

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE PROPUESTAS DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE PAN BLANCO
CUADRADO DE 650GR DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE PAN UBICADA EN EL
ÁREA METROPOLITANA.**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar por el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR: Br. Aponte R., Fernando J.

Br. Sosa L., José A.

TUTOR: Ing. Briceño Ródiz, Ysvanessa

FECHA: Octubre de 2016



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE PROPUESTAS DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE PAN BLANCO
CUADRADO DE 650GR DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE PAN UBICADA EN EL
ÁREA METROPOLITANA.**

Este jurado, una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado:

JURADO EXAMINADOR

Firma:

Firma:

Firma:

Nombre: _____

Nombre: _____

Nombre: _____

AUTOR: Br. Aponte R., Fernando J.

Br. Sosa L., José A.

TUTOR: Ing. Briceño Ródiz, Ysyanessa

FECHA: Octubre de 2016

DEDICATORIA

A mis padres, Carolina Rubio y Fernando Aponte, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como personal, por su incondicional apoyo mantenido a través del tiempo.

A mi hermano Andrés Aponte y a mis abuelos los cuales estuvieron presentes a lo largo de mi formación profesional prestándome el apoyo necesario para superar cada una de mis metas.

A mis amigos, que nos apoyamos mutuamente a lo largo de nuestra formación profesional y personal.

Finalmente a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

Fernando Aponte

A mis padres, María Virginia e Iván, a mi hermana Isabella, por ser parte de mi vida y formarme como persona, por apoyarme en todo momento y estar siempre presente en todo momento, gracias por su esfuerzo y confianza mí, sin ustedes no lo hubiese logrado, los amo.

A mi abuela Margarita Flores y mi primo Gabriel Gil, gracias por haber formado parte de mi vida y por compartir tan buenos recuerdos, los amo y extraño mucho. Descansen en paz.

A mis amigos, por estar unidos desde el inicio de esta etapa hasta su fin, apoyándonos en las buenas y en las malas. Que perdure la amistad.

Finalmente a aquellos profesores que formaron parte de esta etapa, dejando experiencias, unas buenas, otras no tanto, pero que sin duda me fortalecieron como persona.

José Antonio Sosa León

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos de la investigación	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 Justificación	4
1.4 Alcance	5
1.5 Limitaciones	6
CAPÍTULO II	8
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	8
2.1 Panificadora Los Mil y Un Pan:	8
CAPÍTULO III	9
MARCO TEÓRICO	9
3.1 Antecedentes de la investigación.	9
3.2 Fundamentos teóricos	10
3.2.1 Estudio de tiempos	10
3.2.2 Indicadores de Gestión	12
3.2.3 Simulación	14
3.2.5 Productividad	17
3.2.6 Diagrama de flujo	18
3.2.7 Diagrama de Pareto:	19

3.2.8 Diagrama causa efecto	20
3.2.9 Mejora Continua	20
3.2.10 Análisis económicos.....	21
CAPÍTULO IV	23
MARCO METODOLÓGICO	23
4.1 Tipo de investigación	23
4.2 Diseño de la investigación:	23
4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
4.3.1 Observación directa	23
4.3.2 Entrevista.....	24
4.3.3 Metodología.....	24
4.4 Estructura desagregada del proyecto	24
CAPÍTULO V	26
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS.....	26
5.1 Producto de mayor demanda	26
5.1.1 Pan Cuadrado:	26
5.2 Descripción de las áreas de la empresa.....	26
5.3 Proceso de producción del Pan Cuadrado	28
5.3.1 Caracterización del proceso productivo del Pan Cuadrado	28
CAPÍTULO VI	34
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	34
6.1 Desempeño actual de la planta.	34
6.2 Estudio de tiempos.	36
6.3 Capacidad Efectiva.....	38

6.4 Identificación y análisis de problemas que afectan el proceso productivo del Pan Cuadrado	40
6.4.1 Operaciones	40
6.4.2 Flujo de material	41
6.4.3 Maquinaria o recursos:	42
6.4.4 Personal	42
CAPÍTULO VII	45
PROPUESTAS DE MEJORA	45
7.1 Modelo de simulación.....	45
7.1.1 Distribuciones de tiempos	45
7.1.2 Determinación del número de replicaciones	45
7.1.3 Validación del modelo	45
7.1.4 Situación Actual:	46
CAPÍTULO VIII	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Antecedentes de la investigación. Elaboración: Propia.	9
Tabla 2. Simbología utilizada en los diagramas de flujo. Elaboración: Propia.	19
Tabla 3: Fases de la metodología empleada. Elaboración: Propia.	24
Tabla 4. Estructura desagregada del proyecto. Elaboración: Propia.	25
Tabla 5: Áreas de la empresa. Elaboración: Propia.	26
Tabla 6: Horario y Jornada laboral. Elaboración: Propia.	34
Tabla 7: Porcentaje de ventas por artículo por mes, a lo largo del año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.	34
Tabla 8: Porcentaje de utilidades mensuales generadas por cada artículo a lo largo del año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.	35
Tabla 9. Tiempos estándar totales por actividad. Elaboración: Propia.	39
Tabla 10: Tiempos de espera. Situación actual. Elaboración: Propia.	46
Tabla 11: Porcentaje de utilización. Situación actual. Elaboración: Propia.	47
Tabla 12: Desperdicios Anuales. Situación actual. Elaboración: Propia.	48
Tabla 13: Tiempos de espera. Propuesta N°1. Elaboración: Propia.	49
Tabla 14: Porcentaje de utilización. Propuesta N°1. Elaboración: Propia.	50
Tabla 15: Desperdicios. Propuesta N°1. Elaboración: Propia.	50
Tabla 16: Tiempo de espera. Propuesta N°2. Elaboración: Propia.	51
Tabla 17: Porcentaje de utilización. Propuesta N°2. Elaboración: Propia.	52
Tabla 18: Desperdicio. Propuesta N°2. Elaboración: Propia.	52
Tabla 19: Resultados del Análisis Económico propuesta N°2. Elaboración: Propia.	53
Tabla 20: Tiempos de espera. Propuesta N°3. Elaboración: Propia.	53
Tabla 21: Porcentaje de utilización. Propuesta N°3. Elaboración: Propia.	53
Tabla 22: Desperdicios. Propuesta N°3. Elaboración: Propia.	54
Tabla 23: Tiempos de espera. Propuesta N°4. Elaboración: Propia.	55
Tabla 24: Porcentaje de utilización. Propuesta N°4. Elaboración: Propia.	55
Tabla 25: Desperdicios. Propuesta N°4. Elaboración: Propia.	56
Tabla 26: Resultados del Análisis Económico. Propuesta N°4. Elaboración: Propia.	56

Tabla 27: Tiempos de espera. Propuesta N°4. Escenarios 1. Elaboración: Propia.	57
Tabla 28: Porcentaje de utilización. Propuesta N°4. Escenarios 1. Elaboración: Propia.	57
Tabla 29: Desperdicios. Propuesta N°4. Escenarios 1. Elaboración: Propia.	58
Tabla 30: Resultados de Análisis Económico. Propuesta N°4. Escenario 1. Elaboración: Propia.	58
Tabla 31: Producción al año. Elaboración: Propia	58

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Intervalo de confianza para una distribución normal.	11
Ecuación 2. Valor de S para un intervalo de confianza de una distribución normal.	11
Ecuación 3. Resumen de ecuación del intervalo de confianza para una distribución T-student.	11
Ecuación 4. Error del intervalo de confianza para una T-student.	11
Ecuación 5. Ecuación final para el cálculo de n.	12
Ecuación 6. Cálculo de tiempos normales.	12
Ecuación 7. Cálculo de tiempos estándar.	12
Ecuación 8. Cálculo del número de replicaciones.	17
Ecuación 9. Cálculo de la productividad.	18
Ecuación 10. Coeficiente de variación para el estudio de tiempos.	37
Ecuación 111. Capacidad efectiva de la planta con un horno al año.	40

**DISEÑO DE PROPUESTAS DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE PAN BLANCO
CUADRADO DE 650GR DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE PAN UBICADA EN EL
ÁREA METROPOLITANA.**

AUTOR: Br. Aponte R., Fernando J.

Br. Sosa L., José A.

TUTOR: Ing. Briceño Ródiz, Ysvanessa

FECHA: Octubre de 2016

SIPNOPSIS

El presente Trabajo Especial de Grado se desarrolló en la Panificadora Los Mil y Un Pan, empresa manufacturera de panes ubicada en la Urb. Industrial de Palo Verde en la ciudad de Caracas. Tuvo como objetivo diseñar propuestas de mejora del proceso productivo de pan blanco cuadrado de 650gr de dicha empresa. El estudio comenzó con la recolección de información, a partir de la observación directa, entrevistas no estructuradas y obtención de datos disponibles en registros de la empresa, que fueron de utilidad para caracterizar los procesos involucrados en la producción del artículo en cuestión, pudiendo realizar un diagnóstico de la situación actual, utilizando herramientas como el estudio de tiempo, diagrama de Pareto y el diagrama causa efecto, a fin de identificar las causas principales que daban origen a estos problemas y deficiencias. A partir del diagnóstico realizado, se desarrollaron propuestas para mejorar la capacidad productiva, reducir tiempos y aliviar cargas de trabajo, evaluando además su viabilidad técnico-operativa y económica, a partir de la evaluación de las ventajas que con éstas se obtendrían y elaborando un plan de acción para su implementación. Finalmente se establecieron conclusiones y recomendaciones del estudio que servirán de apoyo para la toma de decisiones de la empresa.

Palabras clave: Estudio de tiempos, diagrama de Pareto, diagrama causa efecto, deficiencias, capacidad productiva, propuestas de mejora.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mejora continua, el “Lean Manufacturing” y la eliminación de focos de desperdicio son uno de los aspectos más importantes para las empresas manufactureras. La mejora continua pretende volver más eficientes los procesos para mejorar los productos y servicios, ya que sin ella no se puede garantizar un correcto sistema de gestión. Es de suma importancia que ésta sea vista como una actividad sostenible en el tiempo y no como una solución rápida ante la problemática de una organización, claro que para ello, se requiere de la participación y compromiso de todos los integrantes de la empresa, desde el ámbito administrativo hasta el operativo.

Cuando existe un crecimiento y desarrollo en una empresa, como es el caso de Panificadora Los Mil y un Pan, es necesario la identificación correcta de todos los procesos y el análisis cuantificable de cada paso llevado a cabo en ellos, ya que muchas de las herramientas utilizadas en esta metodología incluyen acciones correctivas, preventivas y el análisis de las opiniones de los clientes asociados a las operaciones. Esto aumenta de manera efectiva la calidad y eficiencia en la organización. En este sentido, es imperativo que estén bien definidas y documentadas cada una de sus actividades, ya que, si un proceso no se puede medir, tampoco se puede gestionar. Además, es necesario que en aras del desarrollo de la gente, se considere la participación de todos los involucrados a fin de mejorar a partir de la promoción de sistemas de aprendizaje continuo y seguimiento.

La Panificadora Los Mil y un Pan es una empresa manufacturera desde el año 1997, que presenta una gran variedad en su cartera de productos, desde su principal artículo como lo es el pan blanco de sándwich clásico (con concha y sin concha), pasando a pan de perro caliente, el pan de hamburguesa, croissant y sándwich integral con diversos añadidos. Debido a un crecimiento notable en los últimos años por parte de la empresa y un aumento significativo en la demanda del Pan Cuadrado, surge la necesidad de evaluar las líneas de producción, identificar oportunidades de mejora, cuellos de botella y problemas en las actividades realizadas a lo largo del proceso, para así, eliminar aquellas actividades que se estén realizando de más, administrar recursos, aumentar la productividad y disminuir los tiempos de producción y desperdicios que se encuentren asociados a cada una de las etapas. Este último punto es de suma importancia por la situación país que se vive actualmente, en donde el aprovechamiento de la materia prima es prioridad.

El siguiente Trabajo Especial de Grado se encuentra estructurado en 8 capítulos y una sección final conformada por la bibliografía y anexos, los cuales brindan sustento al estudio realizado. Los capítulos son:

CAPÍTULO I: “El problema”: contiene el planteamiento del problema, los objetivos, el alcance y las limitaciones que enmarcan el siguiente T.E.G.

CAPÍTULO II: “Descripción de la empresa”: en él se presenta una breve reseña de la empresa: su historia y misión.

CAPÍTULO III: “Marco teórico”: Se referencian las bases teóricas y antecedentes, herramientas y métodos de estudio empleados.

CAPÍTULO IV: “Marco metodológico”: se describe la metodología utilizada, tipo de investigación y técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos y posterior análisis de los mismos.

CAPÍTULO V: “Caracterización de los procesos”: en este capítulo se describen las actividades y procesos operativos de forma general.

CAPÍTULO VI: “Diagnóstico de la situación actual”: se presenta de forma detallada la situación que vive la empresa hoy en día, evaluada mediante los procesos estudiados y la información levantada, determinando problemas y deficiencias en el proceso productivo, así como sus causas raíces.

CAPÍTULO VII: “Propuestas de mejora”: una vez obtenido un resultado en cuanto al estudio realizado, se presentan propuestas de mejora a la empresa, que buscan alcanzar los objetivos planteados a partir de una evaluación económica de las mismas.

CAPÍTULO VIII: “Conclusiones y recomendaciones”: en éste concluye el resultado del estudio realizado, así como una serie de recomendaciones, que en caso de la empresa querer implementarlas, pueda servir como guía.

Además se presenta la bibliografía consultada a lo largo de la investigación como los anexos que son referenciados en el estudio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En los últimos años, la empresa ha tenido un crecimiento significativo en la demanda de su cartera de productos como consecuencia de las fluctuaciones presentes en el mercado. El mayor problema dentro de Panificadora Los Mil y un Pan, obedece al manejo de los recursos, materias primas y en sí mismo al proceso de producción (mermas generadas, retrabajo presentado por los operarios en las distintas etapas del proceso, la baja eficiencia en el empleo de cada recurso y la falta de estandarización en los procesos), todo esto se traduce en problemas de producción que dificultan la satisfacción de la demanda.

Según información suministrada por la empresa, el producto que presenta mayor demanda en el mercado y por lo tanto de mayor producción, es el Pan Blanco Cuadrado en su presentación de 650gr sin concha; por lo que, para “Panificadora Los Mil y un Pan” presenta gran interés la mejora de dicho proceso productivo. Para ello es necesario mejorar la capacidad productiva, lo que trae como consecuencia, el aumento de la capacidad de producción del Pan Blanco Cuadrado de 650gr, satisfaciendo a la vez en mayor grado la demanda.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo General

Diseñar propuestas de mejora del proceso productivo de Pan Blanco Cuadrado de 650gr de una empresa manufacturera de pan ubicada en el área metropolitana.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar el proceso productivo de Pan Blanco Cuadrado de 650gr en la panificadora.
2. Determinar las variables relacionadas con el proceso productivo.
3. Desarrollar planes de mejoras para el proceso productivo de Pan Blanco Cuadrado de 650gr.
4. Desarrollar un modelo de simulación que permita evaluar el impacto de las propuestas de mejora desarrolladas.
5. Evaluar el impacto financiero de los resultados obtenidos con la propuesta contra la situación actual.

1.3 Justificación

De frente a la realidad por la que atraviesan las empresas a nivel nacional e inclusive mundial, se hace cada vez más imperante la necesidad de reducir las mermas en la producción, aumentar los niveles de eficiencia y productividad, y subir los estándares de calidad, para así obtener una ventaja competitiva en el mercado. Las empresas que operan en el mercado venezolano presentan diversas condiciones que dificultan o complican su producción; entre lo más resaltante se encuentra la situación país, una situación en donde los insumos y materia prima son cada vez más difíciles de encontrar y al momento de hacerlo, las cantidades no alcanzan para producciones completas si no intermitentes; además la falta de materiales y repuestos para las maquinarias dificultan un continuo mantenimiento para las mismas, generando paradas no planificadas, problemas en su funcionamiento, deteniéndose por averías y afectando la producción. Adicional a esto, influye otra situación importante, la falta de experiencia y educación de gran parte de la mano de obra, que al no estar calificada y entrenada de manera adecuada, puede generar problemas o daños en las máquinas, así como retrasos en la producción. Además, la Ley Orgánica del Trabajo para los trabajadores y las Trabajadoras que rige actualmente en el país, impide el despido de los mismos, ocasionando conductas inapropiadas y ausencias injustificadas al trabajo.

Una empresa detenida implica muchas consecuencias, por ley se debe seguir pagando a los trabajadores como si estuviese en funcionamiento. Los trabajadores entran en un tiempo de ocio que los desvía de sus actividades de rutina y en lugar de realizar actividades esenciales mientras no hay producción (como mantenimiento preventivo a las máquinas o limpieza en los puestos de trabajo, que garantizan el tiempo de vida de las máquinas y una producción continua y sin fallas), realizan otras actividades de entretenimiento entre ellos o sencillamente se ausentan en el trabajo. Esto trae consecuencias que no exista sentido de compromiso y responsabilidad en el trabajo. La misma falta de experiencia y formación de la mano de obra, ocasiona que en el momento de producción se generen retrasos por distracciones entre ellos, ausentismo en el puesto de trabajo, daño de la materia prima, deficiencia en temas de higiene y seguridad laboral y tiempos de actividades muy elevados, lo que llega a producir cuellos de botella en el ciclo productivo.

En la actualidad, el control de calidad y la reducción de mermas son indicadores importantes en cualquier empresa productiva, y esto nace desde la misma formación de los trabajadores, por lo que la gerencia debe hacer énfasis en el entrenamiento y educación de los

mismos, con ánimos de garantizar una producción continua y correcta cuando esté en existencia la materia prima, con controles de calidad en los procesos de producción y actividades estandarizadas que eviten el desperdicio de insumos, aumenten la efectividad de la planta, disminuyan la cantidad de paradas en el proceso productivo y el tiempo promedio entre ellas, siendo capaces de analizar las fallas, solucionarlas, registrarlas y generar contramedidas para que en un futuro no ocurran nuevamente. Además de todo esto, se hace necesario analizar internamente el proceso productivo en cada una de las líneas de producción, identificando oportunidades de mejora, cuellos de botella, actividades innecesarias (o que puedan sustituirse por otras más sencillas), estandarización de procedimientos de los trabajadores, para así ofrecer alternativas o soluciones ante la problemática interna que existe en la empresa.

El enfoque y cumplimiento en cada uno de estos puntos aumentarán significativamente la eficiencia de la planta, y enfocándose sobre todo en el proceso productivo de pan blanco cuadrado en su presentación de 650 gramos, que presenta el fuerte de la compañía, es el tipo de pan con mayor cantidad de solicitudes y es una excelente oportunidad para mejorar la empresa de frente a la problemática externa presente, teniendo así un proceso más eficiente, con cuellos de botellas debidamente controlados, sin tiempos de espera innecesarios que retrasen la oportunidad de generar mayor producto terminado y abarcando mayor cantidad de órdenes de producción.

1.4 Alcance

El alcance del presente proyecto cubrirá el levantamiento de información, dando inicio desde la documentación de cada una de las actividades llevadas a cabo en el proceso productivo, hasta el análisis profundo de los mismos, esto será posible a través de la observación directa en planta, de entrevistas no estructuradas (con el personal administrativo, supervisores y trabajadores) y del manejo estadísticos de datos tanto operacionales como de producción registrados directamente en la planta.

El presente Trabajo Especial de Grado se encuentra propuesto desde la formación de la mezcla, la producción de pan blanco cuadrado de 650 gramos, hasta el despacho de producto terminado.

A lo largo del proceso (y un posterior análisis de la información recolectada en los estudios) se identificarán los principales problemas y deficiencias, sus causas raíces, a través de diagramas de causa-efecto para la posterior simulación del sistema productivo, generando el

planteamiento de soluciones y posibles contramedidas para corregir dichos problemas, logrando aumentar la efectividad de la planta, su capacidad productiva y el desempeño operativo del proceso.

Es importante destacar que el presente T.E.G. sólo abarca el diagnóstico de la situación actual de la empresa, la formulación de propuestas de mejora, a través de la simulación, estudios de tiempo y análisis de causa raíz, así como la evaluación económica de las propuestas a las que sea pertinente, más no pretende la implementación de las mismas. Sin embargo, se establecerá un plan de acción para su futura implementación por parte de la empresa.

1.5 Limitaciones

El estudio del presente Trabajo Especial de Grado se encontrará limitado a aquellos recursos: materiales, financieros, humanos y procesos productivos, que la empresa disponga, limitado a su vez según las políticas de privacidad que maneje la dirección. El proyecto estará limitado al cumplimiento de los objetivos específicos planteados, y el desarrollo del mismo estará basado en las fuentes de información obtenidas. A continuación se describen algunas limitantes encontradas, que por diversas razones, tanto por la situación que vive actualmente el país, como por temas internos y políticas de privacidad de la empresa, dificultan el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado:

1. Actualmente la situación que se vive en el país es una de las principales limitantes para el proyecto. La escasez de la materia prima, materiales básicos de producción o herramientas y repuestos de las maquinarias, así como la falta de interés, ausentismo por el personal trabajador y la ley que los protege, son variables que impactan al proceso productivo, el cual se puede ver afectado o inclusive llegar a detenerse.
2. La falta de documentación, históricos o registros, falta de organización, estandarización de los procesos y un control riguroso de los inventarios y del stock de seguridad de materia prima podría ocasionar que la producción se detenga por escasez de este recurso.
3. El levantamiento de datos y obtención de la información, se encuentran sujetos a la disposición y confiabilidad por parte de la organización, así como gran parte de la misma puede considerarse como confidencial, por lo que los datos recolectados deberán ser tratados con discreción.

4. Por la falta de información y estandarización en la empresa, la documentación del proceso productivo a estudiar en este Trabajo Especial de Grado no se encuentra registrada, lo que dificulta y deja a criterio de los evaluadores, el correcto levantamiento de datos.
5. El levantamiento de datos en cada una de las actividades del proceso productivo están basados en la experiencia empírica y la antigüedad en la empresa, tanto de los trabajadores como los supervisores de producción. Así mismo, la información obtenida mediante entrevistas no estructuradas, estará sujeta a la disponibilidad y disposición del personal operativo y administrativo de la empresa.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Panificadora Los Mil y Un Pan:

Panificadora Los Mil y Un Pan es una empresa cuyos inicios se remontan al año 1997, donde dos trabajadores con más de 10 años de experiencia en el ramo de la panificación artesanal, crearon la panificadora, ubicada al este de la ciudad de Caracas. Para el año 2002, estos dos empresarios vieron nacer otra industria panificadora llamada Croipan, y en el año 2008, como estrategia de crecimiento, ambas empresas se fusionaron para lograr penetrar con calidad y servicio un mayor segmento del mercado de la panificación. Ésta presenta una gran variedad de productos a sus clientes, como pan de sándwich blanco, pan sándwich blanco enriquecido, pan de sándwich integral original, pan p/caliente jumbo, pan p/caliente, croissant dulce, pan p/hamburguesas, pan p/hamburguesas guapo, pan sándwich integral s/concha, pan sándwich integral miel y pasas, pan sándwich integral, pan sándwich integral c/zanahoria y pan sándwich integral multi-cereales.

En la actualidad la empresa tiene su sede en la Urb. Industrial de Palo Verde en la ciudad de Caracas y su misión está enfocada en satisfacer las necesidades de todos sus consumidores, clientes, vendedores, distribuidores, trabajadores y accionistas, a través de sus productos, garantizando los más altos estándares de calidad, eficiencia y competitividad, manteniendo un crecimiento sostenido y contribuyendo en la alimentación de todos los venezolanos.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se expondrán algunos conceptos y definiciones que permitieron comprender los planteamientos expuestos y desarrollados a lo largo del proyecto, así como las teorías y antecedentes que preceden a este T.E.G., a fin de sustentar la investigación realizada.

3.1 Antecedentes de la investigación.

Como antecedentes de la investigación se hace referencia a todos aquellos estudios realizados anteriormente, que por su similitud en cuanto al área enfocada, sirven como punto de inicio para trabajos posteriores.

Título	Área de estudio y profesor guía	Institución y fecha	Objetivo general	Aporte
“Propuestas para mejora de la capacidad productiva y desempeño operativo del proceso de remanufactura de equipos usados (impresión y copiado) en la planta xdv-Los Teques”	Ingeniería industrial Autor: Tilleró, Mariana Tutor: Díaz, Joubran Tipo de trabajo: T.E.G.	UCAB Julio 2016	“Mejorar la Capacidad Productiva y Desempeño Operativo del Proceso de Remanufactura de Equipos Usados (Impresión y Copiado) en la Planta XDV-Los Teques”.	Enfoque de la metodología para el análisis de los resultados. Estructura del T.E.G.
“Diseño de una propuesta de mejora para una línea de producción de medicamentos semisólidos, en una empresa manufacturera del sector farmacéutico”	Ingeniería industrial Autor: D’Alessandri, Guido; Guzmán, Omar Tutor: Díaz, Joubran Tipo de trabajo: T.E.G.	UCAB Octubre 2015	“Diseñar una propuesta de mejora para una línea de producción de medicamentos semisólidos, en una empresa manufacturera del sector farmacéutico.”	Enfoque de la metodología. Referencias teóricas
“Mejora de los procesos de manufactura de los productos de mayor impacto de la línea de pan de una empresa panificadora”	Ingeniería industrial Autor: Gomes F, Mariluz; Lacarra F. Ana Isabel Tutor: Gutiérrez, Luis Tipo de trabajo: T.E.G	UCAB Mayo 2015	“Mejorar los procesos de manufactura de los productos de mayor impacto en la línea de pan de una empresa panificadora”	Enfoque de la metodología para el análisis de los resultados. Estructura del T.E.G.
“Diseño de un plan de gestión de quirófanos, para un proyecto de ampliación de la capacidad de quirófanos en una clínica dispensario sin fines de lucro, ubicada en caracas”	Ingeniería industrial Autor: Camacho F, Jessyka; Matute G. Verónica Tutor: Villanueva, Alirio Tipo de trabajo: T.E.G	UCAB Octubre 2013	“Diseñar un plan de gestión de quirófanos, para un proyecto de ampliación de la capacidad de quirófanos en una Clínica Dispensario sin fines de lucro, ubicada en Caracas.”	Enfoque de la metodología para la simulación
“Propuesta de un plan de mantenimiento para las maquinarias que conforman los procesos de producción de una panificadora ubicada en el área metropolitana”	Ingeniería industrial Autor: Guevara P, María Del Valle; Yáñez M, María Fernanda. Tutor: Briceño Ródiz, Ysvanessa. Tipo de trabajo: T.E.G	UCAB Octubre 2016	“Proponer un plan de mantenimiento para las maquinarias que conforman los procesos de producción de una panificadora ubicada en el área metropolitana.”	Datos de fallas anuales por maquinas en los procesos de producción en la panificadora

Tabla 1. Antecedentes de la investigación. Elaboración: Propia.

3.2 Fundamentos teóricos

En la siguiente sección se explicarán las distintas herramientas y conceptos utilizados en el presente trabajo, con el fin de que el lector entienda y tenga noción del vocabulario utilizado.

3.2.1 Estudio de tiempos

Según (López, 2001): Es una actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables. El estudio de tiempos busca: minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos, conservar los recursos y minimizar los costos, efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía, proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.

Existen algunos requerimientos a considerar antes de emprender el proyecto en sí:

1. Es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
2. El método a estudiar debe haberse estandarizado, el operador debe saber que está siendo evaluado (así como su supervisor y los representantes del sindicato).
3. El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación (el equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora). Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora, en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.
4. La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.

Hay dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el de regresos a cero. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil. En el método de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

3.2.1.1 Ciclos en el estudio:

Según (Niebel, 2009, p.340): La determinación de la cantidad de ciclos que se van a estudiar para llegar a un estándar equitativo es un asunto que ha causado una discusión considerable entre los analistas de estudio de tiempos, así como entre los representantes sindicales. Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen el número de ciclos que se pueden estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar completamente gobernado por la práctica estadística común que demanda cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento. Es posible establecer un número más exacto mediante el uso de métodos estadísticos. Como el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, se puede suponer que las observaciones se distribuyen normalmente respecto a una media poblacional desconocida con una varianza desconocida. Si se usa la media muestral \bar{X} y la desviación estándar muestral S, la distribución normal para una muestra grande lleva al siguiente intervalo de confianza:

$$\bar{X} \pm \frac{ZS}{\sqrt{n}}$$

Ecuación 1. Intervalo de confianza para una distribución normal.

Dónde:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Ecuación 2. Valor de S para un intervalo de confianza de una distribución normal.

Sin embargo, los estudios de tiempos suelen involucrar sólo muestras pequeñas ($n < 30$); por lo tanto, debe usarse una distribución t. Entonces la ecuación del intervalo de confianza es:

$$\bar{X} \pm t \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Ecuación 3. Resumen de ecuación del intervalo de confianza para una distribución T-student.

El término \pm puede considerarse un término de error expresado como una fracción de \bar{X} :

$$k\bar{X} = t \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Ecuación 4. Error del intervalo de confianza para una T-student.

Donde k = una fracción aceptable de \bar{X} . Despejando "n" se obtiene:

$$n = \left(\frac{tS}{k\bar{X}} \right)^2$$

Ecuación 5. Ecuación final para el cálculo de n .

También es posible despejar “ n ” antes de hacer el estudio de tiempos al interpretar datos históricos de elementos similares, o mediante una estimación real de “ $x-y$ ” a partir de varias lecturas con regresos a cero con la variación más alta.

3.2.1.2 Tiempo estándar, adición de suplementos u holguras

Según (Niebel, 2009, p.343): Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo. Pueden ocurrir tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo extra. La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y a tomar agua; la segunda es la fatiga que afecta incluso a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros. La tercera, son los retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material, todos ellos requieren la adición de una holgura.

Como el estudio de tiempos se realiza durante un periodo relativamente corto y como los elementos extraños se deben retirar al determinar el tiempo normal, debe añadirse una holgura al tiempo normal a fin de llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr de manera razonable. El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar la operación, se llama tiempo estándar (TE). Por lo general, el suplemento u holgura se da como una fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a $1 + \text{holgura}$:

$$\text{Tiempo Normal (TN)} = \text{Tiempo Promedio (TP)} \times \text{Calificación}/100$$

Ecuación 6. Cálculo de tiempos normales.

$$\text{TE} = \text{TN} + \text{TN} \times \text{holgura} = \text{TN} \times (1 + \text{holgura})$$

Ecuación 7. Cálculo de tiempos estándar.

3.2.2 Indicadores de Gestión

(Camejo, 2012): Se conoce como indicador de gestión a aquel dato que refleja cuáles fueron las consecuencias de acciones tomadas en el pasado en el marco de una organización. La idea es que estos indicadores sienten las bases para acciones a tomar en el presente y en el futuro. Es importante que los indicadores de gestión reflejen datos veraces y fiables, ya que el análisis de

la situación, de otra manera, no será correcto. Por otra parte, si los indicadores son ambiguos, la interpretación será complicada.

Lo que permite un indicador de gestión es determinar si un proyecto o una organización están siendo exitosos o si están cumpliendo con los objetivos. Los indicadores de gestión son medios, instrumentos o mecanismos para evaluar hasta qué punto o en qué medida se están logrando los objetivos estratégicos, éstos representan una unidad de medida gerencial que permite evaluar el desempeño de cualquier área de la organización. Permiten detectar y prever desviaciones en el logro de los objetivos. El análisis de los indicadores conlleva a generar alertas sobre la acción, no perder la dirección, bajo el supuesto de que la organización está perfectamente alineada con el plan.

3.2.2.3 Categorías de los indicadores

Se debe saber discernir entre indicadores de cumplimiento, de evaluación, de eficiencia, de eficacia e indicadores de gestión. Como un ejemplo vale más que mil palabras, este se realizará teniendo en cuenta los indicadores que se pueden encontrar en la gestión de un pedido.

- ✓ Indicadores de cumplimiento: con base en que el cumplimiento tiene que ver con la conclusión de una tarea. Los indicadores de cumplimiento están relacionados con las razones que indican el grado de consecución de tareas y/o trabajos. Ejemplo: cumplimiento del programa de pedidos.
- ✓ Indicadores de evaluación: la evaluación tiene que ver con el rendimiento que se obtiene de una tarea, trabajo o proceso. Los indicadores de evaluación están relacionados con las razones y/o los métodos que ayudan a identificar las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora. Ejemplo: evaluación del proceso de gestión de pedidos.
- ✓ Indicadores de eficiencia: teniendo en cuenta que eficiencia tiene que ver con la actitud y la capacidad para llevar a cabo un trabajo o una tarea con el mínimo de recursos. Los indicadores de eficiencia están relacionados con las razones que indican los recursos invertidos, en la consecución de tareas y/o trabajos. Ejemplo: Tiempo de fabricación de un producto, razón de piezas / hora, rotación de inventarios.
- ✓ Indicadores de eficacia: eficaz tiene que ver con hacer efectivo un intento o propósito. Los indicadores de eficacia están relacionados con las razones que indican capacidad o acierto

en la consecución de tareas y/o trabajos. Ejemplo: grado de satisfacción de los clientes con relación a los pedidos.

- ✓ Indicadores de gestión: teniendo en cuenta que gestión tiene que ver con administrar y/o establecer acciones concretas para hacer realidad las tareas y/o trabajos programados y planificados. Los indicadores de gestión están relacionados con las razones que permiten administrar realmente un proceso. Ejemplo: administración y/o gestión de los almacenes de productos en proceso de fabricación y de los cuellos de botella.

3.2.2.4 Propósitos y beneficios de los indicadores de gestión

Podría decirse que el objetivo de los sistemas de medición es aportar a la empresa un camino correcto para que ésta logre cumplir con las metas establecidas. Todo sistema de medición debe: comunicar la estrategia, comunicar las metas, identificar problemas y oportunidades, diagnosticar problemas, entender procesos, definir responsabilidades, mejorar el control de la empresa, identificar iniciativas y acciones necesarias, medir comportamientos, facilitar la delegación en las personas, integrar la compensación con la actuación.

3.2.3 Simulación

(Azarang & García, 1996, p.63): Simulación es el desarrollo de un modelo lógico-matemático de un sistema, de tal forma que se obtiene una imitación de la operación de un proceso de la vida real o de un sistema a través del tiempo. Sea realizado a mano o en una computadora, la simulación involucra la generación de una historia artificial de un sistema; la observación de esta historia mediante la manipulación experimental, nos ayuda a inferir las características operacionales de tal sistema.

En la definición anterior se expresan dos pasos básicos de una simulación: desarrollo del modelo y la experimentación. El desarrollo del modelo incluye la construcción de ecuaciones lógicas representativas del sistema y la preparación de un programa computacional. Una vez que se ha validado el modelo, la segunda fase de un estudio de simulación entra en escena, experimentar con el modelo para determinar cómo responde el sistema a cambios en los niveles de algunas variables de entrada. El modelo por su parte es una representación de los objetos del sistema y refleja de manera sencilla las actividades en las cuales esos objetos se encuentran involucrados.

3.2.3.1 Ventajas y desventajas de los modelos de simulación

Ya que la simulación es en muchas ocasiones una herramienta apropiada de análisis, es preciso considerar las ventajas y desventajas de su utilización.

Ventajas

- ✓ Una vez construido, el modelo puede ser modificado de manera rápida con el fin de analizar diferentes políticas o escenarios.
- ✓ Generalmente es más barato mejorar el sistema vía simulación, que hacerlo directamente en el sistema real.
- ✓ Es más sencillo comprender y visualizar los métodos de simulación que los métodos puramente analíticos.
- ✓ Es posible analizar sistemas de mayor complejidad con mayor detalle.
- ✓ En algunos casos, la simulación es el único medio para lograr una solución.

Desventajas

- ✓ Los modelos de simulación en una computadora son costosos y requieren mucho tiempo para desarrollarse y validarse.
- ✓ Se requiere gran cantidad de corridas computacionales para encontrar soluciones eficientes, lo cual repercute en altos costos.
- ✓ Es difícil aceptar los modelos de simulación.
- ✓ Los modelos de simulación no dan soluciones óptimas.
- ✓ La solución de un modelo de simulación puede dar al analista un falso sentido de seguridad.

3.2.3.2 Cómo funciona la simulación

Según (Tillero, 2016, p.19): El propósito de la simulación es ayudar al tomador de decisiones a resolver un problema en particular. Se propone el esquema básico para construir un modelo de simulación. Este proceso de construcción de modelos se puede modificar y volver a plantear para que satisfaga las necesidades del planeador.

Para realizar la simulación primero se debe plantear la definición del problema y del sistema, plantear un modelo conceptual, establecer un diseño preliminar, preparar la entrada de datos, traslación del modelo, verificar y validar el mismo, experimentar en busca de resultados,

analizarlos e interpretarlos y posteriormente entrar a la fase de implementación y documentación. Las prácticas de modelación de sistemas se llevan a cabo por varias razones:

1. Evaluación. Determinar y medir qué tan bien se desempeña el diseño propuesto para un sistema, en un sentido absoluto si se compara con los criterios con los que se estableció. ¿Satisface el sistema dichos criterios?, es decir: ¿cumple con los requerimientos de producción, lo hace dentro del presupuesto?, entre otras cosas.

2. Comparación. Comparar los diseños alternativos para ejecutar una función específica. Los planeadores seleccionan entre alternativas distintas haciendo la comparación crítica de ellas respecto del costo, el rendimiento y otros factores.

3. Predicción. Permite al planeador investigar el desempeño de un sistema propuesto en condiciones específicas durante cierto tiempo.

4. Análisis de sensibilidad. Aunque haya muchas variables en el sistema, sólo unas pocas que son críticas afectan el desempeño del proceso. El análisis de sensibilidad ayuda a determinar cuáles de los muchos factores y variables tienen la mayor influencia en las operaciones conjuntas del sistema.

5. Mejora. Una vez determinados los factores críticos, se intenta mejorar el plan mediante el establecimiento de variaciones que produzcan la mejor respuesta del sistema en su totalidad.

6. Análisis de cuellos de botella. El planeador de las instalaciones descubre la naturaleza y la ubicación de los cuellos de botella que afectan el flujo del sistema.

Existen distintos programas que facilitan la simulación de distintos procesos, entre los cuales se pueden mencionar Simio y Arena. En el presente Trabajo Especial de Grado se hará uso del programa "Arena" como herramienta, para llevar a cabo la simulación de la línea de producción de Pan Blanco Cuadrado de 650 gramos, a través de realización de un modelo, al cual se le irán ajustando las variables para poder validar las distintas propuestas de mejora.

3.2.3.3 Arena Software de simulación

(Lexx, 2010): Arena es un modelo de simulación por computadora que ofrece un mejor entendimiento y las cualidades del sistema, ya que además de representar el sistema, efectúa automáticamente diferentes análisis de su comportamiento. Arena facilita la disponibilidad del software el cual está formado por módulos de lenguaje "SIMAN" (lenguaje de simulación). Este programa combina las ventajas de los simuladores de alto nivel con la flexibilidad de lenguajes

generales como Microsoft Visual Basic. Arena también incluye animaciones dinámicas en el mismo ambiente de trabajo y prevé apoyo integrado, incluyendo gráficas para los diseños estadísticos y analiza aspectos que son parte del estudio.

3.2.3.4 Determinación del número de replicaciones

(Camacho & Matute, 2013, p.14) Al momento de recrear un proceso en un modelo de simulación, se debe garantizar que este se asemeje estadísticamente a la realidad. Para esto, se debe tomar en cuenta el número de replicaciones o corridas necesarias que el modelo debe realizar para que los datos obtenidos sean confiables para su análisis.

Para verificar y validar el modelo, es necesario calcular el número de replicaciones necesarias para reducir la desviación en un 5%. Para determinar este valor, se utilizará un método estocástico en el que se realiza una muestra piloto (n'), con la que se obtendrán los datos requeridos para calcular la sumatoria de los valores al cuadrado, y finalmente obtener el número de replicaciones necesarias para disminuir el error del modelo.

Cuando el número de datos que son recolectados, son insuficientes para ajustarlos a una distribución Normal, se aplica la siguiente fórmula para un nivel de confianza de 95% y un error del 5% (aproximadamente):

$$n = \frac{40 \times \sqrt{n' \times \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x}$$

Ecuación 8. Cálculo del número de replicaciones.

En donde:

n = Número de replicaciones que se espera obtener.

n' = Número de observaciones del estudio preliminar realizado.

x = Valor de las observaciones.

$\sum x$ = Sumatoria de los valores.

3.2.5 Productividad

(Martínez, Cubides, & Pérez, 2010): La productividad generalmente es conocida como la relación entre los inputs y outputs de un sistema, es decir, la producción obtenida de un sistema entre los recursos utilizados para ésta.

$$Productividad = \frac{Outputs\ del\ sistema}{Inputs\ del\ sistema} = \frac{Producción}{Recursos}$$

Ecuación 9. Cálculo de la productividad.

Se puede entender como la medida de la capacidad que tiene un sistema de realizar los productos que son requeridos y además el agrado en el que aprovecha los recursos que son utilizados. Es importante recalcar que esta es una media de comparación, es decir, es necesario obtener una diferencia (Δ) entre dos momentos o situaciones en un mismo sistema de producción para así poder evaluar el cambio, un solo valor de productividad no es representativo. La productividad va relacionada con la mejora continua del sistema de gestión de la calidad y gracias a este sistema, se puede prevenir los defectos de calidad del producto y así mejorar los estándares de la empresa. La productividad va en relación a los estándares de producción. Si se mejoran estos estándares, entonces hay un ahorro de recursos que se refleja en el aumento de la utilidad.

3.2.5.1 Indicadores asociados a la productividad

Existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuales están muy relacionados con la productividad: eficiencia, efectividad y eficacia.

- ✓ Eficiencia: Es el "nivel de logro en la realización de objetivos por parte de un organismo con el menor coste de recursos financieros, humanos y tiempo, o con máxima consecución de los objetivos para un nivel dado de recursos (financieros, humanos, etc.)". Va dirigido hacia el uso de los recursos para el cumplimiento del objetivo.
- ✓ Efectividad: Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, o sea, nos permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados.
- ✓ Eficacia: Valora el impacto de lo que hacemos, del producto o servicio que prestamos. No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto que nos fijamos, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado.

3.2.6 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa del proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección del mismo. Éste ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un

proceso, mostrando la relación secuencial ente ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos, las operaciones interdepartamentales y facilita también la selección de indicadores de proceso, (Pleguezuelos, 1999).

A continuación se presentan los símbolos que generalmente se utilizan en el diagrama de flujo, estos se diferencian según la actividad que se desarrolle en el proceso:

Símbolo	Actividad
	Terminal: Indica el inicio o el final del flujo de proceso.
	Línea de Flujo: Proporciona indicación sobre el sentido del flujo del proceso.
	Actividad: Representa una actividad llevada a cabo en el proceso.
	Documento: Se refiere a un documento utilizado en el proceso, se utilice, se genere o salga del proceso.
	Decisión: Indica un punto en el flujo en el que se produce un bifurcación del tipo "si-no".
	Inspección: Empleado para acciones que requieren de supervisión.

Tabla 2. Simbología utilizada en los diagramas de flujo. *Elaboración: Propia.*

3.2.7 Diagrama de Pareto:

(Minitab, 2016): Un diagrama de Pareto es un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. Se utilizan los diagramas de Pareto para identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes.

El diagrama de Pareto debe su nombre a Vilfredo Pareto y su principio de la "regla 80/20". Es decir, 20% de las personas poseen 80% de la riqueza; o 20% de la línea de producto puede generar 80% de los desechos; o 20% de los clientes puede generar 80% de las quejas, etc. (Aiteco, 2015): El Diagrama de Pareto constituye un sencillo gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales). Éste permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, mejorando por tanto los esfuerzos, proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas, ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas, su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora.

3.2.8 Diagrama causa efecto

(Champagnat., 2002): El diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de diagnóstico y solución de la causa.

3.2.8.1 Interpretación del Diagrama Causa-Efecto

El diagrama causa-efecto es un medio para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que puedan contribuir a un determinado efecto. Permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. Es importante ser conscientes de que los diagramas de causa-efecto presentan y organizan teorías. Sólo cuando estas teorías son contrastadas con datos se pueden probar las causas de los fenómenos observables.

3.2.9 Mejora Continua

(Flores, 2010): La mejora continua, si se quiere, es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto, ya que, los recursos económicos son limitados y en un mundo cada vez más competitivo a nivel de costos, es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente. La mejora continua es ventajosa principalmente por:

1. Un proceso documentado. Esto permite que todas las personas que son partícipes de dicho proceso lo conozcan y todos lo apliquen de la misma manera cada vez.
2. Algún tipo de sistema de medición que permita determinar si los resultados esperados de cierto proceso se están logrando (indicadores de gestión).
3. Participación de todas o algunas personas relacionadas directamente con el proceso, ya que son estas personas las que día a día tienen que lidiar con las virtudes y defectos del mismo.

3.2.9.1 Kanban

(kanbantool, 2009): Proveniente de Japón, Kanban es un símbolo visual que se utiliza para desencadenar una acción. A menudo se representa en un tablero o tarjeta para reflejar los procesos

de su flujo de trabajo. Kanban, se moverá a través de las diversas etapas de su trabajo hasta su finalización. A menudo se habla de él como un método de extracción, de forma que usted tira de sus tareas a través de su flujo de trabajo, ya que permite a los usuarios mover de sitio libremente las tareas en un entorno de trabajo basado en el equipo.

3.2.10 Análisis económicos

(Fernández, Aparicio, & Oliver, 2007): El análisis económico estudia la estructura y evolución de los resultados de la empresa (ingresos y gastos) y de la rentabilidad de los capitales utilizados.

3.2.9.1 Valor Presente Neto (VPN)

(Vaquiro, 2013): El Valor Presente Neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El VPN permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. Este evalúa si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de las pequeñas y medianas empresas.

Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significa que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al monto del VPN. Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

Es importante tener en cuenta que el valor del VPN depende de: La inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el número de períodos que dure el proyecto.

3.2.9.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

(Enciclopedia Financiera, 2010): La tasa interna de retorno (TIR) es una tasa de rendimiento utilizada en el presupuesto de capital para medir y comparar la rentabilidad de las inversiones. También se conoce como la tasa de flujo de efectivo descontado de retorno. En el contexto de ahorro y préstamos a la TIR también se le conoce como la tasa de interés efectiva. El término interno se refiere al hecho de que su cálculo no incorpora factores externos (por ejemplo, la tasa de interés o la inflación).

La tasa interna de retorno de una inversión o proyecto es la tasa de interés a la que el valor actual neto de los costos (los flujos de caja negativos) de la inversión es igual al VPN de los beneficios (flujos positivos de efectivo) de la inversión. La tasa interna de retorno se utiliza

habitualmente para evaluar la conveniencia de las inversiones o proyectos. Cuanto mayor sea la TIR de un proyecto, más deseable será llevar a cabo el proyecto. Suponiendo que todos los demás factores sean iguales entre los diferentes proyectos, el de mayor TIR probablemente sería considerado el primer y mejor realizado.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe la metodología y las herramientas utilizadas a lo largo del T.E.G, refiriendo los pasos que sirvieron de guía para alcanzar los objetivos propuestos.

4.1 Tipo de investigación

El siguiente trabajo está enmarcado en un tipo de investigación proyectiva, ya que pretende la elaboración del diseño de una propuesta para la solución de una situación determinada. (Hurtado, 2008): La investigación del tipo proyectiva "...consiste en la elaboración de una propuesta o de un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y las tendencias futuras".

4.2 Diseño de la investigación:

Según Arias (1999, p.30), define el diseño de la investigación como "...la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado". De acuerdo a la estrategia llevada a cabo, el diseño de la investigación es de campo, debido a que los datos son registrados en el medio ambiente donde se presenta el problema.

4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hurtado. (2000, p.164): "La selección de técnicas e instrumentos de recolección de datos implica determinar por cuáles medios o procedimientos el investigador obtendrá la información necesaria para alcanzar los objetivos de la investigación". Para la recolección y registro de información en la presente investigación se usaron como técnicas la observación científica y las entrevistas directas, con el fin de que los datos en los que se sustenta el estudio sean confiables y ayuden al cumplimiento de los objetivos.

4.3.1 Observación directa

Es una técnica que se encarga de registrar información sobre un fenómeno mediante la observación, para su posterior análisis. Esta técnica se puede apoyar de manera mecánica a través del uso de cámaras, grabadoras, entre otras.

4.3.2 Entrevista

Según Mendoza. (2008): La entrevista “Es un interrogatorio dirigido por un investigador o entrevistador, con el propósito de obtener información de un sujeto (entrevistado), en relación con uno o varios temas o aspecto específicos”.

4.3.3 Metodología

Para cumplir con los objetivos del presente proyecto, es necesario establecer un plan de acción, que permita dar forma a la investigación, como guía sistemática para la resolución de la problemática planteada. La metodología planteada se dividió en cinco fases que se describen a continuación:

<p>Fase I - Levantamiento de información</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterización del proceso de producción de pan blanco cuadrado de 650gr.
<p>Fase II - Análisis de la situación actual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimación de tiempos de actividades en el proceso productivo. • Identificación de problemas y causas raíces que afectan el sistema productivo.
<p>Fase III - Propuestas de mejora</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de propuestas de mejora para reducir tiempos en las actividades de producción, balancear la producción en base a la capacidad efectiva, reducir cuellos de botella, eliminar actividades innecesarias y el correcto número de personal en cada una de ellas. • Elaboración de un plan de implementación de las propuestas.
<p>Fase IV - Evaluación de los procesos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimación del impacto en el proceso con la implementación de las mejoras.
<p>Fase V - Conclusiones y recomendaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conclusiones y recomendaciones para la implementación y mejora del proceso productivo de la empresa.

Tabla 3: Fases de la metodología empleada. *Elaboración: Propia.*

4.4 Estructura desagregada del proyecto

La descomposición de la estructura desagregada del proyecto permite establecer los trabajos necesarios del proyecto. La correcta gestión de la estructura desagregada del proyecto influye en todos los aspectos del mismo, siendo así un elemento básico y unificador. Es importante cubrir todos los aspectos establecidos en el alcance del proyecto, ya que es ahí donde suelen surgir los mayores problemas para cubrir con éxito los objetivos planteados. Así mismo, la estructura desagregada del proyecto influye directamente en la gestión del tiempo, ya que se procede a la identificación de las actividades a realizar y el establecimiento de tiempos.

Objetivos específicos	Estructura del T.E.G.	Información requerida	Fuentes consultadas	Herramientas
Caracterizar el proceso productivo de pan blanco cuadrado de 650 gramos.	Capítulo I: <i>El problema</i>	<ul style="list-style-type: none"> Planteamiento del problema. Objetivos. Alcance y limitaciones del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> Información proporcionada por la dirección y gerencia de la empresa. Trabajos especiales de grado relacionados con el área de estudio. Bibliografía especializada. 	<ul style="list-style-type: none"> Diagrama causa efecto Diagrama de Pareto Microsoft Visio Microsoft Excel Microsoft Word Software de simulación Arena Entrevistas no estructuradas Toma de tiempos
Determinar las variables relacionadas con el proceso productivo.	Capítulo II: <i>La empresa</i>	<ul style="list-style-type: none"> Descripción de la empresa. Misión. 		
Identificar los indicadores involucrados dentro del proceso productivo.	Capítulo III: <i>Marco teórico</i>	<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos relacionados con la actividad de la empresa. Información sobre las herramientas utilizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Observación directa de las actividades realizadas diariamente. Entrevistas no estructuradas al personal de la planta. Registros históricos de producción. 	
Desarrollar planes de mejoras para el proceso productivo de pan blanco cuadrado de 650 gramos.	Capítulo IV: <i>Marco metodológico</i>	<ul style="list-style-type: none"> Definición del tipo de investigación a emplear. Técnicas de recolección y análisis de datos. 		
Diseñar un modelo de simulación que permita evaluar el impacto de las propuestas de mejoras desarrolladas.	Capítulo V: <i>Caracterización de los procesos</i>	<ul style="list-style-type: none"> Descripción de los procesos de manufactura de la empresa. Descripción de las características principales de la planta. 	<ul style="list-style-type: none"> Reportes generados por el software de simulación 	
Evaluar el impacto de los resultados obtenidos con la propuesta contra la situación actual.	Capítulo VI: <i>Situación actual</i>	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de la situación actual de la empresa. Análisis causa efecto. Análisis de Pareto. 		
Realizar un análisis económico de las propuestas.	Capítulo VII: <i>Propuesta de mejora</i>	<ul style="list-style-type: none"> Resultados obtenidos de la simulación y análisis previos. 		
	Capítulo VIII: <i>Conclusiones y recomendaciones</i>			

Tabla 4. Estructura desagregada del proyecto. Elaboración: Propia.

CAPÍTULO V

CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS

En el siguiente capítulo se describe y caracteriza el producto de mayor demanda en la empresa, así como cada uno de los recursos utilizados, la maquinaria instalada y cada una de las etapas del proceso de producción de dicho pan.

