



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

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

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

**Tema:**

---

**REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN LA PLANTA DE  
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AMBASODAS**

---

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

**ÁREA:** Industrial y Manufactura

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

**AUTOR:** Andrés Sebastián Cárdenas Jácome

**TUTOR:** Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.

**Ambato - Ecuador**

**septiembre – 2022**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AMBASODAS, desarrollado bajo la modalidad de Proyecto de Investigación por el señor Andrés Sebastián Cárdenas Jácome, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, septiembre 2022.

-----  
Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.  
TUTOR

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AMBASODAS, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022.

A handwritten signature in blue ink, reading "Andrés S. Cárdenas", is written over a horizontal dashed line.

Andrés Sebastián Cárdenas Jácome

C.C. 0504187667

AUTOR

## **APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Andrés Sebastián Cárdenas Jácome, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AMBASODAS, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, septiembre 2022.

-----  
Ing. Pilar Urrutia, Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Franklin Tigre, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

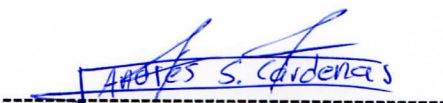
-----  
Dr. Mauricio Carranza, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

## DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, septiembre 2022.



Handwritten signature of Andrés S. Cárdenas in blue ink, written over a horizontal dashed line.

Andrés Sebastián Cárdenas Jácome

C.C. 0504187667

AUTOR

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, que con su incansable esfuerzo, perseverancia y cariño han sido mi impulso más grande para encarar los tiempos difíciles, alentándome a ser cada vez mejor y cumplir con mis propósitos.*

*Andrés Sebastián Cárdenas Jácome*

## AGRADECIMIENTO

*A mis padres por creer en mí y proporcionarme recursos, paciencia y apoyo incondicional durante todo este tiempo.*

*A mi hermana por escucharme y brindarme su ayuda. Y a todos mis familiares que de una u otra forma aportaron e hicieron posible el cumplimiento de esta meta.*

*A los docentes a quienes debo invaluable conocimientos, por sembrar en mí la duda, curiosidad y pasión por la ciencia.*

*Andrés Sebastián Cárdenas Jácome*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO .....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO .....	2
1.1 Tema de Investigación.....	2
1.2 Antecedentes Investigativos .....	2
Contextualización del problema.....	2
Estado del arte .....	3
Fundamentación teórica .....	6
Análisis ABC .....	6
Cursograma sinóptico.....	7
Cursograma analítico .....	7
Diagrama de recorrido.....	8
Estudio de tiempos .....	8
Capacidad de producción .....	13
Distribución de instalaciones .....	14



Tipos de distribución.....	15
Métodos de distribución de planta .....	17
Configuraciones de distribución .....	20
Método de factores ponderados .....	21
1.3    Objetivos.....	22
Objetivo general .....	22
Objetivos específicos .....	22
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA .....	23
2.1    Materiales .....	23
2.2    Métodos .....	23
Modalidad de la Investigación .....	23
Investigación bibliográfica documental .....	24
Investigación de campo.....	24
Población y Muestra.....	24
Recolección de Información .....	25
Procesamiento y Análisis de Datos .....	25
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	26
3.1    Análisis y discusión de los resultados .....	26
Descripción de la empresa .....	26
Misión .....	26
Visión .....	26
Valores .....	26
Ubicación .....	27
Organigrama estructural.....	27
Productos.....	27
Análisis ABC .....	29
Distribución actual de las instalaciones .....	34

Procesos de producción de la empresa.....	36
Cursograma sinóptico del proceso .....	43
Cursograma analítico .....	45
Diagrama de recorrido actual .....	47
Estudio de tiempos .....	48
Desarrollo de la redistribución de instalaciones.....	57
Balanceo de líneas.....	57
Criterios para la redistribución.....	63
Propuesta de redistribución .....	67
<b>CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>84</b>
4.1 Conclusiones.....	84
4.2 Recomendaciones .....	85
<b>C. MATERIALES DE REFERENCIA.....</b>	<b>86</b>
Referencias Bibliográficas .....	86
Anexos.....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Criterios del tamaño de muestra General Electric .....	9
Tabla 2: Criterios de desempeño sistema Westinghouse .....	10
Tabla 3: Suplementos según la OIT .....	11
Tabla 4: Materiales.....	23
Tabla 5: Personal de Embasodas .....	24
Tabla 6: Catálogo de productos de la empresa.....	28
Tabla 7: Valoración monetaria.....	30
Tabla 8: Análisis ABC .....	31
Tabla 9: Maquinaria utilizada .....	40
Tabla 10: Demanda semanal .....	41
Tabla 11: Planificación de la producción.....	41
Tabla 12: Actividades de los operarios .....	42
Tabla 13: Cursograma analítico del material .....	45
Tabla 14: Valoración de Westinghouse .....	48
Tabla 15: Actividades de la elaboración del jarabe .....	50
Tabla 16: Estudio de tiempos de la elaboración del jarabe.....	51
Tabla 17: Suplementos y tiempo estándar de la elaboración del jarabe .....	52
Tabla 18: Actividades del etiquetado y codificación .....	52
Tabla 19: Estudio de tiempos del etiquetado y codificación.....	54
Tabla 20: Suplementos y tiempo estándar del etiquetado y codificación .....	55
Tabla 21: Resultados del estudio de tiempos .....	55
Tabla 22: Tareas del diagrama de precedencia .....	58
Tabla 23: Reglas de decisión.....	60
Tabla 24: Asignación de estaciones de trabajo .....	60
Tabla 25: Estaciones de trabajo actuales.....	61
Tabla 26: Propuesta de reasignación de actividades de los operarios.....	63
Tabla 27: Ponderación de factores .....	64
Tabla 28: Evaluación por factores ponderados .....	67
Tabla 29: Cursograma analítico del material propuesto .....	70
Tabla 30: Resumen de resultados por procesos de la distribución actual .....	73
Tabla 31: Resumen de resultados por procesos de la distribución propuesta .....	74

