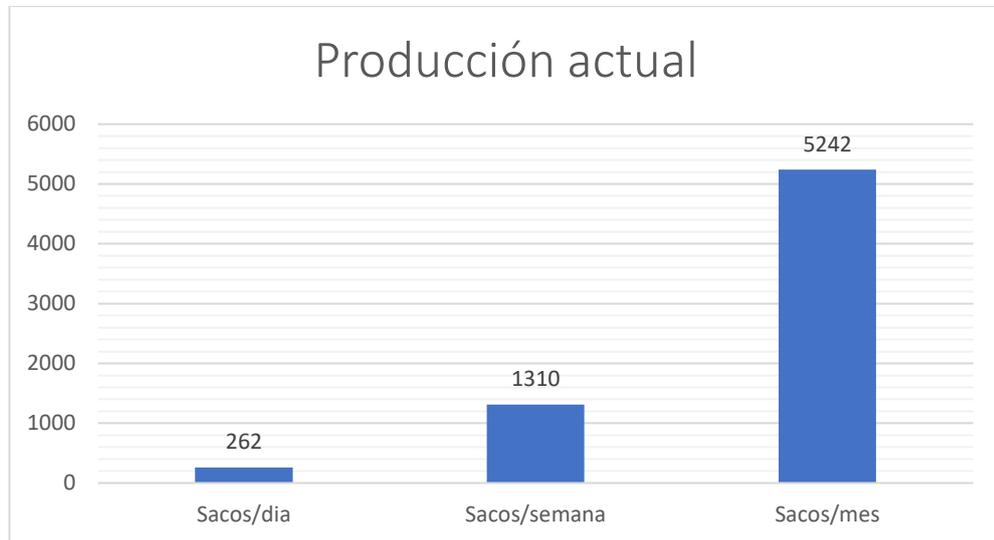


Figura 28. Dashboard de método actual



Figura 29. Operarios en el área de enmelazado, con una salida

De la gráfica se observa que, el sistema cumple el tiempo de 2,61 minutos para la producción de un saco de balanceado. La Figura 30, muestra las salidas obtenidas en la jornada de 8 horas, en una semana y en un mes de trabajo.



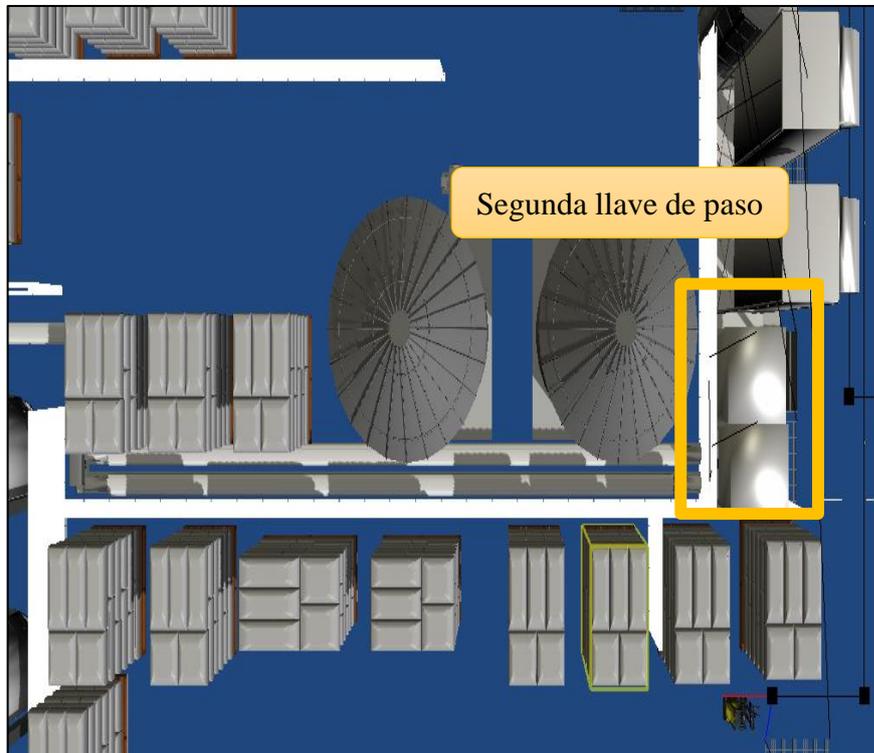
**Figura 30.** Tabla de salidas de producto final (método actual)

El software FlexSim, tras la simulación de una jornada de trabajo, determina que, se producen 262 productos, con salidas de 131 sacos por cada mezcladora; para una semana de trabajo, se produce 1310 productos, con salidas de 655 sacos por cada mezcladora, y; para un mes de trabajo, se produce 5242 productos, con salidas de 2621 sacos por cada mezcladora.

### **Simulación de propuesta de mejora en la línea de producción**

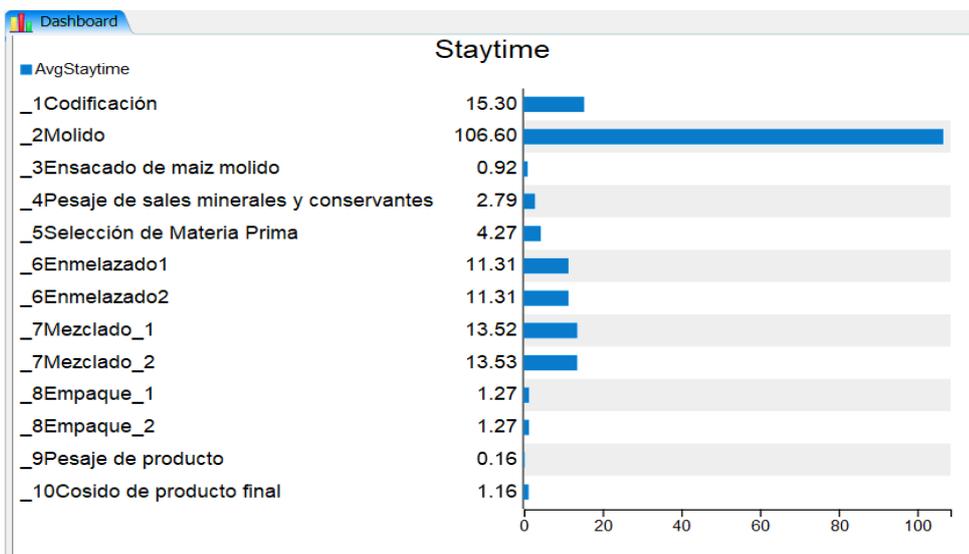
Para la propuesta de mejora, se realiza el análisis en el proceso de enmelazado, esto debido a que el cuello de botella identificado anteriormente recae sobre este proceso, cabe resaltar que no se realiza ninguna propuesta de mejora sobre los procesos de molido, codificado y mezclado, debido a que son considerados como procesos automáticos, aun teniendo un mayor tiempo en la producción con respecto al proceso de enmelazado. Por lo tanto, la propuesta de implementación de una segunda llave de paso sobre el proceso de enmelazado genera un proceso en paralelo, dando lugar a que cada una de las maquinas mezcladoras tenga su propia llave de melaza, reduciendo de una manera notable los tiempos de producción. Para el análisis de situación de mejora, el Anexo 35, describe los pasos necesarios para elaborar la planta de producción, denotando entradas, salidas y tiempos de proceso, la simulación, analiza el total de

productos elaborados para una jornada de trabajo de 8 horas, una semana y un mes de trabajo.

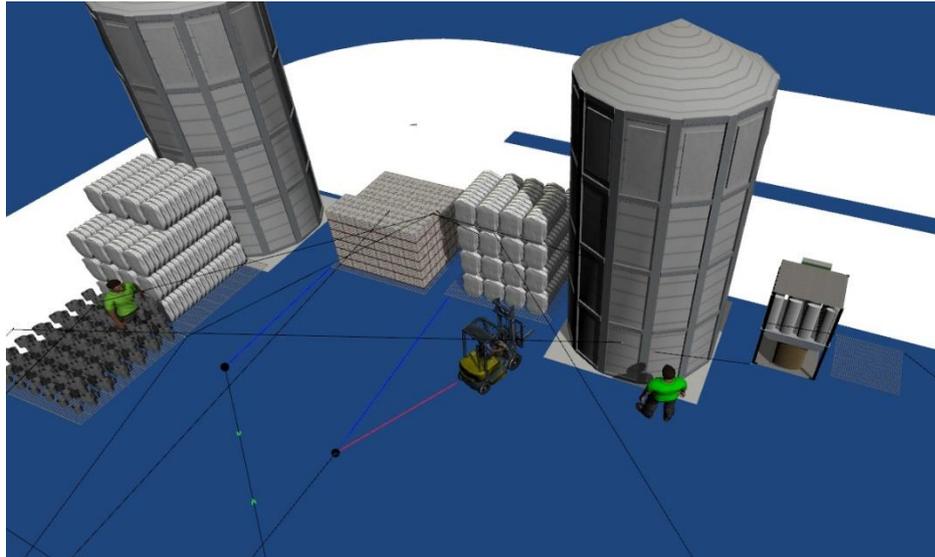


**Figura 31.** Tabla de salidas de producto

Como se observa, la segunda estación de enmelazado fue colocada en la zona de la primera llave, este proceso debe estar separado del proceso de mezclado para evitar contaminaciones del proceso primario. La Figura 32, muestra la tabla de tiempos introducidos en el software FlexSim del método propuesto.

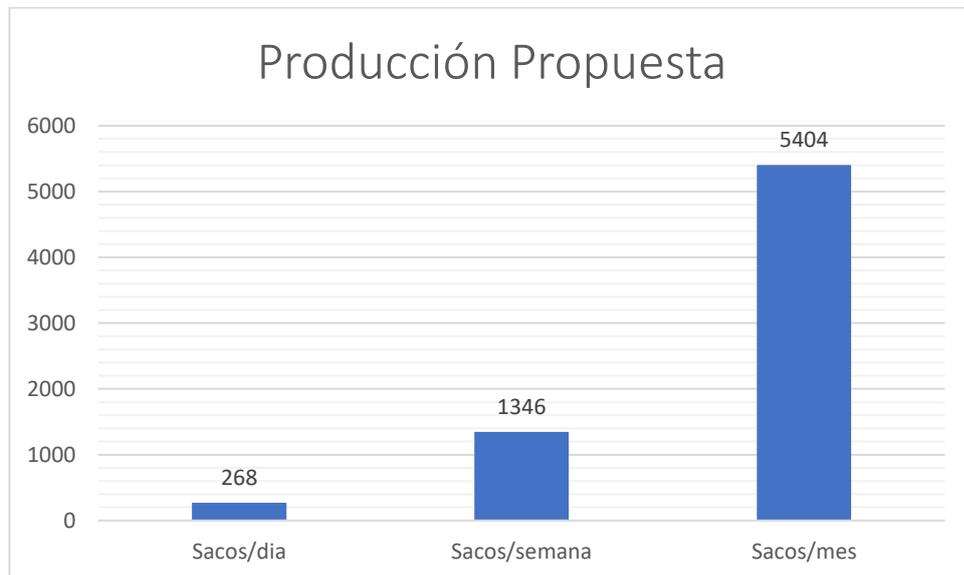


**Figura 32.** Dashboard de método propuesto



**Figura 33.** Nuevo método de trabajo

De la gráfica se observa que, el sistema cumple el tiempo de 2,52 minutos para la salida de un producto. La Figura 34, muestra las salidas obtenidas en la jornada de 8 horas, en una semana y en un mes de trabajo.



**Figura 34.** Tabla de salidas de producto final (método propuesto)

El software FlexSim, tras la simulación de una jornada de trabajo, determina que, se producen 268 productos, con salidas de 134 sacos por cada mezcladora; para una semana de trabajo, se produce 1340 productos, con salidas de 670 sacos por cada mezcladora, y; para un mes de trabajo, se produce 5404 productos con salidas de 2702 sacos por cada mezcladora.

### 3.1.9 Análisis de método actual y método propuesto

#### Comparación de métodos de producción

El análisis de la propuesta de mejora basado en la distribución de planta actual, la Figura 35, muestra la gráfica de comparación entre el método actual y el método propuesto.

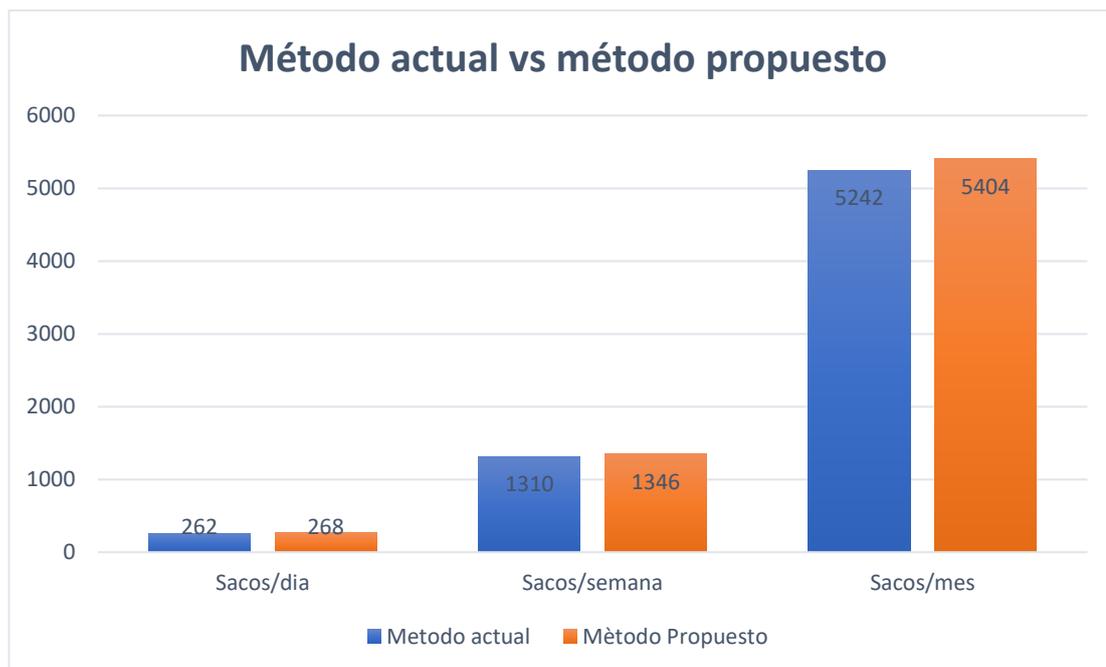


Figura 35. Método actual vs método propuesto

- **Análisis**

Mediante la introducción de una segunda llave de paso en el área de enmelazado, se determina que, existe una mejora de 6 sacos por día, 36 sacos por semana y 162 sacos al mes, equivalente al 3,99% de mejora. Por las propiedades de la materia prima, el proceso de melaza requiere de un tiempo de espera alto por cada operario, sin embargo, el método de cambio, reduce el tiempo de cola de cada operario para las 2 llaves de vertido de melaza, eliminando el tiempo muerto de espera.

#### Análisis de introducción de la nueva llave de paso

Para realizar un análisis acerca del costo de implementar una segunda llave de salida de melaza, es necesario identificar las partes que conforman sistema de llave desde el

tanque o depósito de melaza hasta el área de enmelazado, la Tabla 42, muestra los componentes necesarios para la implementación de una segunda llave de paso.

**Tabla 42.** Matriz Costos de piezas para una segunda llave de paso

Área	Características	Costos USD
Tubo galvanizado (4plgs)	24 metros	\$100.00
Codos para tubería	3 unidades	\$14.00
Llave de paso (4plgs)	1 unidad	\$25.00
Llave de salida de melaza	1 unidad	\$35.00
Rosca hembra	1 unidad	\$13.00
Acople para tubería	4 unidades	\$3.00
Bomba 2hp	1 unidad	\$300.00
Trabajo de instalación	3 personas	\$500.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$990.00</b>

La empresa Balanvalle Cia. Ltda., requiere de \$990.00 para cubrir gastos de compra de materiales y una persona capacitada para la instalación del sistema a partir de su situación actual.

### **Análisis costo – beneficio**

Para el análisis costo – beneficio, se observa el costo de fabricación del producto de mayor demanda (véase Tabla 12), la Tabla 43, muestra el punto de equilibrio con las 6 unidades diarias extra.

**Tabla 43.** Datos de análisis costo – beneficio de ganancia neta

<b>Costo – beneficio</b>					
Producto	Número	Costo por saco	Costo ganancia	Costo de venta	Costo de ganancia neta
Sacos extra por día	6				\$12,00
Sacos extra por semana	36	\$15,00	\$2,00	\$17,00	\$72,00
Sacos extra por mes	162				\$324,00

Del análisis costo – beneficio se obtiene que, la ganancia neta, representa un valor total de \$2, por cada producto vendido, además, al mes existe una remuneración que representa un total de \$324.00 de los sacos de balanceado a partir de los 6 sacos extra. La Tabla 44, muestra el punto de equilibrio para determinar el tiempo de recuperación de la inversión con los sacos de balanceado extra.

**Tabla 44.** Tiempo de recuperación de inversión

<b>Recuperación de inversión</b>				
<b>Mes</b>	<b>Lotes por mes</b>	<b>Costo de producción</b>	<b>Costo de venta</b>	<b>Ingreso por ventas</b>
1	162 unidades	\$2.430,00	\$2.754,00	\$324,00
2	234 unidades	\$4.860,00	\$5.508,00	\$648,00
3	486 unidades	\$7.290,00	\$8.262,00	\$972,00
4	648 unidades	\$9.720,00	\$11.016,00	\$1.296,00

El tiempo de recuperación de la inversión, se centra en el cuarto mes del año, finalizando el primer trimestre de ventas, proyectado según los años anteriores, con lote de pedido de 648 unidades, de ser el caso del producto de mayor demanda, la ganancia neta es de \$1.296,00.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- El análisis de situación actual de la empresa Balanvalle Cia. Ltda., determina que, la falta de estandarización de actividades de trabajo, genera varios recorridos y actividades innecesarias de los operarios. Los procesos molienda, codificado, enmelazado y mezclado, dieron lugar a la capacidad de producción diaria de 262 sacos.
- El análisis ABC de los productos que oferta la empresa Balanvalle Cia. Ltda. determinó que el producto de mayor demanda de los años de estudio (2019, 2020 y 2021) es el saco de balanceado bovino completo de 40 Kg., con un promedio de ventas anuales de \$478.125,00, equivalente al 57.6% de la producción de la planta. El producto de mayor demanda cuenta con 10 procesos que son: el codificado de sacos con 6 actividades, molido de materia prima con 13 actividades, ensacado de maíz molido con 6 actividades, pesaje de sales minerales con 6 actividades, el transporte de materia prima con 8 actividades, enmelazado con 6 actividades, mezclado con 6 actividades, empaque y pesaje de producto final con 6 actividades y cosido con 4 actividades.
- Los puntos críticos que se han encontrado en el proceso de fabricación es el enmelazado, constituyendo el cuello de botella, debido a que las propiedades físicas de la melaza no permiten una fluidez adecuada del mismo por la tubería, obteniendo un tiempo estándar de 11,31 segundos por saco, además, los procesos de molienda, mezclado y codificado generan demoras debido a su falta de estandarización.
- Se propone la implementación de una llave en paralelo, mediante este sistema, cada una de las mezcladoras debe contar con su propio proceso de enmelazado, aumentando la capacidad de producción de la planta. Al ejecutar la simulación de este nuevo método en el software FlexSim, se determina que, la capacidad de producción de la planta aumenta a un total de 268 sacos por día, equivalente al 3,99% de mejora.

- De acuerdo al análisis económico realizado con la propuesta de mejora, se observa que, existe un aumento de 6 sacos extra por día, obteniendo una ganancia neta de \$2 por saco, con un incremento de venta de 162 sacos mensuales, dando un ingreso extra mensual de \$324 netos, por lo tanto la recuperación de la inversión planteada de \$990,00, se plantea sobre el cuarto mes, donde, su ganancia neta llega a un total de \$1296,00.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Aplicar las fichas de procesos, con cada uno de los pasos en el área de trabajo, con la finalidad de estandarizar las actividades realizadas por los operarios.
- Regular los tiempos en base a un operario promedio, planteando mejoras delimitadas en la simulación del software FlexSim, para obtener la capacidad de producción diseñada.
- Llevar a cabo controles de calidad sobre las materias primas que ingresan a la planta, evitando así futuros problemas en la elaboración del producto.
- Realizar la compra de un montacargas manual, para realizar el traslado de materia prima de una manera adecuada al área de producción.