5.1 Producto de mayor demanda

El producto de mayor demanda para la empresa es el pan blanco cuadrado de 650 gramos, con receta y proceso de producción distinto a los demás artículos ofrecidos por la empresa.

5.1.1 Pan Cuadrado:

El pan blanco cuadrado es uno de los panes más clásicos y conocidos en la sociedad, y muy demandado por las familias. En Panificadora Los Mil y un Pan, el pan blanco cuadrado se divide en tres presentaciones: sin concha de 650gr, con concha de 1.200gr y con concha de 500gr, como se evidencia en el Anexo N°1.

5.2 Descripción de las áreas de la empresa

Panificadora Los Mil y un Pan posee la planta de producción en la zona industrial de Palo Verde. Esta cuenta con distintas áreas de trabajo donde se llevan a cabo cada una de las etapas del proceso de producción. En el Anexo N°2 se muestra un LayOut de las áreas, donde se evidencia el flujo de material dentro de la empresa.

Área	Descripción
Mezclado	En esta área se da inicio al proceso productivo, aquí se da origen a la mezcla, que dependiendo del tipo de pan, tendrá distintos ingredientes y cantidades diferentes.
Preparación de la masa	En esta área se lleva a cabo el proceso de preparación de la masa, dependiendo del tipo de pan, la masa pasa por sub-actividades diferentes como: amasado, cortado, embolado y moldeado.
Fermentado	Una vez colocada la masa en los moldes dependiendo de la presentación del pan, pasan al horno de fermentado, donde la levadura hará efecto y la masa crecerá, además de generar la concha.
Horneado	Es esta etapa, una vez que la masa se haya fermentado y reposado, entrará en el horno tipo carrusel, donde se le dará cocción a la misma, originando las unidades de pan correspondientes a su presentación.
Clasificación de panes	Aquí al ser retirados los panes del horno, se llevaran al cuarto de reposo de acuerdo a su presentación, en caso del pan cuadrado, dependiendo de su tipo se procederá o no al desconchado.
Empaquetado	En esta área, los panes serán empaquetados en bolsas según su tipo y se le colocará el precio establecido.
Almacenaje	En esta área, culminado el proceso de producción, los panes serán almacenados en espera de su despacho.

Tabla 5: Áreas de la empresa. *Elaboración: Propia.*

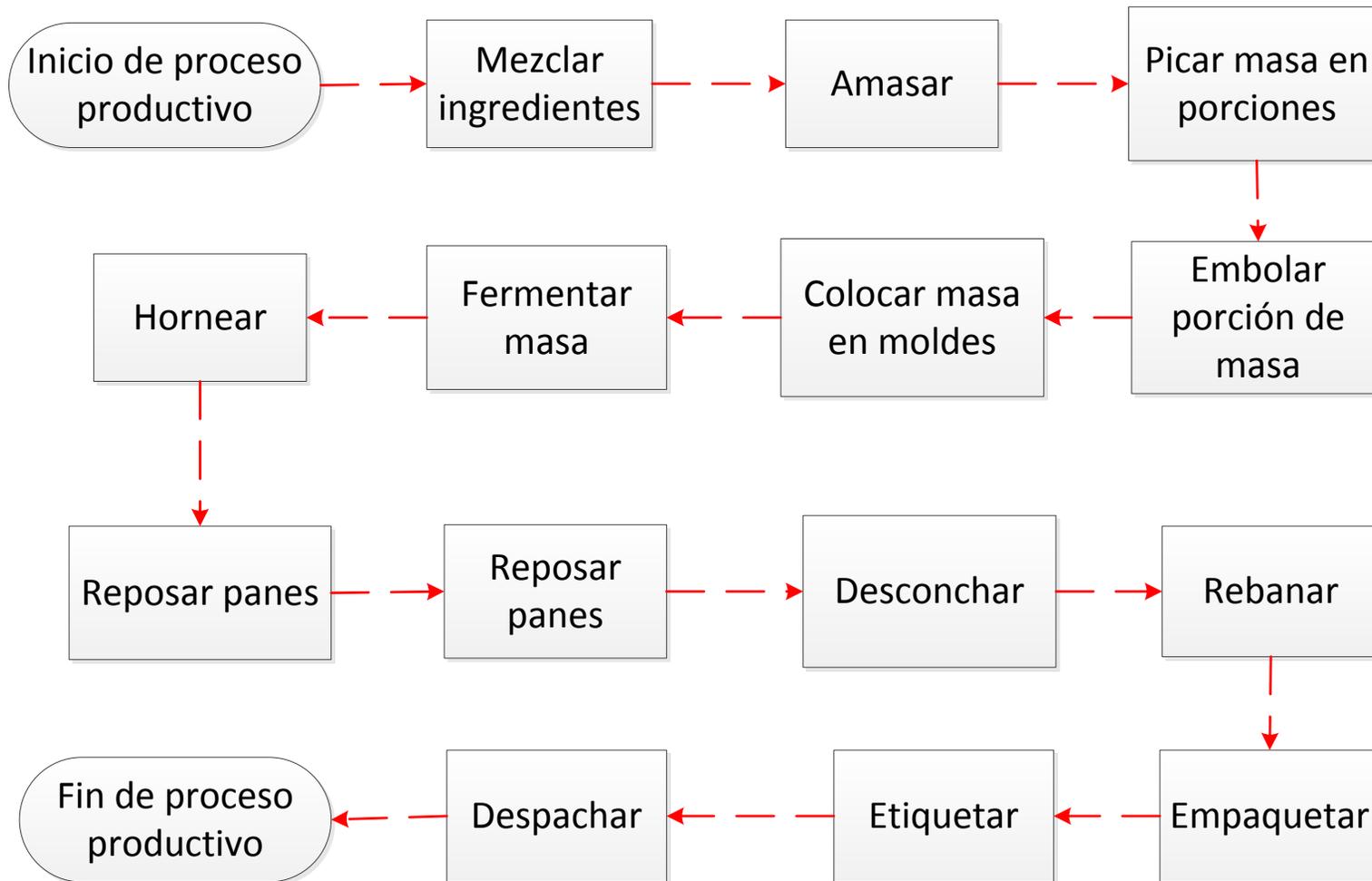


Ilustración 1: Flujograma del proceso productivo del Pan Blanco Cuadrado de 650gr. Elaboración: Propia.

5.3 Proceso de producción del Pan Cuadrado

A continuación se presenta el proceso productivo del pan cuadrado. En el Anexo N°3 se encuentra una descripción detallada de las sub-actividades realizadas en cada una de las etapas, las variables y los recursos empleados, así como los “Inputs” y “Outputs” en cada una de ellas.

5.3.1 Caracterización del proceso productivo del Pan Cuadrado

A continuación, se describe de manera detallada, cada una de las actividades realizadas en las etapas del proceso.

5.3.1.1 Zona de Mezclado:

El proceso productivo de la Panificadora Los Mil y un Pan comienza desde el laboratorio de mezcla, donde un trabajador estará a cargo de tomar la harina del silo y prepararla junto con los demás ingredientes de mezcla para dar origen a la masa, con la receta específica según la presentación de cada pan, para la producción de una determinada cantidad de masa. En la actualidad el departamento de producción fabrica el pan blanco cuadrado en lotes de 90 kg de masa (información obtenida por observación directa y entrevistas no estructuradas al supervisor).

5.3.1.2 Zona de Amasado.

En la zona de amasado se recibe la mezcla del pan cuadrado, para ser introducida en la máquina amasadora, acompañada de levadura, manteca, harina de trigo y agua de acuerdo a las especificaciones. El operador está encargado de suministrar las cantidades correspondientes de cada uno de los ingredientes dependiendo del tipo de pan, junto con hielo (para retrasar el efecto de fermentación y crecimiento de la masa) y dar comienzo al proceso de amasado. Este proceso no tiene un tiempo estándar, por el contrario, después de aproximadamente diez a doce minutos, el trabajador toma pequeñas muestras de la máquina, que analizará (por experiencia, dependiendo de su textura y elasticidad) si la masa está en su punto adecuado de amasado. Cuando se considere que la masa está lista, se apaga la máquina y se procede a abrir la compuerta para extraerla.



Ilustración 2: Proceso de amasado.
Elaboración: Propia.

De conformidad con la Norma Técnica para el Control en la Manipulación, Levantamiento y Traslado de Carga, en lo que respecta con el artículo 29, el peso máximo que puede manipular un hombre es de 20 Kg en promedio. (Instituto Nacional de Prevención, 2009). En este sentido, los lotes de carga para amasar son de 90 Kg, por ello el operador, debe, con la ayuda de un cuchillo cortar la masa en secciones y apoyarse con el operador de la zona de picado para poder retirarla de la máquina. La masa es colocada en un mesón corredizo, para ser transportado hasta la máquina de picado de masa.

5.3.1.3 Zona de Picado.

En la zona de picado existen dos máquinas, la máquina picadora y una máquina emboladora. Una vez que la masa es extraída de la amasadora y llega al área de picado, es cortada nuevamente para ser introducida en la cortadora, donde se dividirá en secciones finales que corresponden a una barra de pan (650 gramos). En esta zona se observó que el trabajador, al iniciar el proceso de picado, pesa las unidades de masa para calibrar el peso de salida de la picadora, además se evidencia que pesa las unidades de masa de forma esporádica, para comprobar que siguen saliendo con las mismas características. Cabe destacar que dicho proceso no está estandarizado, y queda a criterio y experiencia del trabajador realizar un control de calidad referente al peso de las unidades de masa que salen de la picadora.

Posteriormente, la masa pasa a la máquina emboladora, esta última va recibiendo las porciones de masa a través de una pequeña cinta transportadora, para moldearlas a través de un movimiento elíptico en forma de bolas de masa y depositarlas en una nueva cinta transportadora, que las llevará a la zona de moldeado.



Ilustración 3: Proceso de picado.
Elaboración: Propia.

5.3.1.4 Zona de Moldeado.

En esta zona, las bolas de masa formadas pasan por una máquina cuyo proceso las estirará y alargará en forma de rodillo. Posteriormente tres operadores que, trabajando en conjunto de forma secuencial, estiran la masa, la colocan en moldes, y estos serán tapados y colocados en carros transportadores.

Es importante acotar, que los carros transportadores son de 78 kg de capacidad, por lo que el lote de 90 kg es separado en dos carros, en los cuales se coloca 45 kg en cada uno para dividir el peso de la carga. Antes de entrar al horno de fermentación, existe un tiempo de espera, donde los moldes con la masa esperarán un tiempo indeterminado, sin algún motivo en específico, siendo esto una de las oportunidades de mejora en el proceso productivo.

5.3.1.5 Horno de Fermentación.

Una vez aquí, los panes reposarán en el horno de fermentación por un período 90 minutos, en este proceso la adición de la levadura provoca la fermentación de la masa antes del horneado, y como consecuencia, le proporciona un volumen y una esponjosidad debido a la presencia de aire en la masa húmeda de la harina. Transcurrido el tiempo determinado, los carritos son extraídos y llevados a una zona de espera antes de entrar a uno de los dos hornos de tipo carrusel. Bajo condiciones normales de operación se utiliza un solo horno exclusivamente para pan blanco cuadrado de 650 gramos, pero en casos en que la demanda lo exija es posible la utilización de los dos hornos para dicho producto. Se debe destacar que la espera antes del proceso de horneado no agrega valor al producto, por el contrario, puede generar daños significativos en el lote, pudiendo ocasionar incluso que pierda sus propiedades y tenga que desecharse, siendo esta otra oportunidad de mejora para la empresa, enfocada en evitar actividades que retrasen o generen desperdicios en el proceso productivo.

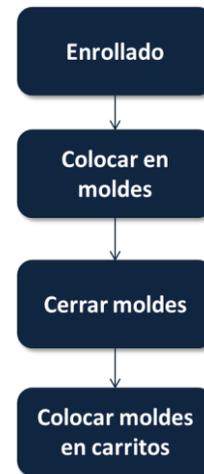


Ilustración 4: *Proceso de moldeado.*
Elaboración: Propia.

5.3.1.6 Horno de Carrusel.

Al retirar la masa luego del proceso de fermentación los carritos son transportados a los hornos de carrusel para llevar a cabo el horneado de la masa y obtener como resultado el pan ya cocinado. En esta actividad los carritos transportadores son colocados frente al horno y entre tres operadores se van introduciendo cada uno de los moldes dentro del horno a medida que se hace girar el carrusel que se encuentra dentro. El horno funciona a una temperatura 170°C acordada para asegurar la homogeneidad del horneado en cada uno de los panes. Al cabo de 45 minutos, los trabajadores abren el horno y retiran las tapas de los moldes, se dejan hornear los panes por los 15 minutos restantes, para luego ser retirados.

Para el retiro de los moldes se utiliza un mesón en donde el trabajador, haciendo uso de fuerza con unos golpes saca los panes de los moldes, mientras otro los va colocando en otro carrito transportador hasta llenarlo. Es importante hacer referencia que uno de los dos hornos presentes en la empresa está destinado a producir solo pan blanco cuadrado de 650gr. Luego de retirar los panes y colocarlos en estos carros, uno de los operadores los lleva a la zona de reposo.

5.3.1.7 Zona de Reposo.

En la zona de reposo los panes son dejados reposar por un lapso de 24 horas, con el fin de que alcancen sus condiciones ideales y que, más adelante en el proceso, al rebanarlos y desconcharlos, no se deshagan. La capacidad del cuarto de reposo en cuanto al pan blanco cuadrado de 650gr es de 780Kg. Al salir de esta zona éste pasará por el área de desconchado.



Ilustración 5: Proceso de horneado.
Elaboración: Propia.

5.3.1.8 Zona de Desconchado.

En ésta área el operador a cargo colocará el carrito frente al área de trabajo e introducirá los panes uno a uno en la desconchadora. Esta máquina presenta la condición de que, los panes son desconchados por unas bandas giratorias sólo por dos de sus cuatro lados, por lo que deben ser introducidos nuevamente en la máquina para desconchar los dos lados restantes. En esta área trabajan dos operadores en conjunto, el primero realiza la actividad previamente descrita, mientras que el segundo, se sitúa al final de la máquina y recibirá los panes a la salida de la actividad. De ser necesario que sean desconchados nuevamente, moviliza los panes al primer trabajador, en caso contrario, los sitúa en el inicio de la máquina rebanadora.

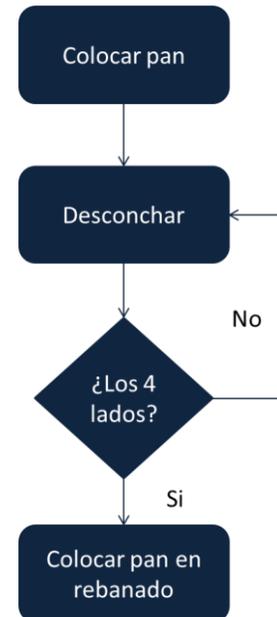


Ilustración 6: Proceso de desconchado.
Elaboración: Propia.

5.3.1.9 Zona de Rebanado.

En esta zona los panes vienen de la desconchadora y son ingresados en la máquina, la cual consta de una cinta transportadora que trabaja a una velocidad constante, e introducirá los panes en un sistema de cuchillas donde serán rebanados en partes iguales. Aquí trabaja un operador, encargado de introducir una cantidad de panes y recibirlos a la salida del proceso, evaluando que hayan sido seccionados de forma correcta. Enseguida que los panes culminan el proceso de rebanado, pasarán a la zona de empaque y etiquetado.



Ilustración 7: Proceso de rebanado.
Elaboración: Propia.

5.3.1.10 Zona de Empaquetado y Etiquetado.

Un trabajador, al recibir los panes rebanados en cestas procederá a empaquetarlos en las bolsas identificadas con: el nombre de la empresa, información nutricional, los ingredientes del producto, etc. El encargado desliza el pan a través de la bolsa y se encargará de sellarla con el precinto correspondiente, para luego colocar el paquete en una cinta transportadora donde se le colocará el precio estipulado y la fecha de expedición.



Ilustración 8: Proceso de empaquetado.
Elaboración: Propia.

5.3.1.11 Fijación de precios y fecha de expedición.

Cuando la bolsa de pan se desliza por la cinta transportadora, pasará por un láser que imprimirá la fecha de expedición del producto y el precio estipulado por la empresa, para luego caer en una cesta de recolección de producto terminado, para que un trabajador se encargue de su posterior almacenamiento en la zona de despacho.



Ilustración 9: Proceso de fijado de precio.
Elaboración: Propia.

5.3.1.12 Almacenamiento y despacho:

La logística de Panificadora Los Mil y un Pan es producir el pan por órdenes y despacharlas según estén completas, por lo que una vez almacenada la cantidad requerida, y en caso de que los camiones de despacho se encuentren en el almacén, se procederá a cargarlos con la orden solicitada y culminar el proceso.

CAPÍTULO VI

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

El presente T.E.G. está enfocado a la presentación de pan cuadrado blanco de 650gr, a continuación se describe el desempeño de la situación actual.

6.1 Desempeño actual de la planta.

Para reflejar el desempeño actual de la panificadora se describe lo siguiente:

- Horario/Jornada laboral.

Jornada Laboral	Horario	Descanso diario
Lunes a Viernes	7 a.m. – 4 p.m.	1 hora de descanso

Tabla 6: Horario y Jornada laboral. Elaboración: Propia.

- Porcentaje de ventas para Enero – Agosto 2016.

Material	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Juli o	Agosto	Acumulado
Pan blanco sin concha 650gr	48.6%	41.7%	35.4%	37.5%	27.9%	26.7%	34.6%	30.2%	36.1%
Pan blanco 1200gr	13.6%	9.9%	7.4%	11.6%	5.7%	11.6%	12.4%	12.9%	10.8%
Alimento para animales	9.8%	11.1%	10.2%	7.8%	11.3%	9.0%	9.4%	13.0%	10.2%
Pan Hamburguesa 12u	5.6%	7.8%	9.6%	8.1%	8.8%	7.3%	6.0%	6.5%	7.4%
Pan perro caliente 60u	5.1%	7.4%	7.6%	8.0%	6.7%	8.3%	6.1%	3.7%	6.6%
Pan molido 300gr	4.4%	3.2%	2.2%	4.1%	4.0%	3.6%	2.4%	2.8%	3.3%
Pan perro caliente 8u	3.1%	3.7%	3.9%	4.7%	7.8%	6.6%	8.0%	9.1%	5.7%
Pan perro Jumbo 10u	2.4%	3.6%	4.3%	3.9%	5.3%	5.0%	3.4%	2.5%	3.7%
Pan hamburguesa 8u	1.4%	3.4%	3.8%	2.0%	3.5%	1.8%	2.2%	3.0%	2.6%
Pan integral 500gr	1.4%	1.3%	2.8%	3.1%	4.5%	5.2%	5.5%	3.6%	3.2%
Pan croissant 12u	1.2%	1.9%	2.2%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%
Pan blanco 500gr	1.1%	1.7%	6.3%	4.8%	11.6%	10.9%	7.2%	6.7%	5.8%
Pan integral 1200gr	1.0%	1.1%	1.0%	0.7%	0.8%	2.1%	1.1%	1.0%	1.1%
Pan perro caliente 20u	0.9%	1.6%	2.1%	1.9%	1.6%	2.0%	1.1%	1.7%	1.6%
Pan croissant 6u	0.5%	0.5%	1.0%	1.4%	0.6%	0.0%	0.5%	3.3%	1.1%

Tabla 7: Porcentaje de ventas por artículo por mes, a lo largo del año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.

En la tabla 7 se evidencia el porcentaje de ventas representado por artículo mensualmente. Los cuatro artículos más demandados para la empresa son: el pan blanco cuadrado de 650gr, el pan cuadrado de 1.200gr, alimento para animales y el pan de hamburguesa de 12 unidades. En esta tabla es evidente observar que el pan blanco cuadrado sin concha de 650gr representa el 36,1% de todas las ventas de la empresa, con una diferencia notable respecto al segundo artículo más vendido, el pan blanco de 1.200gr representando un 10,8% de las ventas, seguido del alimento para animales y el pan de hamburguesa de 12 unidades, que representan un 10,2% y un 7,4% respectivamente. Esto evidencia que el resto de los artículos representan el 35,50% de las unidades vendidas en dicho período, siendo éstos un total de once (11) SKU (ver anexos 4 y 5).

- Porcentaje de utilidades netas

Material	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Juli o	Agosto	Acumulad o
Pan blanco sin concha 650gr	50,2%	39,9%	45,3%	49,8 %	32,2%	19,3%	5,4%	33,4%	29,9%
Pan blanco 1200gr	17,4%	11,4%	6,9%	10,4 %	7,3%	8,4%	19,4%	16,2%	11,2%
Alimento para animales	0,3%	0,4%	0,6%	0,4%	0,4%	0,2%	0,5%	1,5%	0,5%
Pan Hamburguesa 12u	5,7%	9,5%	9,8%	7,5%	5,6%	3,6%	8,4%	8,9%	6,5%
Pan perro caliente 60u	16,6%	24,5%	16,7%	15,7 %	27,0%	18,9%	33,7%	12,4%	20,4%
Pan molido 300gr	1,4%	1,0%	0,4%	1,2%	0,8%	0,4%	0,7%	0,9%	0,7%
Pan perro caliente 8u	1,3%	1,5%	2,0%	2,2%	4,8%	2,3%	6,8%	6,5%	3,4%
Pan perro Jumbo 10u	2,9%	5,0%	4,3%	3,5%	6,6%	3,7%	6,0%	3,7%	4,4%
Pan hamburguesa 8u	0,4%	1,2%	2,1%	0,9%	1,1%	0,4%	1,5%	2,0%	1,1%
Pan integral 500gr	0,8%	1,0%	2,8%	2,8%	4,1%	2,5%	5,3%	2,8%	2,9%
Pan croissant 12u	0,7%	1,3%	1,9%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%
Pan blanco 500gr	-0,1%	0,3%	2,9%	2,0%	6,7%	36,8%	6,7%	4,2%	14,6%
Pan integral 1200gr	1,6%	1,6%	2,1%	1,3%	1,4%	2,3%	3,4%	1,5%	2,0%
Pan perro caliente 20u	0,5%	1,2%	1,5%	1,2%	1,5%	1,2%	1,5%	2,3%	1,4%
Pan croissant 6u	0,1%	0,2%	0,6%	0,8%	0,4%	0,0%	0,7%	3,7%	0,7%

Tabla 8: Porcentaje de utilidades mensuales generadas por cada artículo a lo largo del año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.

En la tabla 8 se presenta el porcentaje de ingresos de cada uno de los artículos respecto al total generado en el año hasta el mes de Agosto. Cabe destacar, que aunque el pan blanco de 1.200gr, el alimento para animales y el pan de hamburguesa de 12 unidades son los tres artículos

más vendidos, los últimos dos no representan ganancias significativas, y el pan blanco de 1.200gr representa sólo un 11,2% de las mismas, siendo inclusive las ganancias generadas por el alimento para animales menores al 1% del total generado por todos los artículos.

Es de importancia resaltar que, después del pan blanco cuadrado de 650gr, los siguientes dos artículos que generan mayor ganancia para la empresa son el pan de perro caliente de 60 unidades y el pan blanco de 500gr, que aunque estos representan sólo un 6,6% y un 3,2% respectivamente de las unidades vendidas totales, representan un 20,4% y un 14,6% de las ganancias generadas por la empresa en lo que va de año (ver anexos 6 y 7).

- Diagrama de Pareto

Se evidencia el principio de Pareto 80-20, en donde aproximadamente el 20% de los datos representan aproximadamente el 80% de utilidades generadas por la empresa, siendo estos artículos el pan blanco sin concha de 650gr, el pan de perro caliente de 60 unidades, el pan blanco de 500gr y el pan blanco de 1.200 gr, mientras que aproximadamente el 80% restante de los artículos producidos por la empresa representan aproximadamente el 20% de los ingresos generados (ver anexos 8 y 9).

Esto sugiere que, aunque algunos artículos no sean los más demandados en la empresa, por su precio representan ganancias significativas para esta, así como existen otros artículos cuya demanda y aporte en utilidades es sumamente baja, como el pan de hamburguesa de 8 unidades, el pan croissant de 6 unidades, el pan de perro caliente de 20 unidades, entre otros. Estos datos llevan a la empresa a evaluar la producción de dichos artículos, que requieren de tiempo, materia prima y recursos para su producción, cuando estos pueden ser empleados para la producción de los artículos que representan un fuerte en los ingresos de la empresa.

6.2 Estudio de tiempos.

Una vez caracterizado el proceso productivo y conociendo en detalle cada una de las sub-actividades llevadas a cabo en sus etapas, y en conjunto con las herramientas de estudio, es posible identificar los puntos de deficiencias en el proceso. El levantamiento de información de los tiempos registrados fue desde el inicio del proceso productivo, para que de esta forma se pudiera documentar de manera correcta todos los pasos que se siguen en cada una de las operaciones. De igual manera se comprobó con su apoyo que existieran los insumos correspondientes para una

producción completa, de forma que el proceso no se viera interrumpido por la falta de materia prima.

Para la recolección y registro de datos se utilizó una hoja con un formato realizado mediante la herramienta “Excel” (formato reflejado en los Anexos 10, 11 y 12); que fueron tomados como referencia del libro “Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo” (Niebel, 2009); y se utilizó un cronómetro analógico para medir los tiempos de cada una de las actividades realizadas, siguiendo el método de “regresos a cero”.

Para realizar el estudio de tiempos, se seleccionó una prueba piloto con cinco muestras u observaciones de los tiempos de duración de cada una de las actividades realizadas en el proceso productivo propuesto, obteniendo la media y desviación estándar de los datos recolectados para cada actividad, y por medio de la ecuación N°5 descrita previamente en el capítulo III, fue posible calcular la cantidad de observaciones necesarias (tamaño de muestra) para cada actividad, con un error de significación variable para cada una de las actividades.

El motivo por el que haya un error de significación que varía por cada una de las actividades se debe a que hay actividades que presentan tamaños de muestra muy altos, con los cuales no es rentable llevar a cabo el estudio por razones como: la escasa materia prima que trae como consecuencia paradas no programadas que se alargan en el tiempo, los largos ciclos de trabajo en algunas de las actividades que, al tener que realizar muchas mediciones, llevaría a un uso excesivo del recurso tiempo y la exigencia prolongada a la cual se sometería a los trabajadores que nos prestan apoyo en el estudio. Por estas razones se fue variando el error de significación por actividad, con el fin de que los tamaños de muestra fueran relativamente razonables y que se encontraran alrededor de 30 muestras. Estos valores se presentan en el Anexo 55, en segundos.

Con la recolección de muestras realizada (se realizaron 30 muestras mínimo por actividad) se prosigió a calcular el coeficiente de variación de los datos siguiendo la expresión:

$$\text{Coeficiente de variación} = \frac{\text{Desviación Estandar}}{\text{Media}}$$

Ecuación 10. *Coeficiente de variación para el estudio de tiempos.*

A través del coeficiente de variación se concluye que las muestras fueron tomadas de manera correcta ya que la dispersión de los datos es pequeña, esto se puede apreciar en los coeficientes de variabilidad, los cuales se encuentran por debajo del 20% (ver anexo 56).

Una vez realizado el estudio de tiempo, fue posible determinar el tiempo normal de cada actividad, y a través del uso del sistema Westinghouse y las tablas de suplementos, como se explicó anteriormente, se calculó el tiempo estándar para cada una de ellas. Esto se realiza ya que por ley, los trabajadores tienen derecho a descansos, a su tiempo de almuerzo y a realizar otro tipo de actividades fisiológicas que demande el cuerpo humano. Además los trabajadores están expuestos a distracciones, posturas inadecuadas en el trabajo que estén realizando y distintas temperaturas, por lo que es de suma importancia la consideración de los suplementos y holguras.

Se presenta el tiempo estándar obtenido para cada una de las actividades del proceso productivo con sus respectivas unidades y se muestran dichos tiempos llevados todos a una misma unidad (ver anexo 57).

6.3 Capacidad Efectiva.

En la situación actual es importante resaltar la capacidad efectiva de la Panificadora Los Mil y Un Pan en términos de pan cuadrado blanco de 650gr, de manera de conocer cuánto de este artículo se puede producir bajo los parámetros actuales de la planta, al ritmo actual de los operarios y bajo las capacidades que son manejadas a lo largo de la línea de producción en cada uno de los procesos. La capacidad efectiva es comúnmente expresada en base anual, es por esta razón que se expresa en Kg por año y se tomará como referencia el estudio de tiempos anteriormente expuesto, así como los tiempos estándar de los transportes, que fueron tomados como procesos individuales y no parten de alguno subsecuente.

No fue así para las actividades en que la variación era despreciable; por ejemplo el horneado, cuyo tiempo es constante, por ser de 60 minutos de acuerdo a las especificaciones de cocción en la receta de pan cuadrado. En este caso para hallar un tiempo estándar que incluyera ambos tipos de actividades (variables y constantes) se sumó a los tiempos estándar mostrados anteriormente en la tabla del Anexo 57, los tiempos constantes según el proceso al que pertenecieran. Los tiempos constantes se pueden apreciar en el Anexo 58.

Actividad	Tiempo estándar Seg/90kg
Mezcla	159,84
Amasado	1.336,72
Transporte	6,33
Picar masa	1.430,74
Cinta transportadora	1.246,15
Moldear	1.626,74
Transporte a cámara	53,39
Cámara de Fermentación	5.400,00
Transporte fermentado – horno	80,16
Horno	5.768,84
Transporte horno – reposo	37,35
Reposo	86.400,00
Transporte reposo – desconchado	50,14
Desconchado	2.393,11
Transporte desconchado – rebanado	438,26
Rebanado	2.501,79
Empaquetado	3.747,94
Transporte a despacho	83,43

Tabla 9. *Tiempos estándar totales por actividad. Elaboración: Propia.*

Así se prosiguió a identificar el cuello de botella, que por definición es la actividad que requiere mayor tiempo. Observando la tabla anteriormente expuesta se puede identificar que el cuello de botella se encuentra en el cuarto de reposo, debido a que éste presenta el mayor tiempo estándar con un total de 86400 segundos/90 Kg. El cuarto de reposo tiene capacidad de alojar 780 kilogramos de pan cuadrado blanco de 650gr, por lo que realmente el tiempo estándar hay que expresarlo basado en 780kg, con lo que se tendría un resultado de 86400 segundos/780Kg. El tiempo no varía debido a que está relacionado directamente con la receta, por lo que al variar la cantidad de unidades de pan, de igual manera estos deben de reposar 86400 segundos.

Se prosiguió a calcular la capacidad efectiva de la planta. La identificación del cuello de botella es esencial para el cálculo de ésta, debido a que es el inverso del tiempo estándar de la actividad de mayor duración. Antes de llevar a cabo el cálculo es importante resaltar una serie de datos que fueron consultados por medio de una entrevista no estructurada a la administradora de la empresa, donde se obtuvo información sobre la jornada laboral, los descansos, paradas programadas, días hábiles de vacaciones al año y feriados.

La finalidad de esto fue llegar al tiempo efectivo en que la planta está operativa anualmente. De acuerdo a los datos recolectados en la tabla del Anexo 59 y conociendo el tiempo estándar del

proceso de reposo, se prosigió al cálculo de la capacidad efectiva de la planta con respecto al pan cuadrado blanco de 650gr, dando como resultado que al año se es capaz de producir, nominalmente, 63.700Kg de este artículo. El cálculo se expresa a continuación:

$$\frac{86400 \text{ seg}}{780 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ semana}}{5 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ año}}{49 \text{ semanas}} = \left(\frac{1,5698 \times 10^{-5} \text{ año}}{\text{kg}} \right)^{-1} = \frac{63.700 \text{ kg}}{\text{año}}$$

Ecuación 111. Capacidad efectiva de la planta con un horno al año.

6.4 Identificación y análisis de problemas que afectan el proceso productivo del Pan Cuadrado.

A partir de los datos recolectados en el estudio de tiempos y su posterior análisis con las herramientas de estudio se observó deficiencias en las actividades del proceso productivo y se identificaron oportunidades de mejora para aumentar el rendimiento de la línea de producción. Con la aplicación de las herramientas y metodologías de estudio se analizó la situación actual de la línea de producción, identificando diversos problemas con causas relacionadas a operaciones, flujo de materiales, maquinaria, recursos y personal.

A continuación, se discutirán los problemas y sus causas encontradas durante la investigación, presentados en los procesos involucrados en la producción del Pan Blanco Cuadrado de 650gr:

6.4.1 Operaciones

6.4.1.1 Cola de espera antes de la cámara de fermentación:

Una vez que la masa es separada en unidades de 650gr y colocadas en moldes, son trasladadas en carros transportadores hasta la cámara de fermentación, pero estas unidades no entran aquí hasta que el horno de cocción esté disponible, por lo que se genera un retraso en el proceso de producción.

6.4.1.2 Cola de espera después de la cámara de fermentación:

Una vez fermentadas las unidades de pan, son trasladadas al horno de cocción, pero si el mismo está ocupado, se genera una cola a la salida de la cámara, la cual podría tener un efecto negativo en el proceso, debido a que los panes una vez fermentados, no deben esperar mucho tiempo para ser horneados ya que de ser así, podrían perder sus características, ocasionando que se dañen y se deseche el lote de panes. Por esta razón es más común que se genere la cola antes de la cámara de fermentación.

6.4.1.3 Cola de espera para el desconchado:

Cuando los panes son retirados del horno, estos deben reposar por un período de 24 horas antes de continuar con el proceso productivo, de forma que estos lleguen a sus condiciones ideales respecto a su consistencia para continuar con el proceso. Transcurridas las 24 horas, los panes pasan al área de desconchado. En esta área se cuenta sólo con una máquina desconchadora, por lo que gran parte de los panes producidos el día anterior recaen sobre este proceso. Además la máquina desconchadora cuenta con una condición de que sólo desconcha los panes por dos lados a la vez, como fue explicado en la caracterización de la actividad de desconchado, esto retrasa el proceso productivo y genera una cola de espera.

6.4.1.4 Cola de espera para el rebanado:

Una vez que los panes son desconchados pasan a la única máquina de rebanado que hay, dicha máquina por su condición, posee una cinta transportadora que pasará los panes a través de las cuchillas rebanadoras, esta cinta transportadora se mueve de forma muy lenta, ocasionando una cola en los panes que esperan ser rebanados.

6.4.1.5 Cola de espera para el etiquetado:

Este proceso es semi-manual, se cuenta con un trabajador encargado de introducir los panes dentro de su bolsa correspondiente, apoyándose con un dispositivo que facilita el trabajo de sujetar la bolsa con la apertura adecuada para que los panes ingresen correctamente en ella. Se genera un retraso ya que sólo se cuenta con un trabajador y un dispositivo para poder empaquetar, aumentando el retraso en el proceso productivo.

Cabe destacar que por los últimos dos procesos mencionados, pasan todas las presentaciones de pan cuadrado de la empresa, y sólo se cuenta con una máquina para cada proceso, por lo que la producción del pan blanco cuadrado de 650gr también se ve afectado por la producción de otros formatos de panes cuadrados, ya que todos deben pasar por este proceso.

6.4.2 Flujo de material

Una vez reposado 24 horas todos los panes, estos pasan al área de desconchado, rebanado o empaquetado bien sea el caso, en ésta área salen todos los panes producidos el día anterior en sus distintas presentaciones, y por falta de organización en la empresa, estos salen sin un orden específico, por lo que ocurre un choque en el flujo de panes. Además, al llegar a la

rebanadora, los distintos tipos de presentación de pan cuadrado se cruzan aquí por tener como recurso sólo una máquina.

6.4.3 Maquinaria o recursos:

El siguiente problema observado es la capacidad de algunos recursos en el proceso productivo, bien es el caso de la capacidad de la cámara de fermentado. La capacidad de esta cámara es muy amplia y superior a la capacidad de cualquier otra máquina, por lo que permite fermentar gran cantidad de panes al mismo tiempo, el problema ocurre respecto a la capacidad del horno de cocción, siendo inferior a la capacidad de la cámara de fermentación, por lo que la capacidad de dicha cámara no se aprovecha al máximo para no producir cola antes del horno de cocción.

A su vez surge una oportunidad de mejora con los carros transportadores, su capacidad es de 78kg de masa y los lotes de masa producidos son de 90kg, por lo que un lote completo no entra en un solo carro transportador, es por esto que es necesario utilizar dos de ellos, aumentando: el tiempo de la actividad, los recursos utilizados y el desgaste físico de los trabajadores. Actualmente los trabajadores distribuyen el lote de forma equitativa en dos carros, 45kg de masa respectivamente por cada carro, por lo que resta un 35% de la capacidad de cada carro que queda sin ser utilizada.

A través de las visitas realizadas a la planta se pudo observar que la misma cuenta con otra máquina amasadora, con igual capacidad de 90kg por lote, pero esta se encuentra fuera de utilización por fallas en sus componentes. La ausencia de esta amasadora origina que todos los tipos de panes deban mezclarse y amasarse en la misma máquina amasadora. De estar operativas las dos máquinas, la producción de dos distintas presentaciones de pan pueden llevarse a cabo simultáneamente, sin retrasar el proceso productivo.

6.4.4 Personal

A través de visitas, por medio de las observaciones directas y entrevistas no estructuradas en la planta, se encontraron diversas causas por las cuales se pueda generar un bajo desempeño por parte del personal operativo en la planta. Los puestos de trabajo del personal trabajador no cuentan con un diseño adecuado y trabajan bajo condiciones disergonómicas, ellos trabajan de pie la jornada productiva de 8 horas diarias, lo que genera fatiga y cansancio hasta en el trabajador más fuerte y capacitado. Las condiciones en el área del horno no son las adecuadas; al contar con

dos hornos industriales la temperatura en esta área es muy elevada, lo que incomoda y dificulta el trabajo del personal asignado a la misma.

Además, las condiciones de higiene y seguridad laboral no son las indicadas. Por tratarse de una empresa manufacturera de alimentos existe la presencia de alimañas y estas no son controladas, además no se cuenta con la correcta limpieza de las áreas de trabajo. Por otro lado, la empresa no cuenta con evaluaciones ni desempeño del personal, originando la falta de indicadores de gestión que permitan evaluar el desempeño de cada uno, pudiendo aprovechar esta ocasión para generar políticas de compensación y otorgar premios y certificados por desempeño, aumentando la motivación y el interés del personal.

Una vez identificados los defectos que influyen en el proceso productivo así como las causas principales y secundarias que los originan, se describen de forma resumida través del uso del diagrama de Causa-Efecto:

CAPÍTULO VII

PROPUESTAS DE MEJORA

7.1 Modelo de simulación

7.1.1 Distribuciones de tiempos

Para la construcción del modelo de simulación es necesario conocer cómo es el comportamiento de la distribución estadística de los tiempos en cada una de las etapas del proceso. Como se evidencia en el estudio de tiempos realizado, las actividades son de tiempo variable y dependen de las acciones realizadas por los trabajadores.

Para conocer el comportamiento de los tiempos estudiados en cada una de las etapas se utilizó la herramienta del software de simulación Arena llamada "Input Analyzer". Al introducir los datos de tiempos recolectados, es posible conocer la distribución de cada actividad, en el Anexo 60 se muestra una tabla con la distribución obtenida para cada una, y desde el Anexo 61 hasta el Anexo 85, se evidencia la información detallada por el programa.

7.1.2 Determinación del número de replicaciones

Para representar de manera adecuada el modelo de simulación, se calculó el número de replicaciones necesarias con la ecuación N°8 utilizando los valores obtenidos a partir de 7 replicaciones de muestras. Tomando como referencia n' el número de replicaciones de muestra realizadas y X los valores promedios de los tiempos registrados en cada replicación por actividad, se obtiene el número de replicaciones para cada una, ver Anexo 106.

A partir de los resultados correspondientes al número de replicaciones, la actividad que presenta mayor número de réplicas es "introducir la masa en la máquina amasadora" en el área de picado, con 9 replicaciones. Siendo esta la actividad con mayor cantidad de réplicas, es la que determinará que el modelo debe correrse basado en 9 replicaciones.

7.1.3 Validación del modelo

De forma de validar el modelo se realizaron varias corridas piloto inicialmente con la producción de un lote (90kg), garantizando que de él, salieran las 138 unidades de pan correspondiente. Posteriormente comprobando la producción de 6 lotes (lo que se ajusta a la realidad y situación actual basada en entrevistas no estructuradas) y 8 lotes referidos a las propuestas de mejora planteadas.

Al no poseer valores de producción por faltas de indicadores de la empresa, el modelo no se puede validar por producción de unidades, por lo que se validó tanto, comparando los tiempos obtenidos por actividad en cada replicación con los tiempos registrados en el estudio, así como por el recorrido de las entidades en el modelo, garantizando que las mismas se separen y unan como es debido, y salgan del modelo las unidades de pan correspondientes al lote evaluado. Desde el Anexo 107 al Anexo 130, se encuentra de forma detallada la validación del modelo.

7.1.4 Situación Actual:

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de la simulación, basada en la situación actual de la planta, produciendo 6 lotes de 90kg al día, con los recursos disponibles en la línea y los tiempos registrados en el estudio realizado. Para el estudio de la situación actual se tomó como enfoque los problemas descritos en el diagrama de Ishikawa, analizando tiempos de espera en la línea, el porcentaje de utilización de los recursos y los desperdicios generados. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tiempos de espera (min)	
Zona	Situación actual
Fermentado	66,61
Horno	15,65
Reposo	-
Desconchado	162,59
Rebanado	790,82
Empaquetado	23,51
Etiquetado	58,13

Tabla 10: *Tiempos de espera. Situación actual. Elaboración: Propia.*

Con los tiempos de espera analizados para cada causa en el diagrama de Ishikawa, se determina que la actividad que presenta mayor tiempo de cola acumulado en el año es la actividad de “rebanado”, por lo que se consideraría como cuello de botella de la línea. Contrastando con el cálculo teórico, realizado en el estudio de tiempos (que arrojó como resultado que el cuello de botella es el cuarto de reposo), se evidencia claramente una diferencia entre ambos estudios.

Esto es debido a que en el cálculo teórico se toma como cuello de botella aquella actividad con mayor tiempo estándar, y no se consideran las fallas en las máquinas, la disponibilidad de los recursos, ni los horarios de trabajo en la planta. Además, el tiempo de cola en la actividad de rebanado se debe a que está disponible en la línea sólo cuatro horas del día, el restante de las horas está destinada al procesamiento de los demás panes cuadrados producidos en la planta.

La segunda actividad con mayor tiempo de cola es la actividad de desconchado, esto debido a que la máquina presenta gran cantidad de paradas por cambios de cuchilla al día, pero al contrario de la actividad de rebanado, la desconchadora está disponible para la línea las 8 horas laborales del día.

A continuación se presentan la utilización de los recursos disponibles en la planta para la situación actual:

% Utilización		
Zona	Recurso	Situación actual
Fermentado	Fermentadora	20%
Horno	Horno 1	37%
Horno	Operador 1	10%
Horno	Operador 2	10%
Horno	Operador 3	10%
Reposo	Cámara reposo	15%
Desconchado	Operador D.1	7%
Desconchado	Operador D.2	7%
Desconchado	Desconchadora	28%
Rebanado	Operador R.1	11%
Rebanado	Rebanadora	30%
Empaquetado	Operador Empaquetado. 1	45%
Empaquetado	Empaquetadora	45%
Etiquetado	Etiquetadora	64%

Tabla 11: Porcentaje de utilización. Situación actual. Elaboración: Propia.

Analizando los porcentajes de utilización de los recursos, se evidencia que ninguno de ellos está sometido a una carga considerable en su puesto de trabajo, debido a que (salvo el horno y el desconchado) trabajan medio día en la línea. De los recursos que mayor porcentaje presentan se tiene: la etiquetadora (64%), la empaquetadora (45%), la rebanadora (30%), la desconchadora (28%) y el horno de cocción (37%).

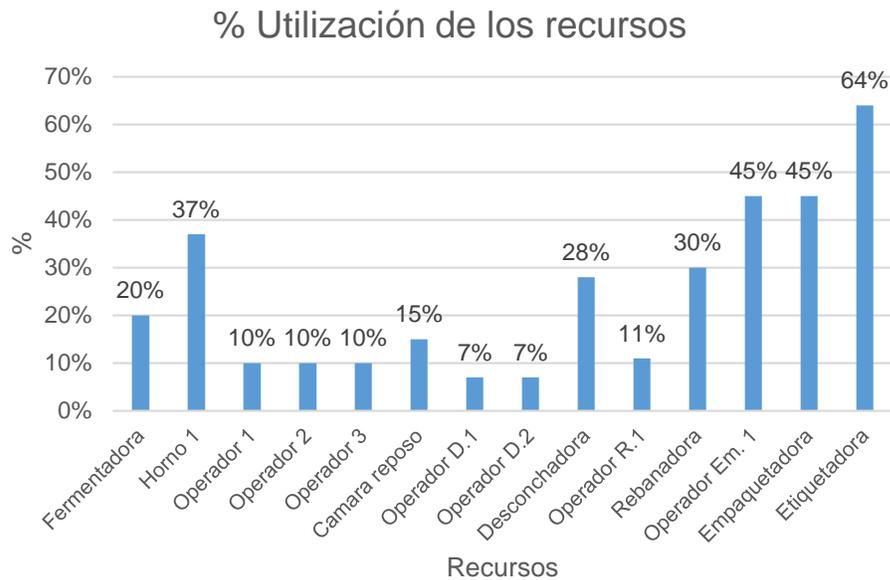


Ilustración 11: Porcentaje de utilización de recursos. Situación actual. Elaboración: Propia.

Se presenta además el estimado de la cantidad de desperdicios en la línea a lo largo de un año:

Total de Desperdicios Anuales (unidades)		
Zona	Situación actual	% de Desperdición
Embolado	1.031	2%
Horno	37.432	86%
Desconchado	3.810	9%
Rebanado	1.439	3%

Tabla 12: Desperdicios Anuales. Situación actual. Elaboración: Propia.

Desde el punto de vista de las mermas en la planta, se evidencia que existe un 86% de desperdicios al final del año en la actividad del horno (sobre el total de desperdicios presentes). Esto se debe a que cualquier cantidad de masa que al llegar al proceso encuentre el recurso ocupado y espere más 60 minutos antes de ser atendida, será desechada y utilizada para producir alimento para animales.

Seguido del horno, se encuentra un desperdicio considerable en la desconchadora, ya que esta presenta gran cantidad de fallas y paradas no planificadas por el reemplazo de sus cuchillas. Al generarse esta falla las unidades de pan que estén siendo procesadas sufren daños considerables y deben desecharse. Esta es una falla recurrente en la máquina, y por entrevistas no estructuradas con el supervisor y la directiva de la planta se conoce que ésta se ha modificado

y reparado gran cantidad de veces, volviendo a incurrir nuevamente en la falla. Por lo que es de gran interés para la directiva la adquisición de una máquina nueva.

Propuesta N°1 – Acondicionar el cuarto de reposo

Se conoce por investigación, que existe una planta manufacturera de pan ubicada en Guarenas que cuenta con una torre de enfriamiento capaz de reposar el pan en un tiempo de 4 horas. Por lo que **se propone acondicionar el cuarto de reposo de la empresa con una tecnología similar, con el fin de realizar el reposo de las unidades de pan en un menor tiempo.**

Simulando la propuesta de que la cámara de reposo es capaz de procesar los lotes de pan en un tiempo de 4 horas, se obtienen los siguientes resultados:

Tiempos de espera (min)			
Zona	Situación actual	Propuesta 1	% Disminución
Fermentado	66,61	65,66	1%
Horno	15,65	21,71	0%
Reposo	-	-	0%
Desconchado	162,59	136,42	16%
Rebanado	790,82	150,50	81%
Empaquetado	23,51	6,67	72%
Etiquetado	58,13	49,01	16%

Tabla 13: Tiempos de espera. Propuesta N°1. Elaboración: Propia.

Contrastando los tiempos de espera según los resultados obtenidos se observa una mejora del 81% en la actividad de rebanado, esto debido a que en la situación actual, el rebanado debe procesar todos los panes producidos el día anterior, en las 4 horas en las que se presenta disponible para la línea, mientras que la desconchadora cuenta con las 8 horas laborales para procesar dicha cantidad.

Al acondicionar el cuarto de reposo a 4 horas, estarán saliendo del mismo, los lotes de pan homeados en un promedio de 2 horas, dándole tiempo a la rebanadora de seccionar todos los panes provenientes de la desconchadora, sin originar un tiempo de espera elevado inclusive si esta llegase a pararse por cambio de cuchillas, lo mismo sucede con la actividad de empaquetado que presenta un porcentaje de mejora de un 72%.

Se presentan los resultados correspondientes al porcentaje de utilización de los recursos:

% Utilización				
Zona	Recurso	Situación actual	Propuesta 1	% Disminución
Fermentado	Fermentadora	20%	19%	1%
Horno	Horno 1	37%	35%	2%
Horno	Operador 1	10%	10%	0%
Horno	Operador 2	10%	9%	1%
Horno	Operador 3	10%	10%	0%
Reposo	Cámara reposo	15%	2%	13%
Desconchado	Operador D.1	7%	7%	0%
Desconchado	Operador D.2	7%	7%	0%
Desconchado	Desconchadora	28%	27%	1%
Rebanado	Operador R.1	11%	11%	0%
Rebanado	Rebanadora	30%	29%	1%
Empaquetado	Operador Em. 1	45%	43%	2%
Empaquetado	Empaquetadora	45%	43%	2%
Etiquetado	Etiquetadora	64%	62%	2%

Tabla 14: Porcentaje de utilización. Propuesta N°1. Elaboración: Propia

Se evidencia una disminución del porcentaje de utilización de la cámara de reposo, ya que al procesar los lotes de pan de forma más rápida, se genera mayor espacio que puede ser utilizado para procesar más cantidades de pan al día.

A continuación el porcentaje de desperdicios de la planta para la propuesta:

Desperdicios (unidades)			
Zona	Situación actual	Propuesta 1	% Disminución
Embolado	1.031	997	3%
Horno	37.432	37.967	0%
Desconchado	3.810	3.471	9%
Rebanado	1.439	1.045	27%

Tabla 15: Desperdicios. Propuesta N°1. Elaboración: Propia

Se observa una disminución en el desperdicio de la actividad de rebanado, ya que al no recibir todas las cantidades de pan producidas al día anterior, si no de forma esporádica, se reduce la cantidad de panes que quedan sin procesar y que posteriormente son transformadas en alimento para animales.

La complejidad de esta propuesta es el espacio físico en la planta, el tamaño del cuarto no es lo suficientemente grande para colocar una torre de enfriamiento de pan, por lo que se deberá conseguir un proveedor que fabrique la torre a la medida del cuarto. Además la empresa se encuentra en la planta baja de un edificio, y en el piso consiguiente se encuentran oficinas que no están relacionadas con la planta. A esto sumado que se debe realizar un estudio de las condiciones

ambientales que presenta el cuarto, así como aquellas que debe tener la torre de enfriamiento para procesar la cantidad de pan que le llegue.

Además por medio de la investigación se obtuvo que *no existen proveedores nacionales de torres de enfriamiento para pan*, por lo que debe contactarse a proveedores internacionales, y en caso de adquirirla, correr con los gastos de importación, traslado e instalación en la planta.

Propuesta N° 2 – Adquisición de una nueva máquina desconchadora

Se conoce que la actual máquina desconchadora presenta gran cantidad de paradas no planificadas al día por el cambio de cuchillas, y esta se ha tratado de reparar en diversas ocasiones sin tener éxito. Por lo que la directiva planteó la adquisición de una nueva máquina desconchadora, que no presente fallas y apoye a la actual máquina. Al correr el modelo con una segunda máquina se obtienen los siguientes resultados:

Tiempos de espera (min)			
Zona	Situación actual	Propuesta 2	% Disminución
Fermentado	66,61	63,66	4%
Horno	15,65	21,82	0%
Reposo	0	0	0%
Desconchado	162,59	49,4	70%
Rebanado	790,82	889,71	0%
Empaquetado	23,51	29,53	0%
Etiquetado	58,13	51,82	11%

Tabla 16: Tiempo de espera. Propuesta N°2. Elaboración: Propia.

Al adquirir una nueva máquina desconchadora se evidencia una reducción de un 70 % de la cola de esta actividad, debido a que se cuenta con una nueva máquina que no presenta paradas no planificadas constantes por cambio de sus cuchillas, sin embargo se evidencia que el tiempo de cola del rebanado aumenta, ya que ahora llega mayor cantidad de pan para ser procesadas a esta área, debido a que en el desconchado se procesaran más rápido.