## **MATERIALES DE REFERENCIA**

### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] B. Chicaiza, Estandarización del proceso de elaboración de balanceados en la Avícola Sánchez B. de la ciudad de Salcedo, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, 2019.
- [2] E. Montesdeoca, Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad de la empresa PRODUCTOS DEL DÍA dedicada a la fabricación de balanceado avícola, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2015.
- [3] A. Livaque Gonzales y D. Peña, Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa de alimentos balanceados Kime E.O.I.L. - Chiclayo 2019, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, 2020.
- [4] E. Chicaiza, Mejoramiento de la productividad en el área de producción de balanceado en la Empresa Reproavi mediante la implementación del estudio de métodos y tiempos, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2015.
- [5] D. Muñoz, Estudio de la cadena de valor de alimentos balanceados en el Ecuador, Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, 2017.
- [6] A. Potosmte y E. Solano, Propuesta de mejora del proceso de elaboración de camisetas del área de confección Next Level para un análisis operacional en la empresa Irene S.A., Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua, 2016.
- [7] C. Quispe, Mejoramiento de la capacidad de producción aplicando herramientas de Lean Manufacturing en carrocías Los Andes, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2018.
- [8] M. Moreno, Optimización de los procesos fabriles en la empresa M&S Seguridad Industrial, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [9] G. Gaibort, Mejora de la productividad con herramientas de Manufactura Esbelta para el área de confección de bidivis en la empresa M&B Textiles, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.

- [10] L. Aba, Tras 9 años, volvió a caer la producción global de alimentos balanceados, Motivar, 2017.
- [11] Senplades, Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Quito-Ecuador, 2017.
- [12] A. Leone, y A. Verdeza, Optimización de las condiciones de operación de la microgasificación de biomasa para producción de gas de síntesis, Información Tecnológica, vol. 27, n° 3, p. 188, 2016.
- [13] L. Zumbar, La industria de balanceado se queda sin materias primas, Expreso, pp. 30-31, 2021.
- [14] J. Silva, D. Fonseca y J. Molina, Análisis de métodos y tiempos: empresa textil Stand Deportivo, Revista I3+, Investigación, Innovación, Ingeniería, vol. 2, n° 1, p. 120, 2015.
- [15] P. Mosqueda, Manufactura esbelta para el mejoramiento en la planta de producción de la Empresa Bioalimentar Compañía Limitada, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [16] M. Huila, Estudio de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de producción de perfiles de acero en la empresa Ferrotorre S.A., Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2017.
- [17] D. Domínguez, Estudio de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de producción de la empresa CEPESA, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [18] K. Montaña, J. Preciado, J. Robles y L. Chávez, Métodos de trabajo para mejorar la competitividad del sistema de uva de mesa sonorese, Hermosillo, 2018.
- [19] B. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, México: McGraw – Hill, 2009.
- [20] B. Salazar López, Ingeniería Industrial, Ingeniería Industrial Online 2019.
- [21] R. Olmedo, Gestión de procesos en el departamento de producción de la fábrica textil Tarco Sport, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.

- [22] F. Niebel, Estudio de tiempos, métodos, estándares y diseño del trabajo, Madrid, Alfa omega, 2010, p. 373.
- [23] Diagramaweb.com, «Diagramaweb.com» [En línea]. Available: <https://diagramaweb.com/analitico/>. [Último acceso: 05 Noviembre 2021].
- [24] A. Ovalle, What happened with the application of time and motion study in the last two decades?, Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, vol. 16, n° 2, pp. 21-31, 2016.
- [25] G. Villacreses, Estudio de tiempos y movimientos en la empresa embotelladora de Guayusa ECOCAMPO, Pontificia Universidad Católica, Quito, 2018.
- [26] D. Bello, F. Murrieta y C. Cortes, Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora, Ciencia Administrativa, vol. 16, n° 1, pp. 1-9, 2020.
- [27] A. Muzo, Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa textil CM Original, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [28] Y. Ramírez y R. Quiliche, Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera, INGnosis Revista de Investigación Científica, vol. 4, n° 1, pp. 64-77, 2018.
- [29] Q. Xavier, Mejora de producción del servicio de lavado, Repositorio UG, 2015.
- [30] R. Hulliger, Times in the traditional coffee manual collection, Ingeniería Industrial, vol. 37, n° 2, pp. 114-126, 2016.
- [31] B. Nordgren, Bienvenido a FlexSim, Flexsim, 2019.
- [32] E. García y L. Cárdenas, Simulación y Análisis con ProModel, México, 2016.
- [33] V. Altamirano, Desarrollo de un manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para la empresa Dulcifresa del cantón Cevallos, Tungurahua, con proyección económica para implementación, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2018.

- [34] D. Mosquera, Optimización de la productividad en la elaboración de puertas forjadas mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo en la Industria Vicoalmin de la ciudad de Riobamba, Escuela Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2016.
- [35] L. Chasiluisa, Estudio de tiempos y movimientos en el área de confección para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Impactex, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 19.
- [36] J. Quinto de la Cruz, Aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmecánica dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada, Universidad Nacional del Callao, Callao, 2019.
- [37] A. M. Andrade, C. A. Del Río y D. L. Alvear, Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado, Información Tecnológica, vol. 30, n° 3, 2019.
- [38] N. Tejada, V. Gisber Soler y A. Molina, Methodology of study of time and movement; introduction to the GSD, 3C Empresa, vol. 1, n° 1, pp. 39-49, 2017.
- [39] A. Ovalle y D. Cárdenas, What happened with the application of time and motion study in the last two, Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, vol. 16, n° 2, pp. 12-31, 2016.
- [40] C. Rosales, Aplicación del estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la producción de pantalones de vestir en la empresa confecciones Monty Y París, San Martín 2017, Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2017.
- [41] M. Oyola y G. Zelada, Propuesta de aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing para reducir tiempos muertos en una empresa reencauchadora de neumáticos en Lima, Universidad Ricardo Palma, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Lima, 2020.
- [42] A. Muzo, Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa textil CM Original, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.

- [43] J. Llugsa, Estudio de tiempos y movimientos en el área de dosificado de materias primas de la empresa Bioalimentar, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Ambato, 2020.
- [44] V. Oostveen, C. Gouma, D. Bakker y D. Ubbink, Quantifying the demand for hospital care services: a time and motion study, BMC health services research, vol. 15, nº 1, pp. 13-24, 2015.
- [45] J. Ruiz Ibarra, A. Ramírez Leyva, K. Luna Soto, J. Estrada Beltrán y O. Soto Rivera, Optimización de tiempos de proceso en desestibadora y en llenadora, Ra Ximhai, vol. 13, nº 3, pp. 291-298, 2017.
- [46] N. Bravo y C. Cruz, Mejoramiento de los procesos de producción del reencauche de llantas en la empresa Automundial S.A. Regional Santanderes, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2017.
- [47] K. Chávez, Propuesta de mejora del proceso de reencauche de neumáticos para aumentar la producción en la empresa REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L., Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2020.
- [48] N. Olano y C. Segura, Propuesta de implementación de mejora en el proceso de reencauche de neumáticos para incrementar la productividad en la empresa Reencauchadora RUBBERS S.R.L., Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Cajamarca, 2017.
- [49] A. Andrade y D. Alvear, Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado, Información Tecnológica, vol. 23, nº 4, pp. 83-94, 2019.
- [50] G. Henríquez, D. Cardona, J. Rada y N. Robles, Medición de tiempos en un sistema de distribución, Información Tecnológica, vol. 29, nº 6, pp. 277-286, 2018.
- [51] C. Lancheros, Estudio de tiempos y movimientos de las líneas líderes en la planta de producción de la empresa Rico Ponqué S.A.S., Universidad Los Libertadores, Bogotá, 2016.
- [52] C. Cuevas, Y. González, M. Torres y M. Valladares, Importancia de un estudio de tiempos y movimientos, Inventio, vol. 16, nº 39, pp. 1-6, 2020.

- [53] J. Lluga, Estudio de tiempos en el área de dosificado de ingredientes para la Empresa Bioalimentar Cía. Ltda., Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industria, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [54] C. Pilco, Técnica smed para la reducción de tiempos en el proceso de lavado de jeans de la Empresa ECUATINTEX, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [55] S. Ramírez, J. Lasso, R. García y C. Tavera, Propuesta para el estudio de tiempos y movimientos en la línea de fabricación de sandalias en una Pyme, Ingeniería Industrial, vol. 12, nº 7, pp. 1-51, 2019.
- [56] V. Rosasco, Aplicación de Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa de fabricación de resistencias eléctricas industriales, Universidad César Vallejo, Lima, 2020.
- [57] I. González, M. García y S. Pérez, Estudio de tiempos y movimientos para la Implementación de métricos de control de acuerdo a las necesidades de los clientes, Revista de Investigaciones Sociales, vol. 3, nº 7, pp. 32-28, 2017.
- [58] F. Argote, R. Velasco y P. Paz, Estudio de métodos y tiempos para la obtención de carne de cuy empacada a vacío, Ciencias Agropecuarias, vol. 5, nº 3, pp. 103-111, 2017.
- [59] B. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, Duodécima Ed., México: McGraw-Hill, 2009.
- [60] J. Camperos, N. Pulido, D. Munévar y E. Torrecilla, «Estudio de tiempos y movimientos para la polinización artificial: estudio de caso en una plantación de Santander (Colombia)» Revista Palmas, vol. 41, nº 3, pp. 11-23, 2020.
- [61] Q. Morales, Mejora de producción del servicio de lavado, Repositorio UG, 2015.
- [62] D. Muñoz, Estudio de la cadena de valor de alimentos balanceados en el Ecuador, Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, 2017.
- [63] M. Tapia, Propuesta de mejoramiento del proceso de producción de balanceado bovino para la empresa "Balpec Cia. Ltda.", Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2015.

[64] A. Cárdenas, Sistema de Gestión de Calidad para la empresa Alimentos Balanceados del Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2016.

[65] J. Cruells y A. Difiori, Sistemas Productivos, Estudios y Ciencia, 2017.

## **ANEXOS**

ANEXO 1. Tabla de suplementos de la OIT

		SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO			
SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	
Necesidades personales		5	7	e) Condiciones atmosféricas	
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)	
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER	16	0
a) Trabajo de pie				14	0
Trabajo se realiza sentado(a)		0	0	12	0
Trabajo se realiza de pie		2	4	10	3
b) Postura normal				8	10
Ligeramente incómoda		0	1	6	21
Incómoda (inclinación del cuerpo)		2	3	5	31
Muy incómoda (Cuerpo estirado)		7	7	4	45
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				3	64
Peso levantado por kilogramo				2	100
2,5		0	1	f) Tensión visual	
5		1	2	Trabajos de cierta precisión	
7,5		2	3	Trabajos de precisión o fatigosos	
10		3	4	Trabajos de gran precisión	
12,5		4	6	g) Ruido	
15		5	8	Sonido continuo	
17,5		7	10	Sonidos intermitentes y fuertes	
20		9	13	Sonidos intermitentes y muy fuertes	
22,5		11	16	Sonidos estridentes	
25		13	20 (máx)	h) Tensión mental	
30		17		Proceso algo complejo	
33,5		22		Proceso complejo o de atención dividida	
d) Iluminación				Proceso muy complejo	
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	i) Monotonía mental	
Bastante por debajo		2	2	Trabajo monótono	
Absolutamente insuficiente		5	5	Trabajo bastante monótono	
				Trabajo muy monótono	
				j) Monotonía física	
				Trabajo algo aburrido	
				Trabajo aburrido	
				Trabajo muy aburrido	

## **ANEXO 2.** Entrevista a Gerente de la empresa Balavalle Cía. Ltda.

### **Entrevista**

Colaborador: Ing. Edwin Chicaiza Maigua. Cargo: Gerente Balanvalle Cía. Ltda.

1. ¿Cuál es la historia de la empresa Balanvalle Cía. Ltda.?

La empresa nace en el año 1986 en la ciudad de Machachi, provincia de Pichincha bajo la dirección del sr. Chicaiza, inicialmente, fue una pequeña granja que, a medida de los años, incremento sus instalaciones hasta trasladarse a la posición actual, luego de 17 años, pase a ser el gerente e implemente maquinaria nueva para incrementar el nivel de desarrollo de la industria.

2. ¿La filosofía empresarial se renueva cada cierto tiempo?

La filosofía empresarial tiene 5 años sin cambios, la empresa no maneja datos informativos con reformaciones a corto plazo porque existen prioridades sobre el control del producto.

3. ¿Con cuántos trabajadores se maneja la empresa?

El área de producción cuenta con 6 operarios distribuidos en toda la línea de producción, durante una jornada de trabajo de 8 horas diarias.

4. ¿La empresa cuenta con documentos sobre tiempos y procesos estandarizados?

Tras el desarrollo de la empresa, se consideró metodologías de trabajo tradicionales y no modernas, existe una línea de producción fija pero no es estandarizada, los operarios se dedican a hacer sus actividades planteadas con un control de calidad previa entrega del lote de pedido.

5. ¿Existen problemas dentro de la línea de producción?

Existieron casos en los que se perdieron lotes de producción por la falta de capacitaciones sobre los operarios, el área está pasando por un cambio bajo la entrada de nuevos equipos y productos, esto dificulta el trabajo a nuevos operarios y su nivel de introducción a los puestos de trabajo.

**ANEXO 3.** Encuesta a los trabajadores de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

**Encuesta**

Marque con una X en el casillero según corresponda los datos adecuados.

Encuestado:

Puesto:

1. ¿Nivel de instrucción?

Opciones	Respuesta
Primaria	
Secundaria	
Superior	

2. ¿Cuántas actividades realiza dentro de la empresa?

Opciones	Respuesta
1 – 5	
6 – 10	
11 – 15	
16+	

3. ¿Le presentaron documentación para el ingreso al puesto de trabajo?

Opciones	Respuesta
SI	
NO	

4. ¿Se han presentado problemas en la línea de producción, con que frecuencia?

Opciones	Respuesta
Poco frecuente	
Frecuente	
Muy frecuente	

5. ¿Cuál es el nivel de instrucción sobre las nuevas máquinas de trabajo?

Opciones	Respuesta
Bajo	
Medio	
Alto	

6. ¿Las actividades se han modificado desde su ingreso a la planta?

Opciones	Respuesta
SI	
NO	

7. ¿Existe documentación sobre el puesto de trabajo?

Opciones	Respuesta
SI	
NO	

Resultado de la encuesta a los operarios de trabajo.

1. ¿Nivel de instrucción?

Opciones	Selección
Primaria	1
Secundaria	4
Superior	1
TOTAL	6



Análisis

Del total de operarios presentes, la empresa Balanvalle Cia. Ltda., se muestra que existe un bajo nivel de instrucción, 1 operario tiene instrucción primaria, 4 operarios tienen instrucción secundaria y 1 operario tiene instrucción superior.

2. ¿Cuántas actividades realiza dentro de la empresa?

Opciones	Selección
1 – 5	2
6 – 10	4
11 – 15	0
16+	0
TOTAL	6



#### Análisis

Del total de operarios presentes, la empresa Balanvalle Cia. Ltda., se muestra que 2 operarios realizan entre 1 a 5 actividades de trabajo y que 4 operarios realizan entre 6 a 10 actividades de trabajo.

3. ¿Le presentaron documentación para el ingreso al puesto de trabajo?

Opciones	Selección
SI	1
NO	5
TOTAL	6



#### Análisis

Del total de operarios presentes, la empresa Balanvalle Cia. Ltda., se muestra que 1 operario si recibió documentación para realizar su trabajo mientras que los otros 5 operarios no recibieron documentación para realizar su trabajo.

4. ¿Se han presentado problemas en la línea de producción, con qué frecuencia?

Opciones	Selección
Poco frecuente	4
Frecuente	2
Muy frecuente	0
TOTAL	6



#### Análisis

Del total de operarios presentes, la empresa Balanvalle Cia. Ltda., se muestra que 4 operarios han observado problemas de manera poco frecuente, mientras que, 2 operarios han observado problemas de manera frecuente.

5. ¿Cuál es el nivel de instrucción sobre las nuevas máquinas de trabajo?

Opciones	Selección
Bajo	1
Medio	4
Alto	1
TOTAL	6



#### Análisis

Del total de operarios presentes, la empresa Balanvalle Cia. Ltda., se muestra que 1 operario presenta un nivel bajo de manejo de maquinaria, 4 operario presentan un nivel medio de manejo de maquinaria y 1 operario presenta un nivel alto de manejo de maquinaria

6. ¿Las actividades se han modificado desde su ingreso a la planta?

Opciones	Selección
SI	5
NO	1
TOTAL	6



#### Análisis

Del total de operarios presentes, la empresa Balanvalle Cia. Ltda., se muestra que 5 operarios han visto modificaciones sobre la línea de producción y que 1 operario no ha visto modificaciones sobre la línea de producción.

7. ¿Existe documentación sobre el puesto de trabajo?

Opciones	Selección
SI	1
NO	5
TOTAL	6



Análisis

Del total de operarios presentes, la empresa Balanvalle Cia. Ltda., se muestra que 5 operarios si cuentan con documentación sobre el puesto de trabajo y que 1 operario no cuenta con documentación sobre el puesto de trabajo.

**Anexo 4.** Registro de ventas 2019 Balanvalle Cia. Ltda.

<b>Ventas Balanvalle Cia. Ltda.</b>												
<b>Producto</b>	<b>Año 2019</b>											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Balanceado vaconas en crecimiento 40 Kg.	35	22	25	32	42	25	32	28	37	25	32	25
Balanceado bovino de súper leche 40 Kg.	520	350	225	320	290	350	320	290	390	350	420	380
Balanceado bovino completo 40 Kg.	725	680	720	650	610	580	620	720	750	680	720	650

**Anexo 5.** Registro de ventas 2020 Balanvalle Cia. Ltda.

<b>Ventas Balanvalle Cia. Ltda.</b>												
<b>Producto</b>	<b>Año 2020</b>											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Balanceado vaconas en crecimiento 40 Kg.	40	52	38	45	60	38	42	35	45	47	32	28
Balanceado bovino de súper leche 40 Kg.	440	500	400	450	480	620	380	420	435	400	350	500
Balanceado bovino completo 40 Kg.	865	950	750	690	990	850	800	945	980	950	840	790

**Anexo 6.** Registro de ventas 2021 Balanvalle Cia. Ltda.

<b>Ventas Balanvalle Cia. Ltda.</b>												
<b>Producto</b>	<b>Año 2021</b>											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Balanceado vaconas en crecimiento 40 Kg.	30	42	25	42	50	45	38	25	42	35	38	42
Balanceado bovino de súper leche 40 Kg.	480	420	430	525	460	580	485	490	520	485	385	475
Balanceado bovino completo 40 Kg.	720	780	820	835	755	785	835	845	790	850	810	795

Anexo 7. Cursograma analítico del proceso de codificación de sacos

		"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"							
PROCESO DE CODIFICACIÓN DE SACOS									
Empresa:	Balanvalle Cia. Ltda.	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1				
Producto:	Balanceado bovino completo 40 Kg.	Realizado por:	Marco Castellano	Diagrama:	1				
Departamento:	Departamento de producción	Aprobado por:	Ing. Freddy Lema	Fecha:	3/8/2022				
Área:	Línea de producción	Operarios:	Personal producción	Aprobación:	3/8/2022				
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (seg)	Símbolo					Operaciones
N.	Descripción			○	⇨	□	D	▽	
1	Receptar la hoja de producción.		12,15		1				Se envía la hoja de lote de producción a las áreas de codificado, molido y enmelazado.
2	Ingresar los datos de elab/caduc.		153,72	1					
3	Preparar la máquina codificadora.		348,82	1					
4	Contar los sacos a codificar.		363,53	1					
5	Codificación de sacos.		646,61	1					Se realiza para 256 sacos que se producen en una jornada de trabajo.
6	Enviar los sacos al área de producción.	46,48	10,27		1				Los sacos son enviados al área de mezclado.
Resumen									
Actividad		Actual	Propuesta	Tiempo (min)		Distancia (m)			
Operación	●	4	0					0	
Transporte	⇨	2	0					0	
Inspección	□	0	0					Observaciones generales	
Demora	D	0	0						
Almacenaje	▽	0	0						
TOTAL		6	0					El operario utiliza una máquina de codificado para colocar la etiqueta sobre el saco con las especificaciones de salud.	