A continuación se muestra el porcentaje de utilización de los recursos para la propuesta:

% Utilización				
Zona	Recurso	Situación actual	Propuesta 2	% Disminución
Fermentado	Fermentadora	20%	19%	1%
Horno	Horno 1	37%	36%	1%
Horno	Operador 1	10%	10%	0%
Horno	Operador 2	10%	9%	1%
Horno	Operador 3	10%	10%	0%
Reposo	Cámara reposo	15%	14%	1%
Desconchado	Operador D.1	7%	7%	0%
Desconchado	Operador D.2	7%	7%	0%
Desconchado	Desconchadora	28%	12%	16%
Rebanado	Operador R.1	11%	11%	0%
Rebanado	Rebanadora	30%	29%	1%
Empaquetado	Operador Em. 1	45%	44%	1%
Empaquetado	Empaquetadora	45%	44%	1%
Etiquetado	Etiquetadora	64%	62%	2%

Tabla 17: Porcentaje de utilización. Propuesta N°2. Elaboración: Propia

Se evidencia una disminución en el porcentaje de utilización de la actual máquina desconchadora en un 16%, ya que al tener una segunda máquina las unidades de pan se distribuyen entre ambas.

Se hacer referencia a continuación al desperdicio generado en la línea en un año de producción:

Desperdicios (unidades)			
Zona	Situación actual	Propuesta 2	% Disminución
Embolado	1.031	954	7%
Horno	37.432	36.831	2%
Desconchado	3.810	3.198	16%
Rebanado	1.439	1.654	0%

Tabla 18: Desperdicio. Propuesta N°2. Elaboración: Propia.

El desperdicio en la planta disminuye en un 16% debido a que las unidades al distribuirse entre ambas desconchadoras, no tienen el riesgo de quedarse atascadas cuando la primera sufra paradas no planificadas.

Para validar esta propuesta es necesario realizar el análisis desde el punto de vista económico (ver Anexo 166), en el cual la presente propuesta dio como resultado lo siguiente:

TRAM	3,99%
VPN	Bs.F. 111.874.103,63
TIR	303,88%

Tabla 19: Resultados del Análisis Económico propuesta N°2. Elaboración: Propia.

Se puede concluir que la propuesta de invertir en una máquina desconchadora es factible, ya que la Tasa Interna de Retorno es mayor que la Tasa de Retorno Atractiva Mínima que se le exige a la inversión, de acuerdo a las especificaciones de la empresa, así como el Valor Presente Neto de los flujos de caja es mayor a cero.

Propuesta N°3 – Balancear la línea de producción

Se propone balancear la línea, reduciendo la cantidad de producción de masa en la amasadora de 90kg a 78kg por lote, esto se refleja en una disminución de un 13,33% en el aprovechamiento de la amasadora, pero permite reducir mermas y aprovechar la materia prima disponible. A continuación se reflejan los tiempos de espera en las actividades analizadas:

Tiempos de espera (min)			
Zona	Situación actual	Propuesta 3	% Disminución
Fermentado	66,61	69,24	0%
Horno	15,65	20,56	0%
Reposo	0	0	0%
Desconchado	162,59	137,22	16%
Rebanado	790,82	699,44	12%
Empaquetado	23,51	18,07	23%
Etiquetado	58,13	48,32	17%

Tabla 20: Tiempos de espera. Propuesta N°3. Elaboración: Propia.

Se puede observar que no existe una disminución considerable en los tiempos de espera de los recursos.

% Utilización				
Zona	Recurso	Situación actual	Propuesta 3	% Disminución
Fermentado	Fermentadora	20%	23%	0%
Horno	Horno 1	37%	33%	4%
Horno	Operador 1	10%	9%	1%
Horno	Operador 2	10%	8%	2%
Horno	Operador 3	10%	9%	1%
Reposo	Cámara reposo	15%	13%	2%
Desconchado	Operador D.1	7%	6%	1%
Desconchado	Operador D.2	7%	6%	1%
Desconchado	Desconchadora	28%	23%	5%
Rebanado	Operador R.1	11%	10%	1%
Rebanado	Rebanadora	30%	27%	3%
Empaquetado	Operador Em. 1	45%	40%	5%
Empaquetado	Empaquetadora	45%	40%	5%
Etiquetado	Etiquetadora	64%	57%	7%

Tabla 21: Porcentaje de utilización. Propuesta N°3. Elaboración: Propia.

Se observa que al balancear la línea de producción, los porcentajes de utilización de los recursos disminuyen, sin embargo al reducir en 12kg los lotes de producción, el porcentaje que disminuye es muy pequeño, ya que pasarían solo a producir justo las cantidades necesarias.

Se presentan los desperdicios en la planta obtenidos en la simulación de la propuesta:

Desperdicios (unidades)			
Zona	Situación actual	Propuesta 3	% Disminución
Embolado	1.031	908	12%
Horno	37.432	22.357	40%
Desconchado	3.810	2.935	23%
Rebanado	1.439	1.160	19%

Tabla 22: Desperdicios. Propuesta N°3. Elaboración: Propia.

El principal beneficio de esta propuesta es la reducción de mermas, al reducir un 13,33% la utilización de la amasadora, se logra trabajar a un ritmo balanceado en la planta, trabajando a la capacidad máxima del horno y la capacidad máxima de los carros transportadores, reduciendo considerablemente los desperdicios, esto se observa en la reducción considerable de un 40% en el horno de cocción. *Esto a su vez permite tener un mejor aprovechamiento de la materia prima, que en la situación actual del país es de suma importancia.*

Propuesta N° 4 – Enfocar la producción en rubros de mayor importancia

Como fue explicado previamente en la situación actual de la empresa, el rubro de mayor importancia es el pan blanco cuadrado de 650gr, y solo el 20% de los artículos vendidos por la empresa representan el 80% de las utilidades netas de la misma, por lo que la propuesta va enfocada en la producción de aquellos rubros que generen un ingreso potencial para la empresa.

Para esto se propone enfocar la producción de los tres primeros días de la semana sólo en pan blanco cuadrado de 650gr utilizando todos los recursos disponibles en la planta, y los dos días restantes en la producción de los otros rubros de menor ganancia para la empresa. Simulando la propuesta se obtuvieron los siguientes resultados:

Tiempos de espera (min)			
Zona	Situación actual	Propuesta 4	% Disminución
Fermentado	66,61	9,07	86%
Horno	15,65	0,9	94%
Reposo	0	0	0%
Desconchado	162,59	265,86	0%
Rebanado	790,82	302	62%
Empaquetado	23,51	4,97	79%
Etiquetado	58,13	23,53	60%

Tabla 23: Tiempos de espera. Propuesta N°4. Elaboración: Propia.

Al simular la propuesta se observa que en base a la situación actual los tiempos de cola disminuyen potencialmente en las actividades que presentaban gran tiempo acumulado de colas, esto debido que ahora se cuenta con el doble de los recursos disponibles en la planta (recursos en existencia empleados para otras líneas de producción).

Se observa que los tiempos de espera entre el fermentado y el horneado disminuyen alrededor de un 90%, ya que en estos días se cuenta con el doble de la capacidad de la cámara de fermentación y con un segundo horno de cocción.

Para las áreas de rebanado, empaquetado y etiquetado se disminuye alrededor de un 66% las colas, esto debido a que se propone trabajar las 8 horas laborales completas en la producción del pan blanco cuadrado de 650gr. en vez de las 4 horas actuales de disponibilidad en la línea.

% Utilización				
Zona	Recurso	Situación actual	Propuesta 4	% Disminución
Fermentado	Fermentadora	20%	17%	0%
Horno	Horno 1	37%	32%	5%
Horno	Operador 1	10%	13%	0%
Horno	Operador 2	10%	14%	0%
Horno	Operador 3	10%	13%	0%
Reposo	Cámara reposo	15%	13%	2%
Desconchado	Operador D.1	7%	13%	0%
Desconchado	Operador D.2	7%	13%	0%
Desconchado	Desconchadora	28%	51%	0%
Rebanado	Operador R.1	11%	10%	1%
Rebanado	Rebanadora	30%	27%	3%
Empaquetado	Operador Em. 1	45%	41%	4%
Empaquetado	Empaquetadora	45%	41%	4%
Etiquetado	Etiquetadora	64%	58%	6%

Tabla 24: Porcentaje de utilización. Propuesta N°4. Elaboración: Propia.

Al aplicar la mejora, los porcentajes de utilización de los recursos disminuyen muy poco, el horno disminuye en un 5% ya que se cuenta con un segundo horno, y las actividades entre

rebanado empaquetado y etiquetado disminuyen su porcentaje debido a que se trabaja en base a 8 horas laborales. Sin embargo el porcentaje de utilización de la desconchadora aumenta casi en un 50% debido a que ahora se producirá mayor cantidad de pan blanco cuadrado de 650gr. en el día y deberá procesar todas estas unidades.

Desperdicios (unidades)			
Zona	Situación actual	Propuesta 4	% Disminución
Embolado	1.031	1.080	0%
Horno	37.432	25.225	33%
Desconchado	3.810	3.762	1%
Rebanado	1.439	877	39%

Tabla 25: Desperdicios. Propuesta N°4. Elaboración: Propia.

Se evidencia también una *reducción en los desperdicios en el área del horno*, ya que al trabajar con 2 hornos, se puede procesar mayor cantidad de pan en el área. Se observa también una *reducción de un 40% en los desperdicios en el área de rebanado* ya que trabajará en base a 8 horas diarias para la producción de dicho artículo.

Esta propuesta lleva consigo un análisis económico debido a que en ella se incluye una inversión en una segunda amasadora (por especificaciones de la empresa se desea reemplazar la amasadora que está fuera de servicio por una nueva). A continuación se presentan los resultados de dicho análisis:

TRAM	3,99%
VPN	Bs.F. 111.114.695,36
TIR	214,19%

Tabla 26: Resultados del Análisis Económico. Propuesta N°4. Elaboración: Propia.

Se puede concluir de acuerdo a estos resultados que la *Propuesta N°4 es económicamente rentable*, debido a que la Tasa interna de Retorno es mayor que la Tasa de Retorno Atractiva Mínima y el Valor Presente Neto, asociado a los flujos de caja presentados para ésta, es mayor a cero (ver Anexo 166).

Propuesta N°4 - Escenario 1

Con la implementación de la propuesta N°4 se reflejaron mejoras en la línea de producción de la planta tanto en tiempos de espera en algunas zonas y en la reducción de desperdicios, sin embargo se evidencia un incremento en el porcentaje de utilización de algunos recursos, por lo que se decidió evaluar la propuesta la adquisición de una nueva máquina desconchadora (como lo

requiere la directiva), una máquina rebanadora, una nueva máquina empaquetadora y una etiquetadora nueva. Se obtuvieron los siguientes resultados

Tiempos de espera (min)			
Zona	Situación actual	Propuesta 4 (1)	% Disminución
Fermentado	66,61	8,35	87%
Horno	15,65	0,99	94%
Reposo	0	0	0%
Desconchado	162,59	44,13	73%
Rebanado	790,82	34,81	96%
Empaquetado	23,51	0,01	100%
Etiquetado	58,13	3,5	94%

Tabla 27: Tiempos de espera. Propuesta N°4. Escenarios 1. Elaboración: Propia.

Los tiempos de espera entre el área de Fermentado y Horneado se mantienen alrededor del 90% de mejora, sin embargo con la adquisición de las nuevas máquinas, las colas presentes en el área de desconchado, rebanado, empaquetado y etiquetado disminuyen alrededor de una 90%, esto debido a que se cuentan con más recursos para la producción.

A continuación se presentan los porcentajes de utilización de los recursos según el escenario de la propuesta:

% Utilización				
Zona	Recurso	Situación actual	Propuesta 4 (1)	% Disminución
Fermentado	Fermentadora	20%	16%	0%
Horno	Horno 1	37%	30%	7%
Horno	Operador 1	10%	13%	0%
Horno	Operador 2	10%	12%	0%
Horno	Operador 3	10%	13%	0%
Reposo	Cámara reposo	15%	12%	3%
Desconchado	Operador D.1	7%	12%	0%
Desconchado	Operador D.2	7%	12%	0%
Desconchado	Desconchadora	28%	21%	7%
Rebanado	Operador R.1	11%	9%	2%
Rebanado	Rebanadora	30%	26%	4%
Empaquetado	Operador Em. 1	45%	19%	26%
Empaquetado	Empaquetadora	45%	19%	26%
Etiquetado	Etiquetadora	64%	27%	37%

Tabla 28: Porcentaje de utilización. Propuesta N°4. Escenarios 1. Elaboración: Propia.

Al adquirir nuevas maquinarias para el proceso productivo se evidencia que la utilización de la máquina desconchadora disminuye en un 7% y de la máquina rebanadora en un 4%, mientras que en el área de empaquetado el porcentaje de utilización de los recursos disminuye en un 26% y un 37% para la etiquetadora.

Desperdicios (unidades)			
Zona	Situación actual	Propuesta 4 (1)	% Disminución
Embolado	1.031	998	3%
Horno	37.432	25.098	33%
Desconchado	3.810	3.585	6%
Rebanado	1.439	851	41%

Tabla 29: Desperdicios. Propuesta N°4. Escenarios 1. Elaboración: Propia.

A continuación se presentan los resultados del análisis económico, el cual fue evaluado por los métodos del Valor Presente Neto y de la Tasa Interna de Retorno:

TRAM	3,99%
VPN	Bs.F. 101.664.695,36
TIR	49,08%

Tabla 30: Resultados de Análisis Económico. Propuesta N°4. Escenario 1. Elaboración: Propia.

Se concluye de acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla 30, que la Propuesta N°4 Escenario 1 es rentable, debido a que su Tasa interna de Retorno es mayor que la Tasa de Retorno Atractiva Mínima que se le exige, así como el Valor Presente neto es mayor a cero (ver Anexo 166).

Al evaluar el desperdicio con la propuesta se mantiene la reducción de las mermas en las actividades de horneado y rebanado, por contar con el doble de recursos para procesar las unidades. Contrastando los resultados obtenidos de las propuestas en base a las unidades de pan producidas a lo largo del año, la propuesta N°4 es la única que logra aumentar la capacidad efectiva de la planta en un 10%:

Ítem	Producción válida					
	Situación actual	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4	Propuesta 4 (1)
Producción	163.680	159.600	161.400	147.960	180.120	171.120
% Aumento	-	-	-	-	10%	5%

Tabla 31: Producción al año. Elaboración: Propia

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se logró caracterizar el proceso productivo de pan blanco cuadrado de 650gr dentro de la empresa, describiendo cada una de las etapas del proceso así como las sub-actividades realizadas en cada una. Al no contar con una estandarización de los procesos o un manual de procedimientos, los operadores realizan prácticas comunes que han copiado de personal previo o más antiguo, evidenciándose actividades que no agregan valor al proceso productivo. Esta mala práctica genera un retraso e inclusive retrabajo.
- A través de la observación directa y el estudio de tiempos, se lograron identificar las variables relacionadas a cada actividad del proceso. La identificación de dichas variables permitió realizar un mejor análisis de la situación actual de la planta, así como una mejor construcción del modelo de simulación.
- Una vez estudiada la situación actual de la planta, se lograron identificar aquellos factores que retrasan el proceso productivo a través de la construcción de un diagrama de Ishikawa y entrevistas no estructuradas al supervisor de la planta y la directiva de la empresa. Con los datos recolectados y el análisis correspondiente, se generaron propuestas de mejora para la empresa enfocadas en aumentar la producción, disminuir colas y tiempos de espera en las actividades, utilizar de manera más eficiente los recursos y las materias primas para así lograr abarcar a mayor escala la demanda presente en el mercado.
- A partir de los datos recolectados a lo largo del estudio de tiempos, entrevistas no estructuradas, observación directa, datos de fallas de las máquinas, tiempo en que los recursos están disponibles para la línea, y días en que se encuentra operativa la planta, se procedió a construir un modelo de simulación lo más apegado a la realidad. El modelo de simulación se verificó con los resultados de tiempos arrojados por el programa, comparados con el estudio de tiempo realizado. Sin embargo, para una completa validación del modelo se requiere de una data histórica de algún tipo de indicador de gestión de forma de contrastar con el modelo, sin embargo la planta no cuenta con ninguno de estos indicadores, por lo que se recomienda un levantamiento de información y un desarrollo de indicadores que permitan a lo largo del tiempo, conocer el comportamiento

de la planta, y con estos datos históricos recolectados proceder a contrastar con el modelo de simulación para validarlo.

De las cuatro propuestas evaluadas a continuación una jerarquización de las que ofrecen mayor beneficio a la empresa:

- ✓ En primer lugar (Propuesta #4): Destinar sus recursos disponibles a la planta tres (03) días a la semana las 8 horas laborales dedicadas exclusivamente a la producción de pan blanco cuadrado de 650gr, esta propuesta aumenta la capacidad de producción de la planta al año, se reducen los tiempos de espera en las actividades así como el desperdicio asociado por un mejor aprovechamiento de los recursos.
- ✓ En segundo lugar (Propuesta #3): El balancear la línea de producción de 90kg a 78kg en la amasadora, de esta forma se utiliza la capacidad total de los carros y del horno de cocción, se trabajan con tiempos de producción más balanceados y se logran reducir las mermas en el proceso productivo en más de un 40%, esto le permite a la empresa tener un mejor aprovechamiento de los recursos y de la materia prima, tema que en la actual situación país es sumamente importante que sea tomado en cuenta.
- ✓ En tercer lugar (Propuesta #2): La adquisición de una nueva máquina desconchadora, se sabe por estudios previos que ésta máquina presenta gran cantidad de paradas no planificadas al año a causa del desgaste continuo de sus cuchillas ocasionando retrasos en el proceso productivo, por lo que para la empresa es de sumo interés adquirir una nueva máquina para disminuir las paradas, disminuir los tiempos en cola de las unidades de pan y disminuir los desperdicios causados por la máquina al ocurrir sus fallas.
- ✓ En cuarto lugar (Propuesta 1): Realizar un estudio de factibilidad sobre el acondicionamiento del cuarto de reposo, ya que a través de la investigación se pudo conocer que una empresa manufacturera de los mismos alimentos, cuenta con un sistema de enfriamiento capaz de reposar los panes en 4 horas. Para esta propuesta es necesario realizar un estudio sobre las condiciones climáticas del cuarto dentro de la empresa, las condiciones que debe presentar el sistema de enfriamiento, una evaluación al espacio físico de la empresa y encontrar un proveedor internacional, así como correr con los gastos de importación e instalación. Como conclusión, la empresa llegó a la decisión de no estar interesados en esta última propuesta por la complejidad de la misma, el tiempo del estudio

que requiere y los gastos que deben correr por tener que tratar con un proveedor internacional.

- Una vez planteadas las propuestas se realizó un estudio económico de aquellas que implicaban la compra de recursos nuevos para la planta. Se evaluó la factibilidad de adquirir una nueva desconchadora, una nueva rebanadora, una nueva empaquetadora y nueva amasadora. Las propuestas sometidas a análisis económico fueron la Propuesta N°2 y la N°4 con sus dos escenarios. Se concluye que ambas propuestas son rentables desde el punto de vista económico debido a que en todos los casos la Tasa Interna de Retorno resultó mayor que la Tasa de Retorno Atractiva exigida a éstas, al igual que el Valor Presente Neto resultó ser mayor que cero.
- A través del estudio y entrevistas no estructuradas, es evidente notar la falta de datos e indicadores de gestión dentro de la empresa. La misma no cuenta con datos de productividad, datos de desperdicios en las actividades del proceso, ni datos de asistencias del personal a la planta, lo que se traduce en una falta de control y visión sobre lo que sucede en la actualidad en la empresa. A su vez, la ausencia de datos claves dificultó el estudio, especialmente para la construcción del modelo de simulación.
- Se logró el cumplimiento de los objetivos planteados, evaluando la situación actual de la empresa, identificando sus fallas y oportunidades de mejora a partir de herramientas de estudio como el diagrama de Ishikawa y diagrama de Pareto, generando propuestas de mejora y simulando las mismas para obtener resultados reales que permitan a la empresa tomar las decisiones correctas según sus objetivos. A partir de la formulación de dichas propuestas, se realizó un análisis económico de las mismas, de forma tal que la empresa pueda tomar la decisión de cual es de mayor conveniencia según sus flujos de caja.

A continuación, se muestran algunas recomendaciones para ayudar a la empresa en la toma de decisiones sobre el área de producción:

1. Realizar manuales de estandarización de procesos, de forma que quede documentado un estándar para cada actividad, evitando la realización de aquellas que no añadan valor, o aquellas que se realicen solo por costumbre. Una vez estandarizados los procesos realizar

entrenamientos con el personal, calificarlos y realizar un seguimiento al avance de los trabajadores y sus actividades según su descripción de cargo.

2. Se recomienda desarrollar indicadores de gestión, que proporcionen un seguimiento a la materia prima que llega, a las unidades producidas en cada una de las etapas del proceso, los desperdicios generados y el desempeño de cada uno de los operadores, de forma tal que se pueda llevar un control de lo que sucede dentro de la planta. Se recomienda que una vez desarrollados estos indicadores, y contando con un histórico de data recolectada, validar nuevamente la simulación del proceso, ya que, con mayor cantidad de datos, es posible determinar nuevos problemas en la planta, así como su posible solución. Como recomendación se podría llevar un indicador de productividad del proceso total, el cual se calcularía según la relación:

$$\frac{\text{Kilogramos de empaquetado}}{\text{Kilogramos de amasado}} \times 100$$

Con el cual se podría evaluar la productividad de la línea de pan blanco cuadrado de 650gr, así como de los demás artículos en las distintas líneas.

3. Planificar la ejecución de mantenimientos preventivos en las máquinas, evitando el quiebre de piezas y paradas no planificadas que detengan la producción. A su vez es recomendable la recuperación de los recursos dañados en la planta, como por ejemplo la segunda amasadora, esto disminuye el porcentaje de utilización de la actual máquina operativa, o en caso de quiebre, se cuenta con una segunda alternativa y el proceso productivo no se ve afectado. Además con dos amasadoras funcionando, se puede distribuir la producción de masa de los distintos panes con los que cuenta la empresa.
4. Planificar la producción de panes en función a aquellos artículos que son más demandados y generan mayores utilidades a la empresa, o hacer énfasis en mercadeo o estrategias de ventas en aquellos cuya demanda no es muy elevada pero aun así representan ganancias significativas. Esto debido a que se ofrecen y producen artículos que no son muy demandados para la empresa y ciertamente no generan ingresos sustanciales; la producción de dichos artículos requiere de recursos valiosos que son necesarios para la producción de aquellos artículos que sí representan un fuerte para la compañía. Es recomendable que la gerencia

tome una decisión respecto al futuro de los artículos ofrecidos, y decidan destinar sus recursos a la producción de aquellos que realmente representan el sustento de la compañía.

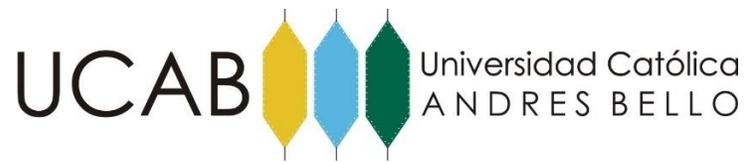
5. Implementar metodologías de mejora continua como por ejemplo el uso de tarjetas “Kanban”, en donde se aplique un sistema de información que controle la fabricación de los productos en la cantidad y tiempos necesarios en cada una de las etapas del proceso. Dicha información permite conocer a los trabajadores con que cantidad de materiales están trabajando, cuanto deben de producir y en cuanto tiempo.
6. Es recomendable mejorar las condiciones de higiene y seguridad laboral ya que se trata de una empresa manufacturera de alimentos, y la higiene es esencial en cada etapa y puesto de trabajo. Además se debe garantizar que cada trabajador utilice los equipos de apropiados en su etapa correspondiente, la utilización de guantes y gorros son necesarios en todo momento, así como el uso de guantes protectores de calor en el horno de cocción.
7. Establecer controles de calidad alrededor del proceso, garantizando la calidad del producto ofrecido al consumidor. Estos controles de calidad pueden establecerse al formarse las bolas de masa, antes de entrar al horno de cocción, después del reposo de 24 horas y justo después de que el pan sea empaquetado y enviado a la zona de despacho.
8. Generar políticas de compensación variable para los trabajadores, de esta forma, generar incentivos en el trabajo, evitando ausencias no planificadas, falta de interés o motivación en realizar sus actividades de rutina.
9. Se recomienda crear un control a la entrada y salida de la empresa, de esta forma se conoce quién entra y sale, así como la revisión de bolsos, carros y camiones a la salida, evitando el robo de producto terminado o de materia prima.
10. También se recomienda la contratación de un segundo supervisor, para abarcar mayor control en las etapas del proceso, los supervisores sirven como guía y canalización en entre la gerencia y los trabajadores, también deben propiciar los recursos correspondientes o encontrar soluciones a la hora de presentarse una falla o parada no planificada en algún proceso. Además es recomendable la contratación de un analista o planificador calificado, de forma que genere y maneje correctamente indicadores de la planta, dándole a conocer a la gerencia la eficiencia y productividad de la misma, así como acciones a tomar para alcanzar la visión de la empresa.

11. Se recomienda llevar indicadores de ausentismo laboral, por trabajador y por área, con lo cual se podrían generar estadísticas en cuanto a la falta de los operadores, con el fin de generar un control en la planta, poder establecer políticas de compensación variable a los trabajadores y finalmente, con un histórico de data válido, introducir estas variables en el modelo de simulación con el fin de obtener resultados más acertados a la realidad.
12. Se recomienda realizar un seguimiento de las paradas en la línea de producción, bien sea por la falta de materia prima, por algún quiebre o parada no planificada en la planta, caídas en el sistema eléctrico, etc., con el fin de generar en el tiempo una data, con la cual se podría sacar estadísticas, para ser introducidas en el modelo de simulación, con el fin de hacerlo aún más apegado a la realidad.
13. También se recomienda la realización de este estudio nuevamente, una vez que se estandaricen los procesos y se desarrollen indicadores de gestión, de manera tal que se controle la producción y sea posible plantear soluciones factibles en base a la producción real

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiteco, C. (Abril de 2015). *www.aiteco.com*. Obtenido de <http://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>
- Azarang, M., & García, E. (1996). *Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- Camacho, J., & Matute, V. (2013). *Diseño de un Plan de Gestión de Quirofanos, para un Proyecto de Ampliación de la Capacidad de Quirófanos en una Clínica Dispensario sin Fines de Lucro, Ubicada en Caracas*. Caracas.
- Camejo, J. (28 de Noviembre de 2012). *www.gestiopolis.com*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/indicadores-de-gestion-que-son-y-por-que-usarlos/>
- Champagnat., U. d. (10 de Julio de 2002). *Diagrama causa- efecto*. *Gestiopolis*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/diagrama-de-causa-efecto/>
- Enciclopedia Financiera. (2010). *Tasa Interna de Retorno (TIR)*. Obtenido de Enciclopedia Financiera: <http://www.encyclopediainanciera.com/finanzas-corporativas/tasa-interna-de-retorno.htm>
- Fernández, S., Aparicio, J., & Oliver, M. (2007). *Contabilidad. Introducción al análisis económico*. Obtenido de <http://www.contabilidad.tk/node/162>
- Flores, M. V. (26 de Octubre de 2010). *Definición de mejora continua*. Obtenido de <http://www.eoi.es>: <http://www.eoi.es/blogs/mariavictoriaflores/definicion-de-mejora-continua/>
- GABRIMETAL. (s.f.). *Rebanadora De Pan Sandwich Industrial De 3 Funciones*. Obtenido de [Mercadolibre.com: http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-466714109-rebanadora-de-pan-sandwich-industrial-de-3-funciones-_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-466714109-rebanadora-de-pan-sandwich-industrial-de-3-funciones-_JM)
- Hurtado, J. (2008). *www.investigacionholistica.blogspot.com*. Obtenido de <http://investigacionholistica.blogspot.com/2008/02/la-investigacin-proyectiva.html>
- Instituto Nacional de Prevención, S. y. (2009). *Anteproyecto de Norma Técnica para el Control en la Manipulación, Levantamiento y Traslado de Cargas*. Obtenido de Inpsasel: <http://www.inpsasel.gov.ve>
- kanbantool. (2009). *Metodología Kanban*. Obtenido de kanbantool.com: <http://kanbantool.com/es/metodologia-kanban>

- Lexx. (22 de Abril de 2010). <http://simuladorarena.blogspot.com/>. Obtenido de <http://simuladorarena.blogspot.com/>
- López, C. (11 de Marzo de 2001). www.gestiopolis.com. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>
- LOTTT. (2012). *De la Jornada de Trabajo*. Caracas.
- Martínez, K., Cubides, D., & Pérez, O. (7 de Julio de 2010). [wikispaces.com](https://ingenieriadeltrabajo042010.wikispaces.com/Cap%C3%ADtulo+2.+Productividad). Obtenido de <https://ingenieriadeltrabajo042010.wikispaces.com/Cap%C3%ADtulo+2.+Productividad>
- Menéndez, G. (17 de Febrero de 2014). *7 tipos de mudas*. *PrevenControl*. Obtenido de <http://prevenblog.com/las-7-mudas/>
- Minitab. (2016). *SopORTE minitab 17. Herramientas de calidad*. Obtenido de <http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/topic-library/quality-tools/quality-tools/pareto-chart-basics/>
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México D.F: McGraw-Hill.
- Pleguezuelos, T. (1999). www.aiteco.com. Obtenido de <http://www.aiteco.com/que-es-un-diagrama-de-flujo/>
- Rodriguez, R. J. (1996). *Teoría básica del muestreo*. Buenos Aires.
- Tillero, M. (2016). *Propuestas para mejora de la capacidad productiva y desempeño operativo del proceso de remanufactura de equipos usados (impresión y copiado) en la planta XDV-Los Teques*. Caracas.
- VaquiRO, J. (29 de Marzo de 2013). *PyMES Futuro. Valor Presente Neto*. Obtenido de <http://www.pymesfuturo.com/vpneto.htm#Cálculo del VPN>
- Villolta, E. (14 de Diciembre de 2013). *Análisis del valor anual equivalente*. Obtenido de Economía Aplicada: <http://bionanouni.wdfiles.com/local--files/teaching-ig001-horario-2013ii/Clase07-EA-AnalisisValorEquivalenteyOtros-Rev.pdf>



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE PROPUESTAS DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE PAN BLANCO
CUADRADO DE 650GR DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE PAN UBICADA EN EL
ÁREA METROPOLITANA.**
TOMO DE ANEXOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar por el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR: Br. Aponte R., Fernando J.

Br. Sosa L., José A.

TUTOR: Ing. Briceño Ródiz., Ysyanessa

FECHA: Octubre de 2016



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE PROPUESTAS DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE PAN BLANCO
CUADRADO DE 650GR DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE PAN UBICADA EN EL
ÁREA METROPOLITANA.**

TOMO DE ANEXOS

Este jurado, una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado:

JURADO EXAMINADOR

Firma:

Firma:

Firma:

Nombre: _____

Nombre: _____

Nombre: _____

AUTOR: Br. Aponte R., Fernando J.

Br. Sosa L., José A.

TUTOR: Ing. Briceño Ródiz., Ysvanessa

FECHA: Octubre de 2016

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Presentaciones del pan cuadrado. Elaboración: Propia.	1
Anexo 2: LayOut de la planta y flujo del proceso productivo. Elaboración: Propia.....	2
Anexo 3: Inputs, Outputs y recursos empleados en el proceso productivo del Pan Cuadrado. Elaboración: Propia.....	4
Anexo 4: Unidades de artículos vendidos al mes, a lo largo del año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.....	5
Anexo 5: Porcentaje de unidades vendidas por producto en el año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.....	6
Anexo 6: Utilidades netas mensuales generadas por cada artículo a lo largo del año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.	7
Anexo 7: Porcentaje de utilidades acumuladas por producto en el año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.....	8
Anexo 8: Porcentaje acumulado de utilidades por artículo. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.....	9
Anexo 9. Diagrama de Pareto. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.	9
Anexo 10. Formato para la toma de tiempos. Elaboración: Propia.	10
Anexo 11. Formato para la calificación de empleados. Elaboración: Propia.	11
Anexo 12. Formato para el resumen de holguras. Elaboración: Propia.	11
Anexo 13. Toma de tiempo del proceso de mezclado. Elaboración: Propia.....	12
Anexo 14. Calificación del empleado del proceso de mezclado. Elaboración: Propia.....	13
Anexo 15. Resumen de holguras del proceso de mezclado. Elaboración: Propia.	13
Anexo 16. Toma de tiempo del proceso de Amasado. Elaboración: Propia.	14
Anexo 17. Calificación del empleado del proceso de amasado. Elaboración: Propia.	15

Anexo 18. Resumen de holguras del proceso de amasado. Elaboración: Propia.....	15
Anexo 19. Toma de tiempo del proceso de transporte - cortado. Elaboración: Propia.....	16
Anexo 20. Calificación del empleado del proceso de transporte de masa de amasado - cortado. Elaboración: Propia.....	17
Anexo 21. Resumen de holguras del proceso de transporte de masa de amasado - cortado. Fuente: Elaboración propia.....	17
Anexo 22. Toma de tiempo del proceso del picado de masa manual. Elaboración: Propia.....	18
Anexo 23. Calificación del empleado del proceso de picado de masa manual. Elaboración: Propia.....	19
Anexo 24. Resumen de holguras del proceso de picado de masa manual. Elaboración: Propia.	19
Anexo 25. Toma de tiempo del proceso del moldeado. Elaboración: Propia.....	20
Anexo 26. Calificación del empleado del proceso de moldeado. Elaboración: Propia.	21
Anexo 27. Resumen de holguras del proceso de moldeado. Elaboración: Propia.	21
Anexo 28. Toma de tiempo del proceso transporte a la cámara de fermentado. Elaboración: Propia.....	22
Anexo 29. Calificación del empleado del proceso de transporte a la cámara de fermentado. Elaboración: Propia.....	23
Anexo 30. Resumen de holguras del proceso de transporte a la cámara de fermentado. Elaboración: Propia.....	23
Anexo 31. Toma de tiempo del proceso de carga/ descarga del horno Elaboración: Propia.	24
Anexo 32. Calificación del empleado del proceso de carga/ descarga del horno. Elaboración: Propia.....	25
Anexo 33. Resumen de holguras del proceso de carga/ descarga del horno. Elaboración: Propia.	25
Anexo 34. Toma de tiempo del proceso de transporte a reposo. Elaboración: Propia.	26

Anexo 35. Calificación del empleado del proceso de transporte a reposo. Elaboración: Propia.	27
Anexo 36. Resumen de holguras del proceso de transporte a reposo. Elaboración: Propia.	27
Anexo 37. Toma de tiempo del proceso de transporte reposo - desconchado Elaboración: Propia.	28
Anexo 38. Calificación del empleado del proceso de transporte reposo - desconchado. Elaboración: Propia.....	29
Anexo 39. Resumen de holguras del proceso de transporte reposo - desconchado. Elaboración: Propia.....	29
Anexo 40. Toma de tiempo del proceso de desconchado. Elaboración: Propia.	30
Anexo 41. Calificación del empleado del proceso de desconchado. Elaboración: Propia.....	31
Anexo 42. Resumen de holguras del proceso de desconchado. Elaboración: Propia.	31
Anexo 43. Toma de tiempo del proceso de transporte a rebanadora. Elaboración: Propia.	32
Anexo 44. Calificación del empleado del proceso de transporte a rebanadora. Elaboración: Propia.....	33
Anexo 45. Resumen de holguras del proceso de transporte a rebanadora. Elaboración: Propia.	33
Anexo 46. Toma de tiempo del proceso de colocar pan en cesta para empaquetado. Elaboración: Propia.....	34
Anexo 47. Calificación del empleado del proceso de colocar pan en cesta para empaquetado. Elaboración: Propia.....	35
Anexo 48. Resumen de holguras del proceso de colocar pan en cesta para empaquetado. Elaboración: Propia.....	35
Anexo 49. Toma de tiempo del proceso de empaquetado. Elaboración: Propia.	36
Anexo 50. Calificación del empleado del proceso de empaquetado. Elaboración: Propia.	37
Anexo 51. Resumen de holguras del proceso de empaquetado. Elaboración: Propia.	37

Anexo 52. Toma de tiempo del proceso de transporte a despacho. Elaboración: Propia.	38
Anexo 53. Calificación del empleado del proceso de transporte a despacho. Elaboración: Propia.	39
Anexo 54. Resumen de holguras del proceso de transporte a despacho. Elaboración: Propia..	39
Anexo 55. Tamaños de muestra con sus respectivos errores de significación. Elaboración: Propia.....	41
Anexo 56. Coeficientes de Variabilidad de las actividades que componen a los procesos. Elaboración: Propia.....	42
Anexo 57. Tiempos Estándar de cada actividad llevados a una unidad. Elaboración: Propia. ...	43
Anexo 58. Tiempos constantes de actividades del proceso productivo. Elaboración: Propia. ...	43
Anexo 59. Horarios de trabajo. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia. ...	44
Anexo 60. Distribución de tiempos para cada actividad. Elaboración: Propia.....	45
Anexo 61: Distribución de datos de mezclado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.....	46
Anexo 62. Distribución de datos de sub-actividad: Abrir compuerta. Amasado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	47
Anexo 63. Distribución de datos de sub-actividad: Introducir masa. Amasado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	48
Anexo 64. Distribución de datos de sub-actividad: Amasar. Amasado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	49
Anexo 65. Distribución de datos de sub-actividad: Retirar masa. Amasado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	50
Anexo 66. Distribución de datos de sub-actividad: Cerrar compuerta. Amasado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	51
Anexo 67. Distribución de datos Transporte de masa de amasado a picado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	52

Anexo 68. Distribución de datos de sub-actividad: Picar masa manual. Picado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	53
Anexo 69. Distribución de datos de sub-actividad: Introducir masa en la tolva. Picado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.....	54
Anexo 70. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar masa en moldes. Moldeado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.....	55
Anexo 71. Distribución de datos de sub-actividad: Cerrar moldes. Moldeado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	56
Anexo 72. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar moldes en carro transportador. Moldeado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	57
Anexo 73. Distribución de datos de Transporte de masa a la cámara de fermentado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.....	58
Anexo 74. Distribución de datos de Transporte de masa de la cámara de fermentado al horno de cocción. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	59
Anexo 75. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar moldes en horno. Horneado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.....	60
Anexo 76. Distribución de datos de sub-actividad: Retirar tapas de los moldes. Horneado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.....	61
Anexo 77. Distribución de datos de sub-actividad: Retirar moldes del horno. Horneado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.....	62
Anexo 78. Distribución de datos de sub-actividad: Llenar carro transportador con panes. Horneado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	63
Anexo 79. Distribución de datos de Transporte de panes del horno a la zona de reposo. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.....	64
Anexo 80. Distribución de datos de Transporte de panes de la zona de reposo al desconchado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	65

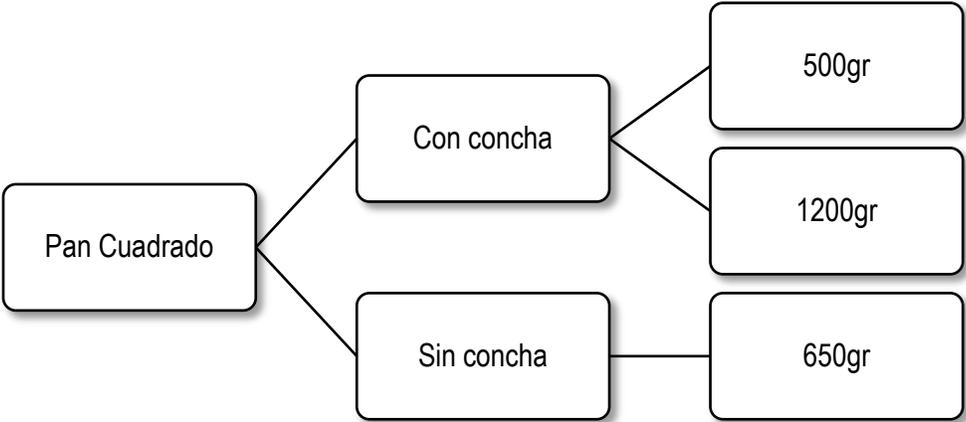
Anexo 81. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar panes en la desconchadora. Desconchado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	66
Anexo 82. Distribución de datos de Transporte de panes de la desconchadora a la rebanadora. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	67
Anexo 83. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar panes en cesta. Rebanado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	68
Anexo 84. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar pan en bolsa. Empaquetado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	69
Anexo 85. Distribución de datos de Transporte de panes de la empaquetadora a la zona de despacho. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.	70
Anexo 86: Modelo de Simulación.	71
Anexo 87. Modelo de simulación original. Fuente: Elaboración propia.	73
Anexo 88. Sub-modelo de amasado. Fuente: Elaboración propia.	74
Anexo 89. Sub-modelo de la actividad de picado. Fuente: elaboración propia.	75
Anexo 90. Separación de entidades antes de la actividad de moldeado. Fuente: Elaboración propia.	75
Anexo 91. Sub-modelo para la actividad de moldeado. Fuente: Elaboración propia.	76
Anexo 92. Batch de entidades representando los carros transportadores. Fuente: Elaboración propia.	76
Anexo 93. Batch de carros transportadores. Fuente: Elaboración propia.	77
Anexo 94. Separación del Batch existente. Fuente: Elaboración propia.	77
Anexo 95. Separación del Batch antes del proceso de horneado y decisión. Fuente: Elaboración propia.	78
Anexo 96. Sub-modelo para la actividad de desconchado. Fuente: Elaboración propia.	78
Anexo 97. Sub-modelo para la actividad de rebanado.	79

Anexo 98. Procesos creados en el modelo de simulación. Fuente: Elaboración propia.	79
Anexo 99. Recursos asignados a las actividades del proceso. Fuente: Elaboración propia.	80
Anexo 100. Calendarios creados para los recursos. Fuente: Elaboración propia.	80
Anexo 101. Sets creados para los recursos. Fuente: Elaboración propia.	81
Anexo 102. Fallas creadas para los recursos. Fuente: Elaboración propia.	81
Anexo 103. Fallas históricas de las máquinas: María Guevara y María F. Yanez. Elaboración propia.	82
Anexo 104. Disponibilidad de los Sets de recursos para la línea de producción de Pan Blanco Cuadrado de 650gr. Fuente: La empresa. Elaboración: Propia.	83
Anexo 105. Cálculo del número de replicaciones:	84
Anexo 106. Replicaciones necesarias para cada actividad. Fuente: Elaboración propia.	84
Anexo 107. Validación del modelo	85
Anexo 108. Variación de error para la actividad "Abrir Compuerta". Fuente: Elaboración propia.	88
Anexo 109. Variación de error para la actividad "Introducir mezcla". Fuente: Elaboración propia.	88
Anexo 110. Variación de error para la actividad "Amasar". Fuente: Elaboración propia.	89
Anexo 111. Variación de error para la actividad "Retirar masa". Fuente: Elaboración propia. ...	89
Anexo 112. Variación de error para la actividad "Transporte amasado-picado". Fuente: Elaboración propia.	90
Anexo 113. Variación de error para la actividad "Picar masa manual". Fuente: Elaboración propia.	90
Anexo 114. Variación de error para la actividad "Introducir masa en picadora". Fuente: Elaboración propia.	91

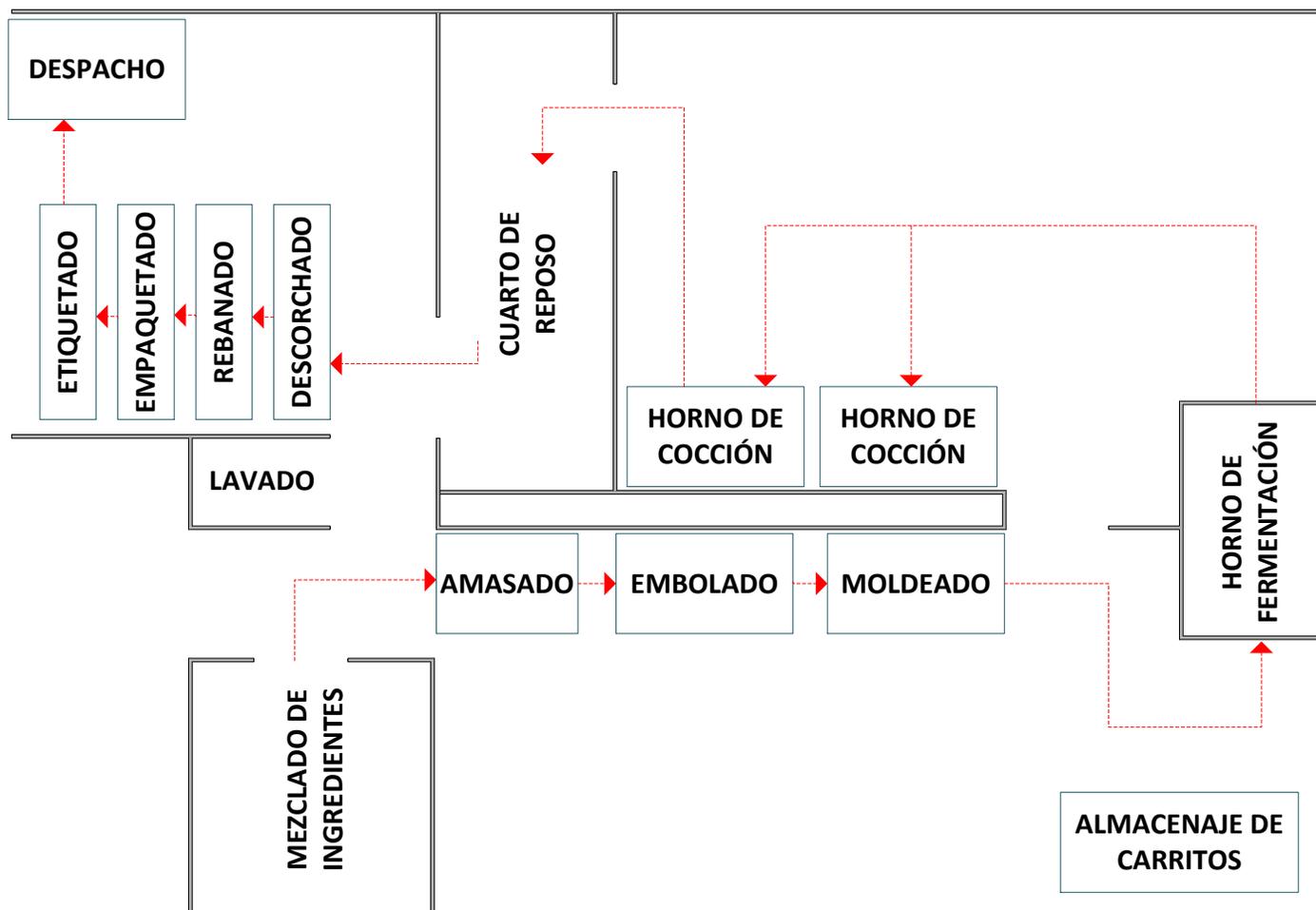
Anexo 115. Variación de error para la actividad "Colocar en moldes". Fuente: Elaboración propia.	91
Anexo 116. Variación de error para la actividad "Cerrar moldes". Fuente: Elaboración propia. .	92
Anexo 117. Variación de error para la actividad "Colocar moldes en carros". Fuente: Elaboración propia.	92
Anexo 118. Variación de error para la actividad "Transporte a Fermentado". Fuente: Elaboración propia.	93
Anexo 119. Variación de error para la actividad "Transporte a horno". Fuente: Elaboración propia.	93
Anexo 120. Variación de error para la actividad "Llenar horno". Fuente: Elaboración propia. ...	94
Anexo 121. Variación de error para la actividad "Retirar tapas de moldes". Fuente: Elaboración propia.	94
Anexo 122. Variación de error para la actividad "Retirar panes del horno". Fuente: Elaboración propia.	95
Anexo 123. Variación de error para la actividad "Colocar panes en carro". Fuente: Elaboración propia.	95
Anexo 124. Variación de error para la actividad "Transporte a reposo". Fuente: Elaboración propia.	96
Anexo 125. Variación de error para la actividad "Transporte a desconchado". Fuente: Elaboración propia.	96
Anexo 126. Variación de error para la actividad "Colocar pan en máquina". Fuente: Elaboración propia.	97
Anexo 127. Variación de error para la actividad "Transporte desconchado-rebanado". Fuente: Elaboración propia.	97
Anexo 128. Variación de error para la actividad "Colocar pan en cesta para empaquetado". Fuente: Elaboración propia.	98

Anexo 129. Variación de error para la actividad "Empaquetar". Fuente: Elaboración propia.....	98
Anexo 130. Variación de error para la actividad "Abrir Compuerta". Fuente: Elaboración propia.	99
Anexo 131. Propuestas de mejora	100
Anexo 132. Propuesta N°1 – Acondicionar el cuarto de reposo a 4 horas	100
Anexo 133. Tiempos de espera por actividad para la propuesta 1. Fuente: Arena	100
Anexo 134. % de utilización de los recursos para la propuesta 1. Fuente: Arena	101
Anexo 135. Modelo de para la propuesta 1. Fuente: Arena.....	102
Anexo 136. Propuesta N°2 - Adquisición máquina desconchadora	103
Anexo 137. Tiempo de espera en la propuesta 2. Fuente: Arena	103
Anexo 138. Porcentaje de utilización de los recursos para la propuesta 2. Fuente: Arena	104
Anexo 139. Modelo simulado para la propuesta 2. Fuente: Arena.	105
Anexo 140. Propuesta N°3 - Balanceo de línea	106
Anexo 141. Reducción de desperdicios en el área del horneado para la propuesta 3. Fuente: Arena	106
Anexo 142. Tiempos de espera para la propuesta N°3. Fuente: Arena.	106
Anexo 143. Modelo de simulación corrido para la propuesta N°3. Fuente: Arena.....	107
Anexo 144. Propuesta N°4 - Enfocar producción en rubros de mayor impacto en la empresa	108
Anexo 145. Tiempos de espera de las actividades en la propuesta N°4. Fuente: Arena	108
Anexo 146. Porcentaje de utilización de los recursos para la propuesta N°4. Fuente: Arena..	109
Anexo 147. Modelo de simulación corrido para la propuesta N°4. Fuente: Arena.....	110
Anexo 148. Propuesta N°4 - Escenario 1.	111

Anexo 149. Tiempos de espera para la propuesta N°4 escenario N°1. Fuente: Arena.....	111
Anexo 150. Porcentaje de utilización de los recursos para la propuesta N°4 escenario N°1. Fuente: Arena.....	112
Anexo 151. Modelo de simulación corrido para la propuesta N°4 escenario N°1. Fuente: Arena.	113
Anexo 152. Máquina desconchadora.....	114
Anexo 153: Cotización de máquinas GabriMetal.	115
Anexo 154. Análisis económico.	116
Anexo 155. Fórmula para el cálculo del interés efectivo anual.	116
Anexo 156. Interés efectivo mensual.	116
Anexo 157. Flujos de caja de la empresa. Elaboración: Propia.	117
Anexo 158: Cálculos del VPN y del TIR. Elaboración: Propia	118



Anexo 1: Presentaciones del pan cuadrado. *Elaboración: Propia.*



Anexo 2: LayOut de la planta y flujo del proceso productivo. Elaboración: Propia.