Anexo 8. Cursograma analítico del proceso de molido

		"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"							
PROCESO DE MOLIDO									
<b>Empresa:</b>	Balanvalle Cia. Ltda.	<b>Método:</b>	Actual	<b>Hoja:</b>	1 de 1				
<b>Producto:</b>	Balanceado bovino completo 40 Kg.	<b>Realizado por:</b>	Marco Castellano	<b>Diagrama:</b>	1				
<b>Departamento:</b>	Departamento de producción	<b>Aprobado por:</b>	Ing. Freddy Lema	<b>Fecha:</b>	3/8/2022				
<b>Área:</b>	Línea de producción	<b>Operarios:</b>	Personal producción	<b>Aprobación:</b>	3/8/2022				
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (seg)	Símbolo					Operaciones
N.	Descripción			○	→	□	D	▽	
1	Recibir la orden de producción.		10,27	1					Se envía la hoja de lote de producción a las áreas de codificado, molido y enmelazado.
2	Traslado hacia el área de los molinos.	68,58	24,58		1				Una vez que se recibe la hoja del lote de pedido.
3	Colocar las cribas en el molido de acuerdo a la orden de producción.		23,68	1					
4	Posicionar en el elevador el número del silo al que va a ser transportado el maíz.		8,25	1					
5	Encender el motor del elevador.		7,81	1					
6	Poner en marcha al molino.		5,85	1					
7	Abrir el paso del silo al conducto que conecta al molino.		3,88	1					
8	Revisar que el grano pase al molino.		7,43			1			En ocasiones, el grano no se deposita correctamente, por tanto, es necesario un monitoreo constante.
9	Realizar el molido.		11831,53	1					
10	Revisar que la materia prima este triturada en su totalidad.		23,95	1					Si no está triturado, se realiza nuevamente el molido en un tiempo proporcional a la cantidad de grano no triturado.
11	Apagar el motor del elevador.		13,38	1					
12	Cerrar el paso del maíz del grano.		17,82	1					
13	Apagar el molido.		17,56	1					La máquina debe regresar a sus condiciones iniciales.
Resumen									
<b>Actividad</b>		<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Tiempo (min)</b>		0			
<b>Operación</b>	●	11	0	<b>Distancia (m)</b>		0			
<b>Transporte</b>	→	1	0	<b>Observaciones generales</b>  El operario coloca la materia prima esencial en el primer depósito para evitar desplazamientos largos, aquí se encuentra los artículos más utilizados.					
<b>Inspección</b>	□	1	0						
<b>Demora</b>	D	0	0						
<b>Almacenaje</b>	▽	0	0						
<b>TOTAL</b>		13	0						

Anexo 9. Cursograma analítico del proceso de ensacado de maíz molido

		"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"							
PROCESO DE ENSACADO									
<b>Empresa:</b>	Balanvalle Cia. Ltda.	<b>Método:</b>	Actual	<b>Hoja:</b>	1 de 1				
<b>Producto:</b>	Balanceado bovino completo 40 Kg.	<b>Realizado por:</b>	Marco Castellano	<b>Diagrama:</b>	1				
<b>Departamento:</b>	Departamento de producción	<b>Aprobado por:</b>	Ing. Freddy Lema	<b>Fecha:</b>	3/8/2022				
<b>Área:</b>	Línea de producción	<b>Operarios:</b>	Personal producción	<b>Aprobación:</b>	3/8/2022				
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (seg)	Símbolo					Operaciones
N.	Descripción			○	→	□	D	▽	
1	Colocar el saco en la tolva de grano molido grueso.		6,46	1					
2	Encendido del motor de la tolva.		4,55	1					
3	Ensacado del maíz.		7,10	1					
4	Trasladar el maíz a la balanza.	9,91	6,41		1				
5	Pesaje del maíz.		63,32	1					Se considera los datos de la hoja del lote de producción.
6	Trasladar el maíz en el área de mezclado.	2,29	12,94		1				
Resumen									
Actividad		Actual	Propuesta	Tiempo (min)		0			
<b>Operación</b>	●	4	0	Distancia (m)		0			
<b>Transporte</b>	→	2	0	<b>Observaciones generales</b>					
<b>Inspección</b>	□	0	0	El operario de trabajo debe revisar que la materia prima este en buen estado y que su fecha de caducidad no haya superado el límite, esto garantiza el tiempo de vida del producto final.					
<b>Demora</b>	D	0	0						
<b>Almacenaje</b>	▽	0	0						
<b>TOTAL</b>		6	0						

Anexo 10. Cursograma analítico del proceso de pesaje de sales minerales y conservantes

		"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"							
PROCESO DE PESAJE DE SALES MINERALES Y CONSERVANTES									
Empresa:	Balanvalle Cia. Ltda.	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1				
Producto:	Balanceado bovino completo 40 Kg.	Realizado por:	Marco Castellano	Diagrama:	1				
Departamento:	Departamento de producción	Aprobado por:	Ing. Freddy Lema	Fecha:	3/8/2022				
Área:	Línea de producción	Operarios:	Personal producción	Aprobación:	3/8/2022				
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (seg)	Símbolo			Operaciones		
N.	Descripción			○	⇒	□		D	▽
1	Trasladarse a la bodega de sales minerales.	31,24	28,19		1				
2	Retirar porciones en fundas de cada materia prima.		119,87	1					
3	Traslado a la balanza de pesaje.	2,29	14,69		1				
4	Realizar el pesaje de cada materia prima.	88,85		1					Se considera los datos de la hoja del lote de producción.
5	Trasladar las sales minerales y conservantes al área de mezclado.	31,24	27,48		1				
6	Verter la materia prima en el saco de morochillo molido.		10,09	1					
Resumen									
Actividad		Actual	Propuesta	Tiempo (min)		0			
Operación	●	3	0	Distancia (m)		0			
Transporte	⇒	3	0	Observaciones generales					
Inspección	□	0	0	Se utilizan pequeñas porciones debido a las propiedades que tienen las materias primas.					
Demora	D	0	0						
Almacenaje	▽	0	0						
TOTAL		6	0						

Anexo 11. Cursograma analítico del transporte de materia prima

		"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"							
TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA									
<b>Empresa:</b>	Balanvalle Cia. Ltda.	<b>Método:</b>	Actual	<b>Hoja:</b>	1 de 1				
<b>Producto:</b>	Balanceado bovino completo 40 Kg.	<b>Realizado por:</b>	Marco Castellano	<b>Diagrama:</b>	1				
<b>Departamento:</b>	Departamento de producción	<b>Aprobado por:</b>	Ing. Freddy Lema	<b>Fecha:</b>	3/8/2022				
<b>Área:</b>	Línea de producción	<b>Operarios:</b>	Personal producción	<b>Aprobación:</b>	3/8/2022				
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (seg)	Símbolo					Operaciones
N.	Descripción			○	⇒	□	D	▽	
1	Preparar el montacargas manual.	18,29	7,82	1					Se retira del lugar de su almacenamiento y calibra correctamente.
2	Desplazarse a la bodega 1.	16,76	17,18		1				
3	Cargar la materia prima al montacargas.		202,53	1					Sacos grandes debajo.
4	Desplazarse a la bodega 2.	17,53	9,20		1				
5	Cargar la materia prima al montacargas.		57,22	1					
6	Trasladar la materia prima al área de mezclado.	20,57	42,21		1				
7	Depositar la materia prima en el área de mezclado.		91,53	1					
8	Trasladar el montacargas a la bodega 2.	18,29	20,49		1				Se coloca en su lugar de almacenamiento.
Resumen									
Actividad		Actual	Propuesta	Tiempo (min)		0			
Operación	●	4	0	Distancia (m)		0			
Transporte	⇒	4	0	Observaciones generales					
Inspección	□	0	0	Se realiza un solo transporte, el operario pasa por las bodegas recogiendo cada materia prima para llevarlo hacia el área de mezclado.					
Demora	D	0	0						
Almacenaje	▽	0	0						
TOTAL		8	0						

Anexo 12. Cursograma analítico del proceso de enmelazado

		"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"							
PROCESO DE ENMELAZADO									
<b>Empresa:</b>	Balanvalle Cia. Ltda.	<b>Método:</b>	Actual	<b>Hoja:</b>	1 de 1				
<b>Producto:</b>	Balanceado bovino completo 40 Kg.	<b>Realizado por:</b>	Marco Castellano	<b>Diagrama:</b>	1				
<b>Departamento:</b>	Departamento de producción	<b>Aprobado por:</b>	Ing. Freddy Lema	<b>Fecha:</b>	3/8/2022				
<b>Área:</b>	Línea de producción	<b>Operarios:</b>	Personal producción	<b>Aprobación:</b>	3/8/2022				
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (seg)	Símbolo					Operaciones
N.	Descripción			○	⇒	□	D	▽	
1	Receptar la hoja de producción.		12,35	1					Se envía la hoja de lote de producción a las áreas de codificado, molido y enmelazado.
2	Colocar el balde debajo de la llave de descarga de melaza.		1,24	1					
3	Abrir la llave de paso.		3,57	1					
4	Verter la melaza en el balde.		1231,22	1					Cantidad de melaza en un balde es 10 litros.
5	Cerrar la llave de paso.		1,30	1					
6	Trasladar la melaza al área de mezclado.	12,19	9,04	1					
Resumen									
Actividad		Actual	Propuesta	Tiempo (min)		0			
Operación	●	6	0	Distancia (m)		0			
Transporte	⇒	0	0	<b>Observaciones generales</b>  La melaza es una sustancia pegajosa, durante las mañanas y por el clima del sector, esta demora en caer a los baldes, esto genera demoras por el tiempo de espera.					
Inspección	□	0	0						
Demora	D	0	0						
Almacenaje	▽	0	0						
<b>TOTAL</b>		6	0						

Anexo 13. Cursograma analítico del proceso de mezclado

		"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"							
PROCESO DE MEZCLADO									
<b>Empresa:</b>	Balanvalle Cia. Ltda.	<b>Método:</b>	Actual	<b>Hoja:</b>	1 de 1				
<b>Producto:</b>	Balanceado bovino completo 40 Kg.	<b>Realizado por:</b>	Marco Castellano	<b>Diagrama:</b>	1				
<b>Departamento:</b>	Departamento de producción	<b>Aprobado por:</b>	Ing. Freddy Lema	<b>Fecha:</b>	3/8/2022				
<b>Área:</b>	Línea de producción	<b>Operarios:</b>	Personal producción	<b>Aprobación:</b>	3/8/2022				
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (seg)	Símbolo					Operaciones
N.	Descripción			○	⇒	□	D	▽	
1	Encender la máquina de mezclado.		1,14	1					
2	Descocer los sacos de la materia prima.		136,82	1					
3	Colocar el morochillo con las sales minerales y conservantes en la mezcladora.		5,03	1					
4	Colocar la materia prima que se trasladó de la bodega 1 y bodega 2 en la mezcladora.		776,96	1					
5	Verter la melaza en la máquina de mezclado.		408,62	1					
6	Realizar la mezcla final.		193,80	1					
Resumen									
<b>Actividad</b>		<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Tiempo (min)</b>		0			
<b>Operación</b>	●	6	0	<b>Distancia (m)</b>		0			
<b>Transporte</b>	⇒	0	0	<b>Observaciones generales</b> El proceso conlleva tiempo debido a que la máquina no se encuentra en condiciones óptimas, la máquina no puede sostener más de 3 horas de trabajo debido a la materia prima utilizada, la limpieza y desinfección debe ser exhaustiva.					
<b>Inspección</b>	□	0	0						
<b>Demora</b>	D	0	0						
<b>Almacenaje</b>	▽	0	0						
<b>TOTAL</b>		6	0						

Anexo 14. Cursograma analítico del proceso de empaque y pesaje del producto final

		"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"							
PROCESO DE EMPAQUE Y PESAJE									
<b>Empresa:</b>	Balanvalle Cia. Ltda.	<b>Método:</b>	Actual	<b>Hoja:</b>	1 de 1				
<b>Producto:</b>	Balanceado bovino completo 40 Kg.	<b>Realizado por:</b>	Marco Castellano	<b>Diagrama:</b>	1				
<b>Departamento:</b>	Departamento de producción	<b>Aprobado por:</b>	Ing. Freddy Lema	<b>Fecha:</b>	3/8/2022				
<b>Área:</b>	Línea de producción	<b>Operarios:</b>	Personal producción	<b>Aprobación:</b>	3/8/2022				
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (seg)	Símbolo					Operaciones
N.	Descripción			○	⇒	□	D	▽	
1	Codificación manual de número de batch y máquina en los sacos.		106,16	1					
2	Trasladar los sacos al área de empaque.	7,62	9,96		1				
3	Colocar el saco en la máquina mezcladora.		10,31	1					
4	Verter el producto final en el saco.		10,58	1					
5	Trasladar el producto final a la balanza.	1,52	6,20		1				
6	Pesaje del producto final.		11,61			1			
Resumen									
<b>Actividad</b>		<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Tiempo (min)</b>		0			
<b>Operación</b>	●	3	0	<b>Distancia (m)</b>		0			
<b>Transporte</b>	⇒	2	0	<b>Observaciones generales</b>  Una vez que termina el proceso de mezclado, se realiza el empaque del producto en los sacos para su costura final.					
<b>Inspección</b>	□	1	0						
<b>Demora</b>	D	0	0						
<b>Almacenaje</b>	▽	0	0						
<b>TOTAL</b>		6	0						

Anexo 15. Cursograma analítico del proceso de cosido de sacos

		"UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN"							
PROCESO DE COSIDO DE SACOS									
<b>Empresa:</b>	Balanvalle Cia. Ltda.	<b>Método:</b>	Actual	<b>Hoja:</b>	1 de 1				
<b>Producto:</b>	Balanceado bovino completo 40 Kg.	<b>Realizado por:</b>	Marco Castellano	<b>Diagrama:</b>	1				
<b>Departamento:</b>	Departamento de producción	<b>Aprobado por:</b>	Ing. Freddy Lema	<b>Fecha:</b>	3/8/2022				
<b>Área:</b>	Línea de producción	<b>Operarios:</b>	Personal producción	<b>Aprobación:</b>	3/8/2022				
Identificación de actividades		Distancia (m)	Tiempo (seg)	Símbolo					Operaciones
N.	Descripción			○	⇒	□	D	▽	
1	Trasladar el producto final al área de cosido.	2,29	4,21	1					
2	Realizar el cosido del producto final.		6,07	1					
3	Trasladar a la bodega de almacenamiento el producto final.	16,76	31,16		1				
4	Llenar la hoja de lote de producción.		88,52			1			Se documenta e informa sobre el lote de producción terminado.
Resumen									
<b>Actividad</b>		<b>Actual</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Tiempo (min)</b>		0			
<b>Operación</b>	●	2	0	<b>Distancia (m)</b>		0			
<b>Transporte</b>	⇒	1	0	<b>Observaciones generales</b>  El desplazamiento es mínimo debido a que se cuenta un área amplia de trabajo sin obstáculos o paredes que dificulten el movimiento de los sacos.					
<b>Inspección</b>	□	1	0						
<b>Demora</b>	D	0	0						
<b>Almacenaje</b>	▽	0	0						
<b>TOTAL</b>		4	0						

**Anexo 16.** Check list de procesos

<b>Proceso de codificación de sacos</b>			
<b>Sección</b>	<b>Cumple</b>		<b>Observaciones</b>
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
¿El operario se encuentra en condiciones aceptables de trabajo?	X		
¿El operario fue introducido de forma correcta al puesto de trabajo?		X	No cuentan con capacitación previa introducción al puesto.
¿El operario cuenta con los equipos de protección personal?		X	No se requiere equipos para elaborar el proceso.
¿El puesto de trabajo cuenta con señaléticas sobre el área?	X		
¿El operario trabaja de forma adecuada?	X		
¿Se cuenta con buena iluminación?	X		
¿El sitio cuenta con orden y limpieza?	X		
¿Se cuenta con máquinas adecuadas para el trabajo?		X	La máquina presenta demora por la falta de mantenimiento.

Proceso de molienda			
Sección	Cumple		Observaciones
	SI	NO	
¿El operario se encuentra en condiciones aceptables de trabajo?	X		
¿El operario fue introducido de forma correcta al puesto de trabajo?		X	El operario no cuenta con la capacitación adecuada del manejo de las máquinas.
¿El operario cuenta con los equipos de protección personal?	X		
¿El puesto de trabajo cuenta con señaléticas sobre el área?	X		
¿El operario trabaja de forma adecuada?	X		
¿Se cuenta con buena iluminación?	X		
¿El sitio cuenta con orden y limpieza?	X		
¿Se cuenta con máquinas adecuadas para el trabajo?		X	El proceso tiene dificultades por la obstrucción derivada de la materia prima.