Área	Inputs	Recursos	Variables	No Variables	Outputs
Laboratorio	Harina	<ul style="list-style-type: none"> Mezcla 1 Operador Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> Mezcla 1 Operador Tiempo 	-	Mezcla
Amasadora	Mezcla	<ul style="list-style-type: none"> Amasadora Agua Harina 2 Operadores Levadura Mezcla Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> Amasadora Agua Harina 2 Operadores Levadura Mezcla Tiempo 	-	Masa
Transporte	Masa	<ul style="list-style-type: none"> Carrito 1 Operador 	<ul style="list-style-type: none"> Carrito 1 Operador Tiempo 	-	Masa
Cortadora de masa	Masa	<ul style="list-style-type: none"> Máquina cortadora de masa 1 Operador Peso Harina Cuchillo Aceite Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> Máquina cortadora de masa 1 Operador Peso Harina Cuchillo Aceite 	Tiempo	Porciones de masa
Transporte	Porciones de masa	<ul style="list-style-type: none"> Cinta transportadora Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> Cinta transportadora 	Tiempo	Porciones de masa
Emboladora	Porciones de masa	<ul style="list-style-type: none"> Máquina emboladora Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> Máquina emboladora 	Tiempo	Bolas de masa
Cinta transportadora	Bolas de masa	<ul style="list-style-type: none"> Cinta transportadora Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> Cinta transportadora 	Tiempo	Bolas de masa
Proceso de moldeado	Bolas de masa	<ul style="list-style-type: none"> Máquina aplanadora Harina Aceite Moldes 3 Operadores Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> Máquina aplanadora Harina Aceite Moldes 3 Operadores Tiempo 	-	Bolas de masa en moldes
Transporte	Bolas de masa en moldes	<ul style="list-style-type: none"> Carro transportador 1 Operador Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> Carro transportador 1 Operador Tiempo 	-	Bolas de masa en moldes
Horno de Fermentación	Bolas de masa en moldes	<ul style="list-style-type: none"> Horno de fermentación 1 operador Tiempo Carro transportador Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> Horno de fermentación 1 operador Tiempo Carro transportador 	Tiempo	Masa fermentada

Transporte	Masa fermentada	<ul style="list-style-type: none"> • Carro transportador • 1 Operador • Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Carro transportador • 1 Operador • Tiempo 	-	Masa fermentada
Horno de Cocción	Masa fermentada	<ul style="list-style-type: none"> • Horno de cocción • 2 operadores • Mazo • Carro transportador • Guantes térmicos • Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Horno de cocción • 2 operadores • Mazo • Carro transportador • Guantes térmicos 	Tiempo	Unidades de pan cocinadas
Transporte	Unidades de pan cocinadas	<ul style="list-style-type: none"> • Carro transportador • 2 Operadores • Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Carro transportador • 2 Operadores • Tiempo 	-	Unidades de pan cocinadas
Zona de reposo	Unidades de pan cocinadas	<ul style="list-style-type: none"> • Zona de reposo • Carro transportador • Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Zona de reposo • Carros transportador 	Tiempo	Unidades de pan cocinadas y reposadas
Desconchadora	Unidades de pan cocinadas y reposadas	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina desconchadora • 1 Operador • Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina desconchadora • 1 Operador • Tiempo 	-	Unidades de pan sin concha
Rebanadora	Unidades de pan con o sin concha	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina rebanadora • 1 Operador • Cestas • Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina rebanadora • 1 Operador • Cestas • Tiempo 	-	Unidades de pan rebanadas
Empaquetadora	Unidades de pan rebanadas	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina empaquetadora • 1 Operador • Bolsas de empaque • Precinto • Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina empaquetadora • 1 Operador • Bolsas de empaque • Precinto • Tiempo 	-	Unidades de pan empaquetadas
Etiquetadora	Unidades de pan empaquetadas	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina de impresión • Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina de impresión 	Tiempo	Producto terminado con fecha de expedición y precio
Almacén de producto terminado	Producto terminado con fecha de expedición y precio	<ul style="list-style-type: none"> • Almacén • Cestas • Carros transportadores • 1 Operador • Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacén • Cestas • Carros transportadores • 1 Operador • Tiempo 	-	Producto terminado con fecha de expedición y precio

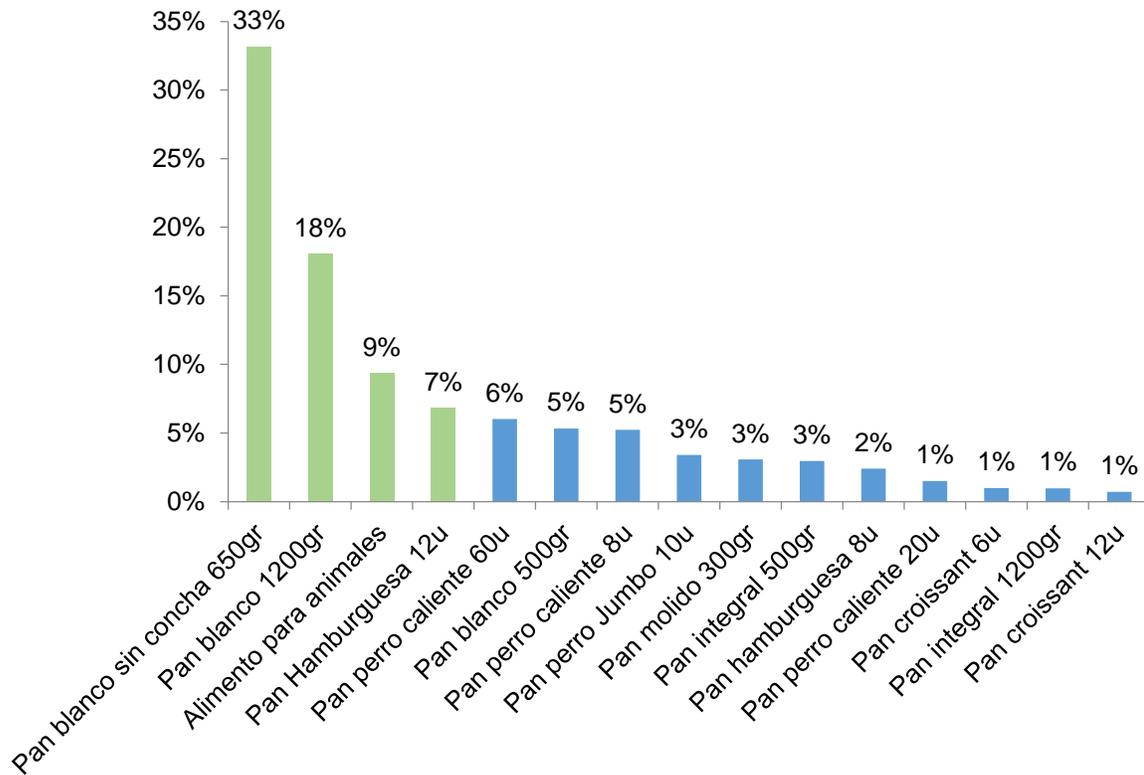
Anexo 3: Inputs, Outputs y recursos empleados en el proceso productivo del Pan Cuadrado. Elaboración: Propia.

Artículos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Acumulado
Pan blanco sin concha 650gr	29,328	24,814	20,160	24,879	10,846	11,330	15,476	18,949	155,782
Pan blanco 1200gr	8,216	5,906	4,232	7,667	2,230	4,904	5,569	8,092	46,816
Alimento para animales	5,883	6,597	5,827	5,173	4,403	3,800	4,202	8,164	44,049
Pan Hamburguesa 12u	3,388	4,614	5,469	5,336	3,430	3,110	2,708	4,063	32,118
Pan perro caliente 60u	3,045	4,413	4,352	5,297	2,613	3,527	2,747	2,293	28,287
Pan molido 300gr	2,651	1,914	1,225	2,730	1,569	1,513	1,069	1,735	14,406
Pan perro caliente 8u	1,871	2,217	2,200	3,119	3,041	2,800	3,596	5,730	24,574
Pan perro Jumbo 10u	1,449	2,150	2,474	2,580	2,058	2,113	1,521	1,589	15,934
Pan hamburguesa 8u	842	2,005	2,189	1,338	1,345	743	985	1,886	11,333
Pan integral 500gr	824	801	1,571	2,049	1,736	2,226	2,461	2,288	13,956
Croissant 12u	720	1,158	1,238	230	-	-	-	-	3,346
Pan blanco 500gr	673	1,010	3,571	3,188	4,496	4,636	3,238	4,182	24,994
Pan integral 1200gr	591	634	592	469	298	884	492	627	4,587
Pan perro caliente 20u	518	981	1,205	1,280	626	829	514	1,047	7,000
Croissant 6u	289	303	593	925	234	-	202	2,093	4,639
Total	60,288	59,517	56,898	66,260	38,925	42,415	44,780	62,738	431,821

Anexo 4: Unidades de artículos vendidos al mes, a lo largo del año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.

En la tabla anterior se presentan los datos de ventas de unidades al mes, del año 2016, de los tipos de panes ofrecidos por la empresa. Así mismo se presenta el total de estas unidades vendidas en lo que va de año hasta el mes de Agosto. En la misma tabla se puede apreciar como hay artículos que han dejado de producirse por algún mes o han sido descontinuados de la línea como el pan croissant de 12 unidades que desde el mes de marzo ha estado fuera de producción, igual que el pan croissant de 6 unidades estuvo fuera de producción en el mes de Junio, sin embargo tuvo una alza significativa en el mes de Agosto, en donde paso de venderse 202 unidades en el mes de Julio a 2.093 unidades en el mes de Agosto.

Porcentaje de unidades vendidas por producto en el año 2016



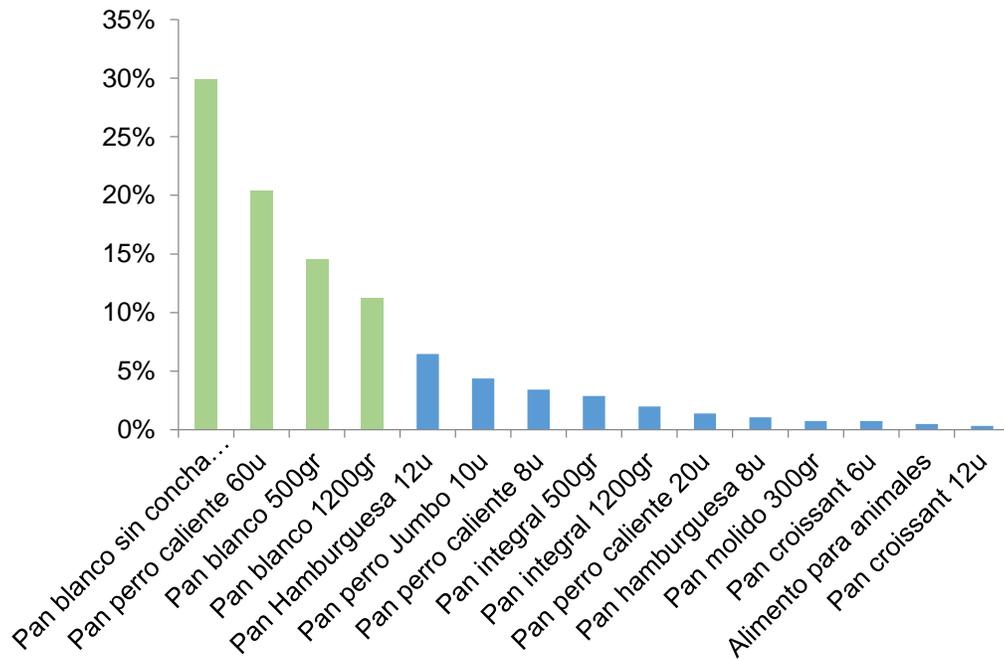
Anexo 5: Porcentaje de unidades vendidas por producto en el año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.

Material	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Acumulado
Pan blanco sin concha 650gr	4.993.432	4.490.504	6.085.327	8.747.774	6.269.958	10.188.478	926.727	6.431.622	48.133.822
Pan blanco 1200gr	1.733.202	1.280.791	927.966	1.831.394	1.424.167	4.426.492	3.325.917	3.120.918	18.070.847
Alimento para animales	29.145	47.585	83.921	77.595	77.814	85.996	89.293	282.453	773.801
Pan Hamburguesa 12u	570.459	1.066.901	1.309.205	1.313.900	1.084.857	1.877.997	1.446.790	1.706.909	10.377.018
Pan perro caliente 60u	1.651.516	2.760.422	2.246.165	2.748.683	5.255.204	9.951.117	5.778.321	2.393.770	32.785.198
Pan molido 300gr	140.076	115.306	50.173	211.430	155.946	220.421	126.563	177.828	1.197.743
Pan perro caliente 8u	124.963	165.393	266.811	382.832	932.310	1.223.795	1.163.134	1.242.483	5.501.721
Pan perro Jumbo 10u	290.640	566.932	581.351	623.132	1.288.708	1.954.365	1.021.235	711.408	7.037.771
Pan hamburguesa 8u	41.217	138.037	283.398	156.694	206.444	229.792	252.349	388.221	1.696.152
Pan integral 500gr	83.032	112.729	376.748	483.462	801.003	1.329.832	905.704	532.330	4.624.839
Pan croissant 12u	74.342	149.289	258.519	50.073	-	-	-	-	532.222
Pan blanco 500gr	- 10.960	33.569	390.532	353.661	1.310.443	19.394.488	1.147.243	802.510	23.421.484
Pan integral 1200gr	155.155	185.046	276.284	224.573	280.147	1.194.070	574.335	297.771	3.187.381
Pan perro caliente 20u	52.832	134.012	203.938	217.787	295.324	610.511	263.397	450.388	2.228.190
Pan croissant 6u	11.495	17.557	83.804	135.183	85.469	-	116.430	719.659	1.169.596
Total	9.940.546	11.264.072	13.424.142	17.558.173	19.467.793	52.687.353	17.137.437	19.258.270	160.737.787

Anexo 6: Utilidades netas mensuales generadas por cada artículo a lo largo del año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.

En la tabla anterior se refleja el total de utilidades generadas por cada uno de los artículos a lo largo del año, una vez más se evidencia que el pan blanco cuadrado de 650gr sin concha es el artículo que mayor utilidad le genera a la empresa.

Porcentaje de utilidades acumuladas por producto en el año 2016

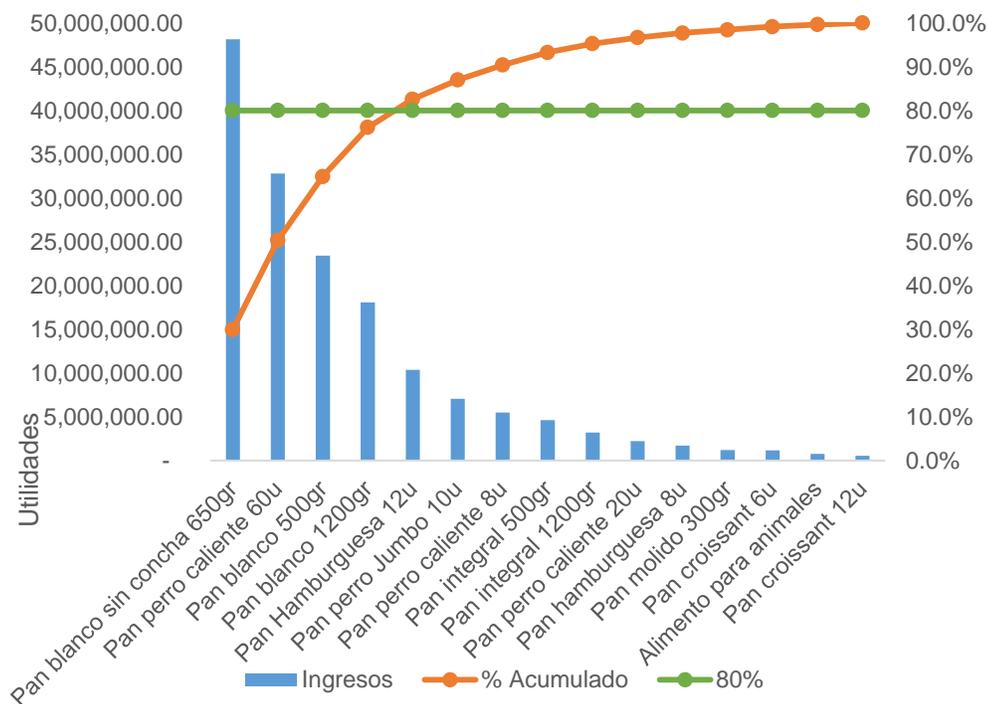


Anexo 7: Porcentaje de utilidades acumuladas por producto en el año 2016. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.

A continuación se presenta un diagrama de Pareto reflejando las utilidades generadas por los artículos en comparación al acumulado de las ganancias generadas por los artículos vendidos:

Material	% Acumulado
Pan blanco sin concha 650gr	29,9%
Pan perro caliente 60u	50,3%
Pan blanco 500gr	64,9%
Pan blanco 1200gr	76,2%
Pan Hamburguesa 12u	82,6%
Pan perro Jumbo 10u	87,0%
Pan perro caliente 8u	90,4%
Pan integral 500gr	93,3%
Pan integral 1200gr	95,3%
Pan perro caliente 20u	96,7%
Pan hamburguesa 8u	97,7%
Pan molido 300gr	98,5%
Pan croissant 6u	99,2%
Alimento para animales	99,7%
Pan croissant 12u	100,0%

Anexo 8: Porcentaje acumulado de utilidades por artículo. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.



Anexo 9. Diagrama de Pareto. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos		
Estudio N°:	Fecha:	Páginas: 1
Operación:	Operador:	Observador:
N° de elementos y medición		Actividad
Nota	Ciclo	TD
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	
	16	
	17	
	18	
	19	
	20	
	21	
	22	
	23	
	24	
	25	
	26	
	27	
	28	
	29	
	30	
Resumen		
TO total		
Calificación		
TN total		
Número de observaciones		
TN promedio		
% de holgura		
Tiempo estándar elemental		
Número de ocurrencias		
Tiempo estándar		
Tiempo estándar total		

Anexo 10. Formato para la toma de tiempos. Elaboración: Propia.

Calificación del empleado		
Descripción		Calificación
Habilidades	B1	
Esfuerzo	B2	
Condiciones	D	
Consistencia	B	
Total		
Factor de desempeño		

Anexo 11. Formato para la calificación de empleados. Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	
Fatiga básica	
Trabajo de pie	
Postura anormal	
Uso de fuerza (30 Kg)	
% de holgura total	

Anexo 12. Formato para el resumen de holguras. Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos		
Estudio N°: 1	Fecha: 17/8/2016	Páginas: 1
Operación: Mezclado de ingredientes	Operador:	Observador: José A. Sosa
N° de elementos y medición		Mezclado
Nota	Ciclo	TD
	1	95
	2	150
	3	120
	4	113
	5	125
	6	150
	7	154
	8	139
	9	132
	10	103
	11	124
	12	105
	13	159
	14	115
	15	91
	16	94
	17	91
	18	95
	19	101
	20	118
	21	100
	22	120
	23	96
	24	114
	25	132
	26	99
	27	127
	28	124
	29	147
	30	108
Resumen		
TO total		3541.00
Calificación		1.22
TN total		4320.02
Número de observaciones		30.00
TN promedio		144.00
% de holgura		0.11
Tiempo estándar elemental		159.84
Número de ocurrencias		1.00
Tiempo estándar		159.84
Tiempo estándar total		159.84

Anexo 13. Toma de tiempo del proceso de mezclado. Elaboración: Propia.

Calificación del empleado		
Descripción		Calificación
Habilidades	B1	0.11
Esfuerzo	B2	0.08
Condiciones	D	0
Consistencia	B	0.03
Total		0.22
Factor de desempeño		1.22

Anexo 14. Calificación del empleado del proceso de mezclado. Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Trabajo de pie	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza (30 Kg)	0%
% de holgura total	11%

Anexo 15. Resumen de holguras del proceso de mezclado. Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos						
Estudio N°: 1		Fecha: 17/8/2016			Páginas: 1	
Operación: Amasado			Operador:		Observador: José A. Sosa	
N° de elementos y medición		Agregar Ingredientes	Cerrar Compuerta	Amasar	Abrir Compuerta	Retirar Masa
Nota	Ciclo	TD	TD	TD	TD	TD
	1	153	22	697	17	144
	2	186	18	769	25	184
	3	190	21	690	19	153
	4	106	23	696	24	135
	5	90	27	774	18	152
	6	123	31	775	23	161
	7	108	26	770	21	149
	8	137	29	707	19	195
	9	145	33	706	23	165
	10	131	18	733	24	143
	11	130	29	763	20	126
	12	158	26	708	18	156
	13	92	33	749	30	186
	14	120	28	684	28	122
	15	149	19	727	27	136
	16	137	33	769	26	151
	17	144	29	704	22	177
	18	142	22	754	25	150
	19	147	27	730	24	161
	20	134	22	683	22	162
	21	147	19	777	24	194
	22	120	33	701	30	180
	23	176	26	779	30	201
	24	108	19	772	28	142
	25	112	27	726	20	168
	26	164	26	756	23	121
	27	171	31	702	32	126
	28	143	19	706	29	133
	29	134	22	778	24	217
	30	173	20	708	26	174
Resumen						
TO total		4170.00	758.00	21993.00	721.00	4764.00
Calificación		1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
TN total		4670.40	848.96	24632.16	807.52	5335.68
N° de observaciones		30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
TN promedio		155.68	28.30	821.07	26.92	177.86
% de holgura		0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Tiempo E. elemental		207.05	37.64	1092.03	35.80	236.55
Número de ocurrencias		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Tiempo estándar		162.05	37.64	909.68	35.80	191.55
Tiempo estándar total		1336.72				

Anexo 16. Toma de tiempo del proceso de Amasado. Elaboración: Propia.

Calificación del empleado		
Descripción		Calificación
Habilidades	C1	0.06
Esfuerzo	B2	0.08
Condiciones	E	-0.03
Consistencia	C	0.01
Total		0.12
Factor de desempeño		1.12

Anexo 17. Calificación del empleado del proceso de amasado. Elaboración: Propia.

Resumen de holguras %	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Trabajo de pie	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza (30 Kg)	22%
% de holgura total	33%

Anexo 18. Resumen de holguras del proceso de amasado. Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos		
Estudio N°: 1	Fecha: 17/8/2016	Páginas: 1
Operación: Transporte	Operador:	Observador: José A. Sosa
N° de elementos y medición		Transporte de carrito
Nota	Ciclo	TD
	1	4.10
	2	5.20
	3	4.40
	4	6.50
	5	5.30
	6	4.00
	7	4.40
	8	5.10
	9	3.90
	10	4.60
	11	6.00
	12	6.00
	13	5.00
	14	5.00
	15	6.00
	16	6.00
	17	5.00
	18	5.00
	19	5.00
	20	6.00
	21	6.00
	22	5.00
	23	5.00
	24	6.00
	25	5.00
	26	6.00
	27	5.00
	28	6.00
	29	6.00
	30	6.00
Resumen		
TO total		158.50
Calificación		1.08
TN total		171.18
Número de observaciones		30.00
TN promedio		5.71
% de holgura		0.11
Tiempo estándar elemental		6.33
Número de ocurrencias		1.00
Tiempo estándar		6.33
Tiempo estándar total		6.33

Anexo 19. Toma de tiempo del proceso de transporte - cortado. Elaboración: Propia.

Calificación del empleado		
Descripción		Calificación
Habilidades	C1	0.06
Esfuerzo	C1	0.05
Condiciones	E	-0.03
Consistencia	D	0
Total		0.08
Factor de desempeño		1.08

Anexo 20. *Calificación del empleado del proceso de transporte de masa de amasado - cortado.*
Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Trabajo de pie	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza (-)	0%
% de holgura total	11%

Anexo 21. *Resumen de holguras del proceso de transporte de masa de amasado - cortado.*
Fuente: Elaboración propia.

Forma para el estudio de tiempos			
Estudio N°: 1		Fecha: 17/8/2016	Páginas: 1
Operación: Picar masa		Operador:	Observador: José A. Sosa
N° de elementos y medición		Picar masa manual	Introducir masa en máquina
Nota	Ciclo	TD	TD
	1	4	5
	2	2	4
	3	3	3
	4	5	6
	5	3	4
	6	4	5
	7	3	3
	8	4	5
	9	3	6
	10	5	4
	11	3	5
	12	4	6
	13	3	4
	14	4	3
	15	3	4
	16	4	5
	17	5	4
	18	3	5
	19	4	4
	20	3	5
	21	4	3
	22	3	5
	23	3	4
	24	4	5
	25	3	4
	26	4	6
	27	4	5
	28	3	6
	29	3	4
	30	3	5
Resumen			
TO total		69.00	137.00
Calificación		1.01	1.01
TN total		69.69	138.37
Número de observaciones		30.00	30.00
TN promedio		2.32	4.61
% de holgura		0.33	0.33
Tiempo estándar elemental		3.09	6.13
Número de ocurrencias		1.00	1.00
Tiempo estándar		3.09	6.13
Tiempo estándar total			9.22

Anexo 22. Toma de tiempo del proceso del picado de masa manual. Elaboración: Propia.

Calificación del empleado		
Descripción		Calificación
Habilidades	C2	0.03
Esfuerzo	D	0
Condiciones	E	-0.03
Consistencia	C	0.01
Total		0.01
Factor de desempeño		1.01

Anexo 23. Calificación del empleado del proceso de picado de masa manual. Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Trabajo de pie	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza (30 Kg)	22%
% de holgura total	33%

Anexo 24. Resumen de holguras del proceso de picado de masa manual. Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos				
Estudio N°: 1		Fecha: 17/8/2016		Páginas: 1
Operación: Moldeado		Operador:		Observador: José A. Sosa
N° de elementos y medición		Estirar y colocar en moldes	Cerrar moldes	Colocar bandeja en carro
Nota	Ciclo	TD	TD	TD
	1	1,25	20	4
	2	2,0	20	5
	3	1,4	21	4
	4	1,38	23	5
	5	1,47	21	5
	6	1.54	22	4
	7	1.35	14	5
	8	1.21	16	4
	9	1,6	14	5
	10	1,20	21	4
	11	1.09	15	3
	12	1.27	17	3
	13	2,0	18	2
	14	1,59	12	4
	15	1.34	17	5
	16	1.55	16	5
	17	2.11	13	5
	18	1.61	15	4
	19	2,02	13	6
	20	1.4	14	5
	21	1.26	16	4
	22	1.6	13	3
	23	2.1	17	4
	24	1.59	18	5
	25	1.33	16	4
	26	1,56	18	5
	27	2.01	19	4
	28	1,44	19	6
	29	1.55	21	5
	30	1.45	17	4
Resumen				
TO total		27.36	516.00	131.00
Calificación		1.01	1.01	1.01
TN total		27.63	521.16	132.31
Número de observaciones		18.00	30.00	30.00
TN promedio		1.54	17.37	4.41
% de holgura		0.11	0.11	0.11
Tiempo estándar elemental		1.70	19.28	4.90
Número de ocurrencias		1.00	1.00	1.00
Tiempo estándar		1.70	19.28	4.90
Tiempo estándar total		25,88		

Anexo 25. Toma de tiempo del proceso del moldeado. Elaboración: Propia.

Calificación del empleado		
Descripción		Calificación
Habilidades	C2	0.03
Esfuerzo	D	0
Condiciones	E	-0.03
Consistencia	C	0.01
Total		0.01
Factor de desempeño		1.01

Anexo 26. Calificación del empleado del proceso de moldeado. Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Trabajo de pie	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza (650 gr)	0%
% de holgura total	11%

Anexo 27. Resumen de holguras del proceso de moldeado. Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos		
Estudio N°: 1	Fecha: 17/8/2016	Páginas: 1
Operación: Transporte a fermentación	Operador:	Observador: José A. Sosa
N° de elementos y medición		Transportado
Nota	Ciclo	TD
	1	20
	2	23
	3	26
	4	19
	5	24
	6	22
	7	23
	8	25
	9	22
	10	23
	11	22
	12	24
	13	19
	14	20
	15	19
	16	18
	17	22
	18	19
	19	24
	20	25
	21	19
	22	23
	23	19
	24	24
	25	20
	26	23
	27	23
	28	18
	29	18
	30	24
Resumen		
TO total		650.00
Calificación		1.10
TN total		715.00
Número de observaciones		30.00
TN promedio		23.83
% de holgura		0.12
Tiempo estándar elemental		26.69
Número de ocurrencias		1.00
Tiempo estándar		26.69
Tiempo estándar total		26.69

Anexo 28. Toma de tiempo del proceso transporte a la cámara de fermentado.
Elaboración: Propia.

Calificación del empleado		
Descripción		Calificación
Habilidades	B2	0.08
Esfuerzo	C1	0.05
Condiciones	E	-0.03
Consistencia	D	0.00
Total		0.1
Factor de desempeño		1.1

Anexo 29. *Calificación del empleado del proceso de transporte a la cámara de fermentado.*
Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Trabajo de pie	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza (650 gr)	1%
% de holgura total	12%

Anexo 30. *Resumen de holguras del proceso de transporte a la cámara de fermentado.*
Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos					
Estudio N°: 1		Fecha: 17/8/2016			Páginas: 1
Operación: Carga/ Descarga del horno		Operador:			Observador: José A. Sosa
N° de mediciones	Llenar horno	Retirar tapas de moldes	Retirar panes y moldes	Colocar panes en carro	
Nota	Ciclo	TD	TD	TD	TD
	1	3.11	41.00	6.00	3.19
	2	3.37	30.00	5.00	4.12
	3	2.60	30.44	4.00	4.17
	4	2.70	42.00	5.00	3.80
	5	2.90	40.00	5.00	3.20
	6	2.52	42.00	6.00	4.22
	7	3.11	35.00	6.00	3.67
	8	3.08	38.30	4.00	4.55
	9	5.39	31.24	6.00	3.11
	10	3.07	39.70	3.00	2.38
	11	3.28	37.00	4.00	3.82
	12	2.49	35.00	3.00	4.16
	13	2.50	38.00	6.00	5.00
	14	2.53	32.00	5.00	2.93
	15	2.80	39.00	4.00	3.85
	16	2.58	33.00	4.00	4.60
	17	3.12	34.00	6.00	3.82
	18	2.56	33.00	5.00	5.10
	19	2.75	31.00	4.00	3.59
	20	2.46	41.00	4.00	3.02
	21	2.50	37.00	5.00	2.66
	22	2.80	36.00	4.00	3.34
	23	2.67	35.00	4.00	3.61
	24	2.38	34.00	6.00	4.20
	25	2.43	34.00	5.00	3.00
	26	2.29	37.00	4.00	3.00
	27	2.88	33.00	6.00	3.00
	28	3.42	33.00	5.00	3.00
	29	3.20	31.00	4.00	5.00
	30	2.88	37.00	5.00	4.00
Resumen					
TO total		86.37	1069.68	143.00	111.11
Calificación		1.08	1.08	1.08	1.08
TN total		93.28	1155.25	154.44	120.00
N° observaciones		30.00	30.00	30.00	30.00
TN promedio		3.11	38.51	5.15	4.00
% de holgura		0.13	0.13	0.13	0.13
Tiempo E. elemental		3.51	43.51	5.82	4.52
N° de ocurrencias		1.00	1.00	1.00	1.00
Tiempo estándar		486.49	251.05	805.46	625.84
Tiempo E. total		2168.84			

Anexo 31. Toma de tiempo del proceso de carga/ descarga del horno Elaboración: Propia.

Calificación del operador		
Descripción		Calificación
Habilidades	C1	0.06
Esfuerzo	B1	0.08
Condiciones	F	-0.07
Consistencia	C	0.01
Total		0.08
Factor de desempeño		1.08

Anexo 32. Calificación del empleado del proceso de carga/ descarga del horno. Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Por estar parado	2%
Posición anormal	2%
Uso de fuerza	0%
% de holgura total	13%

Anexo 33. Resumen de holguras del proceso de carga/ descarga del horno. Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos		
Estudio N°: 1	Fecha: 17/8/2016	Páginas: 1
Operación: Transporte a reposo	Operador:	Observador: Fernando Aponte
N° de elementos y medición		Transportado
Nota	Ciclo	TD
	1	12
	2	14
	3	14
	4	15
	5	18
	6	20
	7	12
	8	20
	9	13
	10	20
	11	18
	12	13
	13	20
	14	16
	15	18
	16	17
	17	15
	18	14
	19	20
	20	12
	21	19
	22	19
	23	20
	24	20
	25	12
	26	12
	27	12
	28	17
	29	14
	30	15
Resumen		
TO total		481.00
Calificación		1.04
TN total		500.24
Número de observaciones		30.00
TN promedio		16.67
% de holgura		0.12
Tiempo estándar elemental		18.68
Número de ocurrencias		1.00
Tiempo estándar		18.68
Tiempo estándar total		18.68

Anexo 34. Toma de tiempo del proceso de transporte a reposo. Elaboración: Propia.

Calificación del operador		
Descripción		Calificación
Habilidades	C2	0.03
Esfuerzo	C1	0.05
Condiciones	F	-0.07
Consistencia	B	0.03
Total		0.04
Factor de desempeño		1.04

Anexo 35. Calificación del empleado del proceso de transporte a reposo. Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Por estar parado	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza	1%
% de holgura total	12%

Anexo 36. Resumen de holguras del proceso de transporte a reposo. Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos		
Estudio N°: 1	Fecha: 17/8/2016	Páginas: 1
Operación: Transporte reposo - desconchado	Operador:	Observador: Fernando Aponte
N° de elementos y medición	Transportado	
Nota	Ciclo	TD
	1	23
	2	18
	3	14
	4	18
	5	16
	6	23
	7	22
	8	25
	9	17
	10	24
	11	15
	12	19
	13	21
	14	18
	15	15
	16	20
	17	14
	18	23
	19	20
	20	22
	21	22
	22	18
	23	17
	24	18
	25	20
	26	24
	27	14
	28	16
	29	16
	30	22
Resumen		
TO total	574.00	
Calificación	1.17	
TN total	671.58	
Número de observaciones	30.00	
TN promedio	22.39	
% de holgura	0.12	
Tiempo estándar elemental	25.07	
Número de ocurrencias	1.00	
Tiempo estándar	25.07	
Tiempo estándar total	25.07	

Anexo 37. Toma de tiempo del proceso de transporte reposo - desconchado Elaboración: Propia.

Calificación del operador		
Descripción		Calificación
Habilidades	C1	0.06
Esfuerzo	C1	0.05
Condiciones	E	0.03
Consistencia	B	0.03
Total		0.17
Factor de desempeño		1.17

Anexo 38. Calificación del empleado del proceso de transporte reposo - desconchado.

Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Por estar parado	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza	1%
% de holgura total	12%

Anexo 39. Resumen de holguras del proceso de transporte reposo - desconchado. Elaboración:

Propia.

Forma para el estudio de tiempos		
Estudio N°: 1	Fecha: 17/8/2016	Páginas: 1
Operación: Desconchado	Operador:	Observador: Fernando Aponte
N° de elementos y medición		Colocar pan en desconchadora
Nota	Ciclo	TD
	1	3
	2	4
	3	5
	4	3
	5	4
	6	5
	7	3
	8	4
	9	5
	10	3
	11	4
	12	4
	13	4
	14	4
	15	3
	16	5
	17	4
	18	5
	19	4
	20	4
	21	5
	22	3
	23	4
	24	3
	25	4
	26	4
	27	5
	28	5
	29	4
	30	3
Resumen		
TO total		120.00
Calificación		1.19
TN total		142.80
Número de observaciones		30.00
TN promedio		4.76
% de holgura		0.11
Tiempo estándar elemental		5.28
Número de ocurrencias		1.00
Tiempo estándar		731.58
Tiempo estándar total		731.58

Anexo 40. Toma de tiempo del proceso de desconchado. Elaboración: Propia.

Calificación del operador		
Descripción		Calificación
Habilidades	B2	0.08
Esfuerzo	B1	0.10
Condiciones	D	0.00
Consistencia	C	0.01
Total		0.19
Factor de desempeño		1.19

Anexo 41. Calificación del empleado del proceso de desconchado. Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Por estar parado	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza	0%
% de holgura total	11%

Anexo 42. Resumen de holguras del proceso de desconchado. Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos		
Estudio N°: 1	Fecha: 17/8/2016	Páginas: 1
Operación: Transporte	Operador:	Observador: Fernando Aponte
N° de elementos y medición		Colocar pan en rebanadora
Nota	Ciclo	TD
	1	1.44
	2	1.30
	3	1.34
	4	1.33
	5	1.56
	6	1.33
	7	1.43
	8	1.88
	9	1.56
	10	1.43
	11	1.24
	12	2.01
	13	2.04
	14	1.55
	15	1.24
	16	1.21
	17	1.71
	18	2.01
	19	1.37
	20	1.53
	21	1.66
	22	2.10
	23	1.50
	24	1.30
	25	1.77
	26	2.10
	27	2.03
	28	1.99
	29	2.00
	30	1.60
Resumen		
TO total		47.32
Calificación		1.28
TN total		60.57
Número de observaciones		29.00
TN promedio		2.09
% de holgura		0.11
Tiempo estándar elemental		2.32
Número de ocurrencias		1.00
Tiempo estándar		321.00
Tiempo estándar total		321.00

Anexo 43. Toma de tiempo del proceso de transporte a rebanadora. Elaboración: Propia.

Calificación del operador		
Descripción		Calificación
Habilidades	B1	0.11
Esfuerzo	B1	0.10
Condiciones	B	0.04
Consistencia	B	0.03
Total		0.28
Factor de desempeño		1.28

Anexo 44. Calificación del empleado del proceso de transporte a rebanadora. Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Por estar parado	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza	0%
% de holgura total	11%

Anexo 45. Resumen de holguras del proceso de transporte a rebanadora. Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos		
Estudio N°: 1	Fecha: 17/8/2016	Páginas: 1
Operación: Rebanado	Operador:	Observador: Fernando Aponte
N° de elementos y medición		Colocar pan en cesta para empaquetado
Nota	Ciclo	TD
	1	2.36
	2	1.98
	3	2.50
	4	1.84
	5	2.36
	6	2.19
	7	3.00
	8	2.10
	9	2.58
	10	3.80
	11	2.20
	12	2.36
	13	2.59
	14	3.01
	15	1.71
	16	2.36
	17	2.78
	18	2.30
	19	2.40
	20	2.60
	21	2.30
	22	1.97
	23	2.50
	24	1.78
	25	1.94
	26	2.20
	27	2.70
	28	1.80
	29	2.40
	30	2.09
Resumen		
TO total		70.70
Calificación		1.21
TN total		85.55
Número de observaciones		30.00
TN promedio		2.85
% de holgura		0.11
Tiempo estándar elemental		3.17
Número de ocurrencias		1.00
Tiempo estándar		438.26
Tiempo estándar total		438.26

Anexo 46. Toma de tiempo del proceso de colocar pan en cesta para empaquetado. Elaboración: Propia.

Calificación del operador		
Descripción		Calificación
Habilidades	B1	0.11
Esfuerzo	C1	0.05
Condiciones	B	0.04
Consistencia	C	0.01
Total		0.21
Factor de desempeño		1.21

Anexo 47. *Calificación del empleado del proceso de colocar pan en cesta para empaquetado.*
Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Por estar parado	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza	0%
% de holgura total	11%

Anexo 48. *Resumen de holguras del proceso de colocar pan en cesta para empaquetado.*
Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos		
Estudio N°: 1	Fecha: 17/8/2016	Páginas: 1
Operación: Empaquetado	Operador:	Observador: Fernando Aponte
N° de elementos y medición		Introducir pan en bolsa y colocar alambre
Nota	Ciclo	TD
	1	10.00
	2	12.00
	3	8.00
	4	7.00
	5	10.00
	6	7.00
	7	8.00
	8	8.00
	9	11.00
	10	9.00
	11	12.00
	12	11.00
	13	9.00
	14	11.00
	15	8.00
	16	12.00
	17	11.00
	18	8.00
	19	9.00
	20	7.00
	21	10.00
	22	10.36
	23	11.40
	24	9.00
	25	10.15
	26	12.00
	27	11.40
	28	9.00
	29	13.50
	30	7.00
Resumen		
TO total		308.81
Calificación		1.22
TN total		376.75
Número de observaciones		32.00
TN promedio		11.77
% de holgura		0.11
Tiempo estándar elemental		13.07
Número de ocurrencias		1.00
Tiempo estándar		1809.48
Tiempo estándar total		1809.48

Anexo 49. Toma de tiempo del proceso de empaquetado. Elaboración: Propia.

Calificación del operador		
Descripción		Calificación
Habilidades	B2	0.08
Esfuerzo	B1	0.1
Condiciones	B	0.04
Consistencia	D	0
Total		0.22
Factor de desempeño		1.22

Anexo 50. Calificación del empleado del proceso de empaquetado. Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Por estar parado	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza	0%
% de holgura total	11%

Anexo 51. Resumen de holguras del proceso de empaquetado. Elaboración: Propia.

Forma para el estudio de tiempos		
Estudio N°: 1	Fecha: 17/8/2016	Páginas: 1
Operación: Transporte a despacho	Operador:	Observador: Fernando Aponte
N° de elementos y medición		Transporte
Nota	Ciclo	TD
	1	36.00
	2	31.00
	3	28.00
	4	26.00
	5	33.00
	6	32.00
	7	32.00
	8	30.00
	9	31.00
	10	35.00
	11	29.00
	12	32.00
	13	29.00
	14	29.00
	15	30.00
	16	33.00
	17	28.00
	18	32.00
	19	28.00
	20	32.00
	21	36.00
	22	29.00
	23	36.00
	24	35.00
	25	32.00
	26	36.00
	27	28.00
	28	28.00
	29	34.00
	30	29.00
Resumen		
TO total		939.00
Calificación		1.19
TN total		1117.41
Número de observaciones		30.00
TN promedio		37.25
% de holgura		0.12
Tiempo estándar elemental		41.72
Número de ocurrencias		1.00
Tiempo estándar		41.72
Tiempo estándar total		41.72

Anexo 52. Toma de tiempo del proceso de transporte a despacho. Elaboración: Propia.

Calificación del operador		
Descripción		Calificación
Habilidades	C1	0.06
Esfuerzo	B2	0.08
Condiciones	B	0.04
Consistencia	C	0.01
Total		0.19
Factor de desempeño		1.19

Anexo 53. Calificación del empleado del proceso de transporte a despacho. Elaboración: Propia.

Resumen de holguras	
Necesidades personales	5%
Fatiga básica	4%
Por estar parado	2%
Postura anormal	0%
Uso de fuerza	1%
% de holgura total	12%

Anexo 54. Resumen de holguras del proceso de transporte a despacho. Elaboración: Propia.

Proceso	Elementos o Actividades	1	2	3	4	5	Promedio	Desviación Estándar	Tamaño muestra $\alpha=0,05$	Coefficiente α	Tamaño muestra $\alpha=$ variable	
Mezclado	Mezcla	150.00	120.00	113.00	125.00	150.00	131.60	17.33	128.42	0.11	26.53	
Amasado	Agregar Ingredientes	137.00	134.00	152.00	-	-	141.00	9.64	34.65	0.06	24.06	
	Cerrar Compuerta	16.00	25.00	30.00	-	-	23.67	7.09	665.56	0.28	28.89	
	Amasar	550.00	533.00	548.00	-	-	543.67	9.29	2.16	0.05	2.16	
	Abrir Compuerta	32.00	44.00	37.00	-	-	37.67	6.03	189.67	0.13	28.06	
	Retirar masa	55.00	62.00	59.00	-	-	58.67	3.51	26.54	0.05	26.54	
Transporte	Transporte carrito	4.00	5.00	4.30	-	-	4.43	0.51	99.23	0.09	30.63	
Picado de Masa	Picar masa manual	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.60	0.55	43.70	0.06	30.35	
	Introducir masa en maquina	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.20	0.45	60.20	0.07	30.72	
	Cortado Estándar	3.00					Tiempo Constante					
	Transporte cinta	1.00					Tiempo Constante					
	Embolado Estándar	6.00					Tiempo Constante					
Transporte	Transporte cinta transportadora	9.00					Tiempo Constante					
Moldear	Enrollado Estándar	4.00					Tiempo Constante					
	Estirar y colocar en molde	2.10	1.72	2.20	1.36	1.86	1.85	0.33	99.76	0.09	30.79	
	Cerrar molde	4.75	3.50	2.75	4.00	4.25	3.85	0.76	120.88	0.10	30.22	
	Colocar bandeja en carrito	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.80	0.45	42.69	0.06	29.65	
Transporte	Transporte carrito	6.00	13.00	9.00	15.00	7.00	10.00	3.87	462.37	0.20	28.90	
Fermentado	Fermentación	5400.00					Tiempo Constante					
Transporte	Transporte	40.00	41.00	53.00	44.00	40.00	43.60	5.50	49.13	0.07	25.07	
Hornear	Llenar horno carrusel	3.11	3.17	2.60	2.70	2.90	2.90	0.25	22.69	0.05	22.69	
	Hornear Estándar	3600.00					Tiempo Constante					
	Retirar tapas de moldes	30.44	42.00	40.00	42.00	35.00	37.89	5.05	54.81	0.07	27.96	
	Retirar panes del horno y moldes	6.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	0.71	61.65	0.08	24.08	
	Colocar panes en carrito	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.60	0.55	71.35	0.08	27.87	
Transporte	Transporte carrito	12.00	14.00	14.00	15.00	14.00	13.80	1.10	19.42	0.05	19.42	
Reposo	Reposo Estándar	86400.00					Tiempo Constante					

Transporte	Transporte carrito	23.00	18.00	14.00	18.00	16.00	17.80	3.35	108.96	0.10	27.24	
Desconchar	Colocar pan	1.00	1.00	1.64	2.00	1.75	1.48	0.46	292.69	0.15	32.52	
	Desconchado Estándar	6.00					Tiempo Constante					
Transportar	Transporte manual	1.20	1.30	1.12	1.33	1.05	1.20	0.12	29.86	0.05	29.86	
Rebanar	Rebanar pan Estándar	203.57					Tiempo Constante					
	Colocar pan en empaquetado	1.50	1.20	2.97	2.97	2.12	2.15	0.82	444.40	0.18	34.29	
Empaquetar	Introducir bolsa y colocar alambre	7.03	8.75	12.90	9.03	12.90	10.12	2.65	211.13	0.13	31.23	
	Etiquetado Estándar	14.00					Tiempo Constante					
Transporte	Transporte carrito	35.00	36.00	-	-	-	35.50	0.71	25.62	0.10	6.41	

Anexo 55. Tamaños de muestra con sus respectivos errores de significación. Elaboración: Propia.

En la tabla se presentan los datos en segundos, además se puede apreciar que en ésta se ordenan (de izquierda a derecha): los procesos, las actividades que los componen, las muestras pilotos tomadas, los promedios, desviaciones estándar, tamaños de muestra con un α de 0.05, los coeficientes α variables y por último los tamaños de muestra que se obtuvieron como resultado de esta variación. Es importante resaltar que hay actividades a las cuales no se les realizó el estudio de tiempo debido a que las variaciones que estas presentan son despreciables, en este caso se colocó el tiempo que duran dichas actividades (en segundos) y se les colocó seguidamente "Tiempo Constante".

Procesos	Elementos o actividades	Desviación estándar	Media	Coefficiente de variabilidad
Mezclado	Mezcla	20,0025	118,0333	0,1695
Amasado	Agregar Ingredientes	25,4205	139,0000	0,1829
	Cerrar Compuerta	4,9053	25,2667	0,1941
	Amasar	33,0901	733,1000	0,0451
	Abrir Compuerta	3,9622	24,0333	0,1649
	Retirar masa	24,4995	158,8000	0,1543
Transporte	Transporte carrito	0,7043	5,2833	0,1333
Picado de Masa	Picar masa manual	0,6596	3,5333	0,1867
	Introducir masa en maquina	0,9010	4,5667	0,1973
	Cortado Estándar	-	-	-
	Transporte cinta	-	-	-
	Embolado Estándar	-	-	-
Transporte	Transporte cinta transportadora	-	-	-
Moldear	Enrollado Estándar	-	-	-
	Estirar y colocar en molde	0,2862	1,5200	0,1883
	Cerrar molde	2,9710	17,2000	0,1727
	Colocar bandeja en carrito	0,7794	4,3667	0,1785
Transporte	Transporte carrito	2,3851	21,6667	0,1101
Fermentado	Fermentación	-	-	-
Transporte	Transporte	3,2325	32,5333	0,0994
Hornear	Retirar tapas de los moldes	3,5450	35,6560	0,0994
	Llenar horno carrusel	0,5592	2,8790	0,1942
	Hornear Estándar	-	-	-
	Retirar panes del horno y moldes	0,9195	4,7667	0,1929
	Colocar panes en carrito	0,7071	3,7037	0,1909
Transporte	Transporte carrito	3,0385	16,0333	0,1895
Reposo	Reposo Estándar	-	-	-
Transporte	Transporte carrito	3,2836	19,1333	0,1716
Desconchar	Colocar pan	0,7303	4,0000	0,1826
	Desconchado Estándar	-	-	-
Transportar	Transporte manual	0,2908	1,6317	0,1782
Rebanar	Rebanar pan Estándar	-	-	-
	Colocar pan en empaquetado	0,4259	2,3567	0,1807
Empaquetar	Introducir bolsa y colocar alambre	1,7536	9,6503	0,1817
	Etiquetado Estándar	-	-	-
Transporte	Transporte carrito	2,8537	31,3000	0,0912

Anexo 56. Coeficientes de Variabilidad de las actividades que componen a los procesos.

Elaboración: Propia.

Actividad	Tiempo estándar sin modificar	Unidades	Tiempo estándar	Unidades
Mezcla	159,84	Seg/90Kg	159,84	Seg/90kg
Amasado	1336,72	Seg/90Kg	1336,72	Seg/90kg
Transporte	6,33	Seg/90Kg	6,33	Seg/90kg
Picar masa	9,22	Seg/0,650Kg	46,12	Seg/90kg
Cinta transportadora	9,00	Seg/0,650Kg	1246,15	Seg/90kg
Moldear	30,99	Seg/0,650Kg	1072,89	Seg/90kg
Transporte a fermentación	26,69	Seg/45Kg	53,39	Seg/90kg
Cámara de Fermentación	90,00	Min	5400,00	Seg/90kg
Transporte horno	40,08	Seg/45Kg	80,16	Seg/90kg
Actividades en Horno	15,66	Seg/0,650Kg	2168,84	Seg/90kg
Transporte horno - reposo	18,68	Seg/45Kg	37,35	Seg/90kg
Reposo	24,00	horas	86400,00	Seg/90kg
Transporte reposo - desconchado	25,07	Seg/45Kg	50,14	Seg/90kg
Desconchado	5,28	Seg/0,650Kg	731,58	Seg/90kg
Transporte desconchado - rebanado	3,17	Seg/0,650Kg	438,26	Seg/90kg
Rebanado	13,07	Seg/0,650Kg	2.501,79	Seg/90kg
Empaquetado	13,07	Seg/0,650Kg	3.747,94	Seg/90kg
Transporte a despacho	41,72	Seg/45Kg	83,43	Seg/90kg

Anexo 57. Tiempos Estándar de cada actividad llevados a una unidad. Elaboración: Propia.

En dicha tabla se refleja los tiempos totales estándar de cada actividad en segundos sobre 90Kg de masa, debido a que de la amasadora (uno de las primeras actividades) se sacan lotes de 90kg, por ser esta la capacidad de la máquina.

Actividad	Tiempo Cte.	Unidades	Tiempo Cte.	Unidades
Picar masa	10,00	Seg/0,650Kg	1384,62	seg/90kg
Moldear	4,00	Seg/0,650Kg	553,85	seg/90kg
Horno	60,00	Min/90Kg	3600,00	seg/90kg
Desconchado	12,00	Seg/0,650Kg	1661,54	seg/90kg
Rebanado	5,00	Seg/0,650Kg	692,31	seg/90kg
Etiquetado	14,00	Seg/0,650Kg	1938,46	seg/90kg

Anexo 58. Tiempos constantes de actividades del proceso productivo. Elaboración: Propia.

Actividad	Horario
Horario de trabajo	7am-4pm
Horario de descanso	12m-1pm
Total de horas trabajadas al día	8 horas
Días de trabajo en la semana	Lunes-Viernes
Número de días trabajados en la semana	5 días
Número de días feriados al año	15 días
Vacaciones	No colectivas
Total de semanas de trabajo	49 semanas

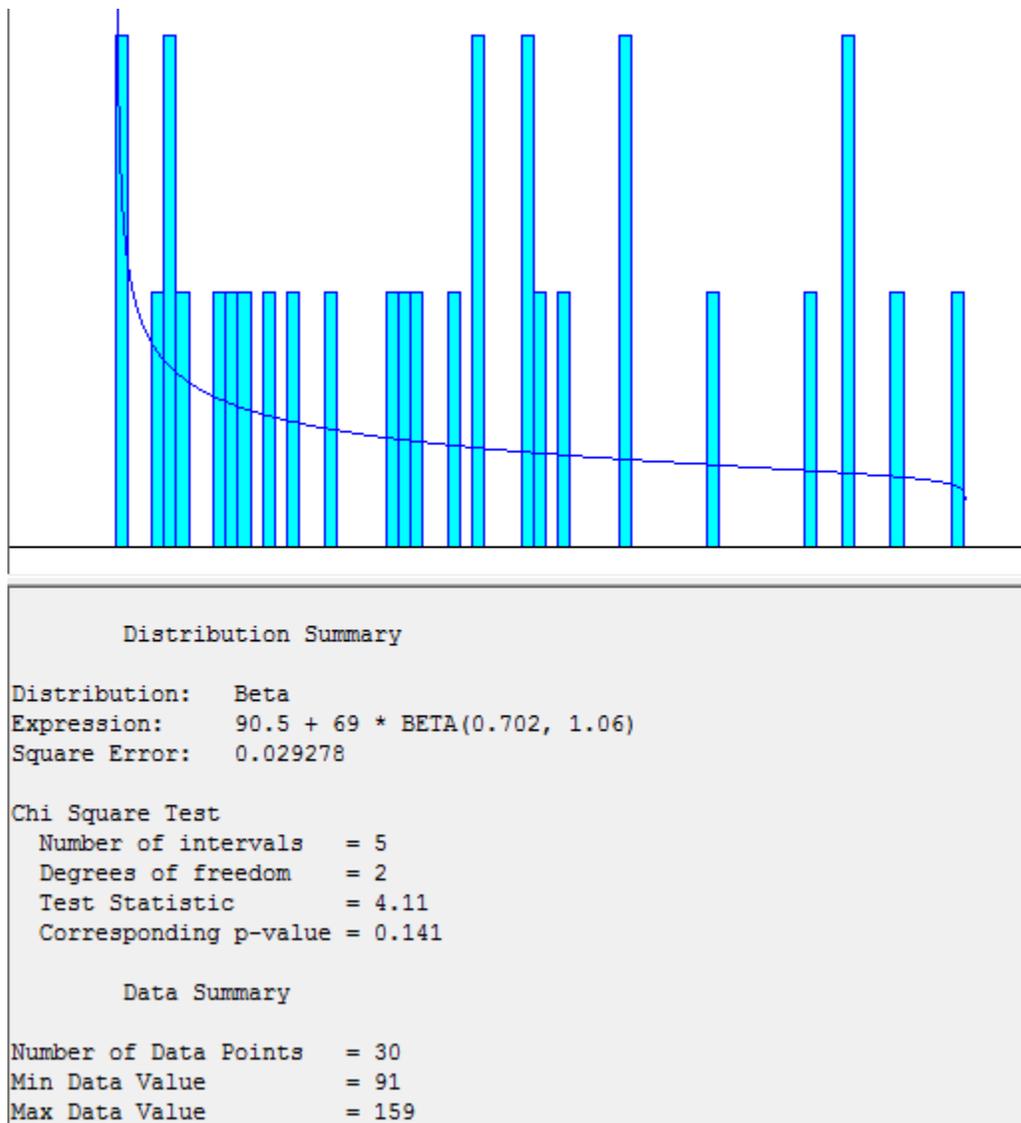
Anexo 59. Horarios de trabajo. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.

En Panificadora Los Mil y Un Pan, por medio de entrevistas no estructuradas en el departamento de administración, se obtuvo información de que la empresa está operativa todo el año, realizando solo paradas los días feriados. Esto es debido a que por política de la empresa las vacaciones no son colectivas.

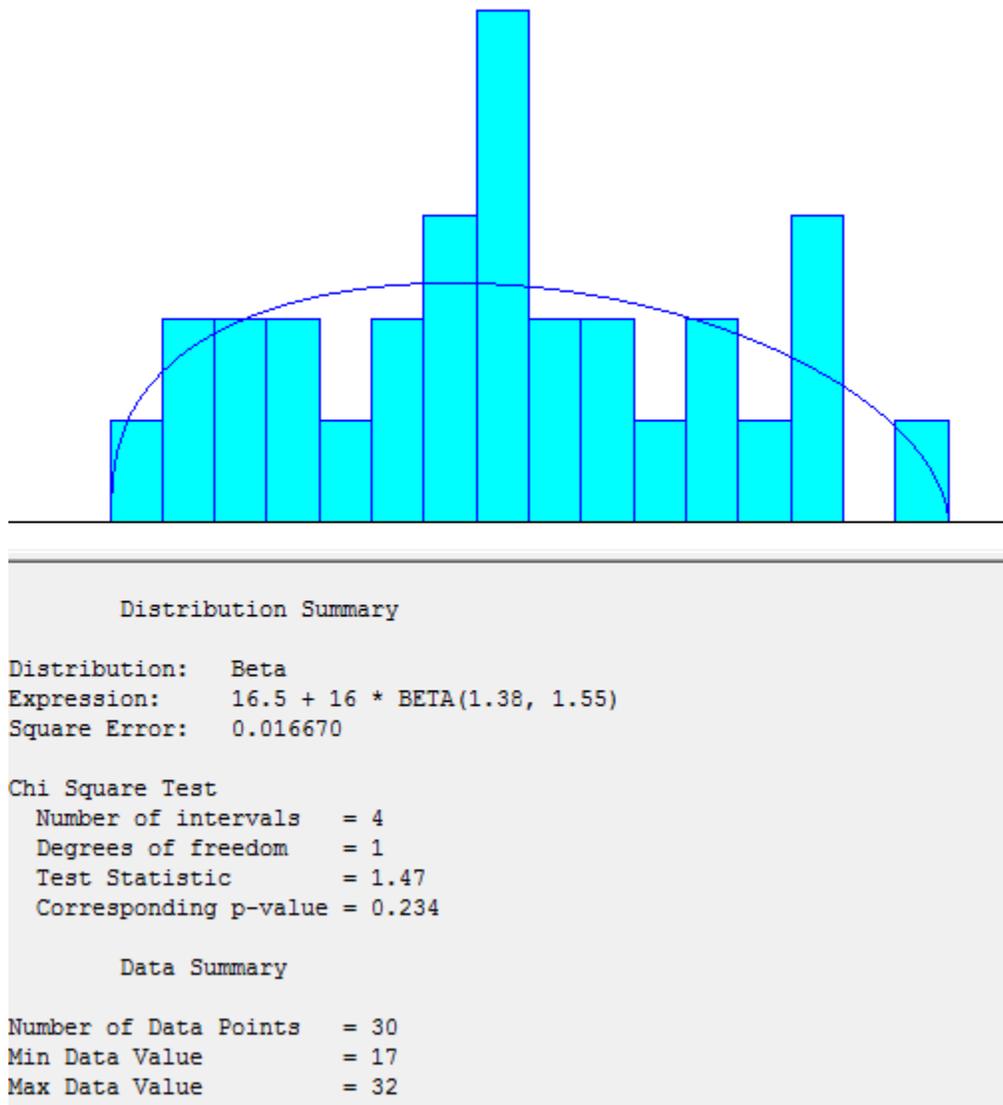
A continuación se muestra la distribución de los tiempos obtenidos para cada actividad así como los resultados obtenidos por el “Input Analyzer” de manera más detallada, con gráficos que representan de mejor manera estos valores.

Actividad	Sub-actividad	Distribución	Expresión (Segundos)	Error ²	Tipo
Mezclado	Mezcla	Beta	$90.5 + 69 * BETA(0.702, 1.06)$	0.029	Lote
Amasado	Abrir compuerta	Beta	$16.5 + 16 * BETA(1.38, 1.55)$	0.017	Lote
Amasado	Introducir mezcla	Triangular	TRIA(90, 137, 190)	0.052	Lote
Amasado	Amasar	Beta	$683 + 97 * BETA(0.708, 0.631)$	0.027	Lote
Amasado	Retirar masa	Beta	$121 + 97 * BETA(1.03, 1.59)$	0.026	Lote
Amasado	Cerrar compuerta	Beta	$17.5 + 16 * BETA(0.762, 0.807)$	0.040	Lote
Transporte	Transporte	Normal	NORM(5.27, 0.772)	0.003	Lote
Picar	Picar masa manual	Gamma	$1.5 + GAMM(0.274, 7.43)$	0.001	Lote
Picar	Introducir masa	Beta	$2.5 + 4 * BETA(2.01, 1.89)$	0.001	Lote
Picar	Cortar masa	Constante	414	-	Lote
Embolado	Embolado	Constante	417	-	Lote
Transporte	Transporte	Constante	9	-	Lote
Moldeado	Colocar en molde	Logarítmica	$1 + LOGN(0.551, 0.342)$	0.038	Unidades
Moldeado	Cerrar molde	Beta	$11.5 + 12 * BETA(1.52, 1.67)$	0.009	Unidades
Moldeado	Colocar en carro	Weibull	$1.5 + WEIB(3.17, 3.73)$	0.006	Unidades
Transporte	Transporte	Beta	$17.5 + 9 * BETA(1.12, 1.3)$	0.035	Carros
Fermentado	Fermentación	Constante	5400	-	Lote
Transporte	Transporte	Beta	$27.5 + 13 * BETA(1.05, 1.66)$	0.013	Carros
Horno	Llenar horno	Logarítmica	$2 + LOGN(0.867, 0.453)$	0.011	Unidades
Horno	Horneado	Constante	3600	-	Lote
Horno	Retirar tapas	Beta	$29.5 + 13 * BETA(1.13, 1.23)$	0.013	Lote
Horno	Retirar panes	Beta	$2.5 + 4 * BETA(1.98, 1.51)$	0.013	Unidades
Horno	Colocar en carro	Weibull	$1.5 + WEIB(2.49, 3.19)$	0.002	Unidades
Transporte	Transporte	Beta	$11.5 + 9 * BETA(0.564, 0.556)$	0.008	Carros
Transporte	Transporte	Beta	$13.5 + 12 * BETA(1.04, 1.18)$	0.017	Carros
Desconchar	Pan en maquina	Beta	$2.5 + 3 * BETA(2.2, 2.12)$	0.002	Unidades
Desconchar	Desconchado	Constante	12	-	Unidades
Transporte	Transporte	Uniforme	UNIF(1.12, 2.19)	0.024	Unidades
Rebanar	Rebanado	Constante	5	-	Unidades
Rebanar	Pan en cesta	Logarítmica	$1.5 + LOGN(0.867, 0.491)$	0.002	Unidades
Empaquetado	Pan en bolsa	Beta	$7 + 7 * BETA(0.997, 1.64)$	0.013	Unidades
Etiquetado	Etiquetar	Constante	14	-	Unidades
Transporte	Transporte	Erlang	$25.5 + ERLA(1.93, 3)$	0.038	Carros

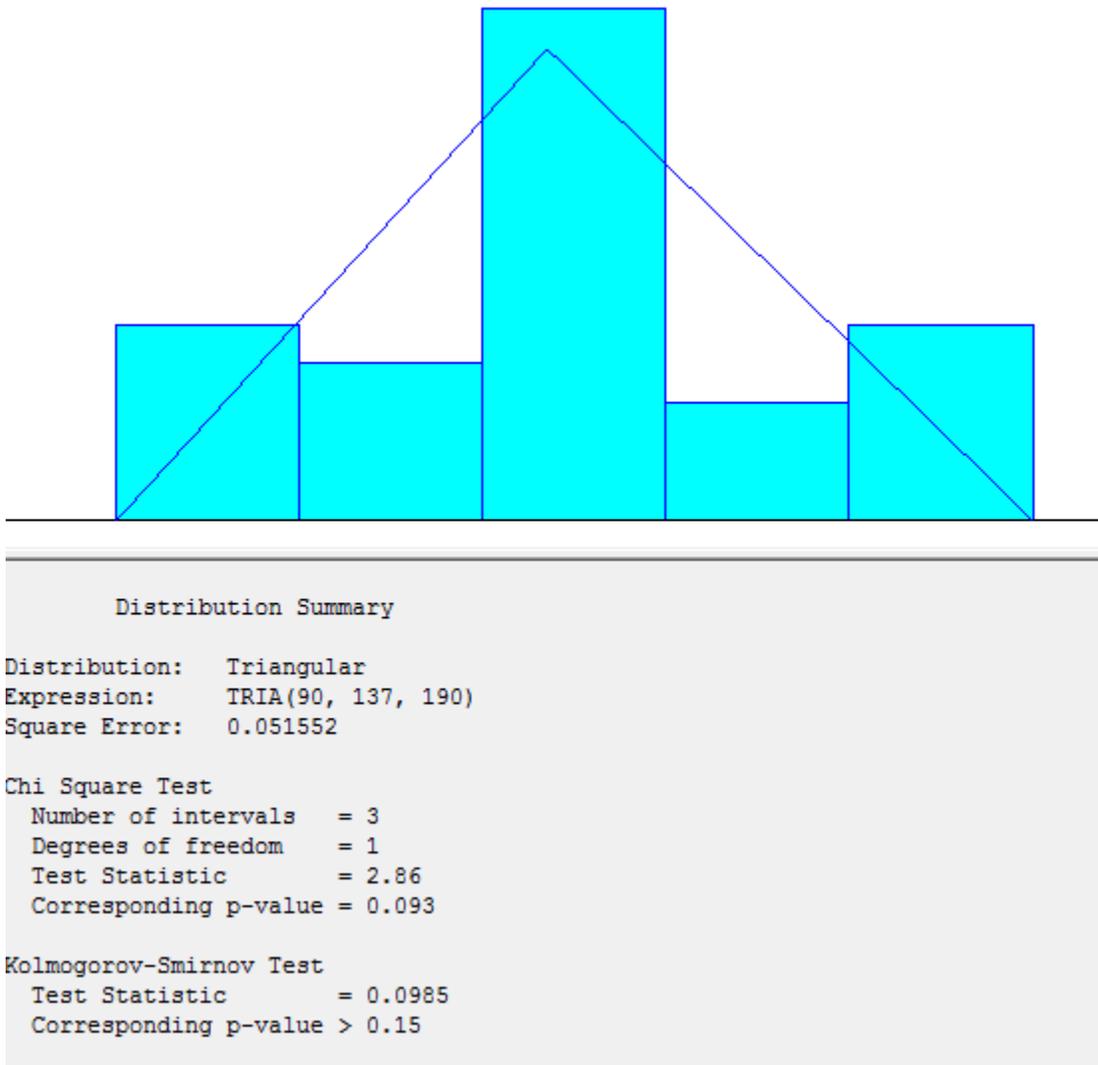
Anexo 60. Distribución de tiempos para cada actividad. Elaboración: Propia.



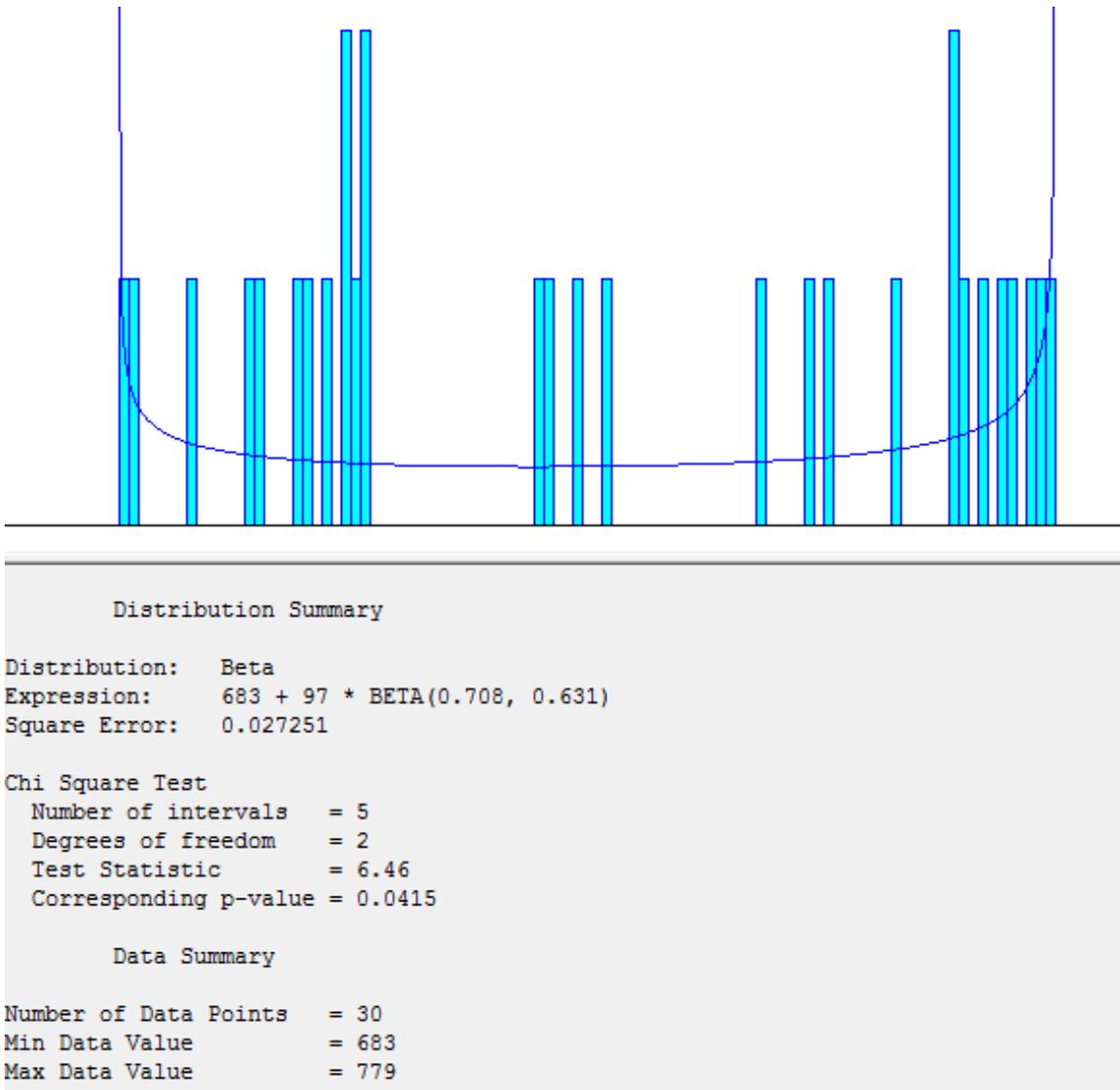
Anexo 61: Distribución de datos de mezclado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



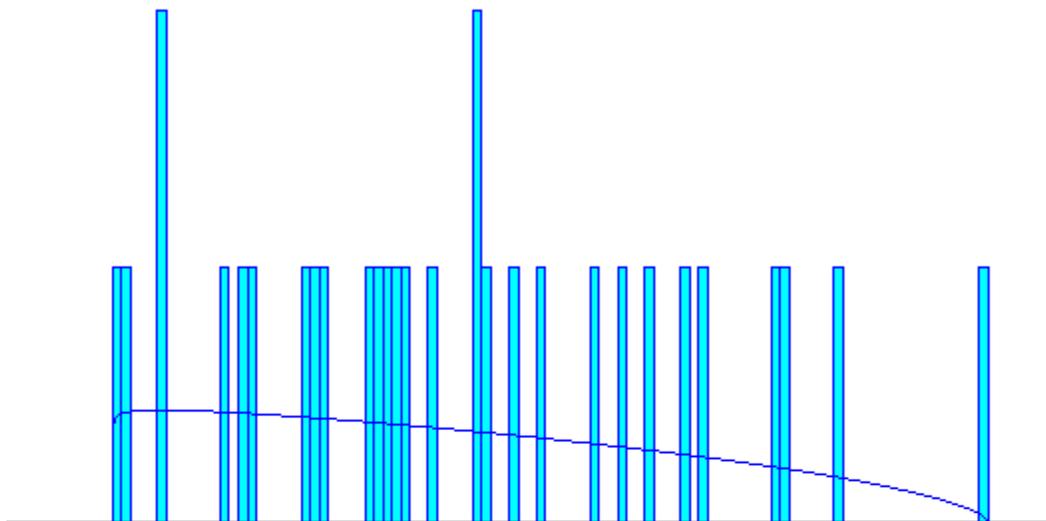
Anexo 62. Distribución de datos de sub-actividad: Abrir compuerta. Amasado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



Anexo 63. Distribución de datos de sub-actividad: Introducir masa. Amasado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

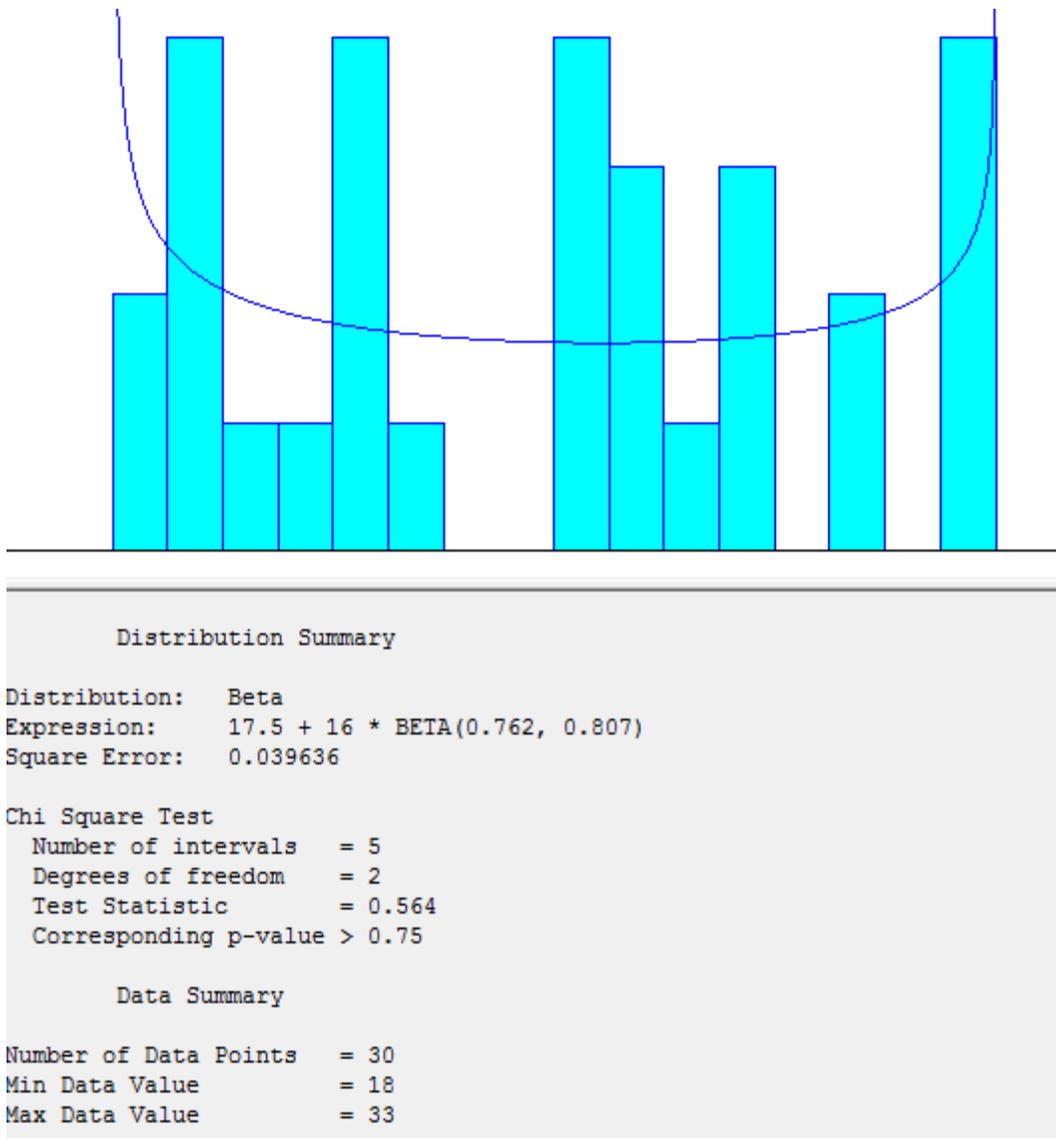


Anexo 64. Distribución de datos de sub-actividad: Amasar. Amasado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

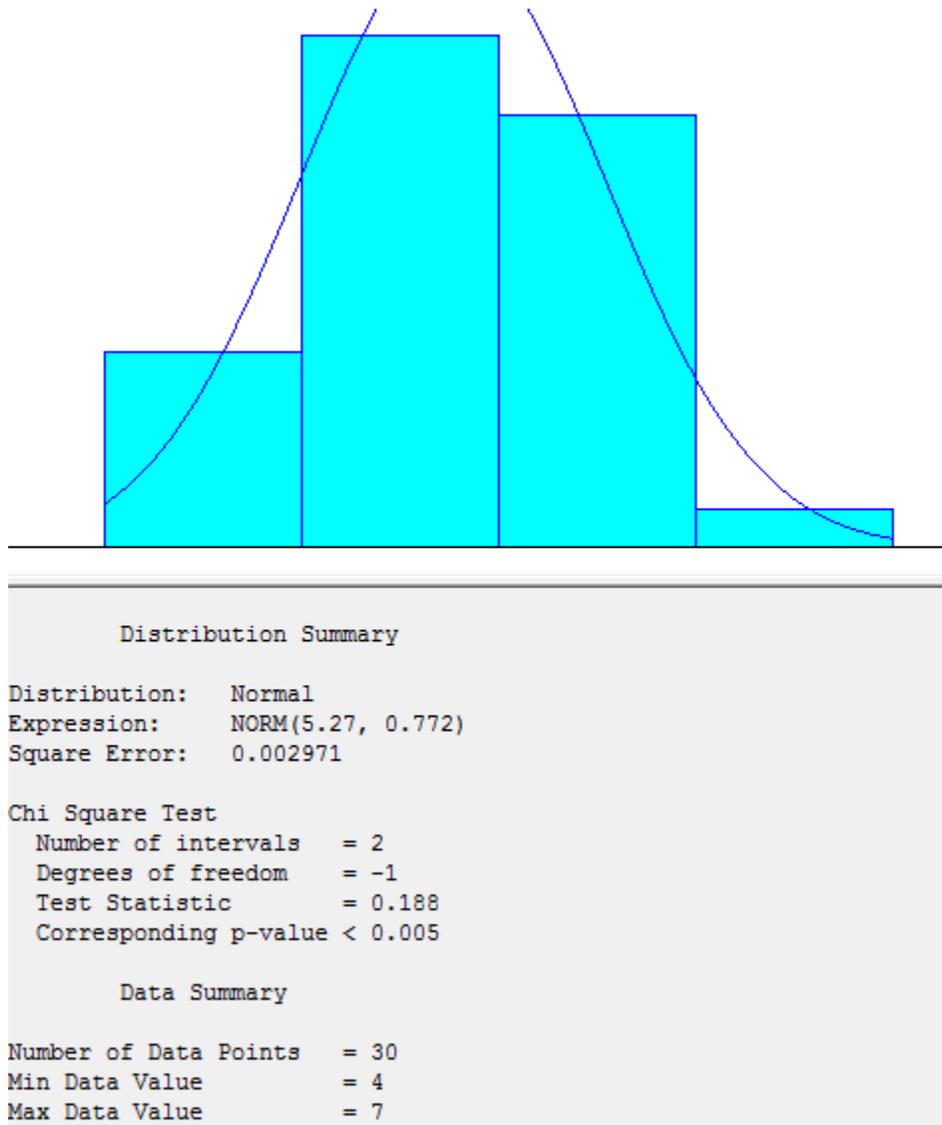


Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$121 + 97 * \text{BETA}(1.03, 1.59)$
Square Error:	0.026136
Chi Square Test	
Number of intervals	= 5
Degrees of freedom	= 2
Test Statistic	= 0.661
Corresponding p-value	= 0.724
Data Summary	
Number of Data Points	= 30
Min Data Value	= 121
Max Data Value	= 217

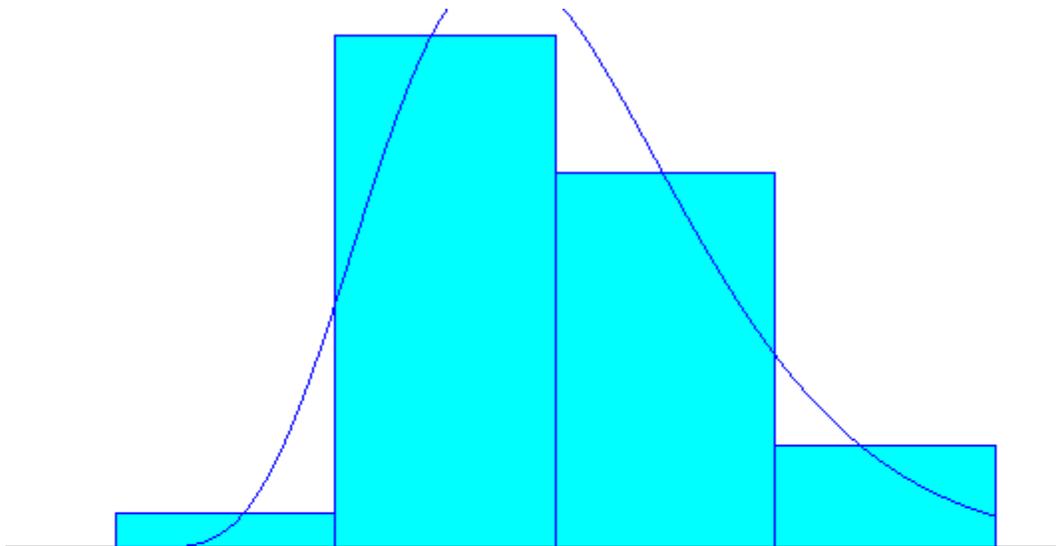
Anexo 65. Distribución de datos de sub-actividad: Retirar masa. Amasado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



Anexo 66. Distribución de datos de sub-actividad: Cerrar compuerta. Amasado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

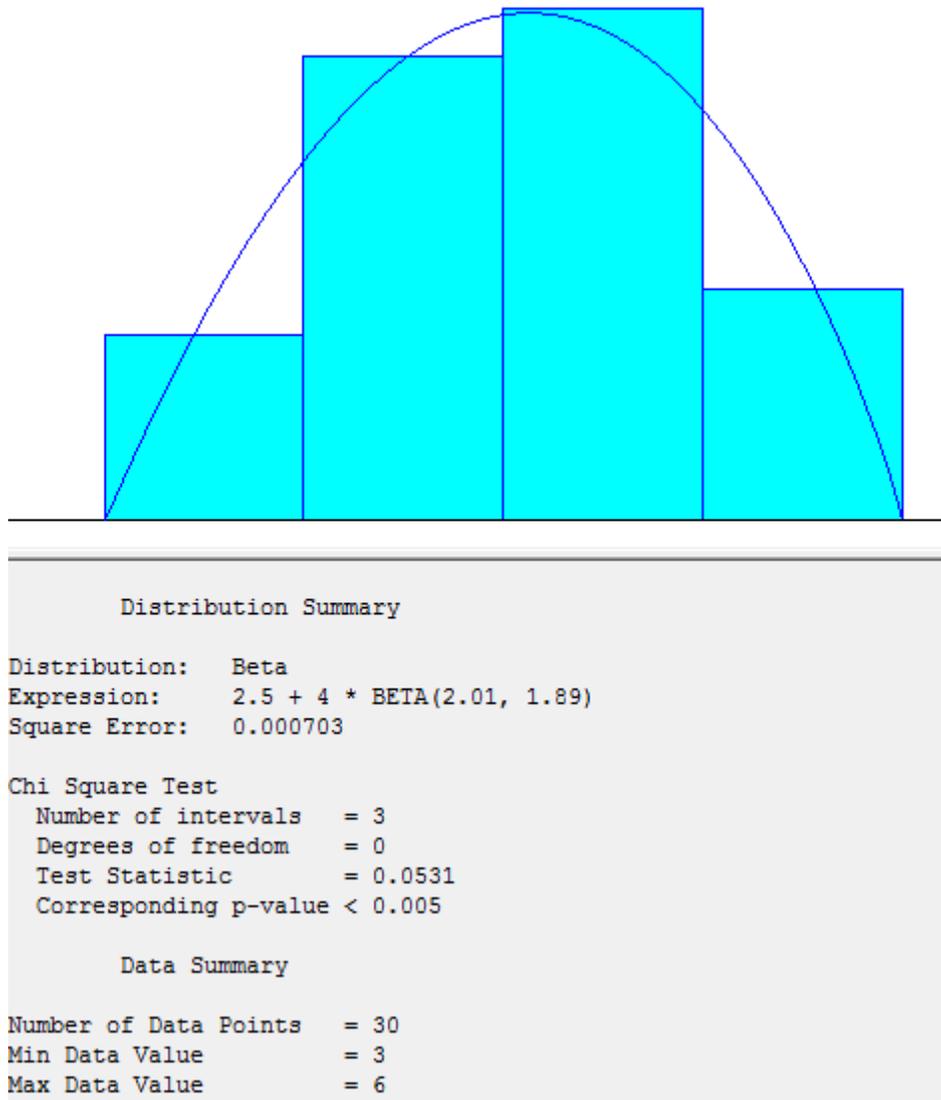


Anexo 67. Distribución de datos Transporte de masa de amasado a picado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

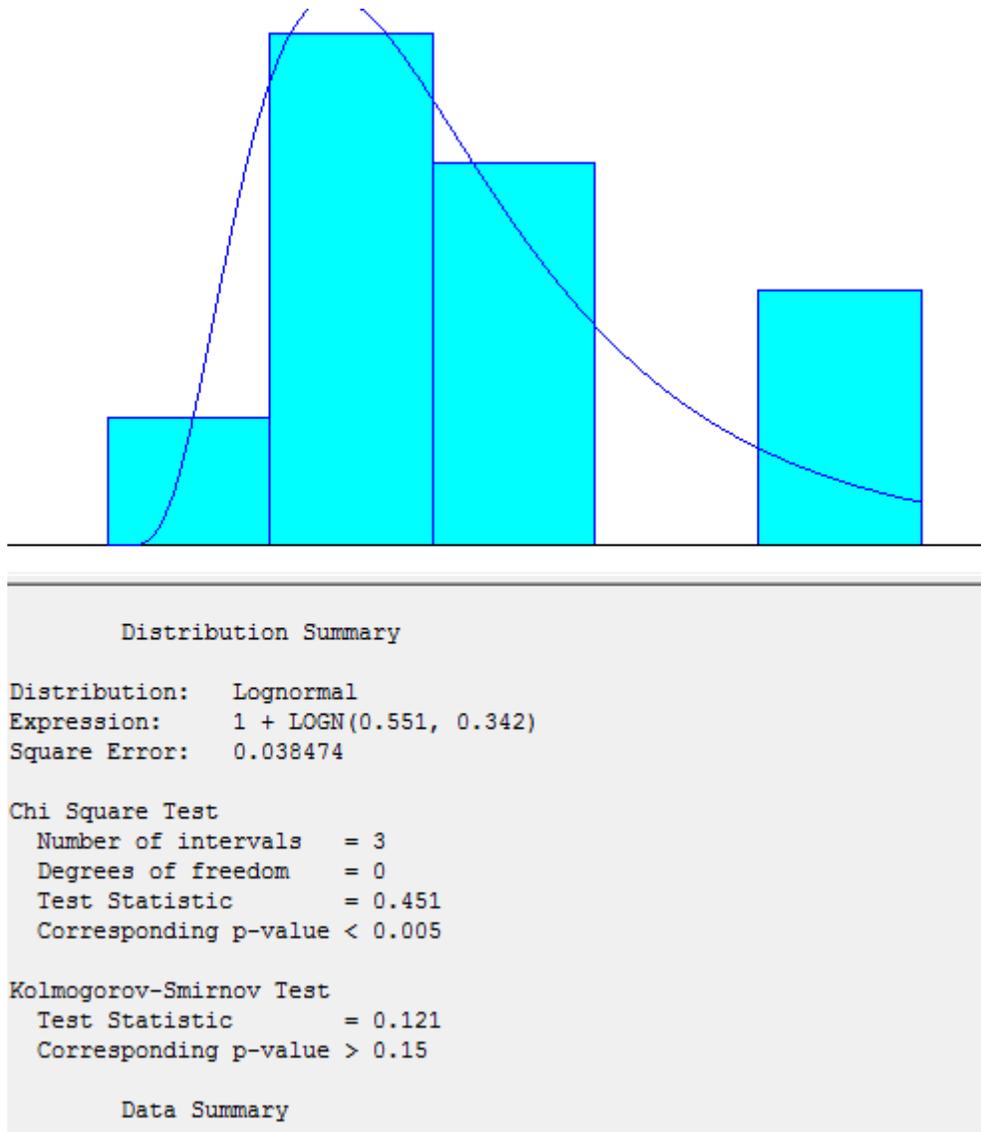


Distribution Summary	
Distribution:	Gamma
Expression:	1.5 + GAMM(0.274, 7.43)
Square Error:	0.001123
Chi Square Test	
Number of intervals	= 2
Degrees of freedom	= -1
Test Statistic	= 0.0115
Corresponding p-value	< 0.005
Data Summary	
Number of Data Points	= 30
Min Data Value	= 2
Max Data Value	= 5

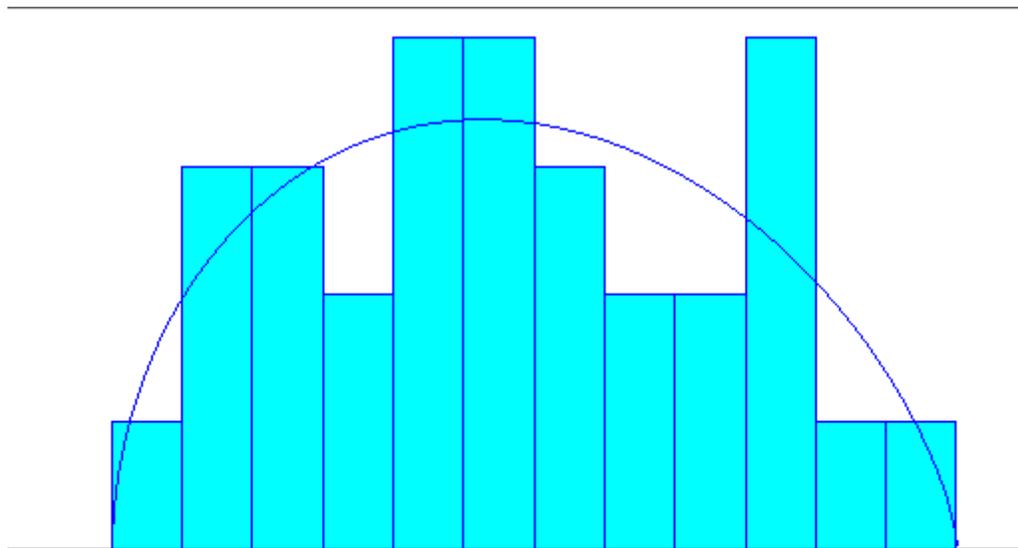
Anexo 68. Distribución de datos de sub-actividad: Picar masa manual. Picado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



Anexo 69. Distribución de datos de sub-actividad: Introducir masa en la tolva. Picado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

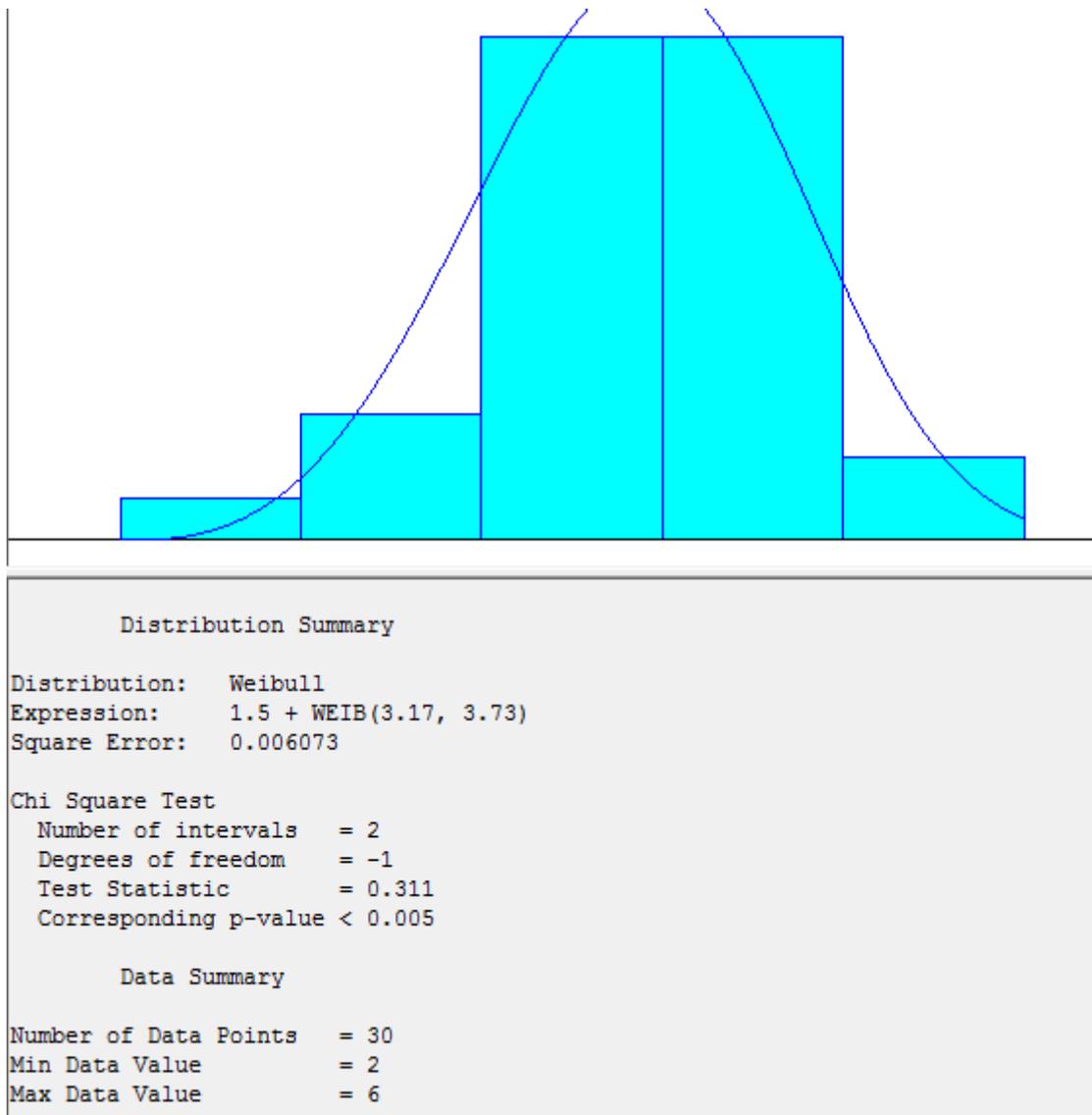


Anexo 70. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar masa en moldes. Moldeado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

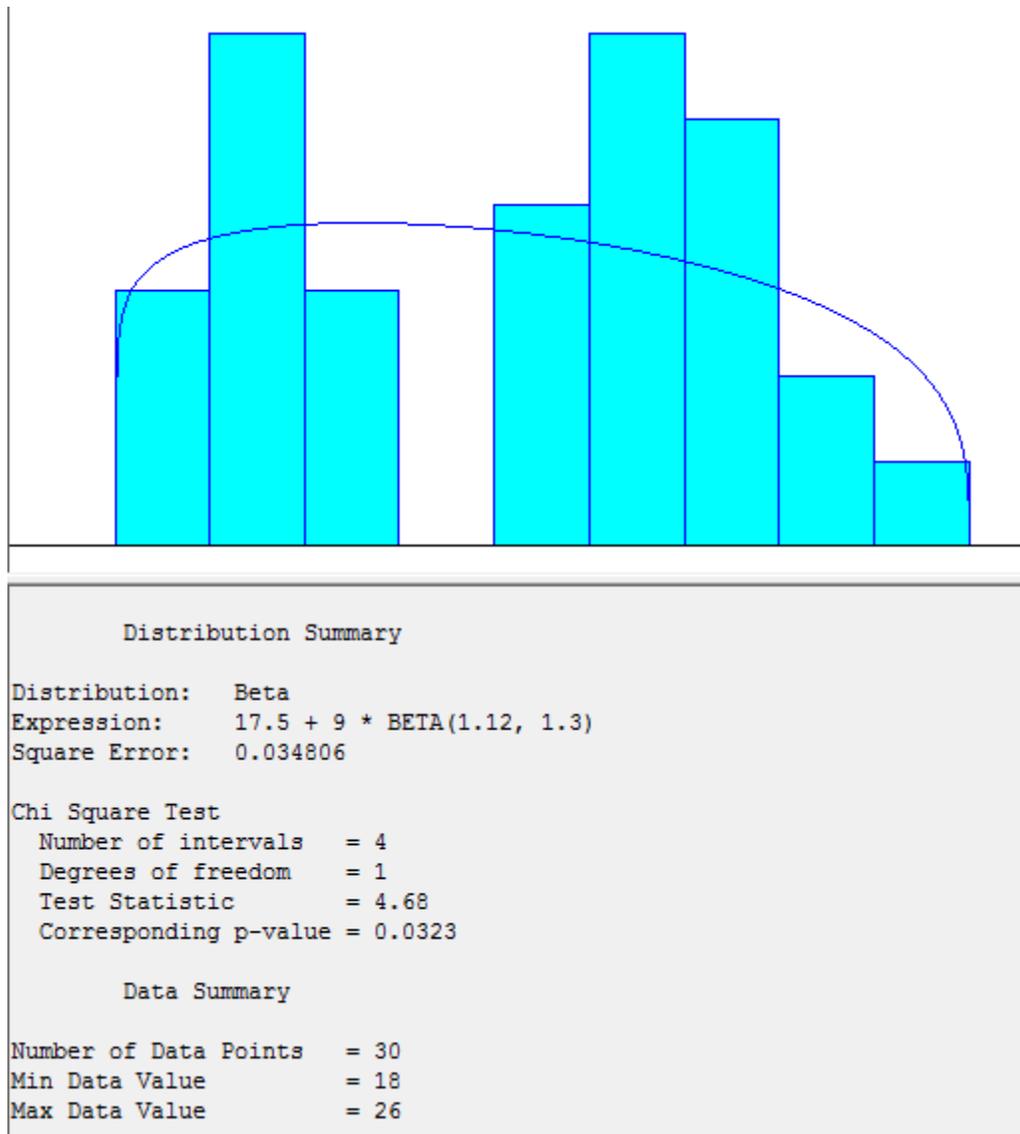


Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$11.5 + 12 * \text{BETA}(1.52, 1.67)$
Square Error:	0.008866
Chi Square Test	
Number of intervals	= 4
Degrees of freedom	= 1
Test Statistic	= 0.755
Corresponding p-value	= 0.414
Data Summary	
Number of Data Points	= 30
Min Data Value	= 12
Max Data Value	= 23

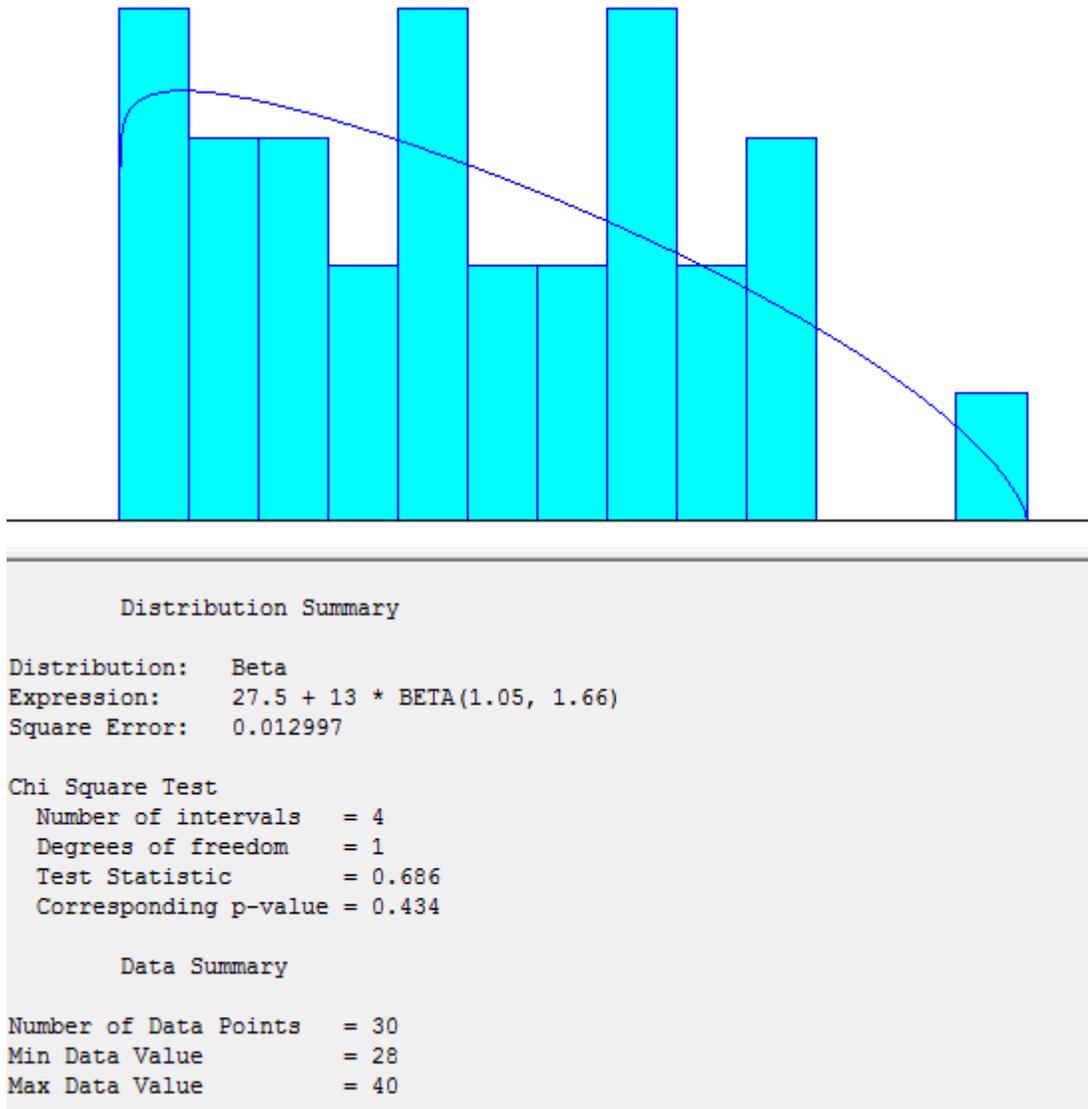
Anexo 71. Distribución de datos de sub-actividad: Cerrar moldes. Moldeado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



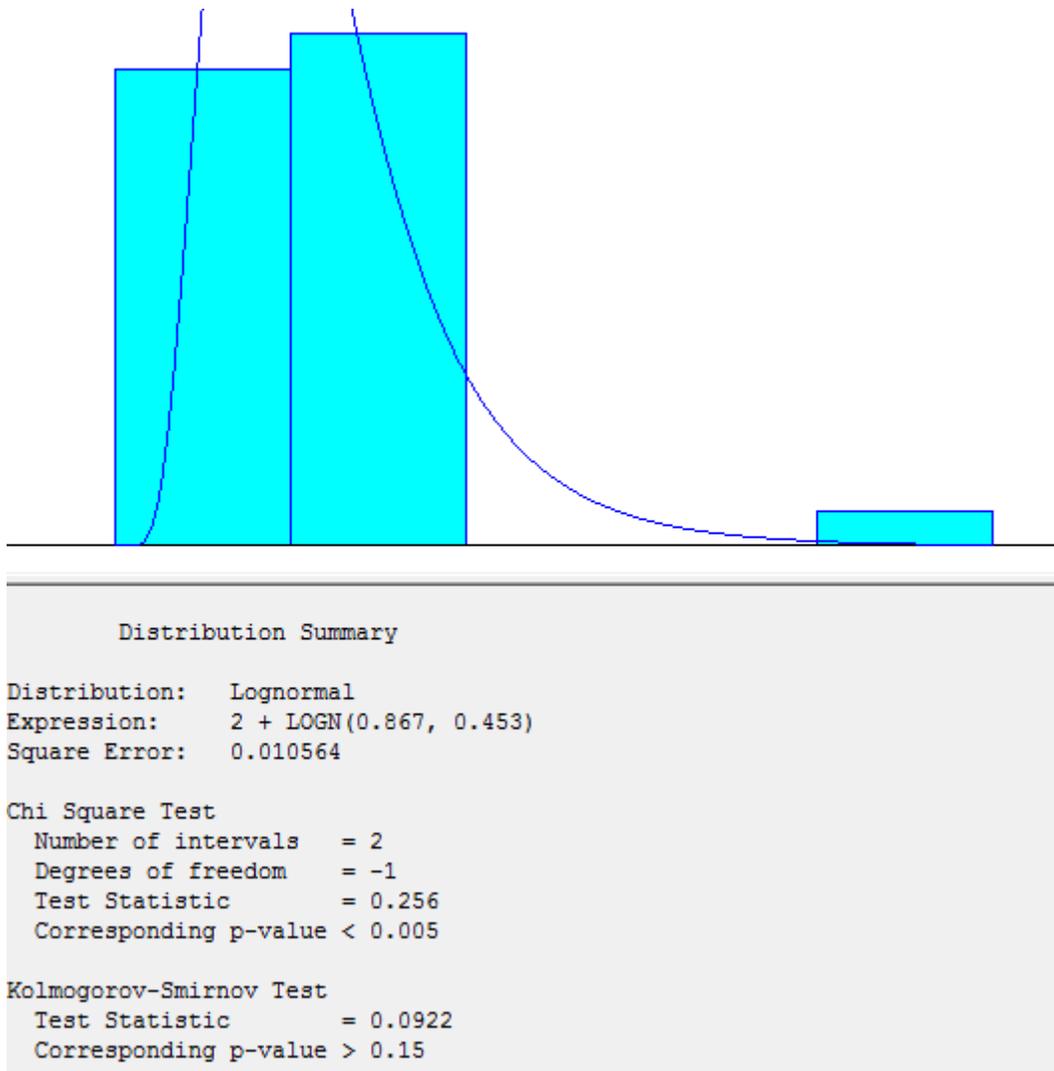
Anexo 72. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar moldes en carro transportador. Moldeado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