Proceso de pesaje de sales minerales y conservantes			
Sección	Cumple		Observaciones
	SI	NO	
¿El operario se encuentra en condiciones aceptables de trabajo?	X		
¿El operario fue introducido de forma correcta al puesto de trabajo?		X	El operario no cuenta con la capacitación adecuada.
¿El operario cuenta con los equipos de protección personal?	X		
¿El puesto de trabajo cuenta con señaléticas sobre el área?		X	Existe muchos desplazamientos por el almacenaje de cada materia prima.
¿El operario trabaja de forma adecuada?	X		
¿Se cuenta con buena iluminación?	X		
¿El sitio cuenta con orden y limpieza?	X		
¿Se cuenta con máquinas adecuadas para el trabajo?	X		

**Proceso de Transporte de Materia Prima**

Sección	Cumple		Observaciones
	SI	NO	
¿El operario se encuentra en condiciones aceptables de trabajo?	X		
¿El operario fue introducido de forma correcta al puesto de trabajo?	X		
¿El operario cuenta con los equipos de protección personal?	X		
¿El puesto de trabajo cuenta con señaléticas sobre el área?	X		
¿El operario trabaja de forma adecuada?	X		
¿Se cuenta con buena iluminación?	X		
¿El sitio cuenta con orden y limpieza?	X		
¿Se cuenta con máquinas adecuadas para el trabajo?	X		

**Proceso de Enmelazado**

Sección	Cumple		Observaciones
	SI	NO	
¿El operario se encuentra en condiciones aceptables de trabajo?		X	Los operarios tienen esperas generadas por el tiempo de retiro de la melaza.
¿El operario fue introducido de forma correcta al puesto de trabajo?	X		
¿El operario cuenta con los equipos de protección personal?	X		
¿El puesto de trabajo cuenta con señaléticas sobre el área?	X		
¿El operario trabaja de forma adecuada?		X	Existen muchas demoras generadas por el grado espeso de la melaza.
¿Se cuenta con buena iluminación?	X		
¿El sitio cuenta con orden y limpieza?		X	
¿Se cuenta con máquinas adecuadas para el trabajo?		X	

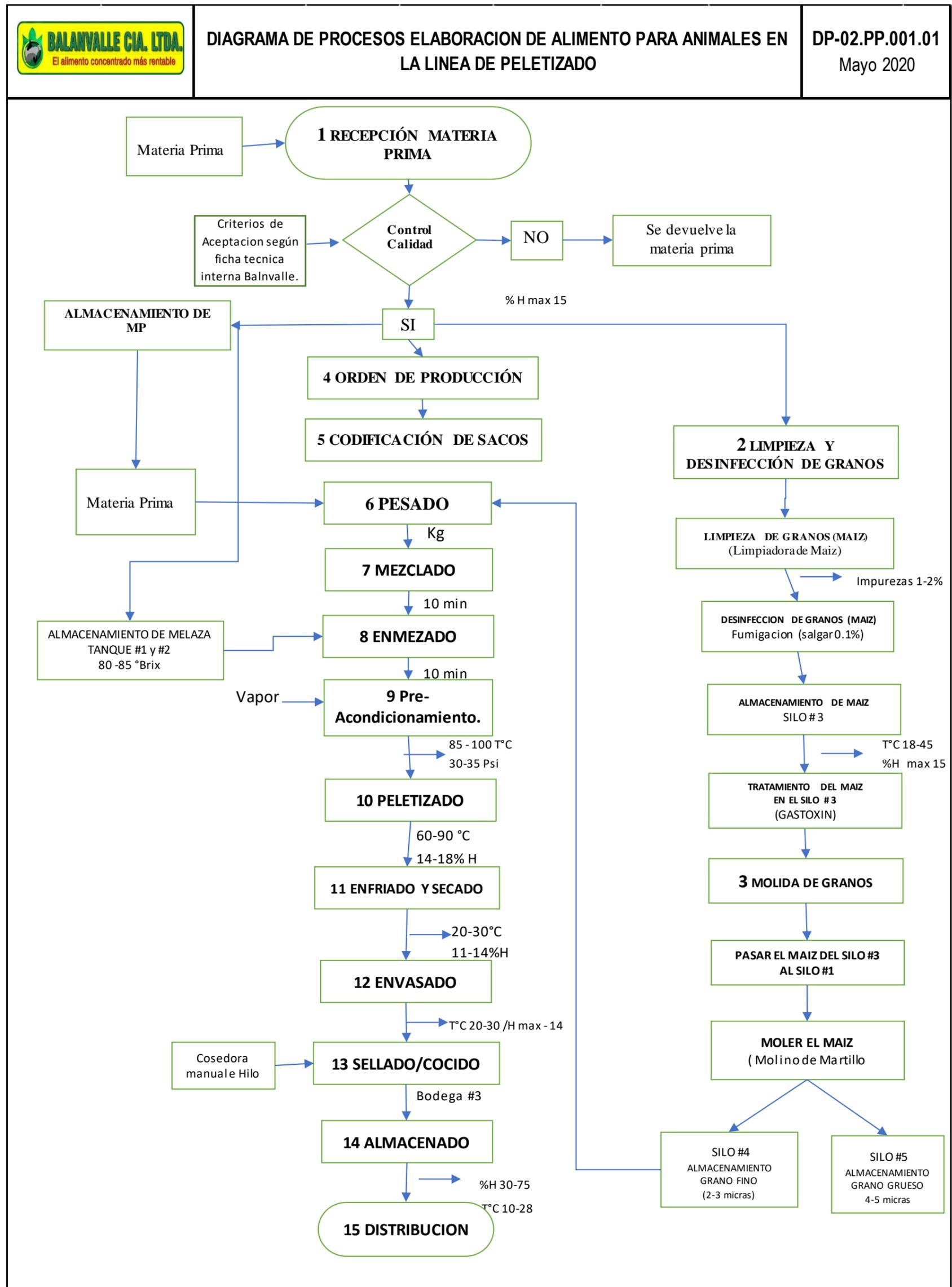
Proceso de Mezclado			
Sección	Cumple		Observaciones
	SI	NO	
¿El operario se encuentra en condiciones aceptables de trabajo?		X	Existe un trabajo precario sobre el manejo de la materia prima.
¿El operario fue introducido de forma correcta al puesto de trabajo?	X		
¿El operario cuenta con los equipos de protección personal?	X		
¿El puesto de trabajo cuenta con señaléticas sobre el área?		X	No existe señalética respecto a las medidas de seguridad adecuadas.
¿El operario trabaja de forma adecuada?	X		
¿Se cuenta con buena iluminación?	X		
¿El sitio cuenta con orden y limpieza?		X	El área presenta constante desorden por la concentración de materia prima.
¿Se cuenta con máquinas adecuadas para el trabajo?	X		

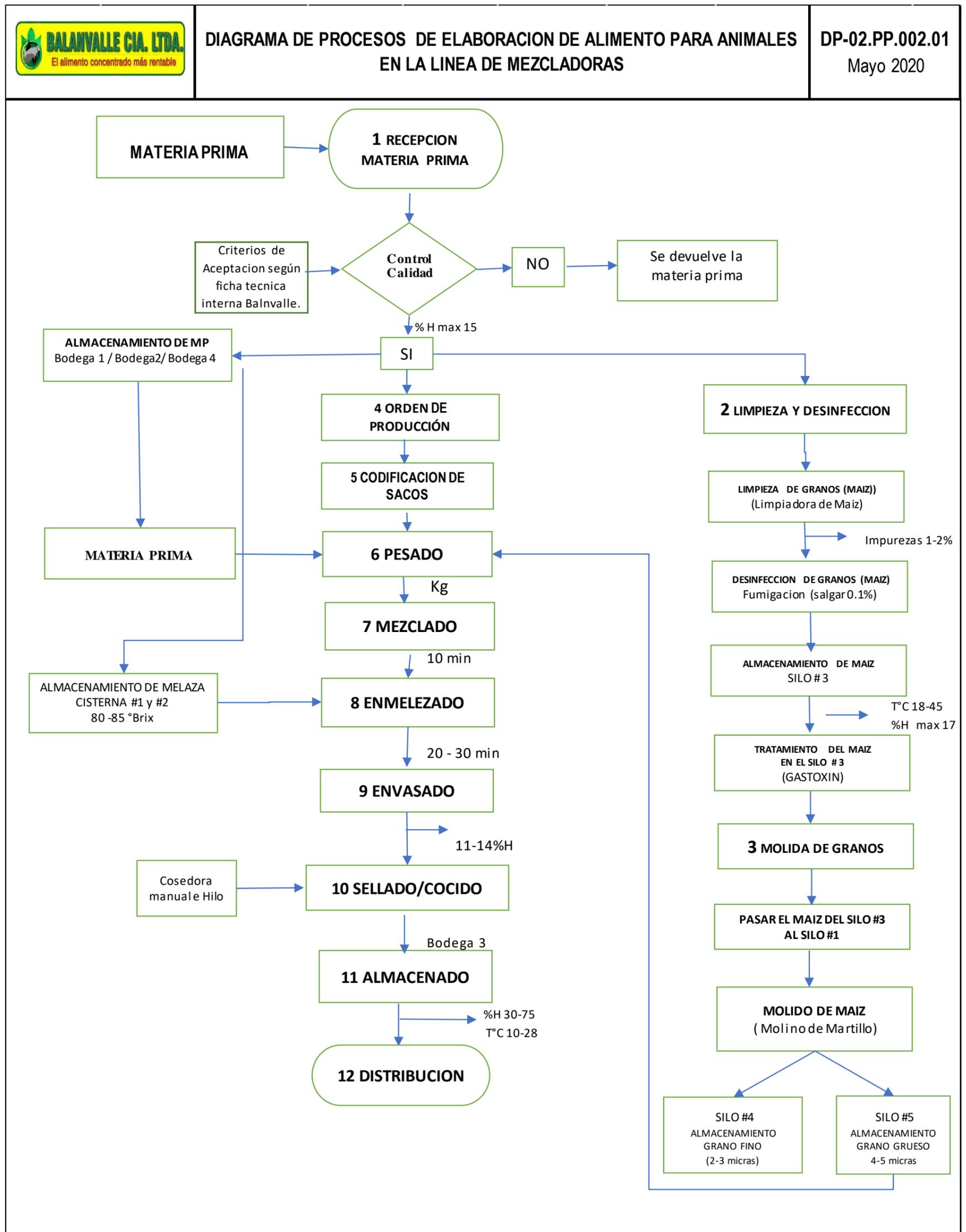
**Proceso de Empaque**

Sección	Cumple		Observaciones
	SI	NO	
¿El operario se encuentra en condiciones aceptables de trabajo?		X	El desplazamiento del producto final (20Kg) es manual.
¿El operario fue introducido de forma correcta al puesto de trabajo?	X		
¿El operario cuenta con los equipos de protección personal?	X		
¿El puesto de trabajo cuenta con señaléticas sobre el área?	X		
¿El operario trabaja de forma adecuada?		X	Los desplazamientos generan movimientos repetitivos.
¿Se cuenta con buena iluminación?	X		
¿El sitio cuenta con orden y limpieza?		X	Existe mucho desorden debido al trabajo manual.
¿Se cuenta con máquinas adecuadas para el trabajo?	X		

Proceso de Cosido			
Sección	Cumple		Observaciones
	SI	NO	
¿El operario se encuentra en condiciones aceptables de trabajo?	X		
¿El operario fue introducido de forma correcta al puesto de trabajo?	X		
¿El operario cuenta con los equipos de protección personal?	X		
¿El puesto de trabajo cuenta con señaléticas sobre el área?	X		
¿El operario trabaja de forma adecuada?	X		
¿Se cuenta con buena iluminación?	X		
¿El sitio cuenta con orden y limpieza?	X		
¿Se cuenta con máquinas adecuadas para el trabajo?	X		

Anexo 17. Diagrama de procesos de la línea de peletizado de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.



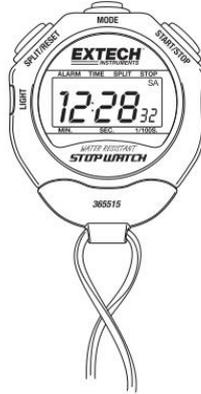


## Anexo 19. Datasheet de cronómetro Extech 365515

### Manual del usuario

**EXTECH**  
INSTRUMENTS

### Cronómetro resistente al agua Modelo 365515



#### Introducción

Agradecemos su compra del Cronómetro 365515 de Extech, resistente al agua, con división de tiempo, vigilancia de dos competidores, alarma y reloj. La precisión del reloj es  $\pm 3$  segundos por 24 horas. El uso cuidadoso de este cronómetro le proveerá muchos años de servicio confiable.

#### Operación

##### MODO NORMAL

1. En modo normal se muestran las Horas/Minutos/Segundos y el día de la semana.
2. Presione y sostenga el botón SPLIT/RESET para ver la hora de alarma.
3. Para encender o apagar la alarma, presione el botón START/STOP mientras que también presiona el botón SPLIT/RESET (en la esquina superior derecha de la pantalla se enciende el icono campana al activar la Alarma).
4. Presione y sostenga START/STOP para ver el calendario mensual y la fecha.

**MODO CRONÓMETRO** (Para activar, presione una vez el botón MODO a partir de modo normal)

Cuando selecciona por primera vez el modo cronómetro, centellean los iconos SU-FR-SA.

##### A. Cronómetro de tiempo transcurrido

1. Presione Start/Stop para iniciar (los iconos SU-SA destellarán)
2. Presione Start/Stop para detener (los iconos SU-SA destellarán)
3. Presione Start/Stop para reiniciar
4. Presione Start/Stop para parar
5. Presione Split/Reset para restablecer la pantalla. Presione MODE para regresar a modo normal.

##### B. División de tiempo

1. Presione Start/Stop para iniciar (los iconos SU-SA destellarán)
2. Presione Split/Reset para dividir (los iconos SU-TH-SA destellarán)
3. Presione Split/Reset para salir de División (los iconos SU-SA destellarán)
4. Presione Start/Stop para detener (los iconos SU-SA destellarán)
5. Presione Split/Reset para restablecer la pantalla. Presione MODE para regresar a modo normal.

##### C. Cronómetro para dos competidores

1. Presione Start/Stop para iniciar (los iconos SU-SA destellarán)
2. Presione Split/Reset para dividir (los iconos SU-TH-SA destellarán)
3. Presione Start/Stop para parar (los iconos SU-TH-FR-SA destellarán)
4. Presione Split/Reset para desactivar la división (los iconos SU-FR-SA destellarán)
5. Presione Split/Reset para restablecer la pantalla. Presione MODE para regresar a modo normal.

NOTA: Presione simultáneamente los tres botones para restablecer el modo de tiempo transcurrido.

**CONFIGURACIÓN DE FECHA Y HORA** (Para entrar, presione el botón MODE 3 veces desde modo normal)

Presione SPLIT/RESET para navegar a través de los campos de dígitos programables. El dígito que centellea es el que está listo para

modificación. Use el botón START/STOP para modificar el dígito que destella. Cuando fije las horas, minutos y segundos puede presionar START/STOP para restablecer los dígitos seleccionados a cero; presione y sostenga para navegar rápidamente. Los dígitos de la hora pasarán por A (para AM), P (para PM) y H (para reloj de 24 horas). Presione MODE para regresar a operación normal.

#### CONFIGURAR LA ALARMA presione MODE dos veces desde normal

1. Una vez que ha entrado en modo ALARM SET, destellarán los iconos indicadores de la hora y MO.
2. Presione STOP/START para cambiar la hora. Este paso activa además la alarma y muestra el icono indicador de la alarma (campana en la esquina superior derecha de la pantalla LCD).
3. Presione SPLIT/RESET para seleccionar minutos.
4. Presione STOP/START para adelantar los minutos.
5. Presione MODE para guardar y regresar a la hora en pantalla.
6. Para activar la Alarma, siga las instrucciones del paso 3 de sección MODO NORMAL. Note que la hora de la alarma reflejará el modo AM, PM o H programado anteriormente en la sección DE FECHA Y HORA.

#### TEMPORIZADOR Y SILENCIO DE LA ALARMA

Cuando la alarma suene, presione START/STOP. Empezará un periodo temporizado de 5 minutos. Para silenciar la alarma sin temporizador, presione SPLIT/RESET después de que suene la alarma.

#### REPICAR DE LA HORA (el cronómetro pita una vez cada hora en la hora)

Para activar repicar de la hora, presione y sostenga SPLIT/RESET luego presione MODE (mientras continua sosteniendo SPLIT/RESET) hasta que los días de la semana aparezcan en la parte superior de la LCD. Para desactivar el repicar de la hora, presione MODE (mientras sostiene SPLIT/RESET) hasta que se borren los días de la semana de la LCD.

#### RETROILUMINACIÓN

Presione el botón de luz para activar la retroiluminación. La retroiluminación permanecerá encendida durante 4 segundos y automáticamente se apagará.

#### Reemplazo de la batería

Este Cronómetro usa una batería botón LR-44 ó A-76 alcalina. Debe quitar los tornillos cabeza Phillips detrás del reloj para abrir y cambiar la batería. Se recomienda que un técnico calificado cambie la batería. La vida de la batería es típicamente un año.

Copyright © 2013-2017 FLIR Systems, Inc.

Reservados todos los derechos, incluyendo el derecho de reproducción total o parcial en cualquier medio.

ISO-9001 Certified

[www.extech.com](http://www.extech.com)

**Anexo 20.** Estudio de calificación a los operarios de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

**Trabajador 1 (Área de codificado)**

Característica	Calificación	Valor	Justificación
Habilidad	C1. Bueno	0,06	Mantiene el ritmo de trabajo.
Esfuerzo	E1. Aceptable	-0,04	Trabajo mejorable.
Condiciones	C. Buenas	0,02	Visible y buena iluminación.
Consistencia	D. Regular	-0,05	Finaliza el día con buen ritmo de trabajo.
Inicial	Promedio	1	
<b>Factor de desempeño</b>		<b>0,99</b>	Operario con trabajo moderado sin complicación. La máquina realiza todo el trabajo mientras el operario mueve toda la materia prima.

**Trabajador 2 (Molido y ensacado de maíz molido)**

Característica	Calificación	Valor	Justificación
Habilidad	C2. Buena	0,03	Ritmo de trabajo moderado.
Esfuerzo	C1. Bueno	0,05	Normal, carga de materia prima con trabajo manual.
Condiciones	D. Regulares	0	Normales.
Consistencia	E. Aceptable	-0,02	Condiciones mejorables.
Inicial	Promedio	1	
<b>Factor de desempeño</b>		<b>1,06</b>	El operario se desplaza por toda el área de producción hasta su bodega, existen espacios no adecuados para el libre flujo de personal, por tanto, su trabajo requiere esfuerzos adversos.

**Trabajador 3 (Pesaje de sales minerales, conservantes y transporte de materia prima)**

Característica	Calificación	Valor	Justificación
Habilidad	E2. Aceptable	-0,1	Trabajo mejorable.
Esfuerzo	D. Regular	0	Mantiene un ritmo de trabajo estable y sin complicaciones.
Condiciones	E. Aceptables	-0,03	Recorrido extenso de trabajo.
Consistencia	D. Regular	0	Trabajo mejorable.
Inicial	Promedio	1	
<b>Factor de desempeño</b>		<b>0,96</b>	Debido al manejo de montacargas manual, se reduce en cierto nivel el porcentaje de fatiga.

**Trabajador 4 (Área de enmelezado y mezclado)**

Característica	Calificación	Valor	Justificación
Habilidad	E1. Aceptable	-0,05	Su habilidad aumento por los años de servicio, mantiene buen ritmo de trabajo.
Esfuerzo	D. Regular	0	Por el trabajo irregular, el operario realiza sus actividades y posteriormente ayuda en el área de mezclado.
Condiciones	C. Buenas	0,02	Mantiene buen ambiente laboral.
Consistencia	D. Regular	0	Su rendimiento es aceptable y mejorable.
Inicial	Promedio	1	
<b>Factor de desempeño</b>		<b>0,97</b>	El operario únicamente se encarga de preparar y colocar la melaza en la mezcla, posteriormente debe revisar gradualmente el estado de esta sustancia en la máquina para evitar desperfectos.

### Trabajador 5 (Área de empaque)

Característica	Calificación	Valor	Justificación
Habilidad	E1. Aceptable	-0,05	El operario mantiene un desgaste por el trabajo a distinto nivel.
Esfuerzo	E1. Aceptable	-0,04	El operario no cuenta con un espacio de trabajo adecuado a sus condiciones físicas.
Condiciones	C. Buenas	0,02	Las condiciones de área afectan el trabajo.
Consistencia	D. Regular	0	Mejorable.
Inicial	Promedio	1	
<b>Factor de desempeño</b>		<b>0,93</b>	El operario se encarga de almacenar el producto final en los sacos, no requiere de mayor desplazamiento, pero si requiere de un movimiento repetitivo.

### Trabajador 6 (Área de pesaje y cosido)

Característica	Calificación	Valor	Justificación
Habilidad	E2. Aceptable	-0,1	Operario nuevo no capacitado.
Esfuerzo	D. Regular	0	Ritmo de trabajo aceptable.
Condiciones	C. Bueno	0,02	El ambiente de trabajo tiene buenas condiciones.
Consistencia	D. Regular	0	Termina el día agotado.
Inicial	Promedio	1	
<b>Factor de desempeño</b>		<b>0,92</b>	El operario no fue introducido de manera correcta a su puesto de trabajo, continua con estable y a su ritmo sin mayor efecto alguno sobre las medidas optimas que se consideran.