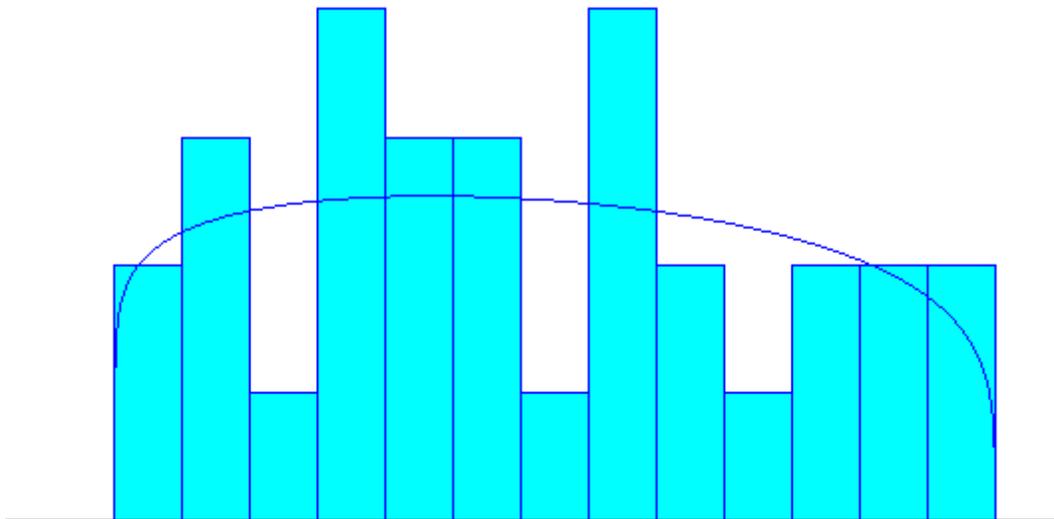
Anexo 73. Distribución de datos de Transporte de masa a la cámara de fermentado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



Anexo 74. Distribución de datos de Transporte de masa de la cámara de fermentado al horno de cocción. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

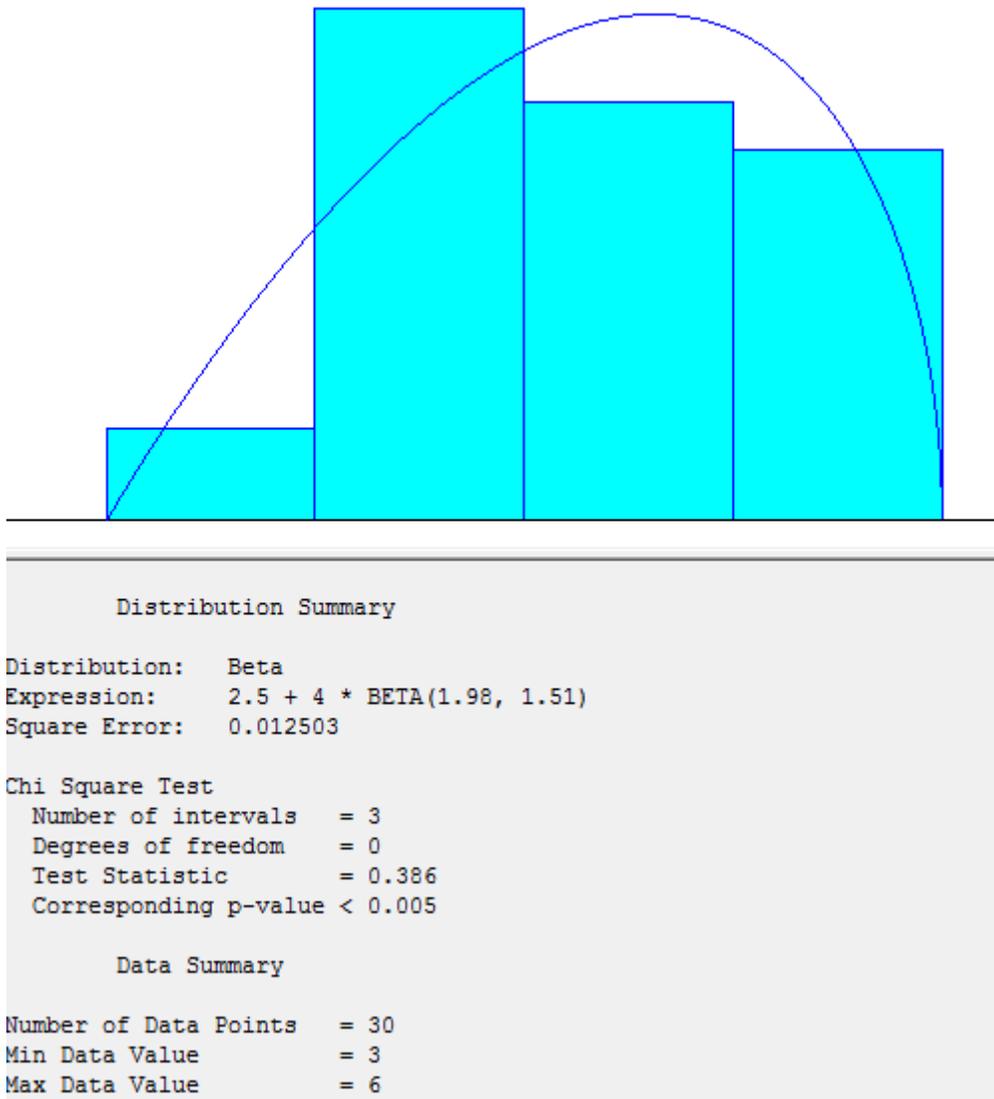


Anexo 75. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar moldes en horno. Horneado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

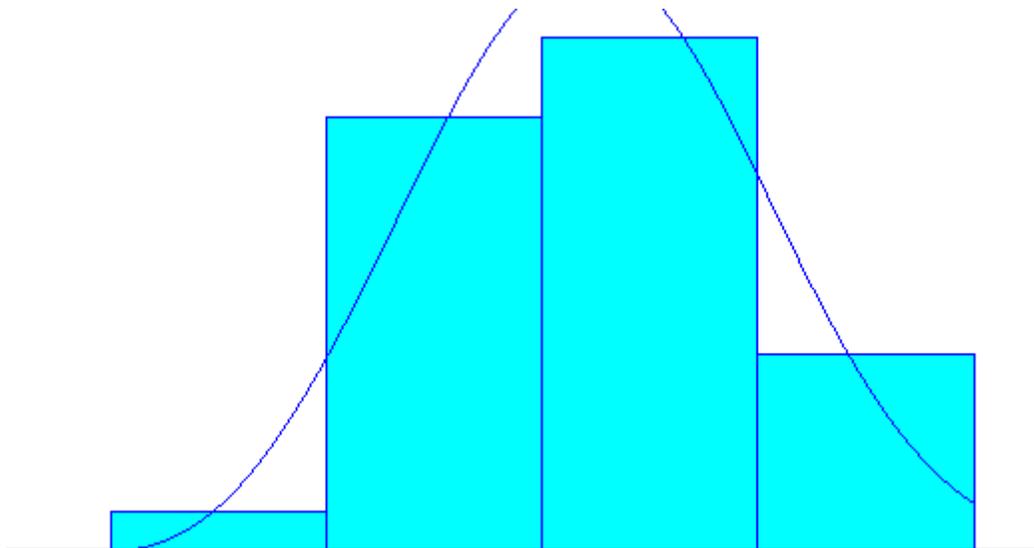


Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$29.5 + 13 * \text{BETA}(1.13, 1.23)$
Square Error:	0.013302
Chi Square Test	
Number of intervals	= 5
Degrees of freedom	= 2
Test Statistic	= 1.11
Corresponding p-value	= 0.585
Data Summary	
Number of Data Points	= 30
Min Data Value	= 30
Max Data Value	= 42

Anexo 76. Distribución de datos de sub-actividad: Retirar tapas de los moldes. Horneado.
Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

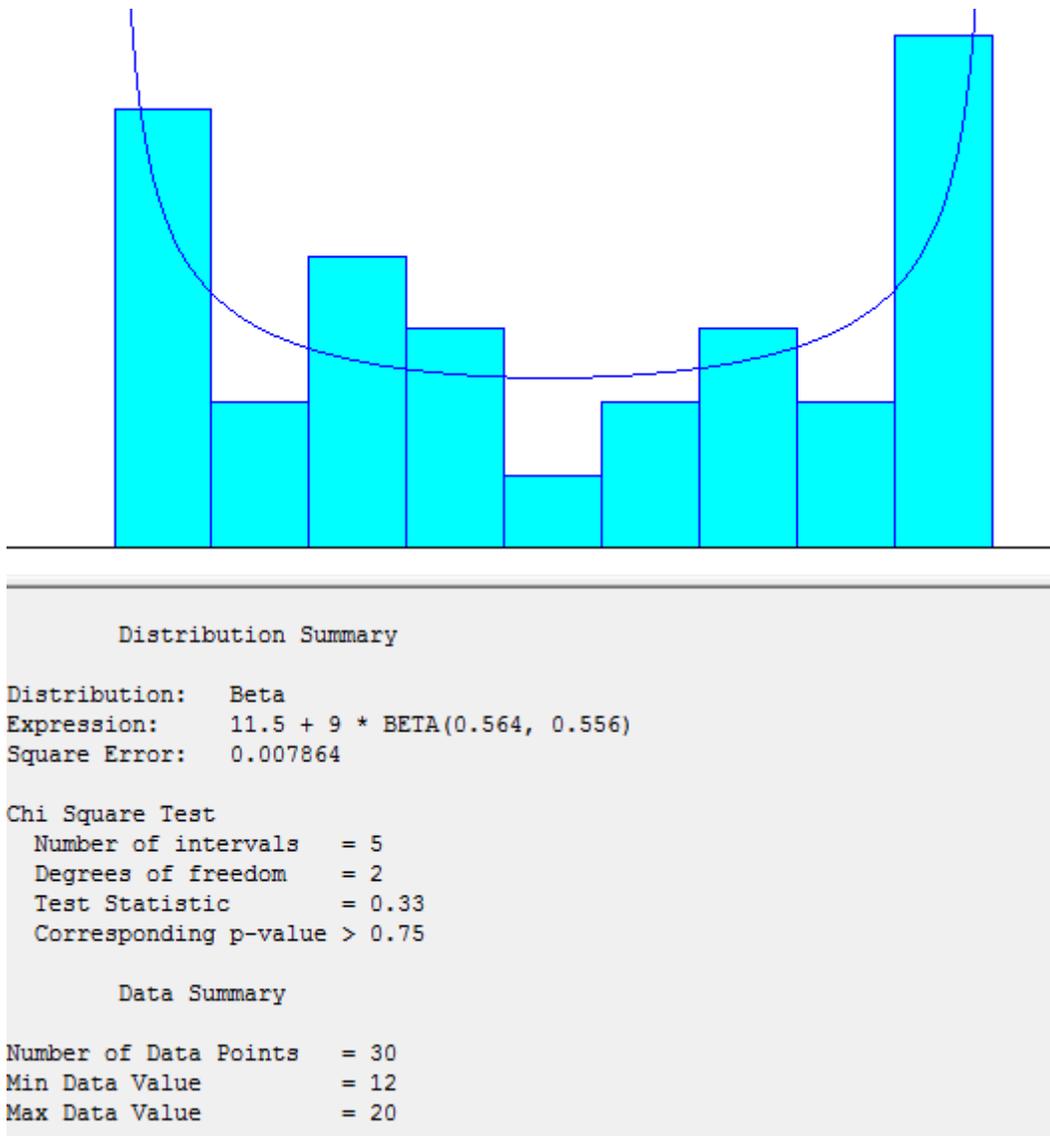


Anexo 77. Distribución de datos de sub-actividad: Retirar moldes del horno. Horneado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

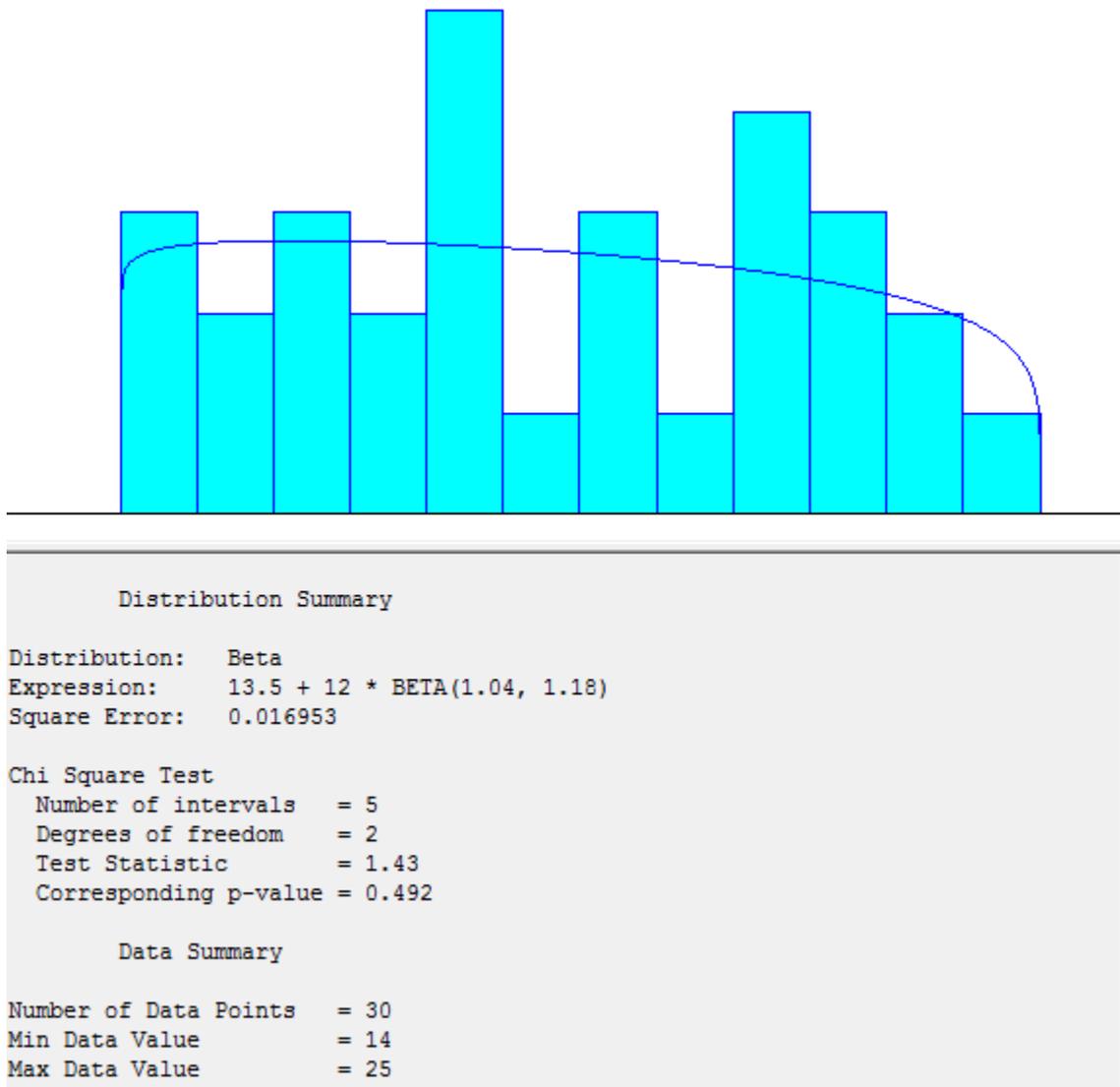


Distribution Summary	
Distribution:	Weibull
Expression:	1.5 + WEIB(2.49, 3.19)
Square Error:	0.001554
Chi Square Test	
Number of intervals	= 2
Degrees of freedom	= -1
Test Statistic	= 0.0186
Corresponding p-value	< 0.005
Data Summary	
Number of Data Points	= 30
Min Data Value	= 2
Max Data Value	= 5

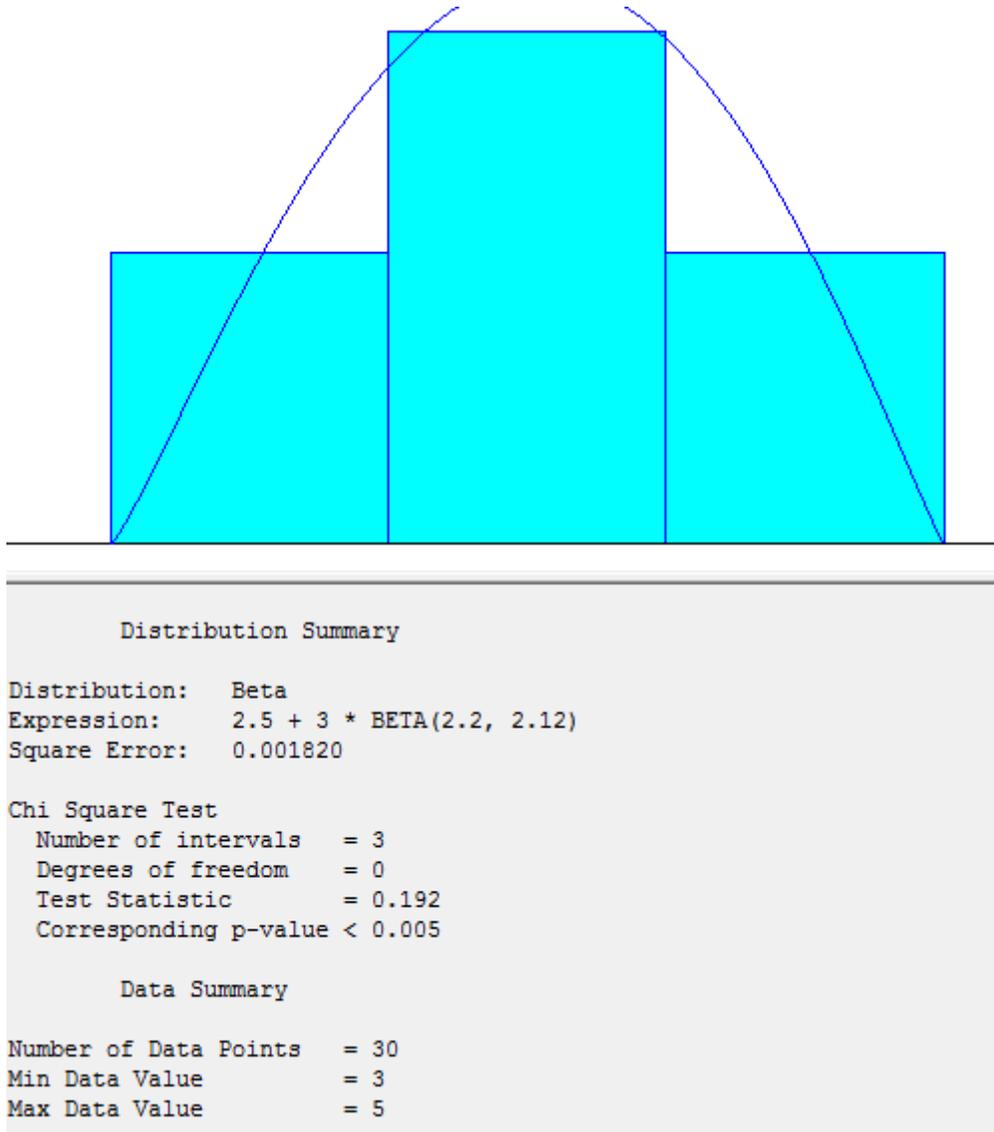
Anexo 78. Distribución de datos de sub-actividad: Llenar carro transportador con panes.
Horneado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



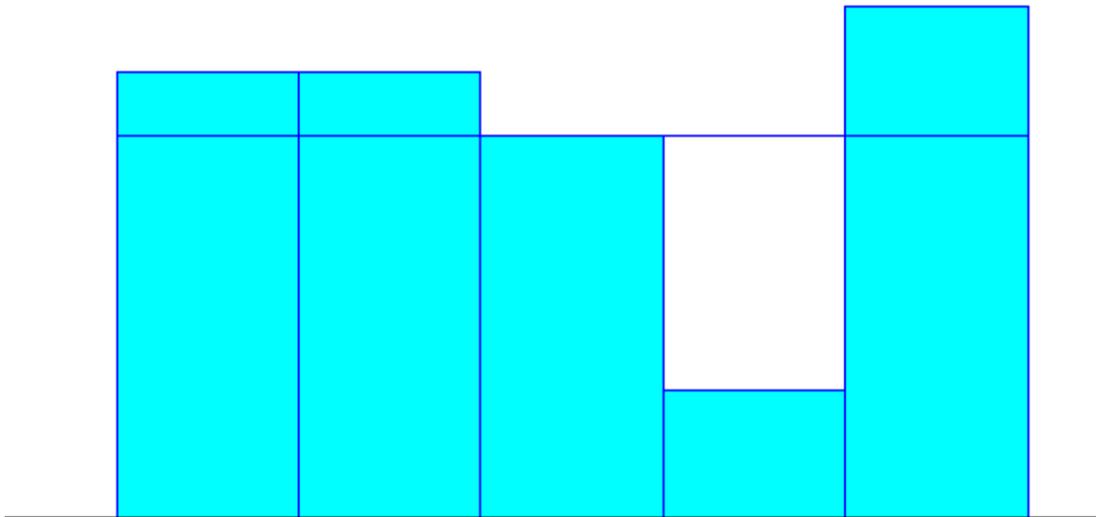
Anexo 79. Distribución de datos de Transporte de panes del horno a la zona de reposo. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



Anexo 80. Distribución de datos de Transporte de panes de la zona de reposo al desconchado.
 Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

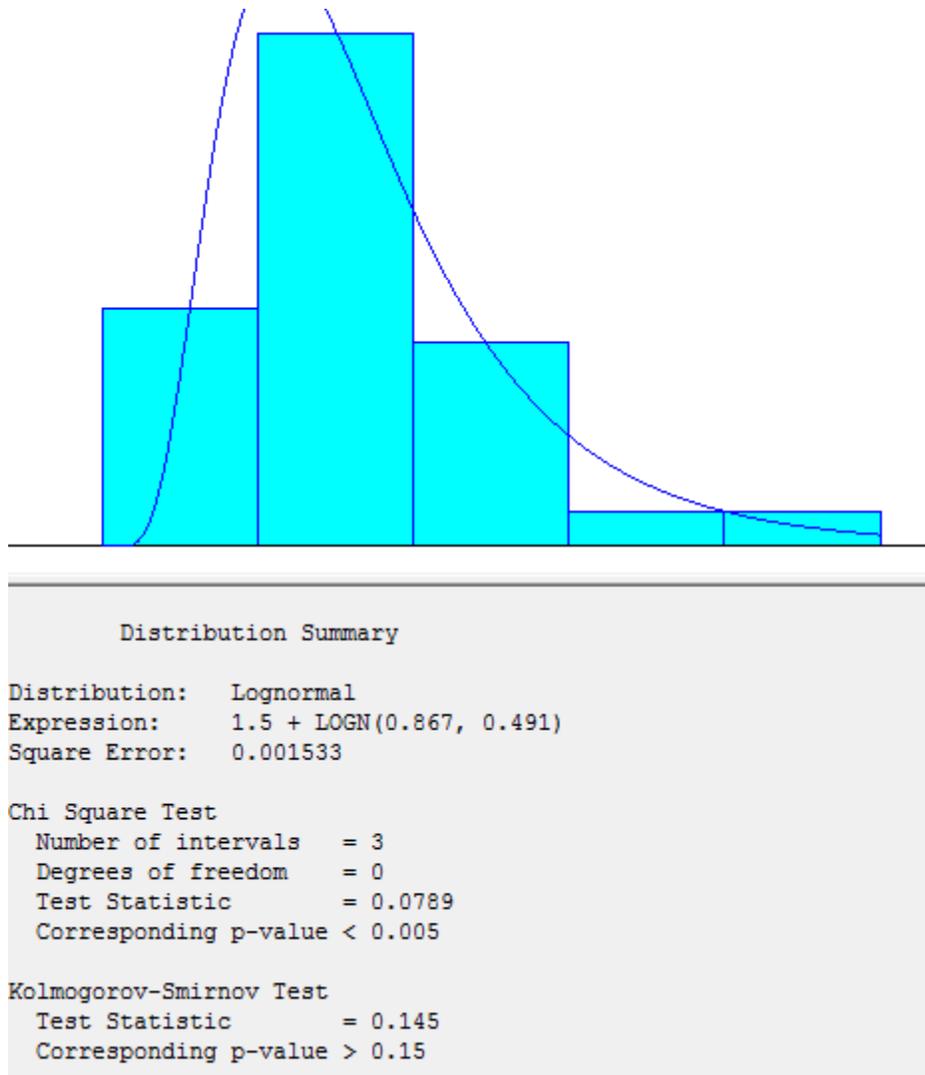


Anexo 81. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar panes en la desconchadora. Desconchado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

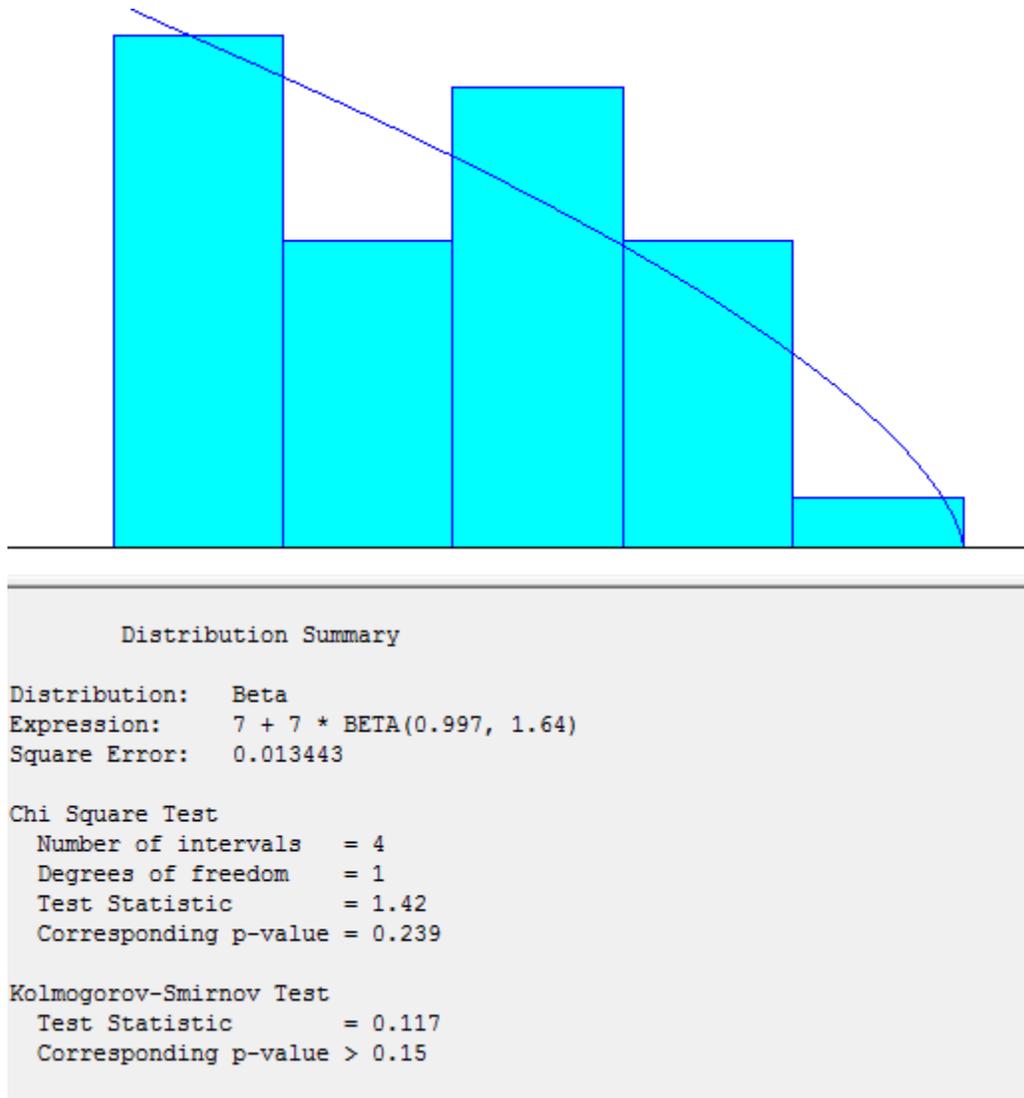


Distribution Summary	
Distribution:	Uniform
Expression:	UNIF(1.12, 2.19)
Square Error:	0.024444
Chi Square Test	
Number of intervals	= 5
Degrees of freedom	= 4
Test Statistic	= 3.67
Corresponding p-value	= 0.462
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.151
Corresponding p-value	> 0.15

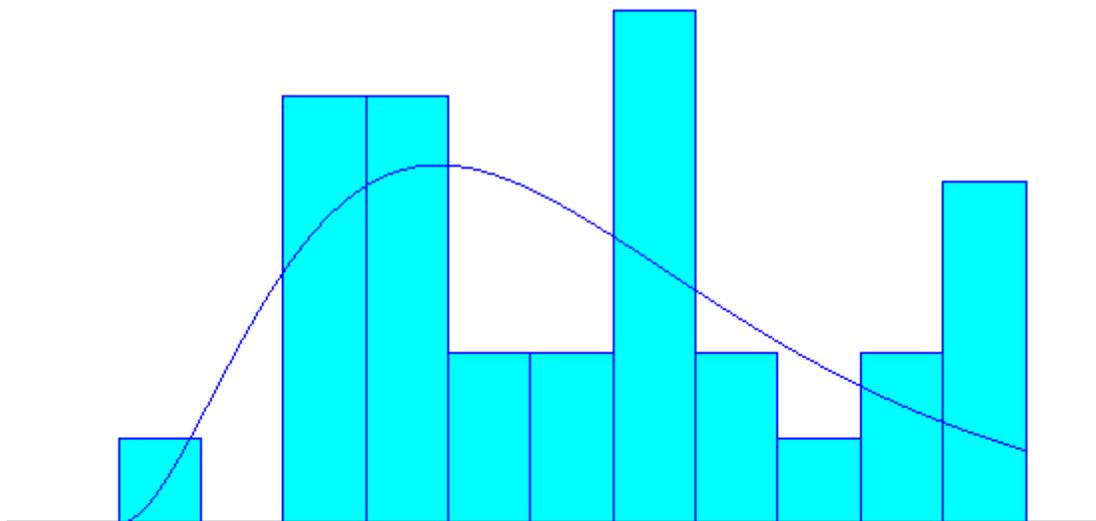
Anexo 82. Distribución de datos de Transporte de panes de la desconchadora a la rebanadora.
Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



Anexo 83. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar panes en cesta. Rebanado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



Anexo 84. Distribución de datos de sub-actividad: Colocar pan en bolsa. Empaquetado. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.



Distribution Summary	
Distribution:	Erlang
Expression:	25.5 + ERLA(1.93, 3)
Square Error:	0.037562
Chi Square Test	
Number of intervals	= 4
Degrees of freedom	= 1
Test Statistic	= 1.34
Corresponding p-value	= 0.248
Data Summary	
Number of Data Points	= 30
Min Data Value	= 26
Max Data Value	= 36

Anexo 85. Distribución de datos de Transporte de panes de la empaquetadora a la zona de despacho. Fuente: Input Analyzer. Software Arena.

Anexo 86: Modelo de Simulación.

Creación del modelo

Para representar las propuestas de mejora en el proceso productivo, primero es importante construir el modelo, realizar una prueba piloto, representar la situación actual de la empresa, y validar que en él se evidencie los mismos defectos encontrados por medio de la observación directa. Inicialmente se creó un modelo base, que se ajuste a la realidad de la producción diaria de seis lotes de masa de 90kg cada uno en la amasadora, que es equivalente a 138 unidades de pan por lote producidas. Cada actividad del modelo fue asignada con un tiempo de distribución obtenida a través del input analyzer (Anexo N°72).

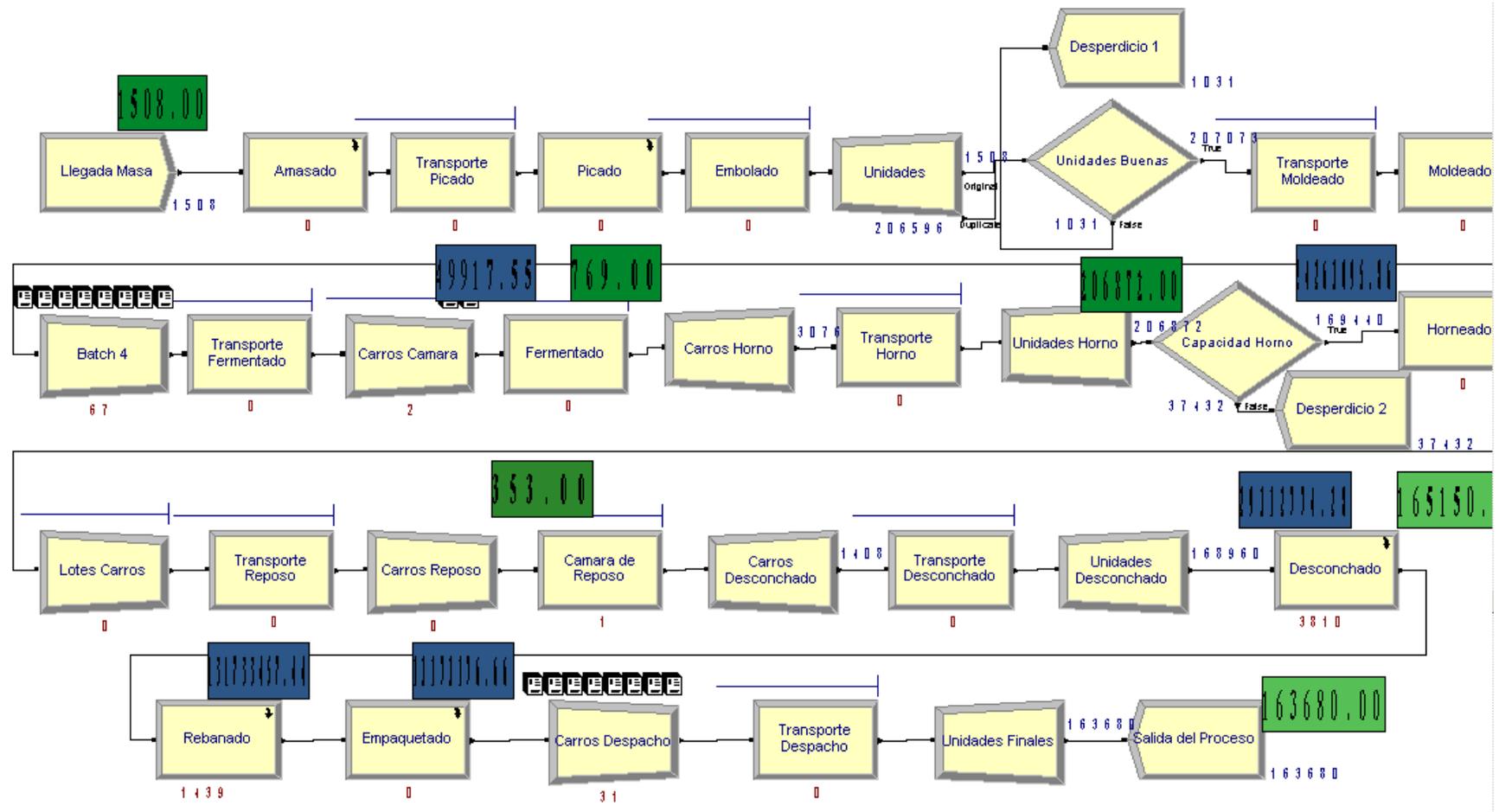
Además se crearon los recursos necesarios para cada actividad a partir del Anexo N°3, cada uno de estos recursos (tanto humanos como maquinaria) siguen un Schedule asignado dependiendo de la disponibilidad de la línea: Schedule 1, que dicta que los recursos asignados a dicho Schedule trabajaran 4 horas al día por ser su estación de trabajo compartida con la producción de otros artículos de la empresa, y sólo disponen de las primeras 4 horas del día destinadas a la línea de pan blanco cuadrado de 650gr, y Schedule 2 que representa las 8 horas laborales establecidas para aquellos recursos que sólo estén destinadas a la trabajar en la línea de producción.

Para una construcción más acertada del modelo, se representaron las fallas de cada una de las máquinas en la línea de producción. Estos datos se obtuvieron a través de un Trabajo Especial de Grado realizado en la planta, enfocado en el levantamiento de data de las paradas de cada máquina a lo largo del año y la duración de las mismas, así como una propuesta de mantenimiento preventivo.

Además, a través de la observación directa se identificaron zonas donde se generan mermas por algún tipo de falla en el proceso. A través de entrevistas no estructuradas con los operadores, y en especial con el supervisor de producción, se determinó que no existen datos históricos registrados en la empresa que permitan determinar con precisión, la cantidad de mermas generadas a lo largo de un período y en una máquina en específico. En este sentido, para representar de manera más acertada la realidad, se representan en el modelo las zonas de mermas identificadas, con un porcentaje de rechazo de los artículos que pasan determinado por la experiencia de los trabajadores en su área. Se recomienda a futuro, generar indicadores y el

levantamiento de una data confiable para así correr nuevamente el modelo y obtener mejores resultados.

El modelo de simulación se realizó en base a un año laboral de trabajo de forma que las fallas en las máquinas tengan un efecto en el modelo, además se busca contrastar el resultado de las unidades producidas con el cálculo teórico de la capacidad efectiva de la planta. A continuación se presenta una descripción del modelo construido.

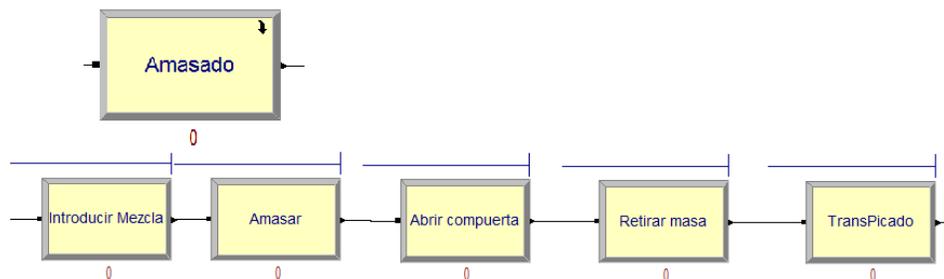


Anexo 87. Modelo de simulación original. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

El modelo de simulación da inicio desde la llegada de la mezcla proveniente del laboratorio hacia el área de amasado. La preparación y recolección de ingredientes a la amasadora viene dado por la expresión “ $90.5 + 69 * BETA(0.702, 1.06)$ ” con una media de 118 segundos o 2 minutos según los tiempos recolectados, por lo que la amasadora siempre debería tener los ingredientes a su disposición. Al colocar en el simulador que el tiempo de llegada de los ingredientes es según su distribución de tiempo en que son recolectados, el programa interpreta que los ingredientes llegan cada 2 minutos en promedio, mientras que el tiempo estándar de amasado de un lote de ingredientes es de 1.336 segundos o 22 minutos en promedio (considerando los suplementos y holguras explicados en el estudio de tiempos), por lo que empezaría a generarse una cola al inicio del proceso productivo, cuando en la realidad no es así.

La preparación de ingredientes viene dado por su disponibilidad en existencia y según el proceso de amasado vaya culminando, por lo que para efectos de la simulación, se asumió que los ingredientes siempre se encuentran en existencia y llegan a la amasadora cada 20 minutos, de esta manera la amasadora siempre tendrá a su disposición un lote de ingredientes que amasar y no se generará la cola al inicio del proceso, ajustándose a la realidad.

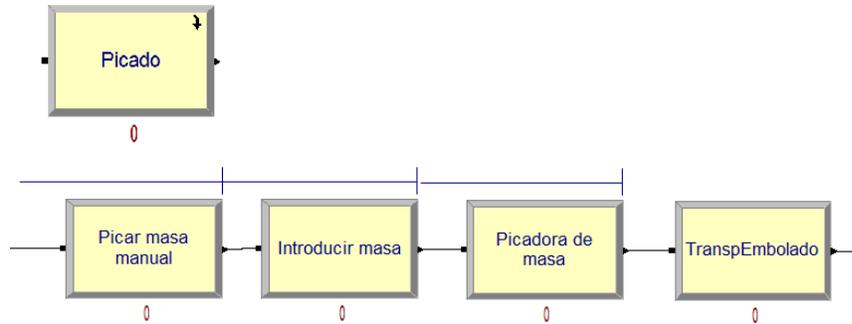
En el área de amasado se producen actualmente 90kg por lote, para la creación de esta actividad y a manera de simplificar el modelo a simple vista, se generó un sub-modelo llamado “Amasado”, dentro de él se realizan las actividades analizadas en el estudio de tiempos.



Anexo 88. Sub-modelo de amasado. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

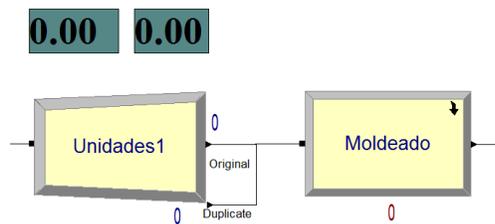
El lote amasado pasa por el proceso de picado y embolado con tiempos asignados según el estudio realizado, y se producen bolas de masa de 650gr cada una, las cuales llegan al proceso de moldeado para ser colocadas en moldes según la forma del pan.

Para el proceso de picado y moldeado se realizó, al igual que el amasado, un sub-modelo, donde se realicen las sub-actividades analizadas en el estudio de tiempos.



Anexo 89. Sub-modelo de la actividad de picado. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

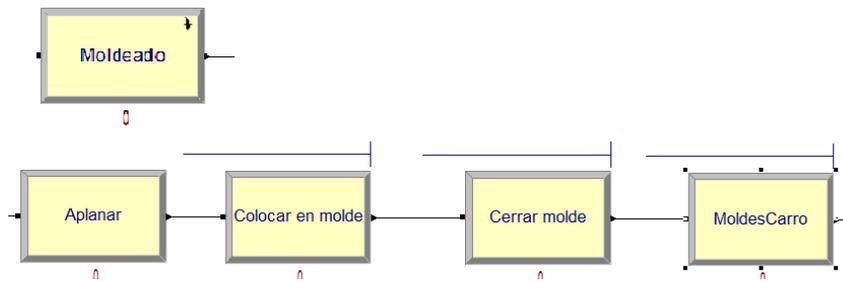
Antes del proceso de moldeado, al pasar de un lote de masa a unidades de 650gr es necesario emplear un “Separate” en el modelo, que dividirá el lote en la cantidad de unidades equivalentes (se trabaja que un lote de 90kg es equivalente a 138 unidades de 650gr), el “Separate” trabaja de la siguiente forma: dependiendo de las unidades que se quieran crear, se deberá generar una entidad original y el número de copias correspondientes que se deseen, en este caso se generan, 1 entidad original, y 137 copias de las mismas, dando como resultado las 138 unidades de pan referentes al lote de 90kg.



Anexo 90. Separación de entidades antes de la actividad de moldeado. Fuente: Arena.

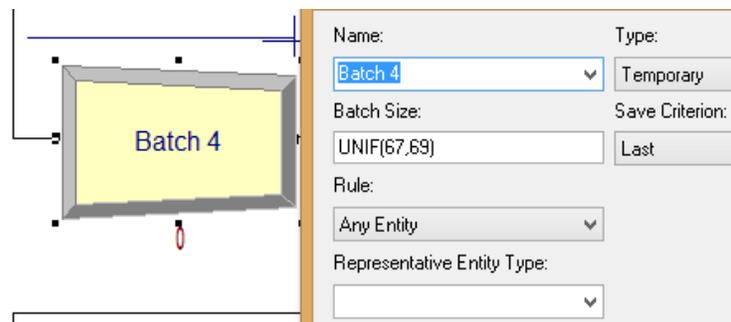
Elaboración: Propia.

Las unidades llegan al proceso de moldeado, son aplanadas, colocadas en moldes, tapadas y colocadas en los carros transportadores.



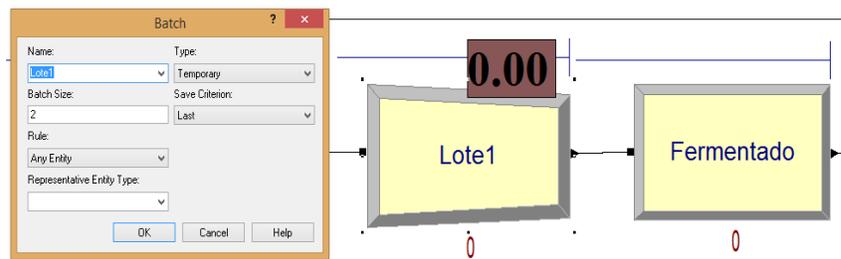
Anexo 91. Sub-modelo para la actividad de moldeado. Fuente: Elaboración propia.

En este punto, los moldes son colocados en dos carros, los mismos solo tienen capacidad de movilizar 78kg de masa, por lo que el lote de 90kg, debe distribuirse en dos vehículos, la mitad de los kg o unidades producidas se colocan en un carro, y la otra mitad en el restante, esto con el fin de equilibrar la utilización de ambos carros. Para representar esto en el modelo se utilizó la herramienta de “Batch” (o unión de entidades de forma temporal), asignando que cada “Batch” (o carro transportador) es capaz de unir entre 67 y 69 unidades, que posteriormente son trasladadas a la cámara de fermentación.



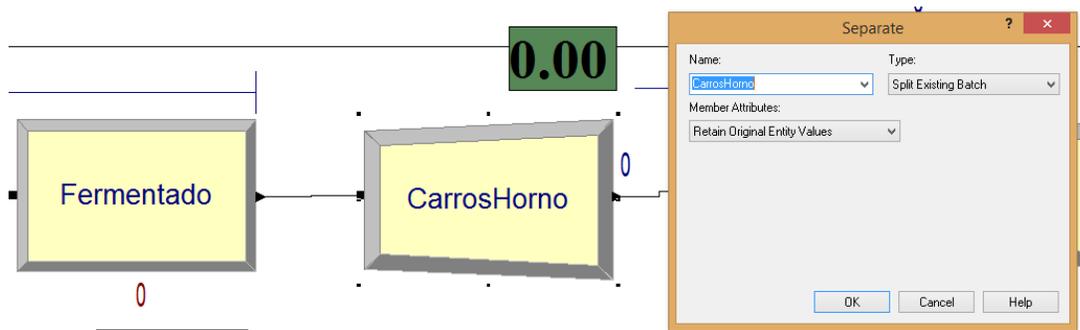
Anexo 92. Batch de entidades representando los carros transportadores. Fuente: Elaboración propia.

Antes de la cámara de fermentación es necesario utilizar nuevamente un “Batch” para representar que ambos carros entran al mismo tiempo a la cámara, de lo contrario, el programa interpretaría que se procesa un carro transportador a la vez en la cámara de fermentación, modelo que no se ajusta a la realidad.



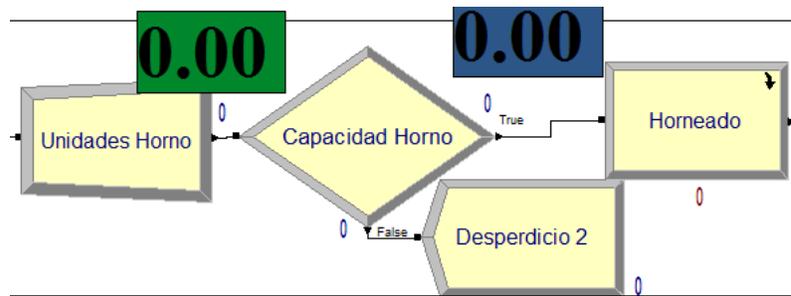
Anexo 93. Batch de carros transportadores. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

Justo a la salida de la cámara es necesario separar nuevamente el conjunto de carros que entraron a la misma, ya que el estudio de tiempos realizado para el transporte es por cada carro, por lo que se utiliza un “Separate” con la característica de separar el “Batch” existente (“Split existing batch”). Posteriormente se encuentra el proceso de transporte de los carros al horno de cocción.



Anexo 94. Separación del Batch existente. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

Al llegar al horno de cocción se encuentra nuevamente un “Separate” que dividirá nuevamente los carros en las unidades correspondientes a los lotes producidos, ya que se cuenta con el tiempo de carga del horno por moldes de pan. Antes de entrar al horneado, se colocó un “Decide” que evaluará si dentro de la actividad de horneado se están procesando 240 unidades (capacidad del horno). Si en el horno está procesando su capacidad total y la cola que se genera es mayor a 60 minutos (ya que el pan no puede esperar más de eso entre el fermentado y horneado por que cambian sus propiedades) el pan se desecha.

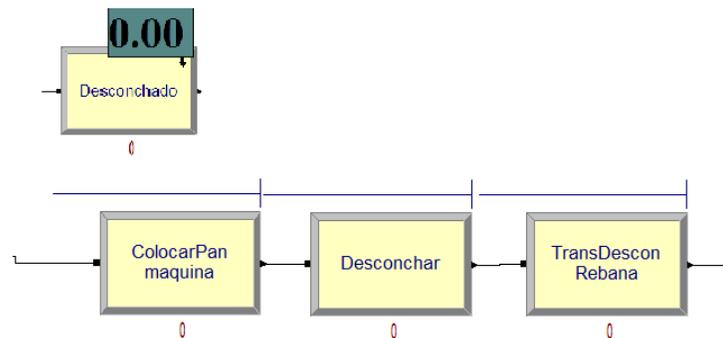


Anexo 95. Separación del Batch antes del proceso de horneado y decisión. Fuente: Arena.

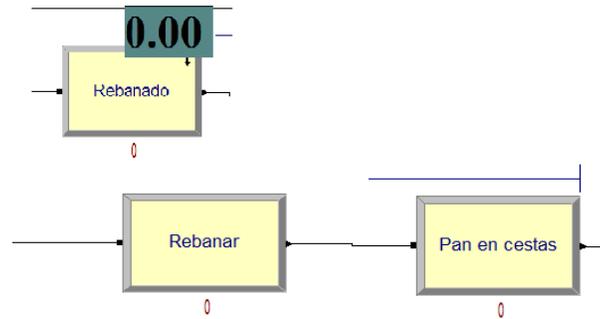
Elaboración: Propia.

Al salir del horno, los panes van al cuarto de reposo, que se configuró que tiene capacidad de procesar 12 carros a la vez (capacidad destinada a la línea de producción).

Luego del reposo de las 24 horas los carros llegan al área de desconchado, en donde es necesario separar nuevamente el lote de transporte en las unidades correspondientes, para ser introducidas en la desconchadora, luego estos pasan por el proceso de rebanado, empaquetado y etiquetado. Para el proceso de desconchado y rebanado se creó un sub-modelo, donde se reflejan cada una de las sub-actividades realizadas en estas etapas.



Anexo 96. Sub-modelo para la actividad de desconchado. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.



Anexo 97. Sub-modelo para la actividad de rebanado. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

Después de todo el proceso los panes son colocados nuevamente en carros para ser llevados al área de despacho y culminar el proceso productivo. Al final del proceso se colocó un “Separate” para identificar las unidades que llegaron al final de la producción.

A continuación se presentan en resumen, los procesos creados en el modelo, los “Sets” (conjunto de recursos), los recursos, Schedules y fallas creadas:

Process - Basic Process			Process - Basic Process		
	Name	Type		Name	Type
1	Amasado	Submodel	9	Transporte Horno	Standard
2	Transporte Picado	Standard	10	Horneado	Submodel
3	Picado	Submodel	11	Transporte Reposo	Standard
4	Embolado	Standard	12	Camara de Reposo	Standard
5	Transporte Moldeado	Standard	13	Transporte	Standard
6	Moldeado	Submodel	14	Desconchado	Submodel
7	Transporte Fermentado	Standard	15	Rebanado	Submodel
8	Fermentado	Standard	16	Empaquetado	Submodel
			17	Transporte Despacho	Standard

Anexo 98. Procesos creados en el modelo de simulación. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

Resource - Basic Process		
	Name	Type
1	CintaTransportadora1	Based on Schedule
2	OperadorAmasado1	Based on Schedule
3	Amasadora1	Based on Schedule
4	OperadorPicado1	Based on Schedule
5	Picadora1	Based on Schedule
6	Emboladora	Based on Schedule
7	Aplanadora1	Based on Schedule
8	OperadorMoldeado1	Based on Schedule
9	OperadorMoldeado2	Based on Schedule
10	OperadorMoldeado3	Based on Schedule
11	Carro1	Based on Schedule
12	Carro2	Based on Schedule
13	Fermentadora1	Fixed Capacity
14	Carro5	Based on Schedule
15	Carro6	Based on Schedule
16	OperadorHorneado1	Based on Schedule
17	OperadorHorneado2	Based on Schedule
18	OperadorHorneado3	Based on Schedule
19	Horno1	Based on Schedule
20	CamaraReposo	Fixed Capacity
21	Carro7	Based on Schedule
22	Carro8	Based on Schedule
23	Carro9	Based on Schedule
24	Carro10	Based on Schedule
25	OperadorDesconchado1	Based on Schedule
26	OperadorDesconchado2	Based on Schedule
27	Desconchadora1	Based on Schedule
28	Rebanadora1	Based on Schedule
29	OperadorRebanado1	Based on Schedule
30	Empaquetadora1	Based on Schedule
31	OperadorEmpaquetadora1	Based on Schedule
32	Etiquetadora1	Based on Schedule
33	Carro11	Based on Schedule
34	Carro12	Based on Schedule

Anexo 99. Recursos asignados a las actividades del proceso. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

Schedule - Basic Process					
	Name	Type	Time Units	Scale Factor	Durations
1	Llegada	Arrival	Hours	1.0	3 rows
2	Schedule 1 medio día	Capacity	Hours	1.0	2 rows
3	Schedule 2 día completo	Capacity	Hours	1.0	2 rows

Anexo 100. Calendarios creados para los recursos. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

El schedule N°1 hace referencia a las 4 horas de trabajo (establecidas por el área de producción) de los recursos que comparten la línea de producción con otros artículos, mientras que el Schedule 2 hace referencia a los recursos que cuentan con 8 horas laborales destinados a la línea.