Anexo 21. Tabla de suplementos de los operarios de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

**Consideraciones generales**

Suplementos constantes	Necesidad personal (hombre)	Fatiga (hombre)
	5	4

**Trabajador 1 (Área de codificado)**

Actividad	Suplementos	Cantidad
<b>Codificado</b>	Trabajo fatigoso	3
	Ruido intermitente y fuerte	2
	Proceso bastante complejo	1
	Trabajo bastante monótono	1
	Trabajo aburrido	2
<b>TOTAL</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>18</b>

**Trabajador 2 (Molido y ensacado de maíz molido)**

Actividad	Suplementos	Cantidad
<b>Transporte</b>	Levantar peso (10Kg)	3
	Ruido intermitente y fuerte	2
	Proceso bastante complejo	1
	Trabajo bastante monótono	1
<b>TOTAL</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>16</b>

**Trabajador 3 (Pesaje de sales minerales, conservantes y transporte de materia prima)**

Actividad	Suplementos	Cantidad
<b>Enmelazado</b>	Trabajo de pie	2
	Levantar peso (7.5Kg)	2
	Trabajo fatigoso	2
	Ruido intermitente y fuerte	2
	Trabajo bastante monótono	1
<b>TOTAL</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>18</b>

**Trabajador 4 (Área de enmelezado y mezclado)**

<b>Actividad</b>	<b>Suplementos</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Mezclado</b>	Trabajo estirado	9
	Levantar peso (7.5Kg)	2
	Ruido intermitente y fuerte	2
	Proceso bastante complejo	1
	Trabajo bastante monótono	1
	Trabajo aburrido	2
<b>TOTAL</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>26</b>

**Trabajador 5 (Área de empaque)**

<b>Actividad</b>	<b>Suplementos</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Empaque</b>	Trabajo de pie	2
	Levantar peso (10Kg)	3
	Trabajo de precisión	2
	Proceso bastante monótono	1
	Trabajo aburrido	2
<b>TOTAL</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>19</b>

**Trabajador 6 (Área de pesaje y cosido)**

<b>Actividad</b>	<b>Suplementos</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Cosido</b>	Levantar peso (10Kg)	3
	Trabajo de gran precisión	5
	Ruido intermitente y fuerte	2
	Proceso complejo	4
	Proceso bastante monótono	1
	Trabajo aburrido	2
<b>TOTAL</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>26</b>

Anexo 22. Estudio de tiempos preliminar del área de producción de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Balanvalle Cia. Ltda.		Estudio de tiempos para 128 quintales de 40kg de balanceado completo										
Procesos	N	Actividad	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	to(s)	fd	s	Ts (s)	Desv(s)
Codificación	1	Receptar la hoja de producción	10,14	11,07	10,01	10,47	10,30	10,40	0,99	18%	12,15	0,41
	2	Ingresar los datos de elab/caduc	132,20	128,51	135,89	132,04	129,28	131,58			153,72	2,91
	3	Preparar la máquina codificadora	405,27	402,53	408,39	400,82	415,25	406,45			474,82	5,69
	4	Contar los sacos a codificar	251,21	539,59	249,37	260,92	254,87	311,19			363,53	127,75
	5	Codificación de sacos	461,81	484,01	857,72	472,96	491,06	553,51			646,61	170,42
	6	Enviar los sacos al área de producción	37,40	35,01	32,07	36,05	35,08	35,12			41,03	1,96
Molido	7	Recibir la orden de producción	8,04	9,50	8,65	9,02	8,75	8,79	0,99	18%	10,27	0,53
	8	Traslado hacia el área de los molinos	17,35	23,45	20,64	19,45	24,32	21,04			24,58	2,87
	9	Colocar las cribas en el molido de acuerdo a la orden de producción	17,50	22,63	18,45	20,65	22,14	20,27			23,68	2,25
	10	Posicionar en el elevador el número del silo al que va a ser transportado el maíz	6,04	8,24	7,50	6,49	7,05	7,06			8,25	0,86
	11	Encender el motor del elevador	5,02	4,95	4,87	9,12	9,45	6,68			7,81	2,38
	12	Poner en marcha al molino	4,30	5,12	4,89	5,76	4,98	5,01			5,85	0,52
	13	Abrir el paso del silo al conducto que conecta al molino	3,20	3,85	2,93	3,53	3,08	3,32			3,88	0,37
	14	Revisar que el grano pase al molino	6,54	5,67	6,09	7,01	6,49	6,36			7,43	0,51
	15	Realizar el molido	10104,00	10100,00	10120,00	10096,00	10220,00	10128,00			11831,53	52,23
	16	Revisar que la materia prima este triturada en su totalidad	20,68	18,69	19,35	20,96	22,84	20,50			23,95	1,61
	17	Apagar el motor del elevador	10,02	11,63	12,67	11,97	10,98	11,45			13,38	1,01
	18	Cerrar el paso del maíz del grano	13,09	16,52	15,67	14,64	16,36	15,26			17,82	1,42
	19	Apagar el molido	12,96	13,94	15,63	16,68	15,96	15,03			17,56	1,53
Ensacado del maíz molido	20	Colocar el saco en la tolva de grano molido grueso	5,15	5,96	4,99	6,01	5,56	5,53	0,99	18%	6,46	0,46
	21	Encendido del motor de la tolva	2,56	3,86	4,95	3,14	4,96	3,89			4,55	1,07
	22	Ensacado del maíz	6,96	4,87	5,58	6,14	6,82	6,07			7,10	0,87
	23	Trasladar el maíz a la balanza	4,36	4,58	6,78	5,96	5,76	5,49			6,41	1,01
	24	Pesaje del maíz	55,05	52,37	54,36	52,29	56,96	54,21			63,32	1,96
	25	Trasladar el maíz en el área de mezclado	9,25	11,63	10,59	12,93	10,99	11,08			12,94	1,35
Pesaje de sales minerales y conservantes	26	Trasladarse a la bodega de sales minerales	23,97	21,93	24,02	23,73	20,99	22,93	1,06	16%	28,19	1,39
	27	Retirar porciones en fundas de cada materia prima	97,36	98,82	96,02	99,26	95,99	97,49			119,87	1,53
	28	Traslado a la balanza de pesaje	12,69	12,96	10,92	11,52	11,63	11,94			14,69	0,85
	29	Realizar el pesaje de cada materia prima	70,63	73,26	71,25	73,96	72,21	72,26			88,85	1,38
	30	Trasladar las sales minerales y conservantes al área de mezclado	22,69	20,96	23,52	21,37	23,20	22,35			27,48	1,13
	31	Verter la materia prima en el saco de morochillo molido	8,94	6,82	8,65	9,23	7,37	8,20			10,09	1,05
Transporte de materia prima	32	Preparar el montacargas manual	7,01	5,52	6,37	5,26	7,62	6,36	1,06	16%	7,82	0,99
	33	Desplazarse a la bodega 1	14,64	12,93	13,61	15,95	12,73	13,97			17,18	1,33
	34	Cargar la materia prima al montacargas	168,76	162,72	169,37	160,37	162,36	164,72			202,53	4,08
	35	Desplazarse a la bodega 2	7,93	8,71	6,59	7,36	6,81	7,48			9,20	0,86
	36	Cargar la materia prima al montacargas	47,93	49,35	45,96	42,63	46,82	46,54			57,22	2,53
	37	Trasladar la materia prima al área de mezclado	32,82	35,93	33,71	35,94	33,26	34,33			42,21	1,50
	38	Depositar la materia prima al área de mezclado	76,95	72,36	75,59	75,29	72,01	74,44			91,53	2,16
	39	Movilizar el montacargas a la bodega 2	16,09	18,63	14,93	17,96	15,72	16,67			20,49	1,56
	Enmelazado	40	Receptar la hoja de producción	10,08	12,04	11,36	9,68	7,27	10,79	0,97	18%	12,35
41		Colocar el balde debajo de la llave de descarga de melaza	1,02	1,07	1,14	0,98	1,20	1,08			1,24	0,09
42		Abrir la llave de paso	3,24	2,98	3,05	3,30	3,01	3,12			3,57	0,14
43		Verter la melaza en el balde (10 litros)	1229,73	1232,24	1230,91	1232,41	1230,82	1231,22			1409,26	1,11
44		Cerrar la llave de paso	1,06	1,02	1,20	1,24	1,14	1,13			1,30	0,09
45		Trasladar la melaza al área de mezclado	8,93	6,45	7,82	8,36	7,91	7,89			9,04	0,92
Mezclado	46	Encender la máquina de mezclado	1,03	1,02	0,99	1,10	0,85	1,00	0,97	18%	1,14	0,09
	47	Descocer los sacos de la materia prima	120,26	115,83	125,29	118,94	117,37	119,54			136,82	3,62
	48	Colocar el morochillo con las sales minerales y conservantes en la mezcladora	4,83	3,89	4,41	4,91	3,92	4,39			5,03	0,48
	49	Colocar la materia prima que se trasladó de la bodega 1 y bodega 2 en la mezcladora	676,96	670,62	691,42	684,41	670,62	678,81			776,96	9,05
	50	Verter la melaza en la máquina de mezclado	351,91	360,24	355,64	367,94	349,28	357,00			408,62	7,37
	51	Realizar la mezcla final	170,25	178,36	159,63	165,98	172,36	169,32			193,80	7,02
Empaque	52	Codificación manual de número de batch y máquina en los sacos	90,83	95,05	92,35	85,37	89,36	90,59	0,93	26%	106,16	3,60
	53	Trasladar los sacos a la mezcladora	8,14	9,49	7,38	8,25	9,36	8,52			9,96	0,89
	54	Colocar el saco en la máquina mezcladora	7,68	8,36	10,11	8,71	9,25	8,82			10,31	0,92
	55	Verter el producto final en el saco	9,13	8,49	10,37	9,15	8,16	9,06			10,58	0,85
Pesaje de producto	56	Trasladar el producto final a la balanza	4,45	6,14	5,59	4,99	6,27	5,49	0,95	19%	6,20	0,77
	57	Pesaje del producto final	9,38	11,36	10,15	9,67	10,81	10,27			11,61	0,81
Cosido de producto final	58	Trasladar el producto final al área de cosido	3,69	3,71	2,89	4,02	3,87	3,64	0,92	26%	4,21	0,44
	59	Realizar el cosido del producto final	4,52	4,63	5,81	6,12	4,89	5,19			6,07	0,72
	60	Trasladar a la bodega de almacenamiento de producto final	24,69	27,93	28,14	25,71	26,91	26,68			31,16	1,47
	61	Llenar la hoja de lote de producción	78,76	72,07	75,94	76,41	75,69	75,77			88,52	2,40
Tiempo de ciclo total (segundos)								15232,33			17769,91	
Tiempo ciclo (minutos)								253,87			296,17	
Tiempo ciclo (horas)								4,23			4,94	

**Anexo 23.** Tabla resumen del estudio de tiempos preliminar

Procesos	Tiempo 128 quintal 40kg		Tiempo 1 quintal	
	ts(s)	Desv(s)	ts(s)	desv(s)
Codificación	1691,86	309,15	13,22	2,4153
Molido	11996,00	68,08	93,72	0,5319
Ensamado del maíz molido	100,79	6,73	0,79	0,0525
Pesaje de sales minerales y conservantes	289,17	7,32	2,26	0,0572
Tiempo de transporte de materia prima	448,19	15,00	3,50	0,1172
Enmelazado	1436,74	7,27	11,22	0,0568
Mezclado	1522,38	27,64	11,89	0,2159
Empaque	137,00	6,25	1,07	0,0488
Pesaje del producto	17,82	1,58	0,14	0,0124
Cosido de producto final	129,96	5,03	1,02	0,0393
<b>Tiempo de ciclo(s)</b>	<b>17769,91</b>		<b>138,83</b>	

**Anexo 24.** Toma de muestras del proceso de codificado de sacos de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Ficha de estudio de tiempos y movimientos															
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg.							<b>Estudio:</b>			001				
								<b>Hoja:</b>			1 de 1				
<b>Subproceso:</b>	Codificación.							<b>Factor de desempeño:</b>			0,99				
<b>Operario:</b>	Operario de codificado.							<b>Suplementos:</b>			18%				
Toma de muestras del proceso de codificación															
N	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t6(s)	t7(s)	t8(s)	t9(s)	t10(s)	t11(s)	t12(s)	t13(s)	t14(s)	t15(s)
1	0,09	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09
2	1,24	1,21	1,16	1,21	1,25	1,26	1,23	1,21	1,21	1,23	1,18	1,20	1,20	1,21	1,17
3	3,67	3,72	3,67	3,69	3,66	3,73	3,72	3,71	3,63	3,70	3,69	3,77	3,69	3,67	3,69
4	0,52	2,40	3,49	3,40	2,91	3,21	2,13	0,57	2,73	3,79	1,29	3,55	3,45	2,85	2,41
5	4,57	6,22	4,63	6,21	2,81	4,27	5,24	4,56	6,32	5,97	2,39	5,84	6,87	5,17	4,52
6	0,28	0,33	0,34	0,34	0,32	0,33	0,34	0,31	0,31	0,30	0,30	0,31	0,31	0,34	0,32

Anexo 25. Toma de muestras del proceso de molido de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Ficha de estudio de tiempos y movimientos																
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg.						<b>Estudio:</b>			002						
							<b>Hoja:</b>			1 de 1						
<b>Subproceso:</b>	Molido.						<b>Factor de desempeño:</b>			0,99						
<b>Operario:</b>	Operario de molido.						<b>Suplementos:</b>			18%						
Toma de muestras del proceso de molido																
N	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t6(s)	t7(s)	t8(s)	t9(s)	t10(s)	t11(s)	t12(s)	t13(s)	t14(s)	t15(s)	
1	0,08	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,07	0,08	0,08	0,08	
2	0,21	0,20	0,16	0,20	0,16	0,23	0,19	0,19	0,16	0,16	0,18	0,19	0,17	0,23	0,18	
3	0,21	0,16	0,18	0,18	0,20	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,19	0,17	0,16	0,20	0,19	
4	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	
5	0,04	0,05	0,04	0,08	0,06	0,07	0,06	0,04	0,08	0,05	0,08	0,04	0,07	0,08	0,07	
6	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	
7	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
8	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,05	
9	92,32	92,82	93,04	92,87	92,03	92,65	92,43	92,08	92,39	92,13	92,38	92,95	92,57	93,46	92,02	
10	0,19	0,18	0,21	0,20	0,17	0,20	0,18	0,18	0,18	0,20	0,17	0,18	0,17	0,17	0,18	
11	0,10	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,11	0,10	0,09	0,11	0,11	
12	0,14	0,16	0,15	0,15	0,12	0,14	0,13	0,12	0,16	0,13	0,14	0,12	0,15	0,15	0,14	
13	0,14	0,13	0,14	0,15	0,14	0,14	0,15	0,13	0,14	0,15	0,12	0,15	0,14	0,15	0,14	

**Anexo 26.** Toma de muestras del proceso de ensacado del maíz molido de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Ficha de estudio de tiempos y movimientos															
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg.						<b>Estudio:</b>			003					
							<b>Hoja:</b>			1 de 1					
<b>Subproceso:</b>	Ensacado del maíz molido.						<b>Factor de desempeño:</b>			0,99					
<b>Operario:</b>	Operario de ensacado del maíz molido.						<b>Suplementos:</b>			18%					
Toma de muestras del proceso de codificación															
N	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t6(s)	t7(s)	t8(s)	t9(s)	t10(s)	t11(s)	t12(s)	t13(s)	t14(s)	t15(s)
1	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
2	0,04	0,03	0,04	0,01	0,04	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
3	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07	0,04	0,06	0,05	0,04	0,06	0,04	0,05
4	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05	0,06	0,06	0,04	0,06	0,06	0,04	0,06	0,06	0,04	0,04
5	0,52	0,50	0,47	0,49	0,50	0,53	0,51	0,50	0,48	0,51	0,51	0,49	0,49	0,48	0,48
6	0,08	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	0,09	0,11	0,10	0,10

**Anexo 27.** Toma de muestras del proceso de pesaje de sales minerales y conservantes de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Ficha de estudio de tiempos y movimientos															
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg.								<b>Estudio:</b>			004			
									<b>Hoja:</b>			1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Pesaje de sales minerales y conservantes.								<b>Factor de desempeño:</b>			1,06			
<b>Operario:</b>	Operario de pesaje.								<b>Suplementos:</b>			16%			
Toma de muestras del proceso de pesaje de sales minerales y conservantes															
N	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t6(s)	t7(s)	t8(s)	t9(s)	t10(s)	t11(s)	t12(s)	t13(s)	t14(s)	t15(s)
1	0,20	0,21	0,21	0,22	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,23	0,22	0,23	0,22	0,22	0,23
2	0,95	0,93	0,95	0,93	0,96	0,95	0,94	0,91	0,95	0,94	0,93	0,94	0,93	0,92	0,91
3	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,10
4	0,70	0,68	0,70	0,71	0,70	0,69	0,69	0,69	0,71	0,70	0,69	0,70	0,70	0,69	0,71
5	0,21	0,21	0,23	0,21	0,20	0,22	0,22	0,21	0,21	0,22	0,21	0,23	0,22	0,20	0,21
6	0,09	0,07	0,08	0,07	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,09	0,07	0,08	0,07	0,09

**Anexo 28.** Toma de muestras del proceso de transporte de materia prima de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Ficha de estudio de tiempos y movimientos															
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg.						<b>Estudio:</b>			005					
							<b>Hoja:</b>			1 de 1					
<b>Subproceso:</b>	Transporte de materia prima.						<b>Factor de desempeño:</b>			1,06					
<b>Operario:</b>	Operario de transporte de materia prima.						<b>Suplementos:</b>			16%					
Toma de muestras del proceso de transporte de materia prima															
N	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t6(s)	t7(s)	t8(s)	t9(s)	t10(s)	t11(s)	t12(s)	t13(s)	t14(s)	t15(s)
1	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
2	0,13	0,14	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14	0,13	0,16	0,14	0,13	0,14	0,14	0,15	0,10
3	1,57	1,55	1,59	1,60	1,57	1,55	1,57	1,57	1,58	1,55	1,56	1,57	1,55	1,59	1,57
4	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,07	0,06	0,07	0,07
5	0,43	0,43	0,43	0,42	0,44	0,42	0,43	0,43	0,48	0,48	0,45	0,43	0,42	0,44	0,46
6	0,33	0,34	0,34	0,33	0,33	0,35	0,32	0,32	0,30	0,32	0,36	0,32	0,34	0,33	0,34
7	0,72	0,74	0,71	0,74	0,72	0,70	0,74	0,71	0,73	0,71	0,71	0,75	0,67	0,71	0,69
8	0,13	0,16	0,18	0,15	0,17	0,15	0,17	0,15	0,16	0,13	0,15	0,16	0,15	0,14	0,12

**Anexo 29.** Toma de muestras del proceso de enmelazado de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Ficha de estudio de tiempos y movimientos															
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg.								<b>Estudio:</b>			006			
									<b>Hoja:</b>			1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Enmelazado.								<b>Factor de desempeño:</b>			0,97			
<b>Operario:</b>	Operario de enmelazado.								<b>Suplementos:</b>			18%			
Toma de muestras del proceso de enmelazado															
N	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t6(s)	t7(s)	t8(s)	t9(s)	t10(s)	t11(s)	t12(s)	t13(s)	t14(s)	t15(s)
1	0,08	0,15	0,08	0,09	0,09	0,06	0,13	0,17	0,04	0,11	0,12	0,15	0,10	0,12	0,06
2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
4	9,14	9,02	9,13	9,09	9,05	9,02	9,20	9,02	9,96	9,06	9,17	9,15	9,97	9,14	9,93
5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07

**Anexo 30.** Toma de muestras del proceso de mezclado de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Ficha de estudio de tiempos y movimientos															
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg.						<b>Estudio:</b>			007					
							<b>Hoja:</b>			1 de 1					
<b>Subproceso:</b>	Mezclado.						<b>Factor de desempeño:</b>			0,97					
<b>Operario:</b>	Operario de mezclado.						<b>Suplementos:</b>			18%					
Toma de muestras del proceso de mezclado															
N	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t6(s)	t7(s)	t8(s)	t9(s)	t10(s)	t11(s)	t12(s)	t13(s)	t14(s)	t15(s)
1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2	1,08	1,02	1,07	1,04	1,09	1,08	1,06	1,10	1,10	1,05	1,10	1,07	1,09	1,10	1,07
3	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05
4	6,14	6,02	6,13	6,09	6,05	6,02	6,20	6,02	5,96	6,06	6,17	6,15	5,97	6,14	5,93
5	3,19	3,16	3,20	3,12	3,20	3,13	3,22	3,20	3,16	3,28	3,17	3,17	3,22	3,15	3,06
6	1,53	1,48	1,53	1,55	1,44	1,46	1,39	1,49	1,42	1,45	1,55	1,56	1,52	1,48	1,54

**Anexo 31.** Toma de muestras del proceso de empaque de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Ficha de estudio de tiempos y movimientos															
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg.								<b>Estudio:</b>			008			
									<b>Hoja:</b>			1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Empaque.								<b>Factor de desempeño:</b>			0,93			
<b>Operario:</b>	Operario de empaque.								<b>Suplementos:</b>			26%			
Toma de muestras del proceso de empaque															
N	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t6(s)	t7(s)	t8(s)	t9(s)	t10(s)	t11(s)	t12(s)	t13(s)	t14(s)	t15(s)
1	0,84	0,83	0,83	0,81	0,84	0,85	0,84	0,81	0,83	0,88	0,85	0,91	0,79	0,83	0,83
2	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07
3	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,07	0,09	0,10	0,09	0,07	0,07	0,10	0,09
4	0,08	0,08	0,08	0,07	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08

**Anexo 32.** Toma de muestras del proceso de pesaje de producto final de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Ficha de estudio de tiempos y movimientos															
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg.							<b>Estudio:</b>				009			
								<b>Hoja:</b>				1 de 1			
<b>Subproceso:</b>	Pesaje de producto.							<b>Factor de desempeño:</b>				0,95			
<b>Operario:</b>	Operario de pesaje de producto.							<b>Suplementos:</b>				19%			
Toma de muestras del proceso de pesaje de producto															
N	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t6(s)	t7(s)	t8(s)	t9(s)	t10(s)	t11(s)	t12(s)	t13(s)	t14(s)	t15(s)
1	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06
2	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09	0,10	0,10

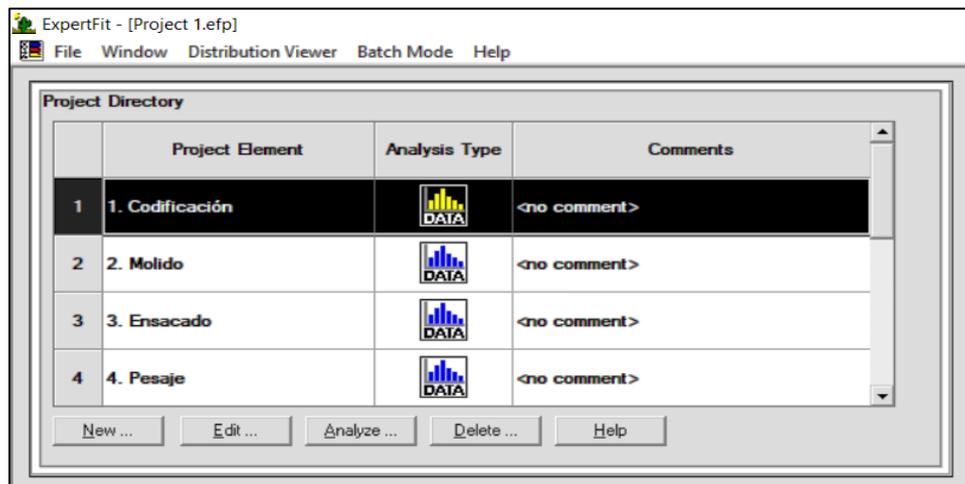
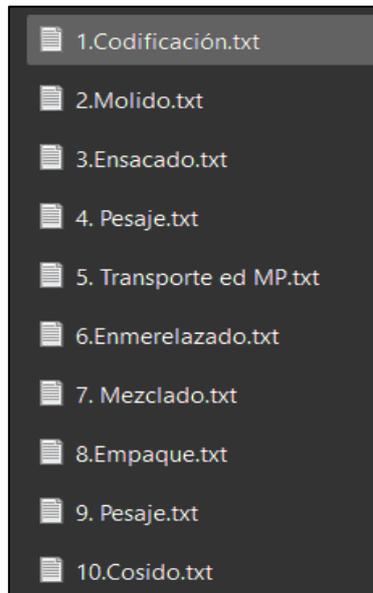
**Anexo 33.** Toma de muestras del proceso de cocido de producto final de la empresa Balanvalle Cia. Ltda.

Ficha de estudio de tiempos y movimientos																
<b>Proceso:</b>	Elaboración de balanceado completo 40 kg.						<b>Estudio:</b>					010				
							<b>Hoja:</b>					1 de 1				
<b>Subproceso:</b>	Cosido de producto final.						<b>Factor de desempeño:</b>					0,92				
<b>Operario:</b>	Operario de cosido de producto final.						<b>Suplementos:</b>					26%				
Toma de muestras del proceso de cosido de producto final																
N	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t6(s)	t7(s)	t8(s)	t9(s)	t10(s)	t11(s)	t12(s)	t13(s)	t14(s)	t15(s)	
1	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	
2	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	
3	0,23	0,24	0,24	0,23	0,25	0,25	0,23	0,25	0,24	0,24	0,25	0,27	0,24	0,26	0,24	
4	0,68	0,70	0,70	0,67	0,72	0,70	0,70	0,66	0,69	0,68	0,71	0,68	0,69	0,66	0,68	

**Anexo 34.** Guía de diseño de situación actual de planta de producción en el software FlexSim

**Creación de distribuciones de tiempos para todos los procesos**

Se generó 1000 datos aleatorios del tiempo estándar de los procesos en archivos de tipo .txt, el software Expertfit recolecta los datos y determina la distribución que se adecue a la planta de producción.



**Comparación de distribuciones y prueba de normalidad**

Se generó gráficos de las distribuciones para comparar con las obtenidas de forma automática y observar la que más se apege al histograma, la distribución se desarrolló mediante la prueba de normalidad con Anderson Darling.

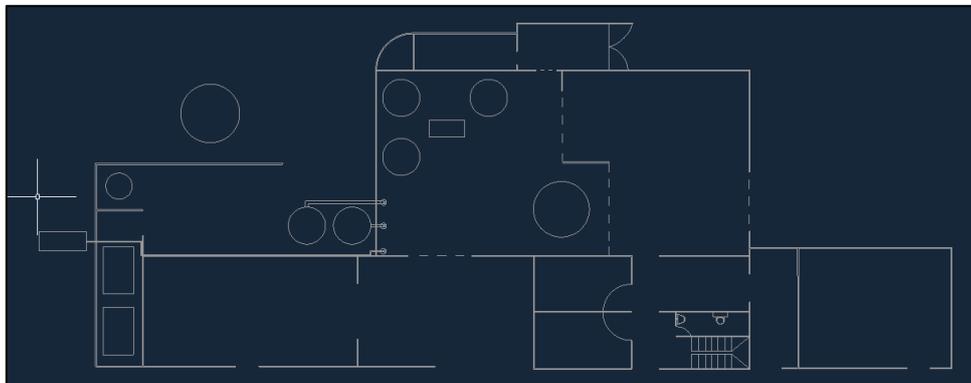
### Generación de distribuciones para todos los procesos

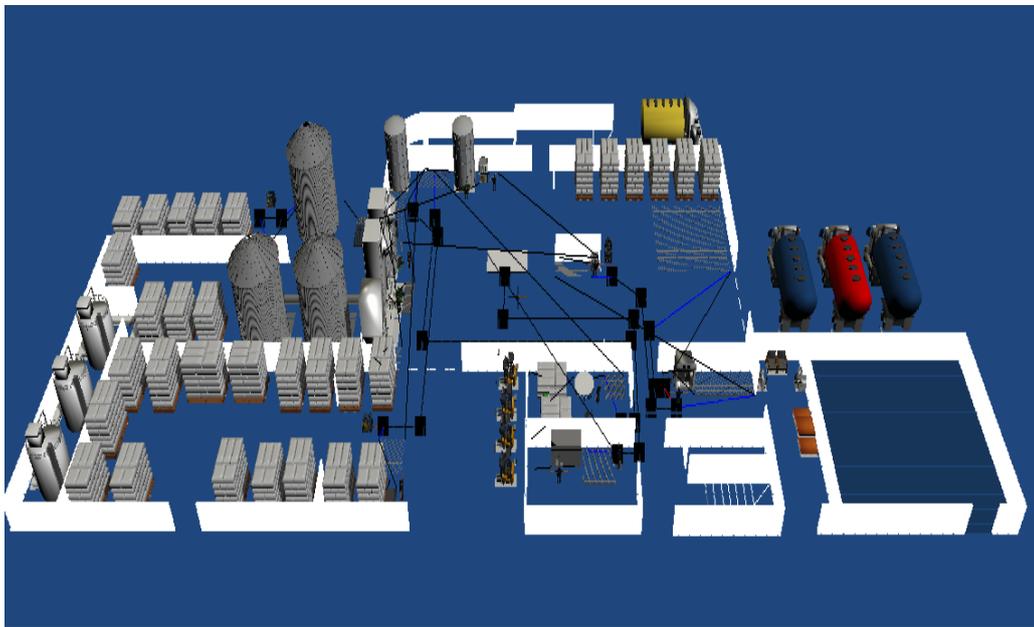
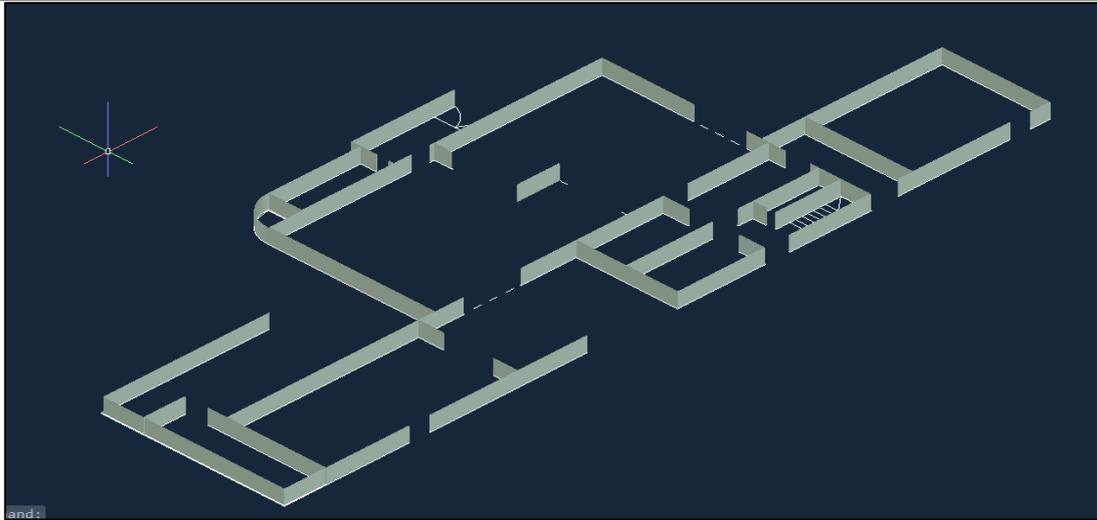
Una vez que se determinó la distribución de cada proceso productivo, se obtuvo la tabla resumen.

Etapa		Distribución total
1	Codificación	beta( 0.227741, 25.120901, 14.006356, 9.311411, getstream(current))
2	Molino	lognormal2( 85.119000, 24.486774, 0.021960, getstream(current))
3	Ensayado	johnsonbounded( 0.571111, 1.212786, -0.421186, 2.764175, getstream(current))
4	Pesaje	beta( 2.281524, 3.202504, 35.322639, 29.375636, getstream(current))
5	Transporte de MP	beta( 3.224381, 5.286408, 42.482843, 41.518269, getstream(current))
6	Enmelazado	beta( 10.996125, 11.838183, 21.564596, 36.242665, getstream(current))
7	Mezclado	beta( 11.523155, 15.297645, 40.531841, 34.263982, getstream(current))
8	Empaque	beta( 0.838294, 1.588927, 32.486017, 24.530890, getstream(current))
9	Pesaje	beta( 0.029749, 0.230830, 41.085543, 23.842105, getstream(current))
10	Cosido	weibull( 1.049469, 0.146211, 4.077426, getstream(current))

### Desarrollo del entorno de simulación

Por medio del software AutoCAD, se diseñó el plano con las áreas de trabajo de la empresa, se transformó a formato .dwg y se importó al software de simulación FlexSim mediante la herramienta background. La extracción de paredes se transformó a formato .stl como objeto en 3D. Se estableció el formato bajo elementos colas, esperas, entradas, operarios, procesos y salidas.





**Ingreso de Distribuciones de ExperFit a los arribos y procesos**

Mediante la barra de herramientas de cada elemento, en el tiempo de procesamiento muestra la distribución generada en la tabla resumen.

**1. Programación del proceso de codificación de sacos**

Etapa		Distribución total
1	Codificación	beta( 0.227741, 25.120901, 14.006356, 9.311411, getstream(current))

**\_1Codificación Properties**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

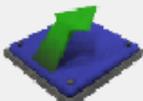
Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

**Generador de sacos 1 Properties**

Source Flow Triggers Labels General

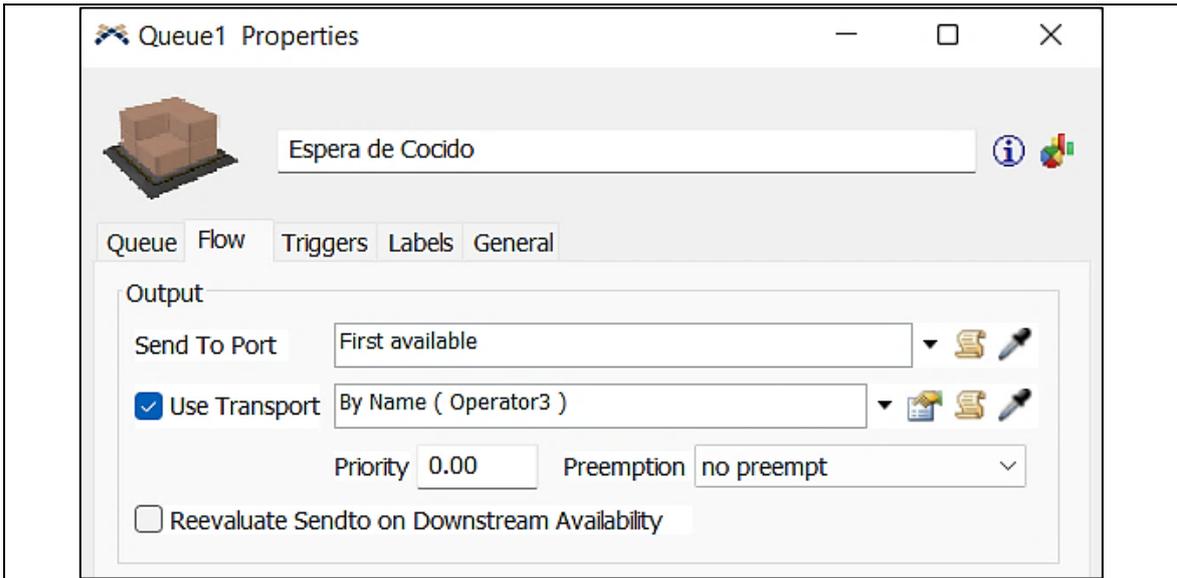
Arrival Style

FlowItem Class

Repeat Schedule/Sequence

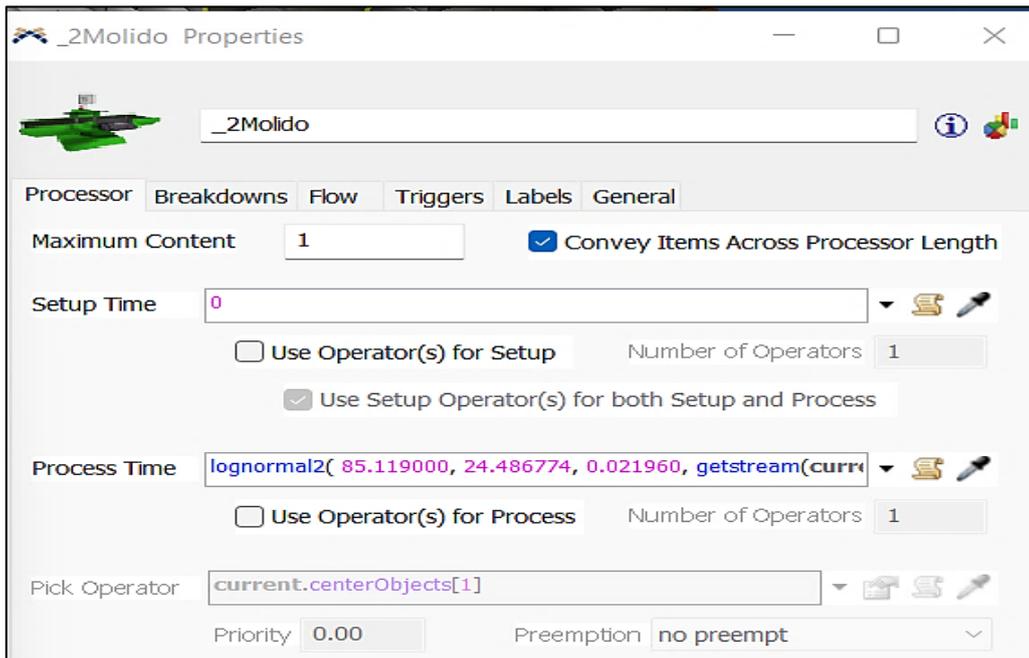
Arrivals    Labels    

	ArrivalTime	ItemName	Quantity
Arrival1	0	SACOS	300



## 2. Programación del proceso de molido

Etapa	Distribución total
2 Molino	$\text{lognormal2}( 85.119000, 24.486774, 0.021960, \text{getstream}(\text{current}))$



sacos Properties

Sacos para el Molido

Source Flow Triggers Labels General

Arrival Style Arrival Schedule

FlowItem Class Sacos llenos

Repeat Schedule/Sequence

Arrivals 1 Labels 0

	ArrivalTime	ItemName	Quantity
Arrival1	0	Product	300

sacos Properties

Sacos para el Molido

Source Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port First available

Use Transport By Name ( Transporter2 )

Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

### 3. Programación del proceso de ensacado

Etapa	Distribución total
3 Ensacado	johnsonbounded( 0.571111, 1.212786, -0.421186, 2.764175, getstream(current))

**\_3Ensacado de maiz molido Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator

Priority  Preemption

**Queue5 Properties**



Queue Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port

Use Transport

Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

#### 4. Programación del proceso de pesaje de materia prima

Etapa	Distribución total
4 Pesaje	beta( 2.281524, 3.202504, 35.322639, 29.375636, getstream(current))

**\_4Pesaje de sales minerales y conservantes Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator  Priority  Preemption

**Queue2 Properties**



Queue Flow Triggers Labels General

Maximum Content

LIFO

Batching  Perform Batching

Target Batch Size

Max Wait Time

Flush contents between batches

## 5. Programación del proceso de transporte de materia prima

Etapa	Distribución total
5	Transporte de MP
	beta( 3.224381, 5.286408, 42.482843, 41.518269, getstream(current))

**\_5Selección de Materia Prima Properties**

**\_5Selección de Materia Prima**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator  Priority  Preemption

**Queue3 Properties**

**Espera de selección de Materia Prima**

Queue Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port   Use Transport  Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

## 6. Programación del proceso de enmelzado

Etapa	Distribución total
6 Enmelzado	beta( 10.996125, 11.838183, 21.564596, 36.242665, getstream(current))

**\_6Enmelzado Properties**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content: 1  Convey Items Across Processor Length

Setup Time: 0  Use Operator(s) for Setup Number of Operators: 1  Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time: beta( 10.996125, 11.838183, 21.564596, 36.242665, getstream)  Use Operator(s) for Process Number of Operators: 1

Pick Operator: current.centerObjects[1] Priority: 0.00 Preemption: no preempt

**Espera del Enmerelazado Properties**

Queue Flow Triggers Labels General

Output

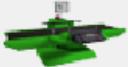
Send To Port: First available  Use Transport: By Name ( Operator6 )  Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Priority: 0.00 Preemption: no preempt

## 7. Programación del proceso de mezclado

Etapa	Distribución total
7 Mezclado	beta( 11.523155, 15.297645, 40.531841, 34.263982, getstream(current))

**\_7Mezclado\_1 Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

**\_7Mezclado\_2 Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

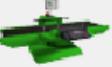
Pick Operator    

Priority  Preemption

## 8. Programación del proceso de empaque

Etapa		Distribución total
8	Empaque	beta( 0.838294, 1.588927, 32.486017, 24.530890,getstream(current))