Set - Basic Process				Set - Basic Process			
	Name	Type	Members		Name	Type	Members
1	Operadores Amasado	Resource	1 rows	12	Operadores Horno	Resource	3 rows
2	Amasadoras	Resource	1 rows	13	Hornos	Resource	1 rows
3	Operadores Picado	Resource	1 rows	14	Carros Transportadores2	Resource	2 rows
4	Picadoras	Resource	1 rows	15	Carros Transportadores3	Resource	2 rows
5	Emboladoras	Resource	1 rows	16	Operadores Desconchado	Resource	2 rows
6	Cintas Transportadoras	Resource	1 rows	17	Desconchadoras	Resource	1 rows
7	Aplanadoras	Resource	1 rows	18	Robanadoras	Resource	1 rows
8	Operadores Moldeado	Resource	3 rows	19	Operadores Rebanado	Resource	1 rows
9	Carros Transportadores	Resource	2 rows	20	Empaquetadoras	Resource	1 rows
10	Fermentadoras	Resource	1 rows	21	Operadoras Empaquetado	Resource	1 rows
11	Carros Transportadores1	Resource	2 rows	22	Etiquetadoras	Resource	1 rows
				23	Carros Transportadores4	Resource	2 rows

Anexo 101. Sets creados para los recursos. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

Failure - Advanced Process							Failure - Advanced Process						
	Name	Type	Up Time	Up Tim...	Down T...	Down ...		Name	Type	Up Time	Up Tim...	Down T...	Down ...
1	AmasadoraFalla1	Time	1037	Hours	3	Hours	12	EmboladoraFalla3	Time	1039	Hours	1	Hours
2	AmasadoraFalla2	Time	1019	Hours	21	Hours	13	HornoFalla1	Time	2017	Hours	63	Hours
3	AmasadoraFalla3	Time	1034	Hours	6	Hours	14	HornoFalla2	Time	2068	Hours	12	Hours
4	AmasadoraFalla4	Time	343.66	Hours	3	Hours	15	HornoFalla3	Time	2062	Hours	18	Hours
5	CintaTFalla1	Time	344.66	Hours	3	Hours	16	HornoFalla4	Time	2062	Hours	18	Hours
6	CintaTFalla2	Time	344.66	Hours	2	Hours	17	HornoFalla5	Time	2071	Hours	9	Hours
7	DesconchadoraFalla1	Time	1.4	Hours	0.333	Hours	18	HornoFalla6	Time	1035.5	Hours	4.5	Hours
8	DesconchadoraFalla2	Time	345.66	Hours	1	Hours	19	PicadoraFalla2	Time	343.66	Hours	3	Hours
9	DesconchadoraFalla3	Time	1039	Hours	1	Hours	20	RebanadoraFalla1	Time	172.833	Hours	0.5	Hours
10	EmboladoraFalla1	Time	1039	Hours	1	Hours	21	RebanadoraFalla2	Time	346.166	Hours	0.5	Hours
11	EmboladoraFalla2	Time	1039	Hours	1	Hours	22	PicadoraFalla1	Time	1036	Hours	4	Hours

Anexo 102. Fallas creadas para los recursos. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

Equipos	Tipo de Falla	Frecuencia	Duración de reparación (hr)	Tiempo sin que ocurra la falla
Amasadora	Rotura de Cadena Caja Transmisor	1 vez al año	3	1037
Amasadora	Eje del Rotor	1 vez al año	21	1019
Amasadora	Rotura de la Cadena Reductor	1 vez al año	6	1034
Amasadora	Desgaste de Cadenas y Correa	Cada 4 meses	3	343.6666667
Banda Transportadora	Rasgado de Lona	Cada 4 meses	2	344.6666667
Banda Transportadora	Desgaste de Cadenas y Correa	Cada 4 meses	2	344.6666667
Desconchadora	Quiebre de Cuchillas de Corte	Diario	0.333333333	1.4
Desconchadora	Rotura de Lona	Cada 2 meses	1	345.6666667
Desconchadora	Rotura de Lona Preventiva	Cada 6 meses	1	1039
Formadora	Rotura de Lona Sanitaria	1 vez al año	1	1039
Formadora	Desgaste de Piñones	1 vez al año	1	1039
Formadora	Desgaste de rodamientos	1 vez al año	1	1039
Horno	Balastos Quemados	1 vez al año	63	2017
Horno	Desgaste de rodamientos	1 vez al año	12	2068
Horno	Avería del Módulo Controlador	1 vez al año	18	2062
Horno	Avería del Transportador de Alto Voltaje	1 vez al año	18	2062
Horno	Recalentamiento del Motor Extraído	1 vez al año	9	2071
Horno	Rotura de Cadenas	Cada 6 meses	4.5	1035.5
Horno	Quemadura del Detector de Flama	1 vez al año	24	2056
Picadora	Base del Motor Rota	1 vez al año	24	1016
Picadora	Avería de la Base del Motor	1 vez al año	24	1016
Picadora	Desgaste de Cadenas	Cada 4 meses	24	322.6666667
Rebanadora	Desgaste de Rodamientos en Ejes	Cada 2 meses	0.5	172.8333333
Rebanadora	Desgaste de Cadenas	Cada 4 meses	0.5	346.1666667

Anexo 103. Fallas históricas de las máquinas: María Guevara y María F. Yanez. Elaboración: Propia.

Maquina	Disponibilidad (hr)
Amasadora	4
Picadora	4
Emboladora	4
Cinta Transportadora	4
Aplanadora	4
Fermentadora	8
Horno	8
Reposo	24
Desconchadora	8
Rebanadora	4
Empaquetadora	4

Anexo 104. Disponibilidad de los Sets de recursos para la línea de producción de Pan Blanco Cuadrado de 650gr. Fuente: Panificadora Los Mil y Un Pan. Elaboración: Propia.

Anexo 105. Cálculo del número de replicaciones:

Se presenta a continuación el número de replicaciones necesarias para cada actividad, de forma de minimizar el error a menos de un 5%:

Análisis		Prueba piloto							Replicaciones
Actividad	Sub-actividad	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Rep. 6	Rep. 7	
Amasado	Abrir compuerta	0.009	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.009	6
Amasado	Introducir mezcla	0.035	0.044	0.037	0.044	0.037	0.037	0.044	4
Amasado	Amasar	0.201	0.194	0.205	0.212	0.199	0.203	0.205	2
Amasado	Retirar masa	0.043	0.049	0.046	0.044	0.051	0.039	0.056	5
Transporte	Transporte	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	4
Picar	Picar manual	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	6
Picar	Introducir masa	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	9
Moldeado	Colocar en molde	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3
Moldeado	Cerrar molde	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	1
Moldeado	Colocar en carro	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	1
Transporte	Transporte	0.006	0.006	0.005	0.006	0.007	0.006	0.005	4
Transporte	Transporte	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.008	3
Horno	Llenar horno	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	1
Horno	Retirar tapas	0.008	0.009	0.010	0.012	0.011	0.011	0.011	5
Horno	Retirar panes	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	1
Horno	Colocar en carro	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	1
Transporte	Transporte	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	4
Transporte	Transporte	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005	0.006	0.004	5
Desconchar	Colocar pan	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	1
Desconchar	Desconchado	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	1
Transporte	Transporte	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1
Rebanar	Pan en cesta	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	1
Empaquetar	Empaquetar	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	1
Etiquetado	Etiquetar	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	1
Transporte	Transporte	0.008	0.008	0.010	0.009	0.008	0.010	0.008	4

Anexo 106. Replicaciones necesarias para cada actividad. Elaboración propia.

Anexo 107. Validación del modelo

La principal manera de validar el modelo de simulación es realizando una comparación entre los tiempos promedios obtenidos por el estudio realizado, con los tiempos reflejados en los resultados de la corrida del modelo de simulación, estos tiempos deben coincidir con un error comprendido entre el 5% y 10% en base al número de replicaciones calculadas. A continuación se encuentran los resultados reflejados en horas por el simulador así como gráficas que analizan el comportamiento de los mismos:

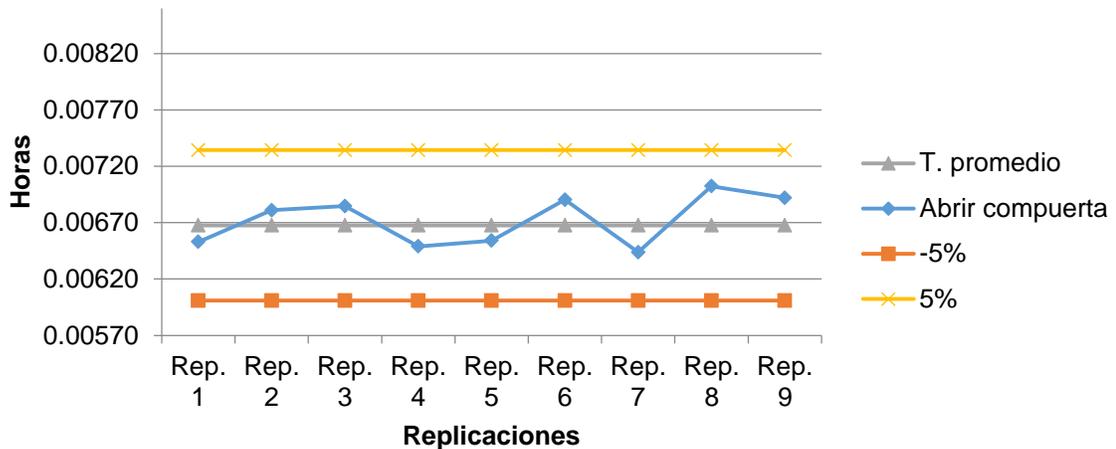
Análisis		Estudio de tiempos			Tiempos de producción situación actual								
Actividad	Sub-actividad	-5%	T. promedio	5%	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Rep. 6	Rep. 7	Rep. 8	Rep. 9
Amasado	Abrir compuerta	0.00601	0.00668	0.00734	0.0065	0.0068	0.0068	0.0065	0.0065	0.0069	0.0064	0.0070	0.0069
Amasado	Introducir mezcla	0.03475	0.03861	0.04247	0.0380	0.0372	0.0379	0.0374	0.0411	0.0367	0.0391	0.0395	0.0394
Amasado	Amasar	0.18328	0.20364	0.22400	0.2013	0.2154	0.1988	0.2060	0.2030	0.2085	0.2029	0.2041	0.2009
Amasado	Retirar masa	0.03970	0.04411	0.04852	0.0433	0.0460	0.0481	0.0440	0.0425	0.0451	0.0433	0.0460	0.0428
Transporte	Transporte	0.00132	0.00147	0.00161	0.0015	0.0016	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0014
Picar	Picar masa manual	0.00088	0.00098	0.00108	0.0010	0.0010	0.0009	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0009
Picar	Introducir masa	0.00114	0.00127	0.00140	0.0014	0.0012	0.0012	0.0013	0.0012	0.0013	0.0012	0.0012	0.0013
Picar	Cortar masa	0.10350	0.11500	0.12650	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150	0.1150
Embolado	Embolado	0.10425	0.11583	0.12742	0.1158	0.1158	0.1158	0.1158	0.1158	0.1158	0.1158	0.1158	0.1158
Moldeado	Aplanado	0.00100	0.00111	0.00122	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011
Moldeado	Colocar en molde	0.00038	0.00042	0.00046	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
Moldeado	Cerrar molde	0.00430	0.00478	0.00526	0.0047	0.0048	0.0047	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048
Moldeado	Colocar en carro	0.00109	0.00121	0.00133	0.0012	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012
Transporte	Transporte	0.00542	0.00602	0.00662	0.0062	0.0056	0.0061	0.0062	0.0059	0.0058	0.0059	0.0063	0.0061
Fermentación	Fermentación	1.35000	1.50000	1.65000	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000
Transporte	Transporte	0.00813	0.00904	0.00994	0.0091	0.0097	0.0089	0.0092	0.0094	0.0088	0.0088	0.0092	0.0095
Horno	Llenar horno	0.00072	0.00080	0.00088	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
Horno	Horneado	0.90000	1.00000	1.10000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Horno	Retirar tapas	0.00891	0.00990	0.01089	0.0091	0.0099	0.0104	0.0102	0.0094	0.0104	0.0096	0.0096	0.0103
Horno	Retirar panes	0.00119	0.00132	0.00146	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013
Horno	Colocar en carro	0.00093	0.00103	0.00113	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0011	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010
Transporte	Transporte	0.00401	0.00445	0.00490	0.0044	0.0041	0.0047	0.0047	0.0044	0.0046	0.0044	0.0047	0.0043
Reposo	Reposo	21.60000	24.00000	26.40000	24.0000	24.0000	24.0000	24.0000	24.0000	24.0000	24.0000	24.0000	24.0000
Transporte	Transporte	0.00478	0.00531	0.00585	0.0054	0.0051	0.0055	0.0052	0.0050	0.0056	0.0050	0.0057	0.0052
Desconchar	Colocar pan	0.00100	0.00111	0.00122	0.0011	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011
Desconchar	Desconchado	0.00300	0.00333	0.00367	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033
Transporte	Transporte	0.00041	0.00045	0.00050	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Rebanar	Rebanado	0.00125	0.00139	0.00153	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014
Rebanar	Pan en cesta	0.00059	0.00065	0.00072	0.0006	0.0007	0.0006	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007
Empaquetado	Empaquetar	0.00241	0.00268	0.00295	0.0025	0.0028	0.0028	0.0026	0.0026	0.0028	0.0027	0.0027	0.0027
Etiquetado	Etiquetar	0.00350	0.00389	0.00428	0.0039	0.0041	0.0039	0.0039	0.0041	0.0039	0.0039	0.0039	0.0039
Transporte	Transporte	0.00783	0.00869	0.00956	0.0085	0.0085	0.0082	0.0090	0.0094	0.0085	0.0085	0.0082	0.0091

Anexo 108: Tiempos de cada actividad obtenidos por simulación. Fuente: Arena. Elaboración: Propia.

Análisis		Tiempos de producción situación actual								
Actividad	Sub-actividad	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep. 5	Rep. 6	Rep. 7	Rep. 8	Rep. 9
Amasado	Abrir compuerta	2.19%	2.01%	2.55%	2.79%	2.04%	3.41%	3.56%	5.20%	3.66%
Amasado	Introducir mezcla	1.61%	3.78%	1.79%	3.04%	6.45%	4.99%	1.19%	2.26%	2.04%
Amasado	Amasar	1.15%	5.78%	2.38%	1.16%	0.31%	2.39%	0.36%	0.24%	1.34%
Amasado	Retirar masa	1.92%	4.32%	9.09%	0.25%	3.65%	2.26%	1.84%	4.28%	3.07%
Transporte	Transporte	1.47%	9.02%	4.09%	5.29%	4.61%	4.67%	0.99%	3.61%	6.70%
Picar	Picar masa manual	3.21%	1.65%	3.47%	2.91%	2.19%	1.89%	3.37%	1.25%	4.82%
Picar	Introducir masa	6.42%	3.04%	4.36%	1.61%	3.69%	3.23%	3.80%	5.43%	0.08%
Picar	Cortar masa	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Embolado	Embolado	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%	0.03%
Moldeado	Aplanado	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Moldeado	Colocar en molde	6.15%	0.24%	2.19%	1.84%	0.40%	2.78%	2.89%	2.60%	1.58%
Moldeado	Cerrar molde	1.42%	0.47%	1.63%	0.11%	1.00%	0.57%	0.23%	0.11%	0.74%
Moldeado	Colocar en carro	1.89%	7.18%	0.97%	5.19%	0.79%	0.23%	0.28%	1.00%	0.64%
Transporte	Transporte	3.16%	6.95%	1.35%	2.67%	2.67%	4.43%	2.20%	4.45%	1.92%
Fermentación	Fermentación	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Transporte	Transporte	0.60%	7.34%	1.52%	2.09%	3.91%	2.08%	2.47%	1.99%	4.61%
Horno	Llenar horno	3.72%	2.54%	0.18%	1.29%	2.47%	0.29%	0.31%	0.48%	1.27%
Horno	Horneado	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Horno	Retirar tapas	8.02%	0.47%	5.00%	3.36%	4.79%	4.53%	2.74%	3.32%	4.25%
Horno	Retirar panes	4.98%	0.72%	0.99%	0.22%	1.96%	1.28%	0.31%	1.28%	0.52%
Horno	Colocar en carro	3.77%	0.53%	1.34%	0.34%	2.06%	0.67%	0.25%	0.84%	1.09%
Transporte	Transporte	1.82%	7.94%	4.86%	4.44%	0.59%	3.51%	1.92%	4.93%	3.07%
Reposo	Reposo	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Transporte	Transporte	2.25%	3.24%	3.48%	2.03%	5.30%	4.45%	5.74%	6.61%	1.79%
Desconchar	Colocar pan	2.80%	3.50%	5.30%	0.63%	0.27%	0.54%	1.67%	0.62%	0.49%
Desconchar	Desconchado	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Transporte	Transporte	3.42%	1.32%	0.83%	1.42%	1.16%	1.87%	0.94%	1.32%	1.55%
Rebanar	Rebanado	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Rebanar	Pan en cesta	1.10%	2.75%	2.22%	0.16%	1.01%	1.12%	0.85%	0.25%	0.73%
Empaquetado	Empaquetar	6.37%	2.59%	3.71%	2.64%	1.89%	2.59%	0.70%	0.67%	0.72%
Etiquetado	Etiquetar	0.00%	5.94%	0.00%	0.00%	5.94%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Transporte	Transporte	1.89%	2.81%	5.99%	3.40%	8.01%	2.52%	2.10%	6.15%	5.12%

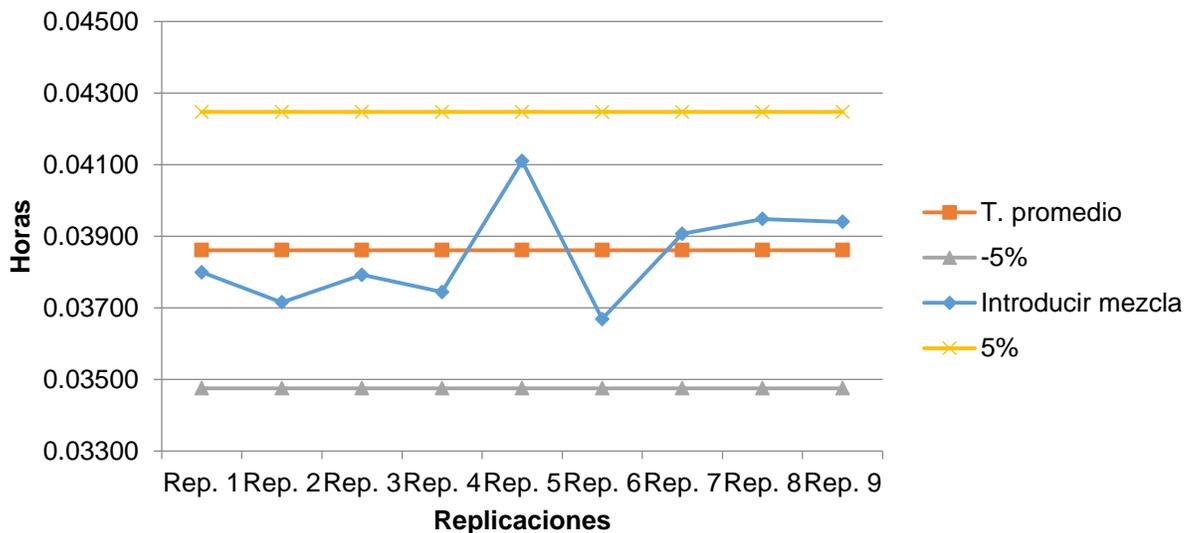
Anexo 109: Porcentajes de error de tiempos. Elaboración: Propia.

Abrir Compuerta



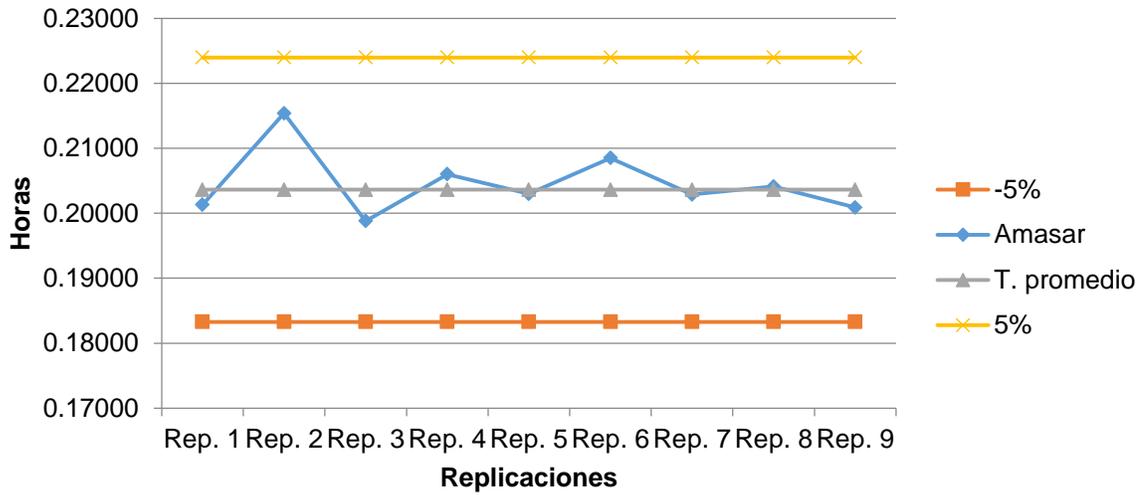
Anexo 110. Variación de error para la actividad "Abrir Compuerta". Elaboración: Propia.

Introducir mezcla



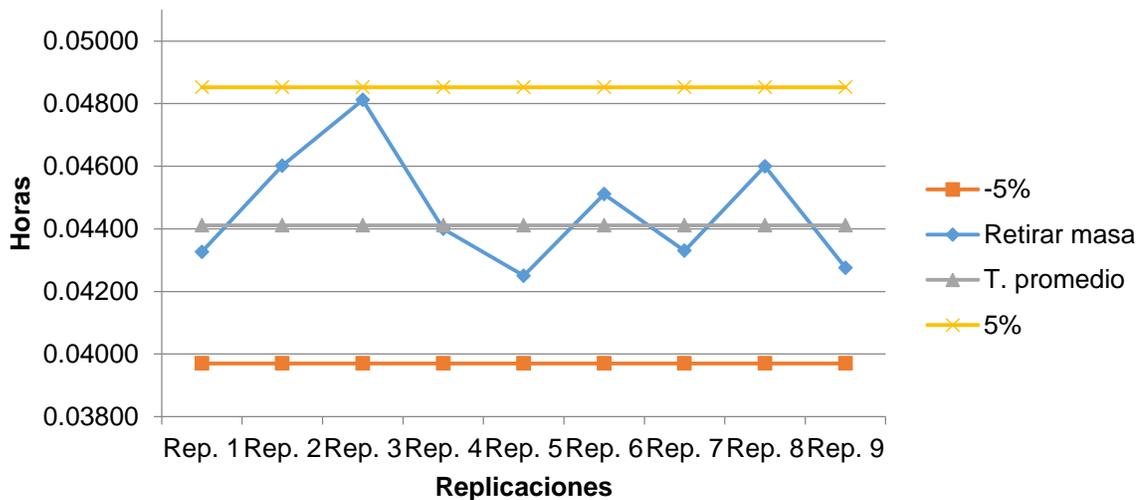
Anexo 111. Variación de error para la actividad "Introducir mezcla". Elaboración: Propia.

Amasar



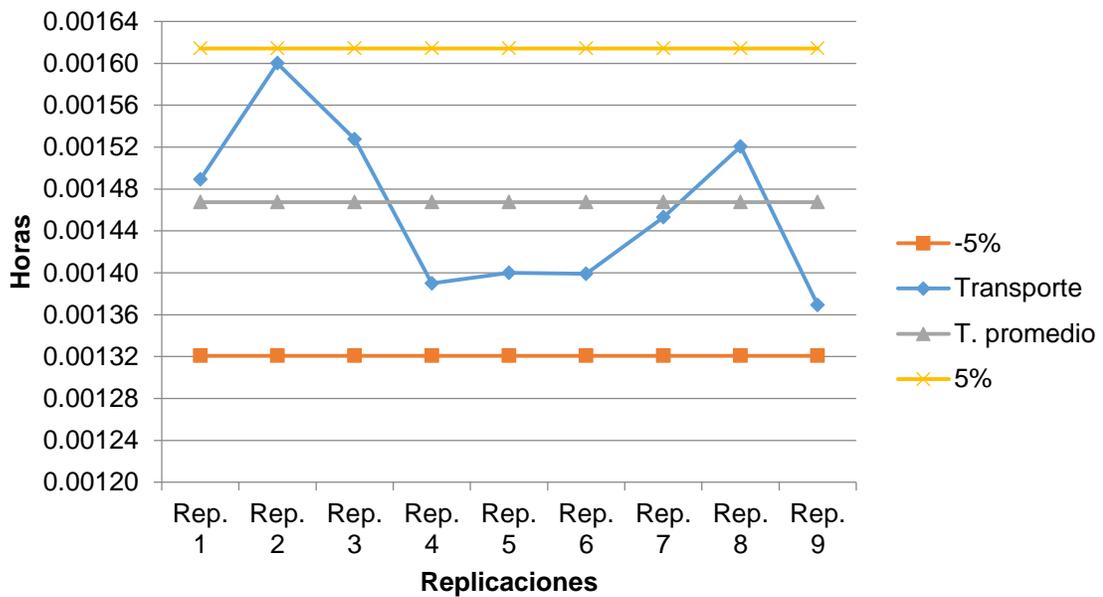
Anexo 112. Variación de error para la actividad "Amasar". Elaboración: Propia.

Retirar masa



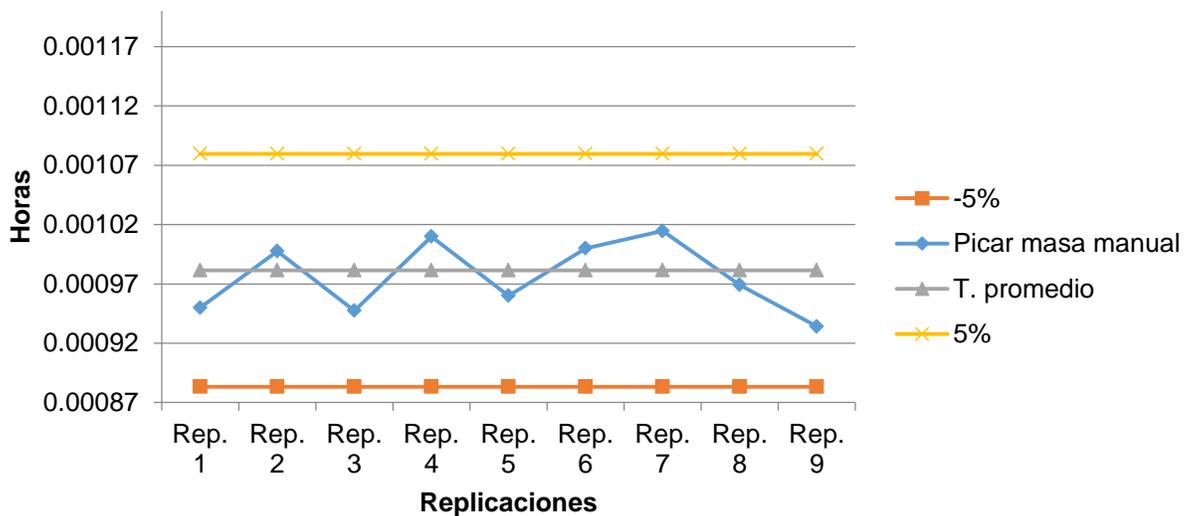
Anexo 113. Variación de error para la actividad "Retirar masa". Elaboración: Propia.

Transporte Amasado-Picado



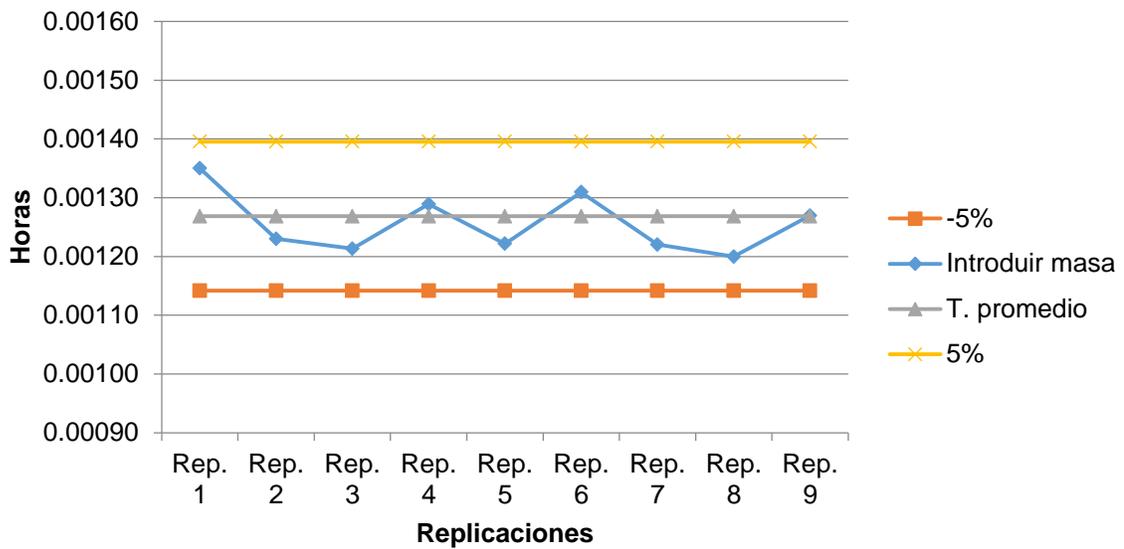
Anexo 114. Variación de error para la actividad "Transporte amasado-picado".
Elaboración: Propia.

Picar masa manual



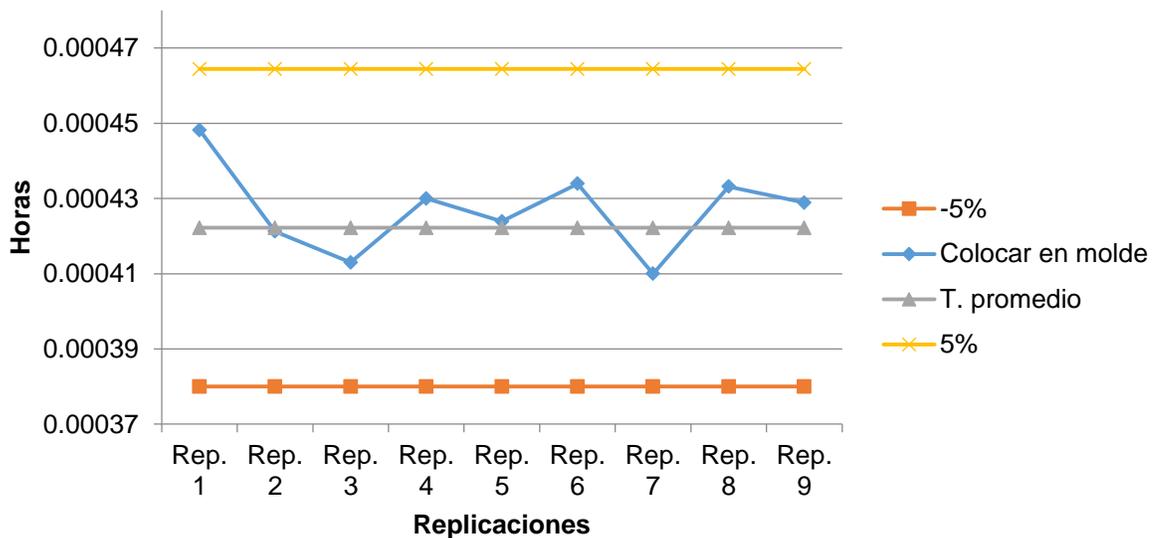
Anexo 115. Variación de error para la actividad "Picar masa manual". Elaboración:
Propia.

Introducir masa en picadora



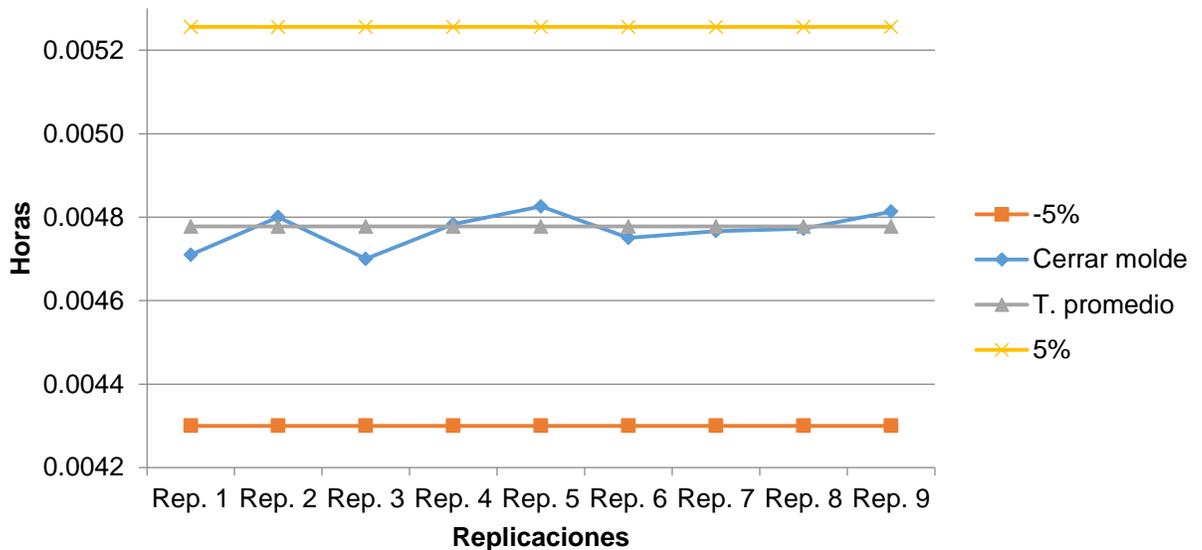
Anexo 116. Variación de error para la actividad "Introducir masa en picadora".
Elaboración: Propia.

Colocar en moldes



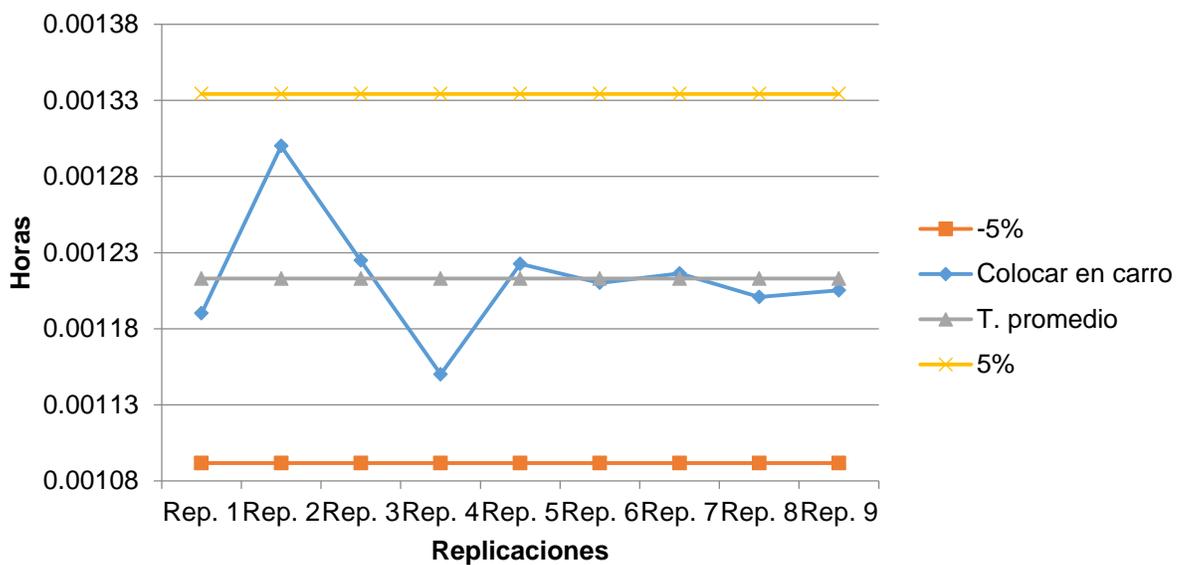
Anexo 117. Variación de error para la actividad "Colocar en moldes". Elaboración:
Propia.

Cerrar moldes



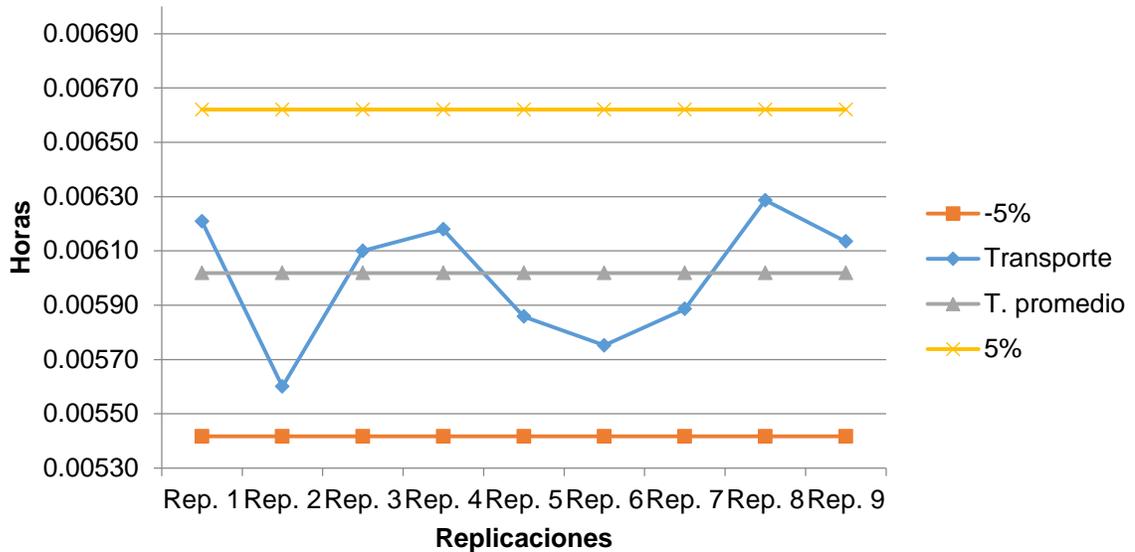
Anexo 118. Variación de error para la actividad "Cerrar moldes". Elaboración: Propia.

Colocar moldes en carros



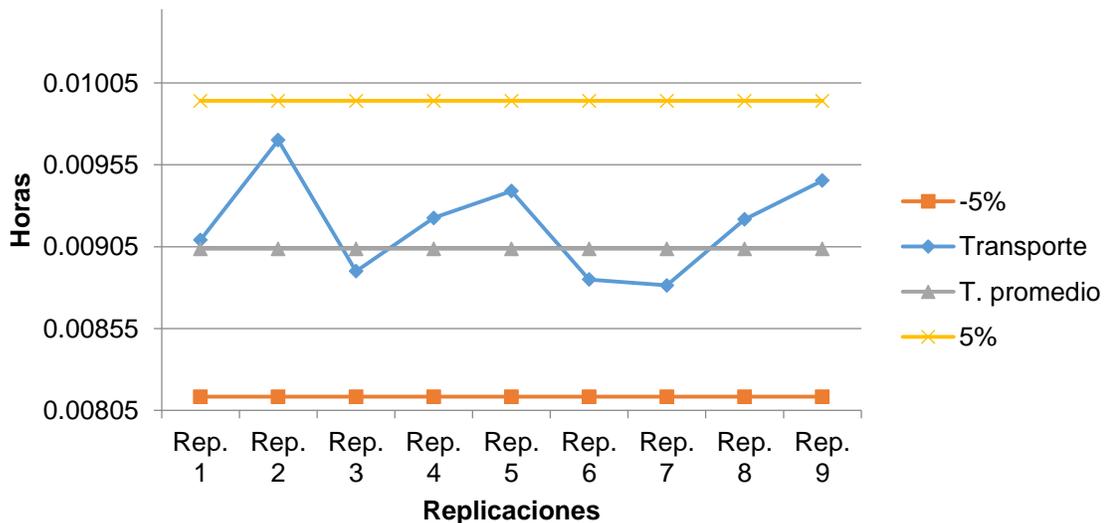
Anexo 119. Variación de error para la actividad "Colocar moldes en carros". Elaboración: Propia.

Transporte a Fermentado



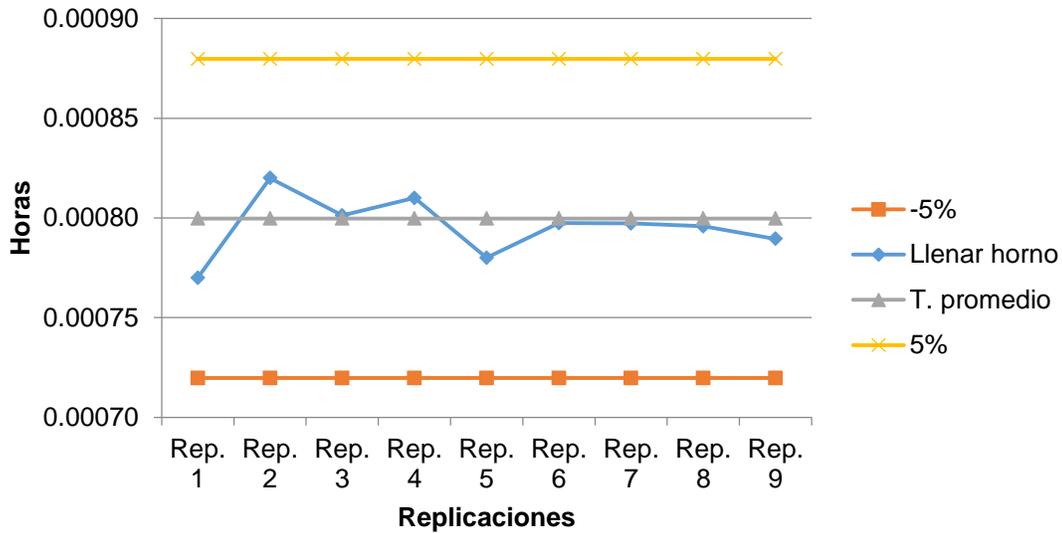
Anexo 120. Variación de error para la actividad "Transporte a Fermentado". Elaboración: Propia.

Transporte a horno



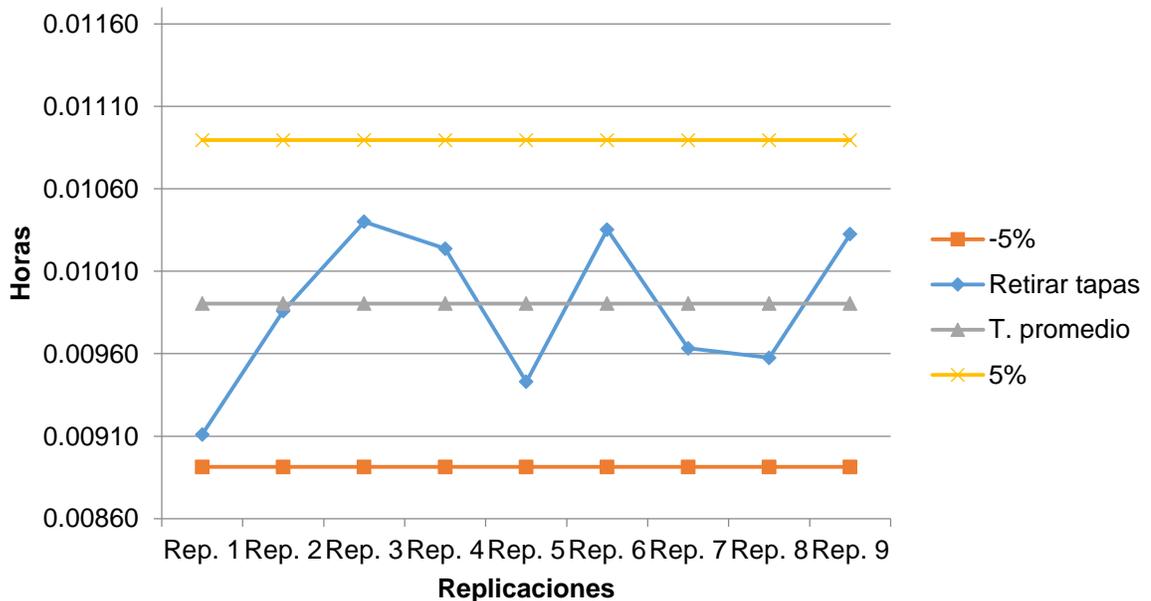
Anexo 121. Variación de error para la actividad "Transporte a horno". Elaboración: Propia.

Llenar horno



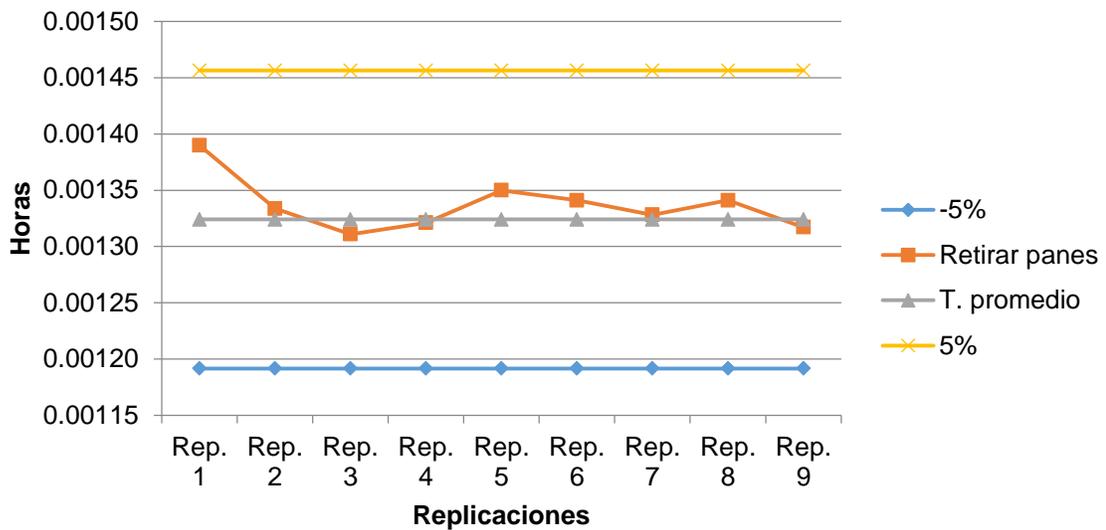
Anexo 122. Variación de error para la actividad "Llenar horno". Elaboración: Propia.

Retirar tapas de moldes



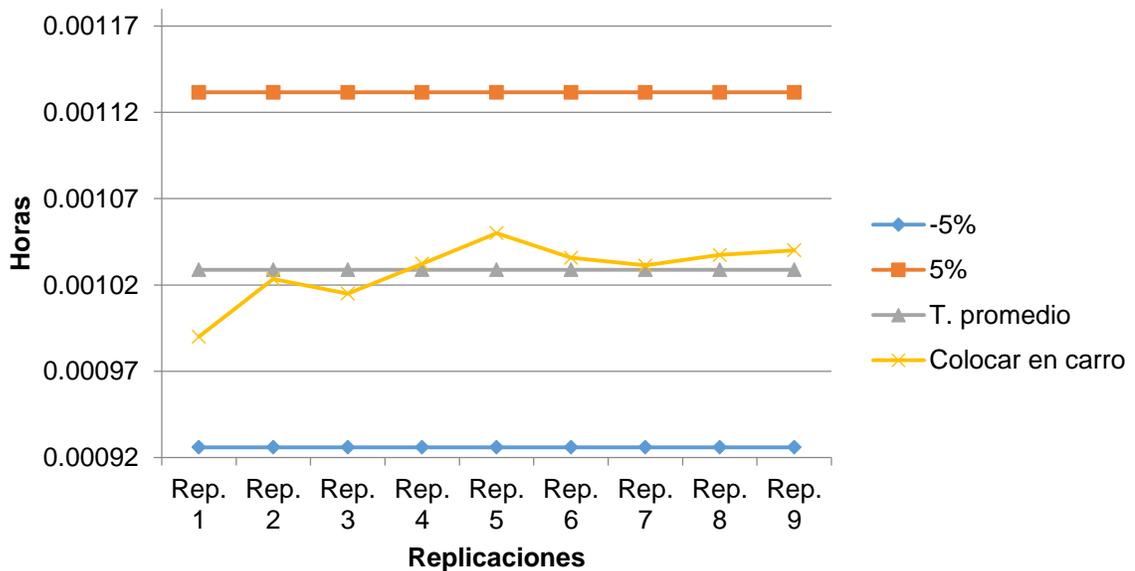
Anexo 123. Variación de error para la actividad "Retirar tapas de moldes". Elaboración: Propia.

Retirar panes del horno



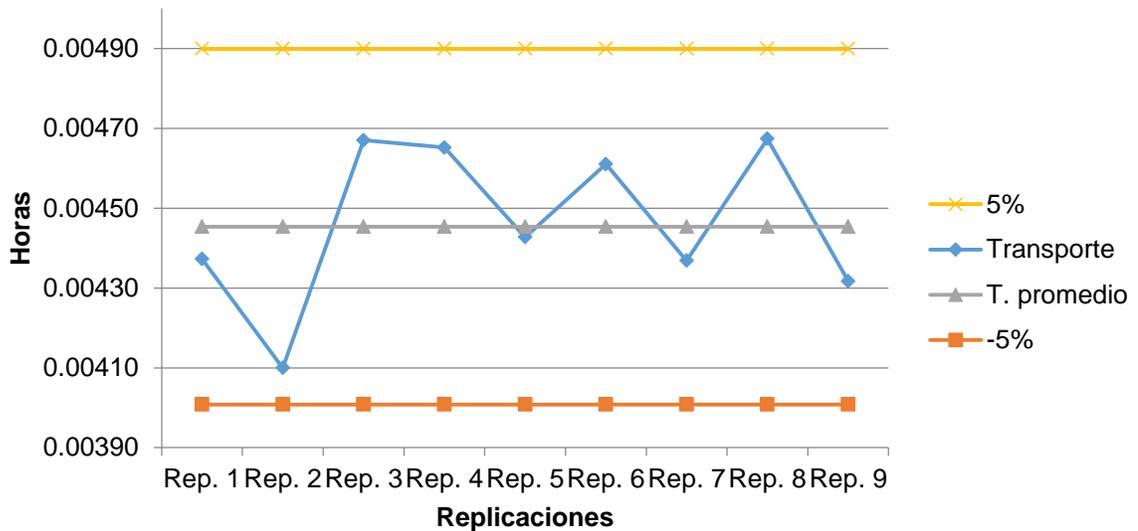
Anexo 124. Variación de error para la actividad "Retirar panes del horno". Elaboración: Propia.

Colocar panes en carro



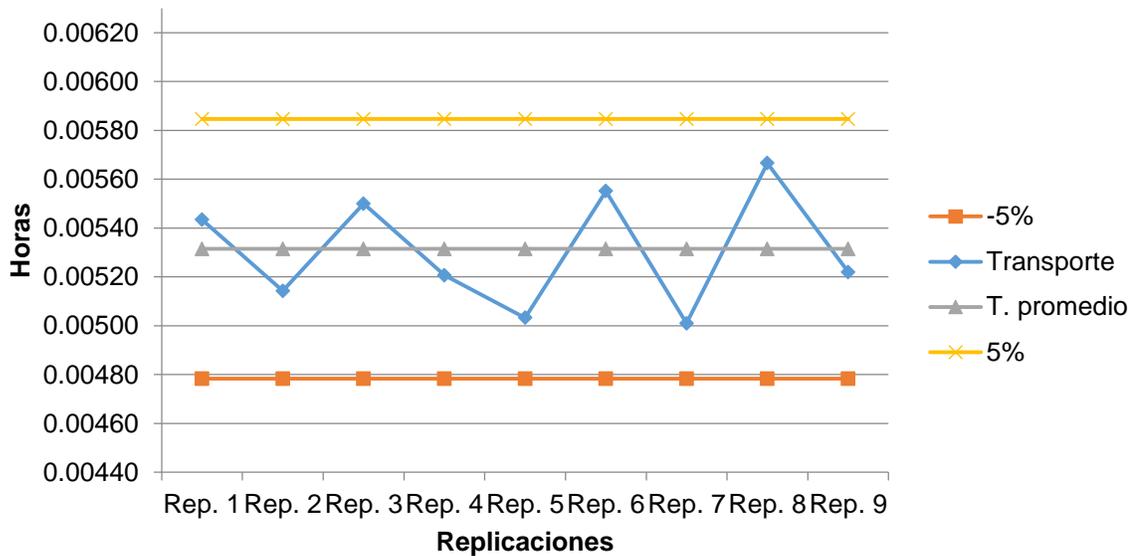
Anexo 125. Variación de error para la actividad "Colocar panes en carro". Elaboración: Propia.

Transporte reposo



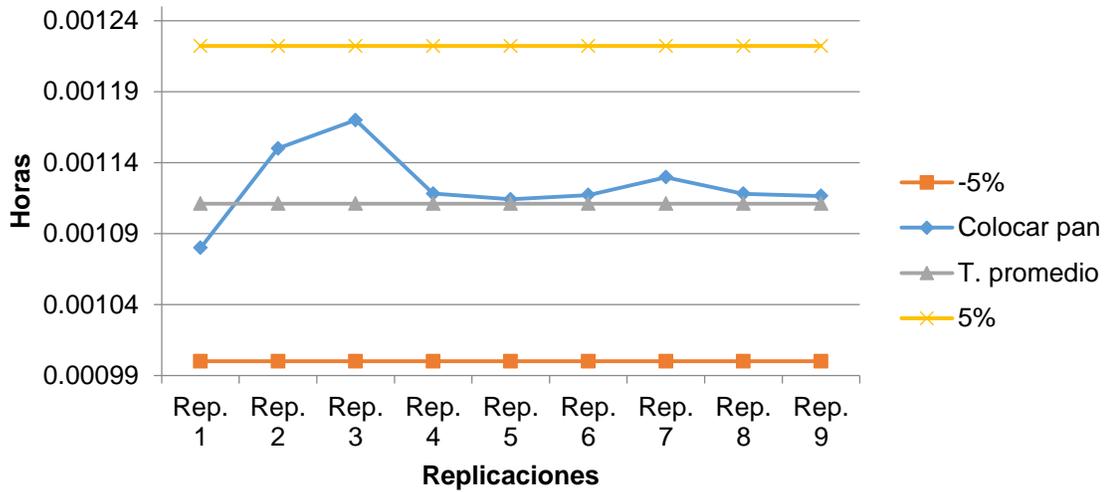
Anexo 126. Variación de error para la actividad "Transporte a reposo". Elaboración: Propia.

Transporte a desconchado



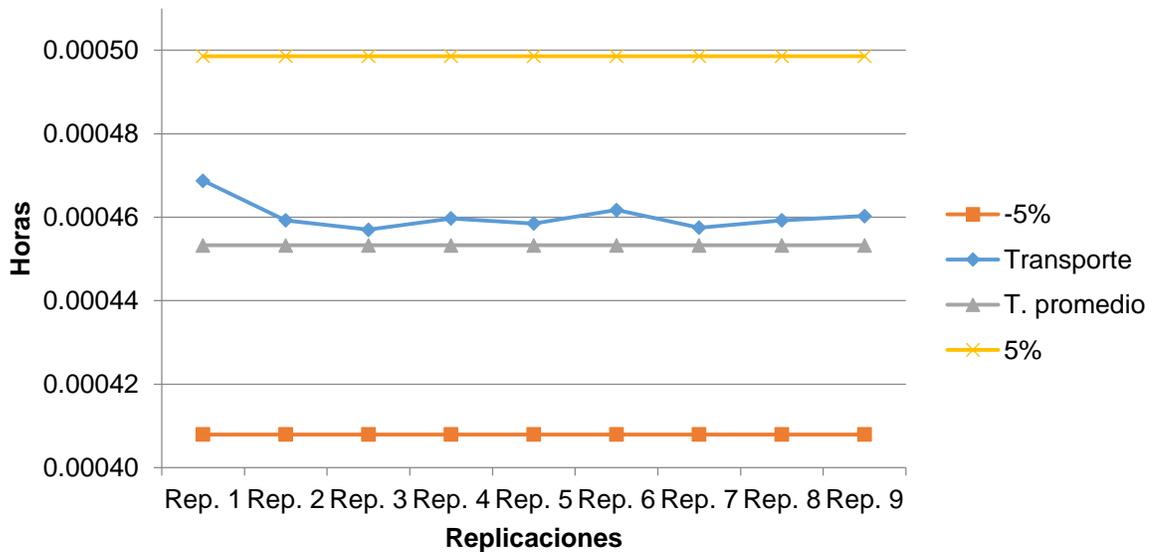
Anexo 127. Variación de error para la actividad "Transporte a desconchado". Elaboración: Propia.

Colocar pan en máquina



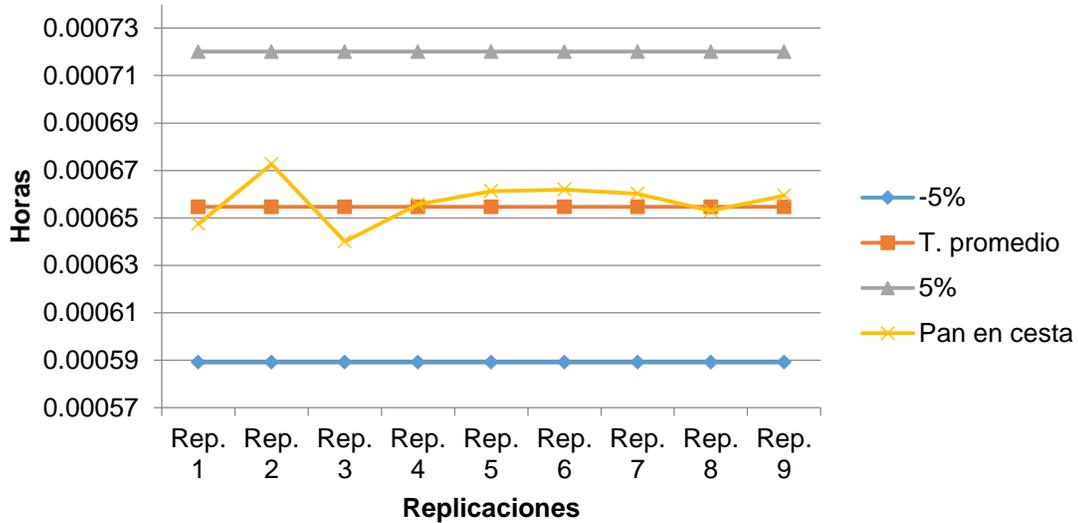
Anexo 128. Variación de error para la actividad "Colocar pan en máquina". Elaboración: Propia.

Transporte desconchado-rebanado



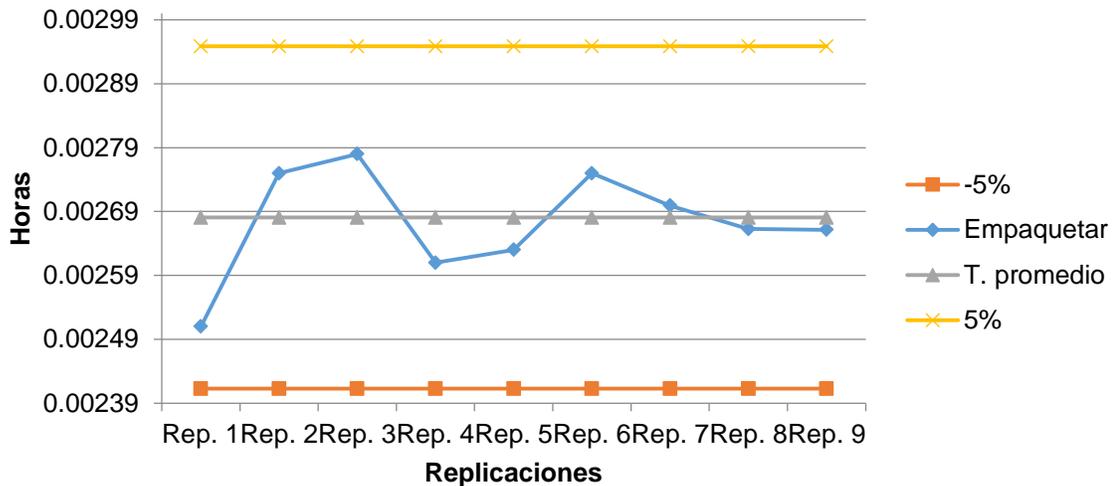
Anexo 129. Variación de error para la actividad "Transporte desconchado-rebanado".
Elaboración: Propia.

Colocar pan en cesta para empaquetado



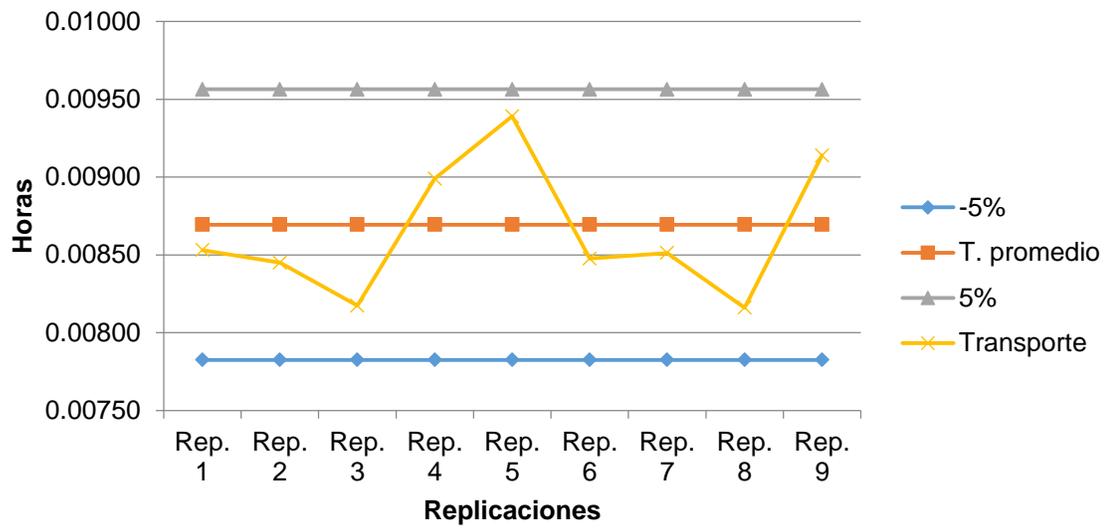
Anexo 130. Variación de error para la actividad "Colocar pan en cesta para empaquetado".
Elaboración: Propia.

Empaquetar



Anexo 131. Variación de error para la actividad "Empaquetar". Elaboración: Propia.

Transporte a despacho



Anexo 132. Variación de error para la actividad "Abrir Compuerta". Elaboración: Propia.

Anexo 133. Propuestas de mejora

Anexo 134. Propuesta N°1 – Acondicionar el cuarto de reposo a 4 horas

Queue Detail Summary

Time

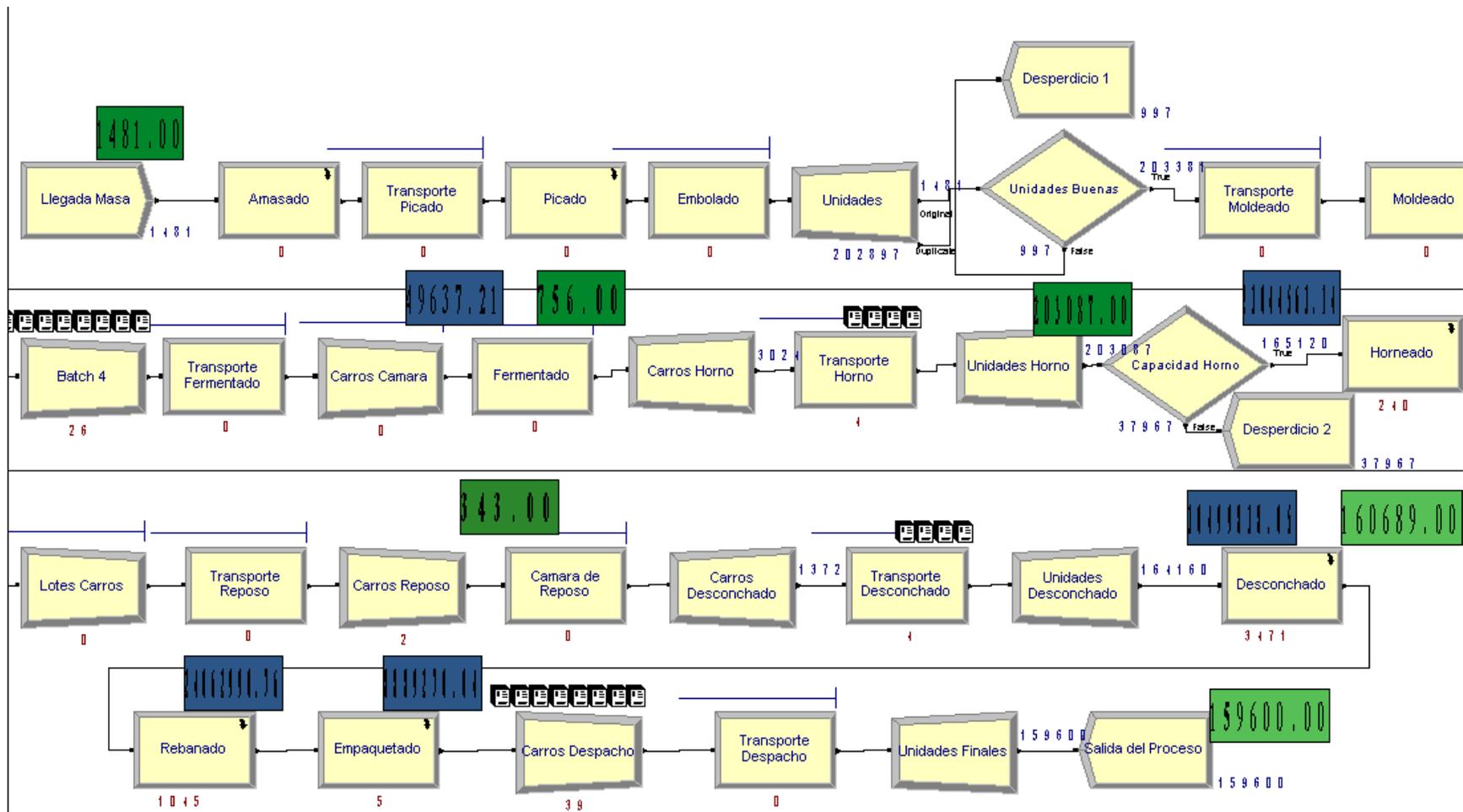
	<u>Waiting Time</u>
Abrir Compuerta.Queue	10.53
Amasar.Queue	86.19
Aplanar.Queue	2.18
Batch 4.Queue	59.38
Camara de Reposo.Queue	0.00
Carros Camara.Queue	174.57
Carros Despacho.Queue	131.02
Carros Reposo.Queue	238.47
Cerrar Molde.Queue	0.00
Colocar en Carros.Queue	0.07
Colocar en Moldes.Queue	0.00
Colocar en panes en Carro.Queue	10.15
Colocar Pan en Cestas.Queue	0.02
Colocar Pan en Maquina.Queue	44.60
Desconchar.Queue	136.42
Embolado.Queue	2.42
Empaquetar.Queue	6.67
Etiquetado.Queue	49.01
Fermentado.Queue	65.66
Hornear.Queue	21.71
Introducir Masa.Queue	0.00
Introducir Mezcla.Queue	0.31
Llenar Horno.Queue	2.52
Lote Horno.Queue	3.28
Lotes Carros.Queue	1.82
Picado Automatico.Queue	0.05
Picar Manual.Queue	0.00
Rebanar.Queue	150.65
Retirar Masa.Queue	8.87
Retirar Panes.Queue	6.40
Retirar Tapas.Queue	95.27
Transporte Desconchado.Queue	654.55
Transporte Despacho.Queue	5.41
Transporte Fermentado.Queue	0.00

Anexo 135. Tiempos de espera por actividad para la propuesta 1. Fuente: Arena

Usage

	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
Amasadora1	0,05	0,05	0,17	1.481,00	0,31
Apiladora1	0,04	0,04	0,17	203.381,00	0,20
CamaraRepos	0,02	0,23	10,00	343,00	0,02
Carro1	0,00	0,00	0,33	1.512,00	0,00
Carro10	0,00	0,00	0,33	684,00	0,00
Carro11	0,00	0,00	0,17	667,00	0,01
Carro12	0,00	0,00	0,17	663,00	0,01
Carro2	0,00	0,00	0,33	1.512,00	0,00
Carro5	0,00	0,00	0,33	1.510,00	0,01
Carro6	0,00	0,00	0,33	1.510,00	0,01
Carro7	0,00	0,00	0,33	687,00	0,00
Carro8	0,00	0,00	0,33	687,00	0,00
Carro9	0,00	0,00	0,33	684,00	0,00
CintaTranspor	0,09	0,09	0,17	203.381,00	0,52
Desconchador	0,09	0,09	0,33	163.932,00	0,27
Emboladora	0,03	0,03	0,17	1.481,00	0,17
Empaquetador	0,07	0,07	0,17	159.644,00	0,43
Etiquetadora1	0,10	0,10	0,17	159.639,00	0,62
Fermentadora	0,19	0,19	1,00	756,00	0,19
Horno1	0,12	0,12	0,33	688,00	0,35
Operador	0,00	0,00	1,00	3.024,00	0,00
OperadorAma	0,02	0,02	0,17	5.924,00	0,14

Anexo 136. % de utilización de los recursos para la propuesta 1. Fuente: Arena



Anexo 137. Modelo de para la propuesta 1. Fuente: Arena

Anexo 138. Propuesta N°2 - Adquisición máquina desconchadora

Queue Detail Summary

Time

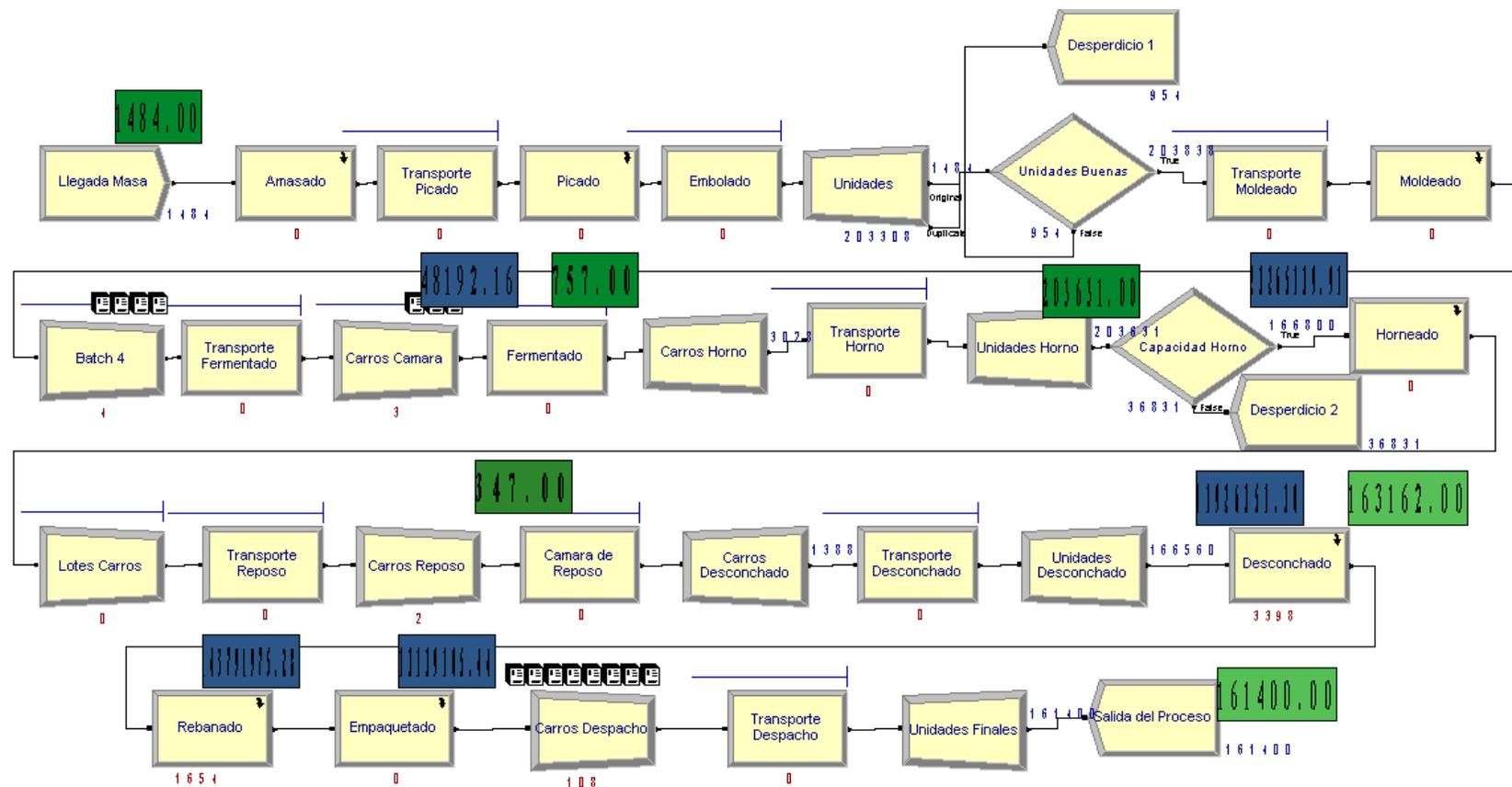
	<u>Waiting Time</u>
Abrir Compuerta.Queue	4.93
Amasar.Queue	61.08
Aplanar.Queue	1.42
Batch 4.Queue	58.88
Camara de Reposo.Queue	0.00
Carros Camara.Queue	180.50
Carros Despacho.Queue	127.06
Carros Reposo.Queue	233.29
Cerrar Molde.Queue	0.00
Colocar en Carros.Queue	0.08
Colocar en Moldes.Queue	0.02
Colocar en panes en Carro.Queue	12.82
Colocar Pan en Costas.Queue	0.67
Colocar Pan en Maquina.Queue	14.25
Desconchar.Queue	49.40
Embolado.Queue	1.81
Empaquetar.Queue	29.53
Etiquetado.Queue	51.82
Fermentado.Queue	63.66
Hornear.Queue	21.82
Introducir Masa.Queue	0.00
Introducir Mezcla.Queue	0.34
Llenar Horno.Queue	1.70
	2.77

Anexo 139. Tiempo de espera en la propuesta 2. Fuente: Arena

Usage

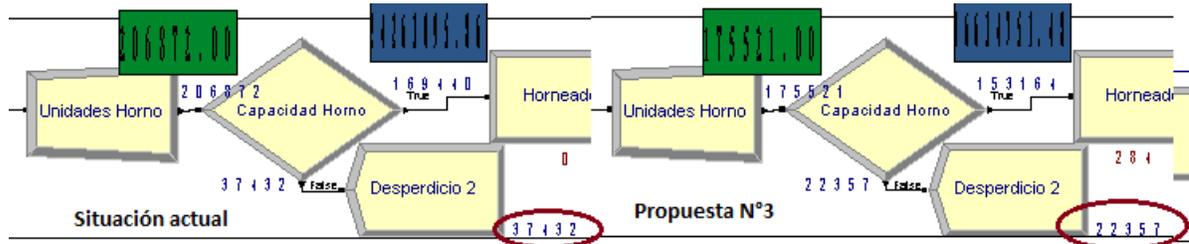
	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
Amasadora1	0,05	0,05	0,17	1.484,00	0,31
Aplanadora1	0,04	0,04	0,17	203.838,00	0,23
CamaraRepos	0,14	1,41	10,00	347,00	0,14
Carro1	0,00	0,00	0,33	1.516,00	0,00
Carro10	0,00	0,00	0,33	694,00	0,00
Carro11	0,00	0,00	0,17	673,00	0,01
Carro12	0,00	0,00	0,17	672,00	0,01
Carro2	0,00	0,00	0,33	1.515,00	0,00
Carro5	0,00	0,00	0,33	1.514,00	0,01
Carro6	0,00	0,00	0,33	1.514,00	0,01
Carro7	0,00	0,00	0,33	695,00	0,00
Carro8	0,00	0,00	0,33	695,00	0,00
Carro9	0,00	0,00	0,33	694,00	0,00
CintaTransport	0,09	0,09	0,17	203.838,00	0,52
Desconchador	0,04	0,04	0,33	74.575,00	0,12
Desconchador	0,05	0,05	0,33	91.954,00	0,15
Emboladora	0,03	0,03	0,17	1.484,00	0,17
Empaquetador	0,07	0,07	0,17	161.508,00	0,44
Etiquetadora1	0,10	0,10	0,17	161.508,00	0,62
Fermentadora	0,10	0,10	1,00	757,00	0,10

Anexo 140. Porcentaje de utilización de los recursos para la propuesta 2. Fuente: Arena



Anexo 141. Modelo simulado para la propuesta 2. Fuente: Arena.

Anexo 142. Propuesta N°3 - Balanceo de línea

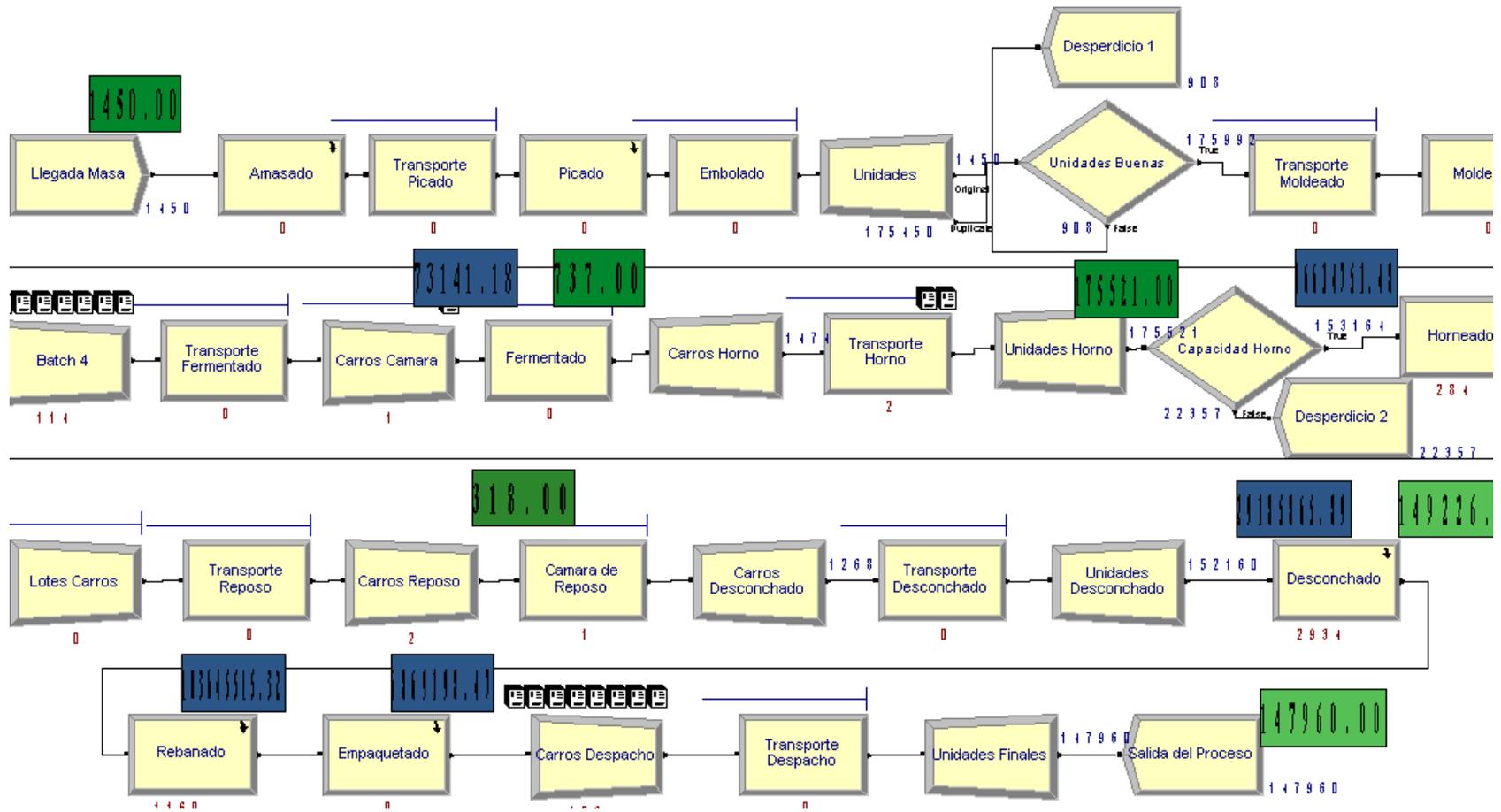


Anexo 143. Reducción de desperdicios en el área del horneado para la propuesta 3. Fuente: Arena

Time

	Waiting Time
Abrir Compuerta.Queue	3.41
Amasar.Queue	60.36
Aplanar.Queue	0.59
Batch 4.Queue	111.03
Camara de Reposo.Queue	0.00
Carros Camara.Queue	119.49
Carros Despacho.Queue	151.09
Carros Reposo.Queue	259.74
Cerrar Molde.Queue	0.00
Colocar en Carros.Queue	0.03
Colocar en Moldes.Queue	0.01
Colocar en panes en Carro.Queue	28.70
Colocar Pan en Cestas.Queue	0.38
Colocar Pan en Maquina.Queue	45.56
Desconchar.Queue	137.22
Embolado.Queue	2.48
Empaquetar.Queue	18.07
Etiquetado.Queue	28.32
Fermentado.Queue	99.24
Hornear.Queue	20.56
Introducir Masa.Queue	0.00
Introducir Mezcla.Queue	0.30
Llenar Horno.Queue	3.14
Lote Horno.Queue	111.87
Lotes Carros.Queue	3.85
Picado Automatico.Queue	0.00
Picar Manual.Queue	0.00
Rebanar.Queue	699.44
Retirar Masa.Queue	0.05
Retirar Panes.Queue	12.85
Retirar Tapas.Queue	56.12
Transporte Desconchado.Queue	32.15
Transporte Despacho.Queue	0.00
Transporte Fermentado.Queue	0.00
Transporte Horno.Queue	157.14
Transporte Moldeado.Queue	59.16
Transporte Picado.Queue	0.23
Transporte Rebanado.Queue	12.56
Transporte Reposo.Queue	8.91

Anexo 144. Tiempos de espera para la propuesta N°3. Fuente: Arena.



Anexo 145. Modelo de simulación corrido para la propuesta N°3. Fuente: Arena

Anexo 146. Propuesta N°4 - Enfocar producción en rubros de mayor impacto en la empresa

Time

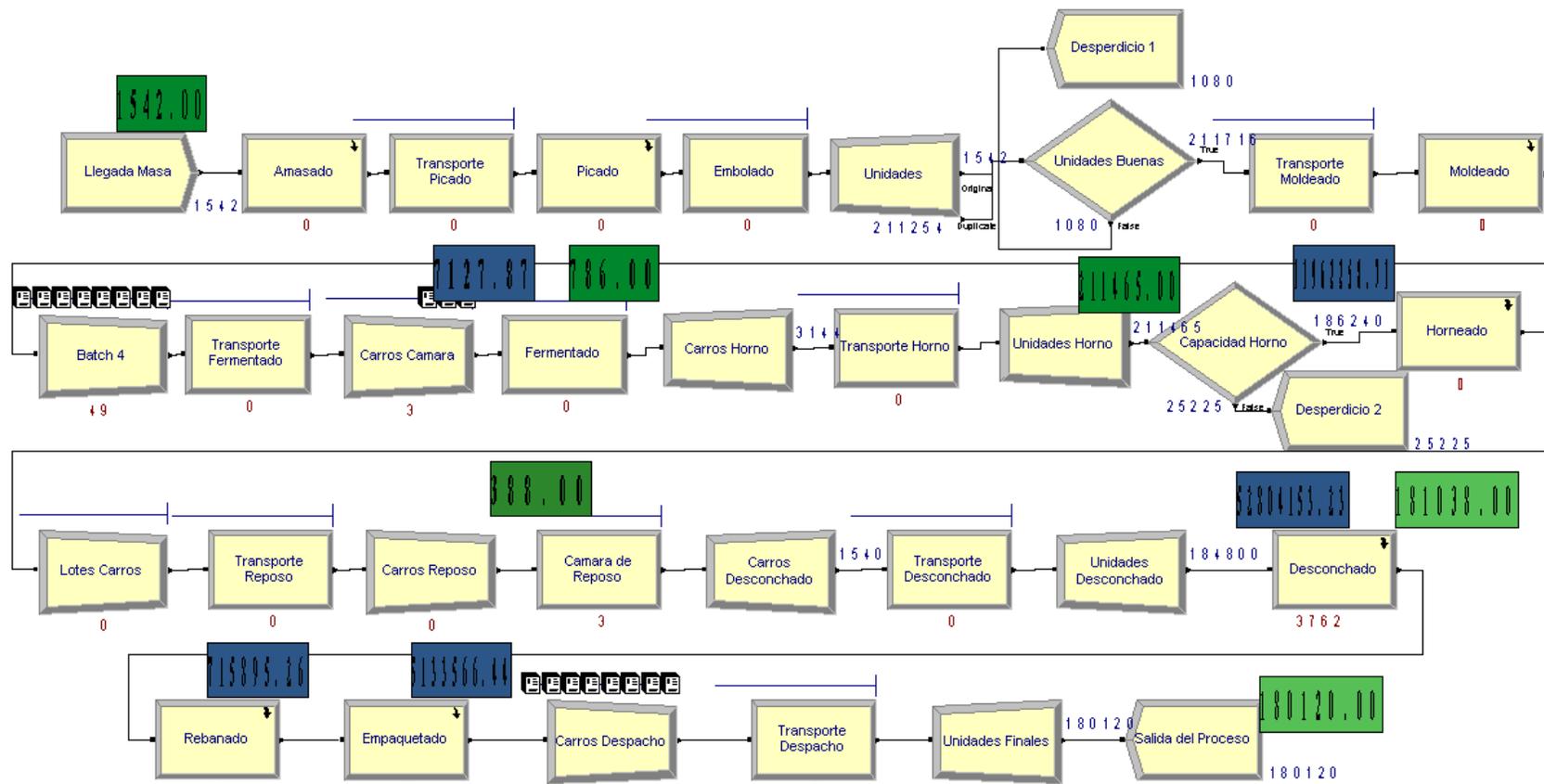
	<u>Waiting Time</u>
Abrir Compuerta.Queue	0.02
Amasar.Queue	2.16
Aplanar.Queue	0.01
Batch 4.Queue	33.44
Camara de Reposo.Queue	0.00
Carros Camara.Queue	102.68
Carros Despacho.Queue	69.65
Carros Reposo.Queue	149.35
Cerrar Molde.Queue	0.00
Colocar en Carros.Queue	0.01
Colocar en Moldes.Queue	0.00
Colocar en panes en Carro.Queue	10.11
Colocar Pan en Cestas.Queue	0.95
Colocar Pan en Maquina.Queue	12.24
Desconchar.Queue	265.86
Embolado.Queue	0.09
Empaquetar.Queue	4.97
Etiquetado.Queue	23.53
Fermentado.Queue	9.07
Hornear.Queue	0.90
Introducir Masa.Queue	0.00
Introducir Mezcla.Queue	0.05
Llenar Horno.Queue	1.05
Lote Horno.Queue	3.33
Lotes Carros.Queue	2.76
Picado Automatico.Queue	2.69
Picar Manual.Queue	0.00
Rebanar.Queue	3.02
Retirar Masa.Queue	0.02
Retirar Reposo.Queue	0.04

Anexo 147. Tiempos de espera de las actividades en la propuesta N°4. Fuente: Arena

Usage

	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
Amasadora1	0,04	0,04	0,33	754,00	0,13
Amasadora2	0,05	0,05	0,33	788,00	0,14
Aplanadora1	0,07	0,07	0,33	211.716,00	0,20
CamaraRepos	0,13	2,62	20,00	388,00	0,13
Carro1	0,00	0,00	0,33	1.574,00	0,01
Carro10	0,00	0,00	0,33	770,00	0,00
Carro11	0,00	0,00	0,33	747,00	0,01
Carro12	0,00	0,00	0,33	754,00	0,01
Carro2	0,00	0,00	0,33	1.573,00	0,01
Carro5	0,00	0,00	0,33	1.572,00	0,01
Carro6	0,00	0,00	0,33	1.572,00	0,01
Carro7	0,00	0,00	0,33	776,00	0,00
Carro8	0,00	0,00	0,33	776,00	0,00
Carro9	0,00	0,00	0,33	770,00	0,00
CintaTranspor	0,15	0,15	0,33	211.716,00	0,45
Desconchador	0,17	0,17	0,33	184.800,00	0,51
Emboladora	0,05	0,05	0,33	1.542,00	0,15
Empaquetador	0,14	0,14	0,33	180.161,00	0,41
Etiquetadora1	0,19	0,19	0,33	180.161,00	0,58
Fermentadora	0,17	0,33	2,00	786,00	0,17
Horno1	0,11	0,11	0,33	376,00	0,32
Horno2	0,11	0,11	0,33	400,00	0,34
Operador	0,01	0,01	1,00	3.147,00	0,01
OperadorAma	0,02	0,02	0,33	3.079,00	0,06
OperadorAma	0,02	0,02	0,33	3.089,00	0,06
OperadorDesc	0,04	0,04	0,33	181.167,00	0,13
OperadorDesc	0,04	0,04	0,33	186.211,00	0,13
OperadorEmp	0,14	0,14	0,33	180.161,00	0,41
OperadorHorn	0,05	0,05	0,33	123.152,00	0,14
OperadorHorn	0,04	0,04	0,33	146.534,00	0,13
OperadorHorn	0,05	0,05	0,33	148.064,00	0,14
OperadorHorn	0,04	0,04	0,33	146.442,00	0,13
OperadorMold	0,13	0,13	0,33	211.743,00	0,38
OperadorMold	0,13	0,13	0,33	211.723,00	0,38
OperadorMold	0,13	0,13	0,33	211.682,00	0,38
OperadorPica	0,00	0,00	0,33	3.084,00	0,00
OperadorReba	0,03	0,03	0,33	180.161,00	0,10
Picadora1	0,05	0,05	0,33	1.542,00	0,15
Rebanadora1	0,09	0,09	0,33	181.038,00	0,27

Anexo 148. Porcentaje de utilización de los recursos para la propuesta N°4. Fuente: Arena.



Anexo 149. Modelo de simulación corrido para la propuesta N°4. Fuente: Arena

Anexo 150. Propuesta N°4 - Escenario 1.

Time

	<u>Waiting Time</u>
Abrir Compuerta.Queue	0.03
Amasar.Queue	2.33
Aplanar.Queue	0.01
Batch 4.Queue	33.89
Camara de Reposo.Queue	0.00
Carros Camara.Queue	104.30
Carros Despacho.Queue	69.01
Carros Reposo.Queue	157.59
Cerrar Molde.Queue	0.00
Colocar en Carros.Queue	0.01
Colocar en Moldes.Queue	0.01
Colocar en panes en Carro.Queue	10.01
Colocar Pan en Cestas.Queue	1.29
Colocar Pan en Maquina.Queue	15.78
Desconchar.Queue	44.13
Embolado.Queue	0.09
Empaquetar.Queue	0.01
Etiquetado.Queue	3.45
Fermentado.Queue	8.35
Hornear.Queue	0.99
Introducir Masa.Queue	0.00
Introducir Mezcla.Queue	0.06
Llenar Horno.Queue	1.04
Lote Horno.Queue	3.41
Lotes Carros.Queue	2.50
Picado Automatico.Queue	2.83
Picar Manual.Queue	0.00

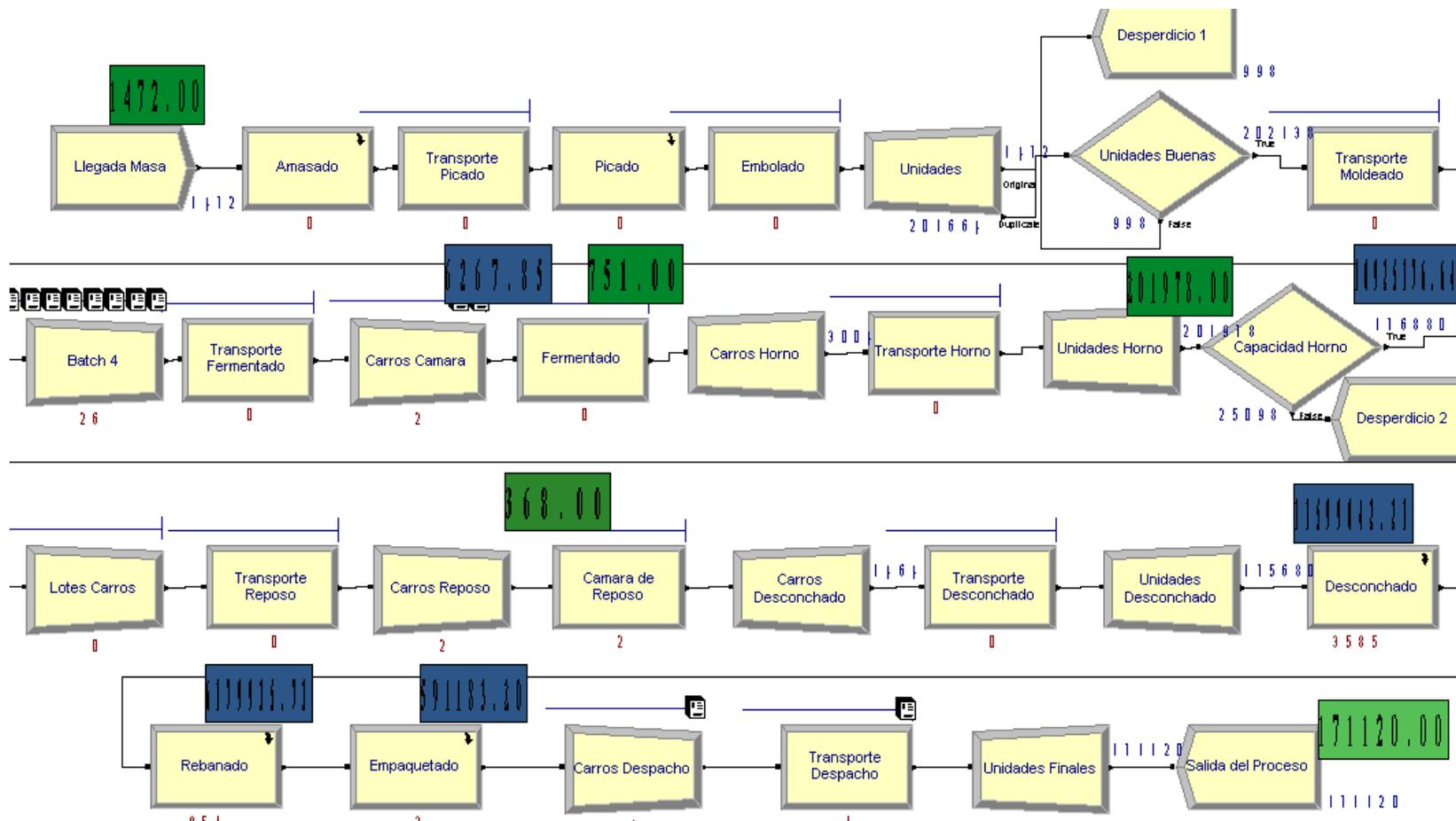
Anexo 151. Tiempos de espera para la propuesta N°4 escenario N°1. Fuente: Arena.

Usage

	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
Amasadora1	0,04	0,04	0,33	711,00	0,12
Amasadora2	0,04	0,04	0,33	761,00	0,13
Aplanadora1	0,06	0,06	0,33	202.138,00	0,19
CamaraRepos	0,12	2,49	20,00	368,00	0,12
Carro1	0,00	0,00	0,33	1.503,00	0,01
Carro10	0,00	0,00	0,33	731,00	0,00
Carro11	0,00	0,00	0,33	714,00	0,01
Carro12	0,00	0,00	0,33	712,00	0,01
Carro2	0,00	0,00	0,33	1.503,00	0,01
Carro5	0,00	0,00	0,33	1.502,00	0,01
Carro6	0,00	0,00	0,33	1.502,00	0,01
Carro7	0,00	0,00	0,33	737,00	0,00
Carro8	0,00	0,00	0,33	737,00	0,00
Carro9	0,00	0,00	0,33	733,00	0,00
CintaTranspor	0,14	0,14	0,33	202.138,00	0,43
Desconchador	0,07	0,07	0,33	78.440,00	0,21
Desconchador	0,09	0,09	0,33	97.240,00	0,27
Emboladora	0,05	0,05	0,33	1.472,00	0,14
Empaquetador	0,06	0,06	0,33	85.599,00	0,19
Empaquetador	0,06	0,06	0,33	85.645,00	0,19
Etiquetadora1	0,09	0,09	0,33	85.606,00	0,27
Etiquetadora2	0,09	0,09	0,33	85.635,00	0,27
Fermentadora	0,16	0,32	2,00	751,00	0,16
Horno1	0,10	0,10	0,33	355,00	0,30
Horno2	0,11	0,11	0,33	382,00	0,32
Operador	0,01	0,01	1,00	3.006,00	0,01
OperadorAma	0,02	0,02	0,33	2.965,00	0,06
OperadorAma	0,02	0,02	0,33	2.923,00	0,06
OperadorDesc	0,04	0,04	0,33	172.683,00	0,12
OperadorDesc	0,04	0,04	0,33	176.556,00	0,12
OperadorEmp	0,06	0,06	0,33	85.599,00	0,19
OperadorEmp	0,06	0,06	0,33	85.645,00	0,19
OperadorHorn	0,04	0,04	0,33	116.800,00	0,13
OperadorHorn	0,04	0,04	0,33	139.193,00	0,12
OperadorHorn	0,04	0,04	0,33	140.629,00	0,13
OperadorHorn	0,04	0,04	0,33	139.233,00	0,12
OperadorMold	0,12	0,12	0,33	202.254,00	0,37
OperadorMold	0,12	0,12	0,33	202.111,00	0,37
OperadorMold	0,12	0,12	0,33	202.049,00	0,37
OperadorPica	0,00	0,00	0,33	2.944,00	0,00
OperadorReba	0,03	0,03	0,33	171.244,00	0,09
Picadora1	0,05	0,05	0,33	1.472,00	0,14
Rebanadora1	0,09	0,09	0,33	172.095,00	0,26

Anexo 152. Porcentaje de utilización de los recursos para la propuesta N°4 escenario N°1.

Fuente: Arena.



Anexo 153. Modelo de simulación corrido para la propuesta N°4 escenario N°1. Fuente: Arena.



Anexo 154. Máquina desconchadora.

Anexo 155: Cotización de máquinas GabriMetal.



PRESUPUESTO N° 2.241

FECHA: 26/09/2016

SR: Fernando. Aponte

Correo: fernadoaponte2016@gmail.com

CEL: 0424-199 43 77

COTIZAMOS

Cant.	Descripción	Precio	Precio Total
1	Máquina Amasadora 90 Kg.	Bsf. 2.809.000,00	Bsf. 2.809.000,00
2	Máquina Desconchadora multifuncional.	Bsf. 3.980.000,00	Bsf. 3.980.000,00
3	Máquina de Empaquetado Manual.	Bsf. 300.000,00	Bsf. 300.000,00
4	Sistema de empaquetado Manual.	Bsf. 5.170.000,00	Bsf. 5.170.000,00
		Total	Bsf. 12.259.000,00

CONDICIONES COMERCIALES

Los precios no incluyen i.v.a. y se encuentran sujetos a cambio sin previo aviso.

Los precios incluyen envío e instalación de maquinaria.

Precio Total: Bsf. 12.259.000,00

El tiempo de entrega es a partir de 15 días hábiles.

A la orden en caso de dudas o comentarios.

GARANTÍA

Garantía de 1 año desde la instalación de la maquinaria.

CONTACTOS

Teléfono: + (58) (276) 787 43 69 / + (58) (276) 787 05 43

Anexo 156. Análisis económico.

El análisis económico pertinente se demuestra por dos métodos, el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), donde se trabajó en una base mensual, debido a que la información de los flujos de caja fueron suministrados en dichos periodos.

Para sustentar las propuestas por medio del análisis económico, la empresa suministró datos de gran interés como: la Tasa de Retorno Atractiva Mínima (TRAM) que se le pide a la inversión para que sea rentable, los ingresos netos mensuales obtenidos en el transcurso del año 2016 y la premisa de que las máquinas no tendrán un valor de recuperación al final del período evaluado. La TRAM suministrada por la empresa fue del 60% anual. Dicha tasa se tomó como efectiva, ya que no se suministró información de los periodos de capitalización asociados a esta.

Con estos datos se estimaron los ingresos netos mensuales que obtendría la empresa a futuro. Se calculó el promedio de los ingresos mensuales netos presentados en el año 2016 (ver Anexo 6) y se asumió que la empresa tendría ingresos mensuales constantes por los siguientes 3 años, correspondiente al horizonte de evaluación propuesto por la empresa.

Al realizar la estimación, la empresa obtendría mensualmente utilidades netas correspondientes a 6.016.727,77 Bs.F. al mes. Además por medio de la investigación, se consiguió un proveedor nacional ubicado en el Estado Táchira, que presenta la particularidad de vender todas las máquinas en las cuales se basaría la inversión (ver Anexo 165).y además incluye el transporte y la instalación de la mismas (GABRIMETAL, s.f.).

Al trabajar con flujos mensuales, es necesario calcular el interés efectivo mensual equivalente, al valor del interés efectivo anual que se conoce como dato proporcionado por la empresa (60% anual). Para dicho cálculo se siguió el siguiente procedimiento:

$$i_{efectivo\ anual} = (1 + i_{efectivo\ mensual})^{12} - 1$$

Anexo 157. Fórmula para el cálculo del interés efectivo anual.

Conociendo el interés efectivo anual como dato (60%), se calculó el interés efectivo mensual, dando como resultado 3,99%.

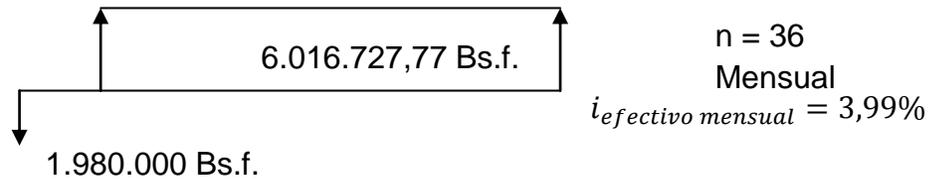
$$60\% = (1 + i_{efectivo\ mensual})^{12} - 1$$

$$i_{efectivo\ mensual} = 3,99\%$$

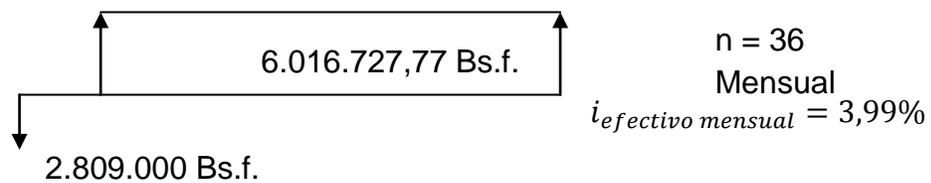
Anexo 158. Interés efectivo mensual.

Para realizar los cálculos pertinentes a estos métodos en las propuestas en las que se requirió, se utilizaron los siguientes flujos de caja:

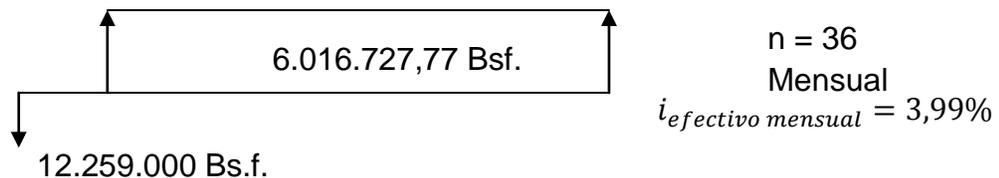
- Propuesta N° 2.



- Propuesta N° 4.



- Propuesta N° 4. Escenario 1.



Anexo 159. Flujos de caja de la empresa. Elaboración: Propia.

Los cálculos para los métodos de análisis económicos fueron realizados a través en Microsoft Excel, los datos utilizados y los resultados obtenidos son presentados a continuación:

	Propuesta N° 2	Propuesta N° 3	Propuesta N° 4. Escenario 1.
VPN (Bs.f.)	111874103,6	111114695,4	101664695,4
TIR (%)	303,88%	214,19%	49,08%
Número de periodos (mensuales)	36	36	36
Flujos de caja (Bs.f./mensuales)	6016727.77	6016727.77	6016727.77
interés anual efectivo	60%	60%	60%
interés mensual efectivo	3,99%	3,99%	3,99%

Anexo 160: Cálculos del VPN y del TIR. Elaboración: Propia