**\_8Empaque\_1 Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

**\_8Empaque\_2 Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

Espera de Empaque\_1 Properties

Espera de Empaque\_1

Queue Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port First available

Use Transport By Name ( Operator8\_1 )

Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Espera de Empaque\_2 Properties

Espera de Empaque\_2

Queue Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port First available

Use Transport By Name ( Operator8\_2 )

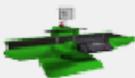
Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

## 9. Programación del proceso de pesaje de producto final

Etapa	Distribución total
9 Pesaje	beta( 0.029749, 0.230830, 41.085543, 23.842105, getstream(current))

**\_9Pesaje de producto Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator  Priority  Preemption

**Espera pesaje Properties**



Queue Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port   Use Transport  Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

## 10. Programación del proceso de cocido de sacos

Etapa	Distribución total
10 Cosido	weibull( 1.049469, 0.146211, 4.077426, getstream(current))

**\_10Cosido de producto final Properties**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

**B120 Properties**

Queue Flow Triggers Labels General

Output

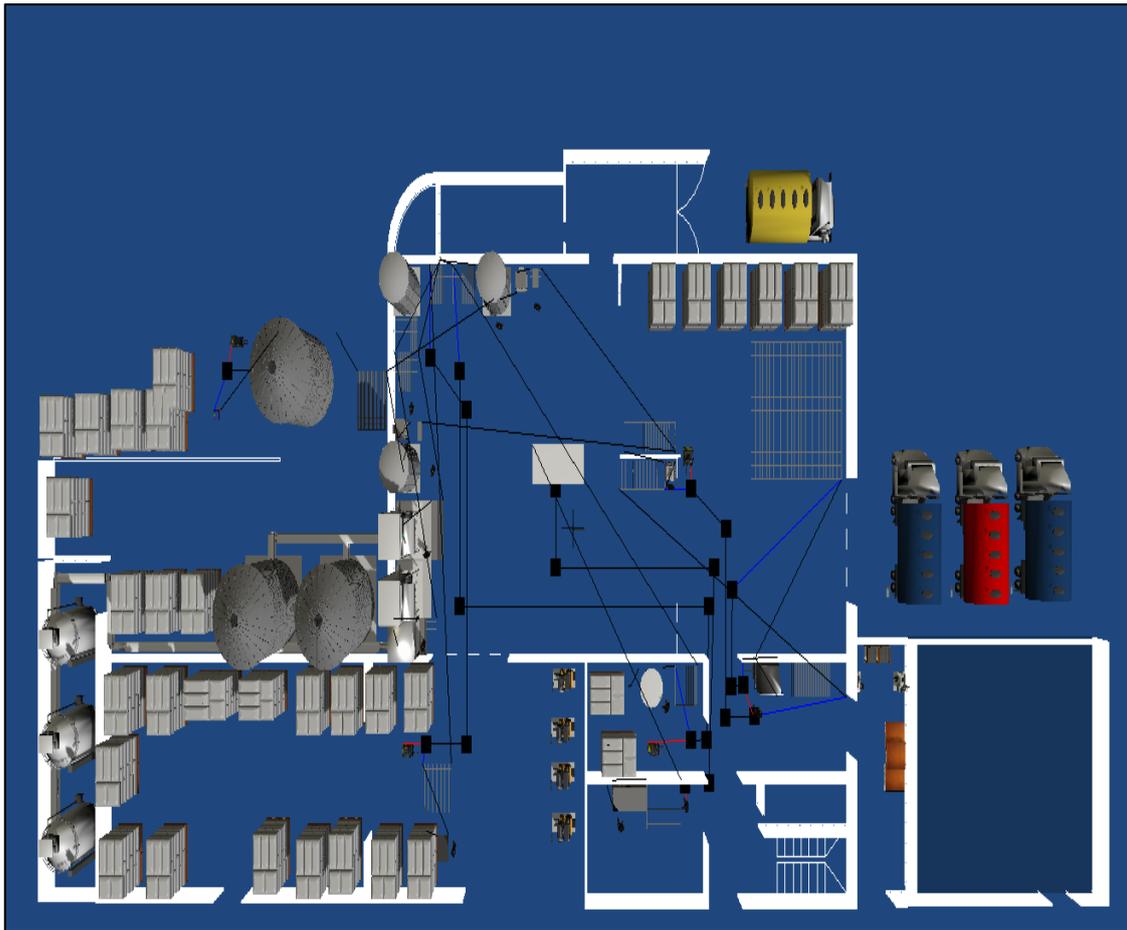
Send To Port   

Use Transport    

Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

## Programación de Networknodes



### Salida de productos en una jornada de 8 horas

#### Table Chart

Object	Input	Output
_1Codificación	270.00	270.00
_2Molido	263.00	262.00
_3Ensacado de maiz molido	270.00	270.00
_4Pesaje de sales minerales y conservantes	270.00	270.00
_5Selección de Materia Prima	270.00	270.00
_6Enmelazado	270.00	270.00
_7Mezclado_1	131.00	131.00
_7Mezclado_2	131.00	131.00
_8Empaque_2	131.00	131.00
_8Empaque_1	131.00	131.00
_9Pesaje de producto	262.00	262.00
_Producto Final	262.00	0.00

### Salida de productos en una semana de trabajo

#### Table Chart

Object	Input	Output
_1Codificación	421.00	420.00
_2Molido	1312.00	1311.00
_3Ensayado de maíz molido	1350.00	1350.00
_4Pesaje de sales minerales y conservantes	1350.00	1350.00
_5Selección de Materia Prima	1350.00	1350.00
_6Enmelazado	1350.00	1350.00
_7Mezclado_1	655.00	655.00
_7Mezclado_2	655.00	655.00
_8Empaque_2	655.00	655.00
_8Empaque_1	655.00	655.00
_9Pesaje de producto	1310.00	1310.00
_Producto Final	1310.00	0.00

### Salida de productos en un mes de trabajo

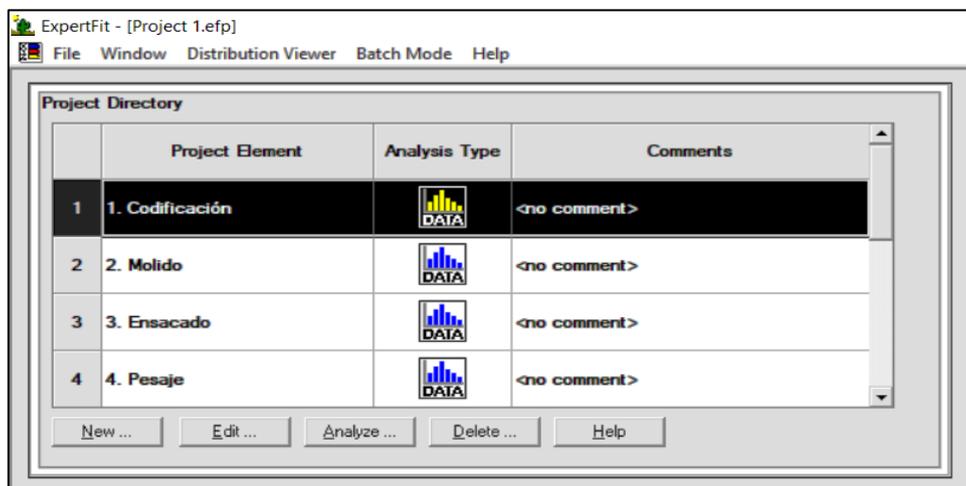
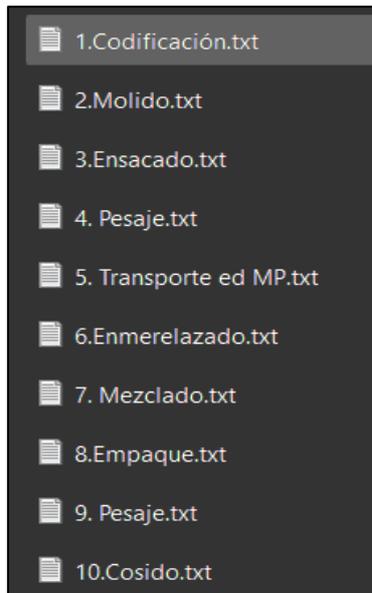
#### Table Chart

Object	Input	Output
_1Codificación	421.00	420.00
_2Molido	5244.00	5243.00
_3Ensayado de maíz molido	5400.00	5400.00
_4Pesaje de sales minerales y conservantes	5400.00	5400.00
_5Selección de Materia Prima	5400.00	5400.00
_6Enmelazado	5400.00	5400.00
_7Mezclado_1	2621.00	2621.00
_7Mezclado_2	2621.00	2621.00
_8Empaque_2	2621.00	2621.00
_8Empaque_1	2621.00	2621.00
_9Pesaje de producto	5242.00	5242.00
_Producto Final	5242.00	0.00

**Anexo 35.** Guía de diseño de propuesta de planta de producción en el software FlexSim

**Creación de distribuciones de tiempos para todos los procesos**

Se generó 1000 datos aleatorios del tiempo estándar de los procesos en archivos de tipo .txt, el software Expertfit recolecta los datos y determina la distribución que se adecue a la planta de producción.



**Comparación de distribuciones y prueba de normalidad**

Se generó gráficos de las distribuciones para comparar con las obtenidas de forma automática y observar la que más se apege al histograma, la distribución se desarrolló mediante la prueba de normalidad con Anderson Darling.

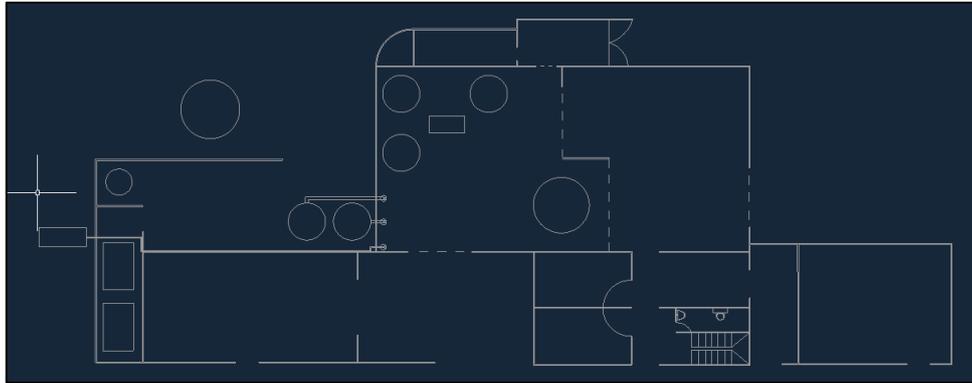
### Generación de distribuciones para todos los procesos

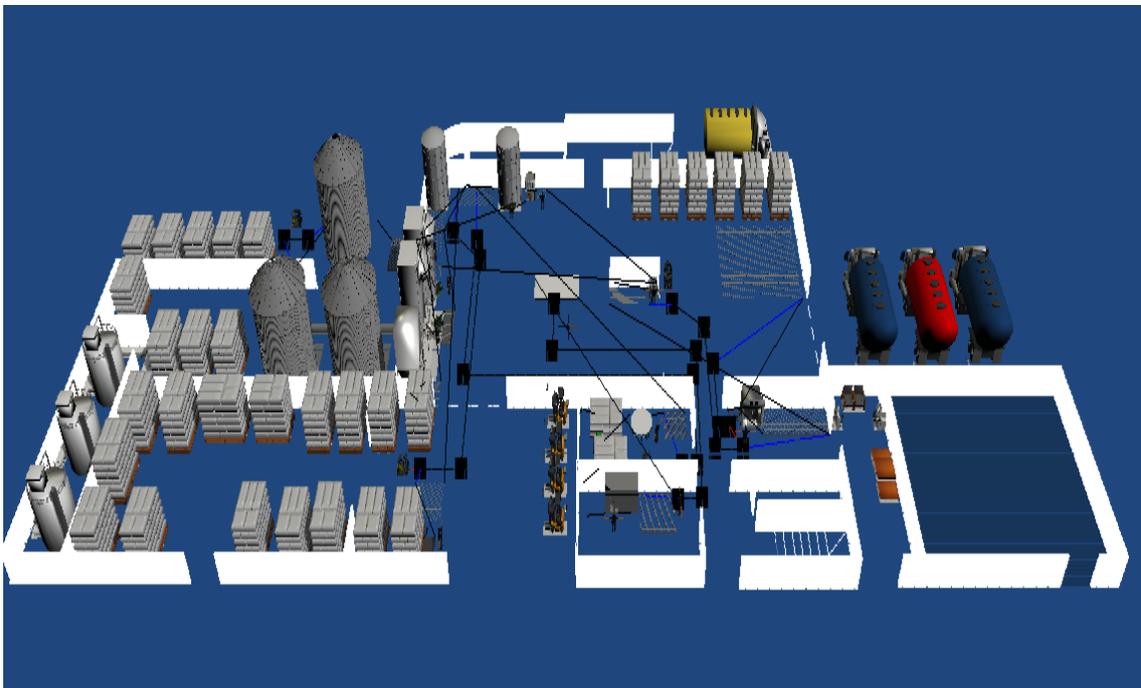
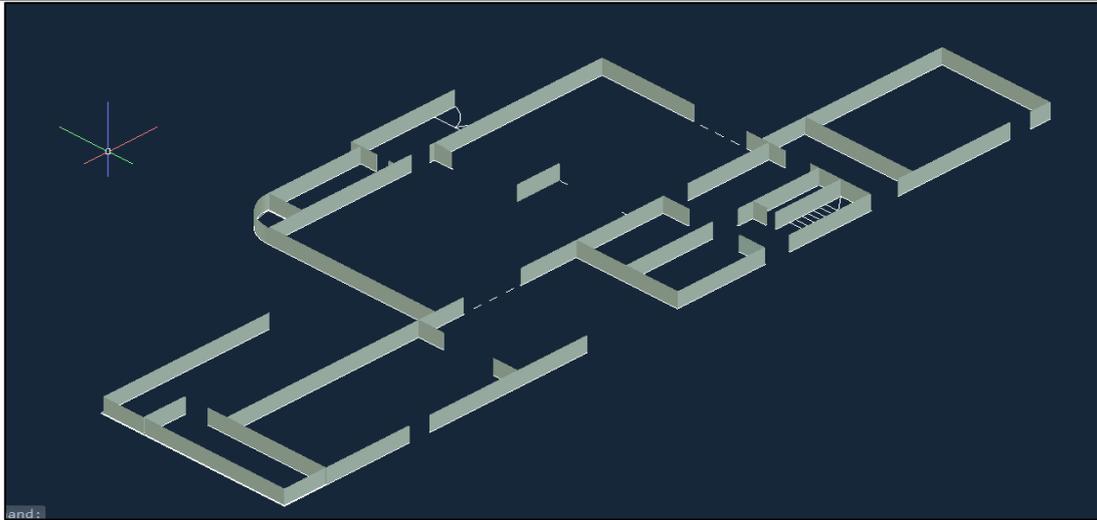
Una vez que se determinó la distribución de cada proceso productivo, se obtuvo la tabla resumen.

Etapa		Distribución total
1	Codificación	beta( 0.227741, 25.120901, 14.006356, 9.311411, getstream(current))
2	Molino	lognormal2( 85.119000, 24.486774, 0.021960, getstream(current))
3	Ensayado	johnsonbounded( 0.571111, 1.212786, -0.421186, 2.764175, getstream(current))
4	Pesaje	beta( 2.281524, 3.202504, 35.322639, 29.375636, getstream(current))
5	Transporte de MP	beta( 3.224381, 5.286408, 42.482843, 41.518269, getstream(current))
6	Enmelazado	beta( 10.996125, 11.838183, 21.564596, 36.242665, getstream(current))
7	Mezclado	beta( 11.523155, 15.297645, 40.531841, 34.263982, getstream(current))
8	Empaque	beta( 0.838294, 1.588927, 32.486017, 24.530890, getstream(current))
9	Pesaje	beta( 0.029749, 0.230830, 41.085543, 23.842105, getstream(current))
10	Cosido	weibull( 1.049469, 0.146211, 4.077426, getstream(current))

### Desarrollo del entorno de simulación

Por medio del software AutoCAD, se diseñó el plano con las áreas de trabajo de la empresa, se transformó a formato .dwg y se importó al software de simulación FlexSim mediante la herramienta background. La extracción de paredes se transformó a formato .stl como objeto en 3D. Se estableció el formato bajo elementos colas, esperas, entradas, operarios, procesos y salidas.





**Ingreso de Distribuciones de ExperFit a los arribos y procesos**

Mediante la barra de herramientas de cada elemento, en el tiempo de procesamiento muestra la distribución generada en la tabla resumen.

**1. Programación del proceso de codificación de sacos**

Etapa	Distribución total
1 Codificación	beta( 0.227741, 25.120901, 14.006356, 9.311411, getstream(current))

**\_1Codificación Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

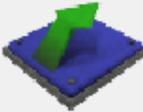
Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator  Priority  Preemption

**Generador de sacos 1 Properties**



Source Flow Triggers Labels General

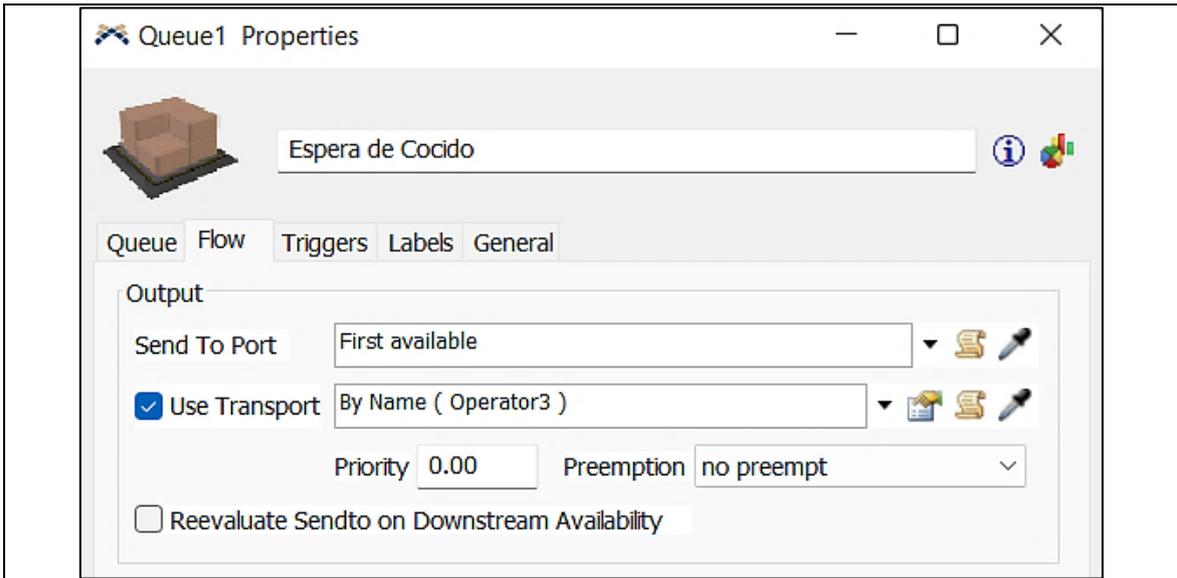
Arrival Style

FlowItem Class

Repeat Schedule/Sequence

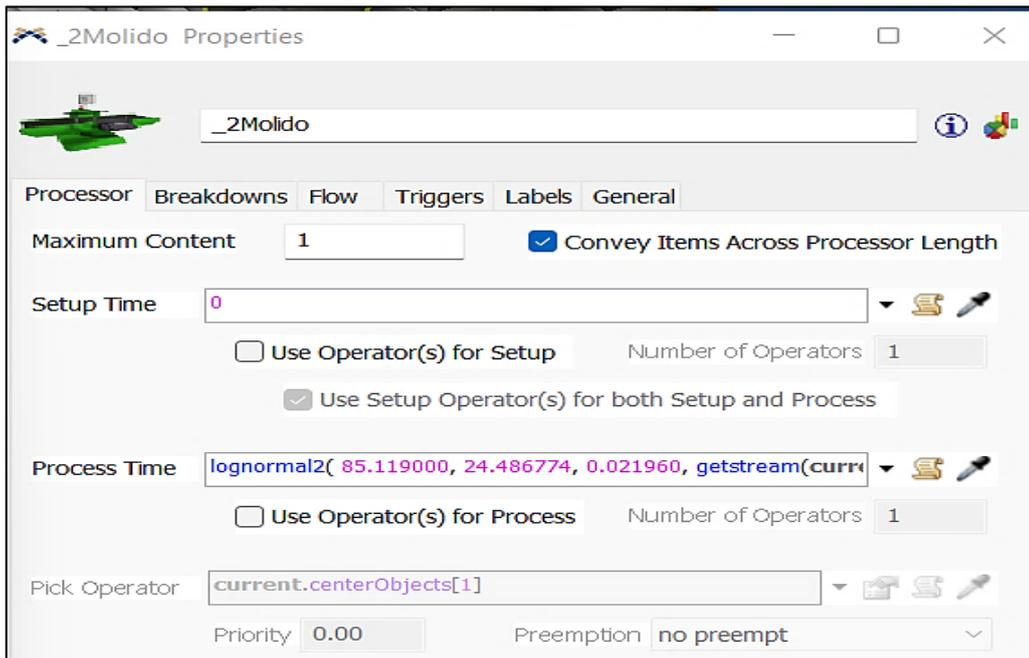
Arrivals  Labels

	ArrivalTime	ItemName	Quantity
Arrival1	0	SACOS	300



## 2. Programación del proceso de molido

Etapa	Distribución total
2 Molino	$\text{lognormal2}(85.119000, 24.486774, 0.021960, \text{getstream}(\text{current}))$



sacos Properties

Sacos para el Molido

Source Flow Triggers Labels General

Arrival Style Arrival Schedule

FlowItem Class Sacos llenos

Repeat Schedule/Sequence

Arrivals 1 Labels 0

	ArrivalTime	ItemName	Quantity
Arrival1	0	Product	300

sacos Properties

Sacos para el Molido

Source Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port First available

Use Transport By Name ( Transporter2 )

Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

### 3. Programación del proceso de ensacado

Etapa	Distribución total
3 Ensacado	johnsonbounded( 0.571111, 1.212786, -0.421186, 2.764175, getstream(current))

**\_3Ensacado de maiz molido Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator

Priority  Preemption

**Queue5 Properties**



Queue Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port

Use Transport

Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

#### 4. Programación del proceso de pesaje de materia prima

Etapa	Distribución total
4 Pesaje	beta( 2.281524, 3.202504, 35.322639, 29.375636, getstream(current))

**\_4Pesaje de sales minerales y conservantes Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator  Priority  Preemption

**Queue2 Properties**



Queue Flow Triggers Labels General

Maximum Content

LIFO

Batching  Perform Batching

Target Batch Size

Max Wait Time

Flush contents between batches

## 5. Programación del proceso de transporte de materia prima

Etapa	Distribución total
5 Transporte de MP	beta( 3.224381, 5.286408, 42.482843, 41.518269, getstream(current))

**\_5Selección de Materia Prima Properties**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content: 1  Convey Items Across Processor Length

Setup Time: 0  Use Operator(s) for Setup Number of Operators: 1  Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time: beta( 3.224381, 5.286408, 42.482843, 41.518269, getstream(current))  Use Operator(s) for Process Number of Operators: 1

Pick Operator: current.centerObjects[1] Priority: 0.00 Preemption: no preempt

**Queue3 Properties**

Queue Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port: First available  Use Transport: By Name ( Transporter5 ) Priority: 0.00 Preemption: no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

## 6. Programación del proceso de enmelzado

Etapa	Distribución total
6 Enmelzado	beta( 10.996125, 11.838183, 21.564596, 36.242665, getstream(current))

**\_6Enmelzado1 Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

**\_6Enmelzado2 Properties**



Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

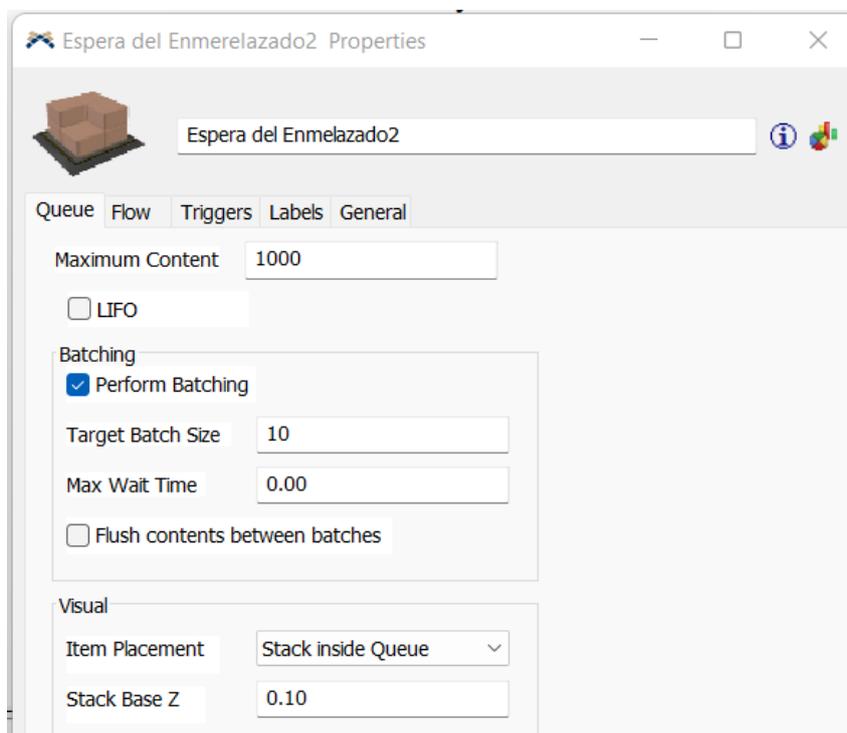
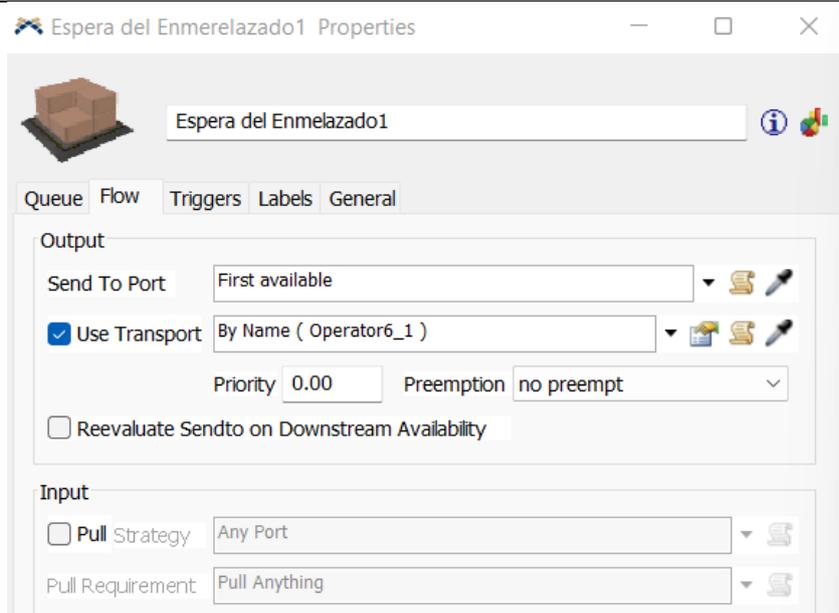
Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

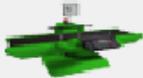
Priority  Preemption



## 7. Programación del proceso de mezclado

Etapa	Distribución total
7 Mezclado	beta( 11.523155, 15.297645, 40.531841, 34.263982, getstream(current))

**\_7Mezclado\_1 Properties**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

**\_7Mezclado\_2 Properties**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

## 8. Programación del proceso de empaque

Etapa	Distribución total
8 Empaque	beta( 0.838294, 1.588927, 32.486017, 24.530890,getstream(current))

**\_8Empaque\_1 Properties**

**\_8Empaque\_1**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator

Priority  Preemption

**\_8Empaque\_2 Properties**

**\_8Empaque\_2**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   Use Operator(s) for Setup Number of Operators   
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator

Priority  Preemption

Espera de Empaque\_1 Properties

Espera de Empaque\_1

Queue Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port First available

Use Transport By Name ( Operator8\_1 )

Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Espera de Empaque\_2 Properties

Espera de Empaque\_2

Queue Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port First available

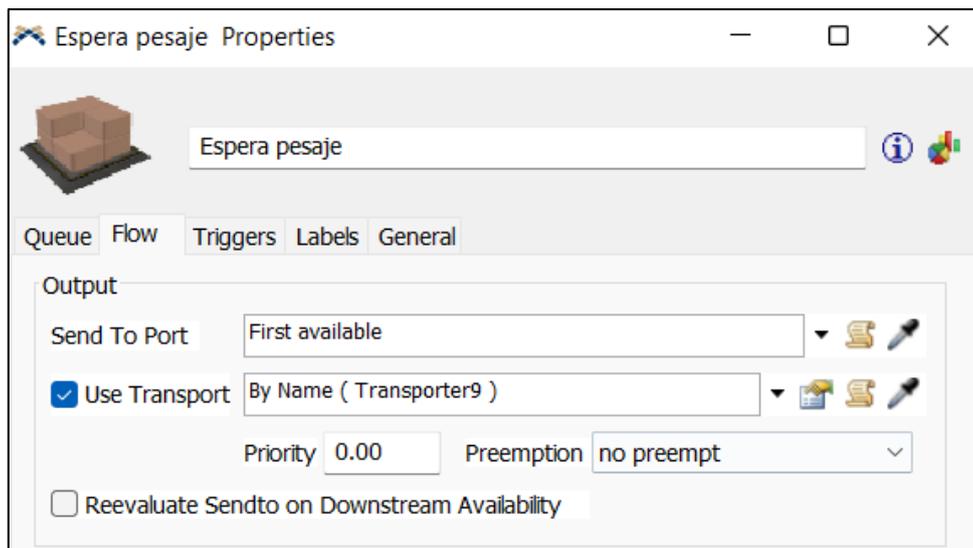
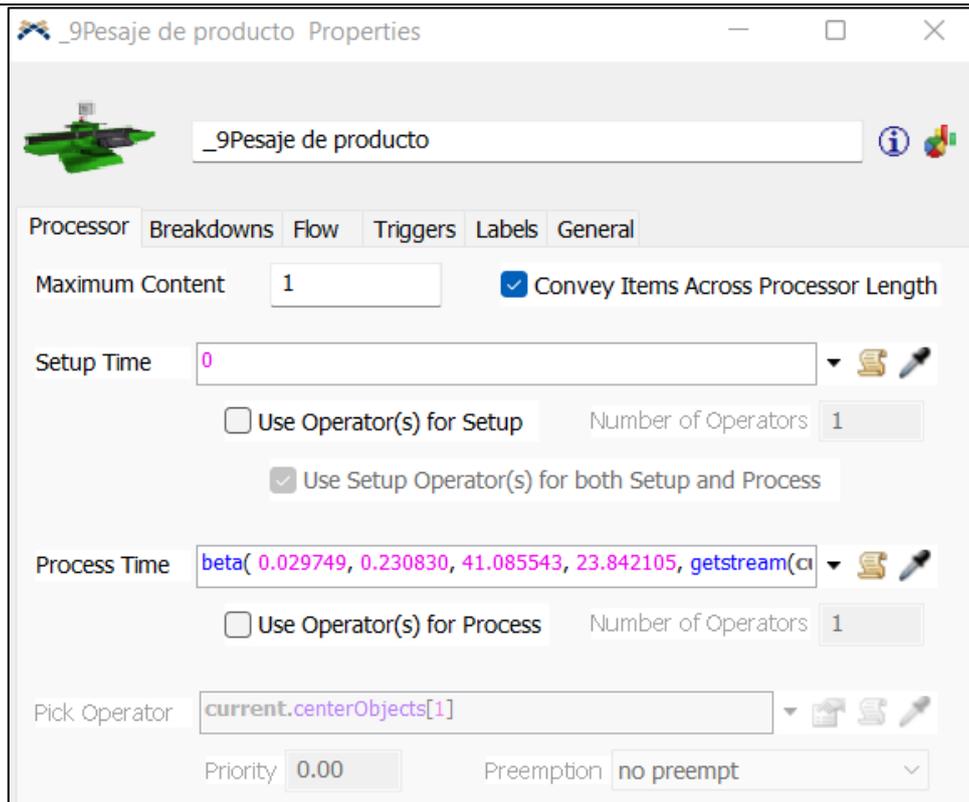
Use Transport By Name ( Operator8\_2 )

Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

## 9. Programación del proceso de pesaje de producto final

Etapa	Distribución total
9 Pesaje	beta( 0.029749, 0.230830, 41.085543, 23.842105, getstream(current))



## 10. Programación del proceso de cocido de sacos

Etapa	Distribución total
10 Cosido	weibull( 1.049469, 0.146211, 4.077426, getstream(current))

**\_10Cosido de producto final Properties**

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content   Convey Items Across Processor Length

Setup Time   

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time   

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator    

Priority  Preemption

**B120 Properties**

Queue Flow Triggers Labels General

Output

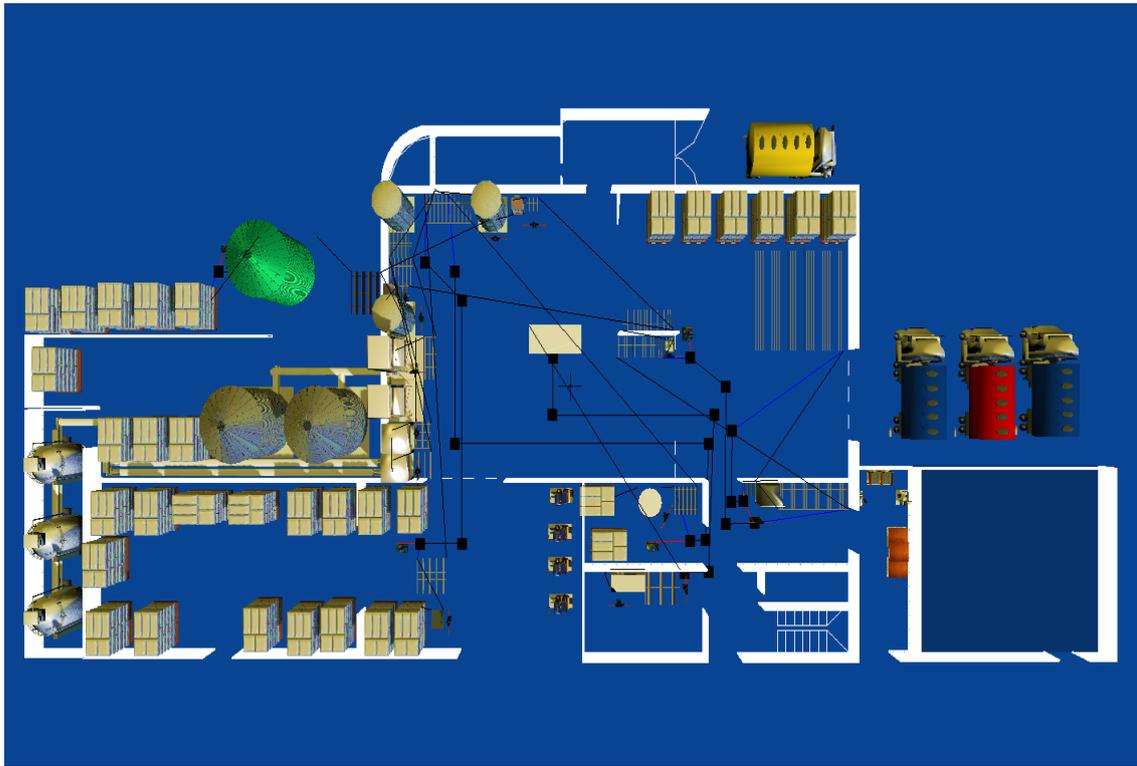
Send To Port   

Use Transport    

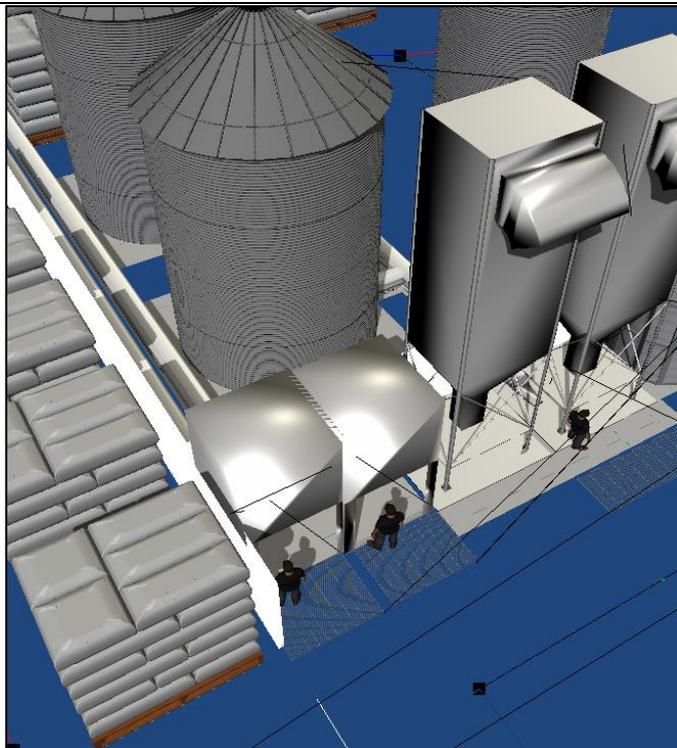
Priority  Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

## Programación de Networknodes



## Nueva llave de enlazado



**Salida de productos en una jornada de 8 horas**

**Table Chart**

<b>Object</b>	<b>Input</b>	<b>Output</b>
_1Codificación	270.00	270.00
_2Molido	270.00	269.00
_3Ensacado de maiz molido	270.00	270.00
_4Pesaje de sales minerales y conservantes	270.00	270.00
_5Selección de Materia Prima	270.00	270.00
_6Enmelazado1	135.00	135.00
_6Enmelazado2	135.00	135.00
_7Mezclado_1	134.00	134.00
_7Mezclado_2	134.00	134.00
_8Empaque_2	134.00	134.00
_8Empaque_1	134.00	134.00
_9Pesaje de producto	268.00	268.00
_Producto Final	268.00	0.00

**Salida de productos en una semana de trabajo**

**Table Chart**

<b>Object</b>	<b>Input</b>	<b>Output</b>
_1Codificación	421.00	420.00
_2Molido	1348.00	1347.00
_3Ensacado de maiz molido	1350.00	1350.00
_4Pesaje de sales minerales y conservantes	1350.00	1350.00
_5Selección de Materia Prima	1350.00	1350.00
_6Enmelazado1	675.00	675.00
_6Enmelazado2	675.00	675.00
_7Mezclado_1	673.00	673.00
_7Mezclado_2	673.00	673.00
_8Empaque_2	673.00	673.00
_8Empaque_1	673.00	673.00
_9Pesaje de producto	1346.00	1346.00
_Producto Final	1346.00	0.00

**Salida de productos en un mes de trabajo**

**Table Chart**

<b>Object</b>	<b>Input</b>	<b>Output</b>
_1Codificación	421.00	420.00
_2Molido	5406.00	5405.00
_3Ensacado de maiz molido	5670.00	5670.00
_4Pesaje de sales minerales y conservantes	5670.00	5670.00
_5Selección de Materia Prima	5670.00	5670.00
_6Enmelazado1	2835.00	2835.00
_6Enmelazado2	2835.00	2835.00
_7Mezclado_1	2702.00	2702.00
_7Mezclado_2	2702.00	2702.00
_8Empaque_2	2702.00	2702.00
_8Empaque_1	2702.00	2702.00
_9Pesaje de producto	5404.00	5404.00
_Producto Final	5404.00	0.00