Tabla 32: Comparación de resultados por procesos.....	75
Tabla 33: Tiempos de producción asociados a cada operario.....	76
Tabla 34: Cálculos previos al pronóstico .....	79
Tabla 35: Resultados del pronóstico .....	80
Tabla 36: Resultados del pronóstico para un año de producción.....	81
Tabla 37: Cotización de la propuesta .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama sinóptico de procesos e inspecciones .....	7
Figura 2: Cursograma analítico .....	8
Figura 3: Ejemplo de diagrama de recorrido .....	8
Figura 4: Distribución por posición fija .....	15
Figura 5: Distribución por proceso .....	16
Figura 6: Distribución por producto .....	16
Figura 7: Distribución celular .....	17
Figura 8: Ejemplo de diagrama de precedencia .....	18
Figura 9: Ejemplo de diagrama de asignación de estaciones de trabajo .....	19
Figura 10: Distribución con despliegue lineal .....	20
Figura 11: Distribución en forma de U .....	20
Figura 12: Distribución en forma de serpentin .....	21
Figura 13: Distribución en forma circular .....	21
Figura 14: Ubicación geográfica de la empresa .....	27
Figura 15: Organigrama estructural Ambasadodas.....	27
Figura 16: Análisis ABC.....	33
Figura 17: Distribución de planta actual.....	35
Figura 18: Modelo general de producción .....	36
Figura 19: Área de mezclas.....	37
Figura 20: Área de suministro y enjuague de botellas .....	37
Figura 21: Área de llenado y tapado .....	38
Figura 22: Área de secado y codificación.....	38
Figura 23: Área de empaquetado .....	39
Figura 24: Almacenamiento de producto terminado.....	39
Figura 25: Producto empaquetado .....	40
Figura 26: Productos a la venta.....	40
Figura 27: Cursograma sinóptico del proceso.....	44
Figura 28: Diagrama de precedencias.....	58
Figura 29: Diagrama de asignación de estaciones .....	60
Figura 30: Diagrama de estaciones de trabajo actuales .....	62
Figura 31: Distribución circular .....	64

Figura 32: Distribución en U .....	65
Figura 33: Distribución en serpentín .....	66
Figura 34: Distribución de planta propuesta .....	68

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio tiene como propósito desarrollar una propuesta de redistribución de planta en las instalaciones de producción de la empresa Ambasodas, de manera que se incremente el aprovechamiento y eficiencia de los recursos a disposición.

El desarrollo del proyecto se divide en tres etapas, el reconocimiento de la situación actual de la empresa, el desarrollo de la propuesta de redistribución y el análisis de resultados.

Para el reconocimiento de la situación actual inicialmente se elabora un análisis ABC para determinar el artículo que genera mayor rentabilidad y entorno a este producto se analizan los pasos y procedimientos involucrados en su fabricación por medio de cursogramas sinópticos, analíticos y la aplicación de estudios de tiempos.

Dentro del desarrollo de la propuesta de redistribución se determina el tipo de distribución asociado a la empresa, y en función de esta se implementa la metodología de distribución de instalaciones adecuada, con la cual se establecen las alternativas de disposición de planta, de donde se selecciona el modelo que mejor se adapta a los criterios de importancia propuestos en el método de factores ponderados.

Como último punto se evalúan los resultados de la propuesta en comparación con la distribución actual consiguiendo un aumento en la producción diaria de 15,84 medias docenas equivalente a \$ 82,50 más que con la distribución actual, de igual manera se nivelaron las cargas de trabajo de forma equitativa para todos los trabajadores.

**Palabras clave:** Redistribución, balanceo, optimización, productividad.

## ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a plant redistribution proposal in the production facilities of Ambasad, in order to increase the use and efficiency of the available resources.

The development of the project is divided into three stages: the recognition of the current situation of the company, the development of the redistribution proposal and the analysis of the results.

For the recognition of the current situation, an ABC analysis is initially carried out to determine the article that generates the highest profitability and, around this product, the steps and procedures involved in its manufacture are analyzed by means of synoptic and analytical flowcharts and the application of time studies.

Within the development of the redistribution proposal, the type of distribution associated with the company is determined, and based on this, the appropriate facility distribution methodology is implemented, with which the plant layout alternatives are established, from which the model that best adapts to the importance criteria proposed in the weighted factors method is selected.

As a last point, the results of the proposal are evaluated in comparison with the current distribution, achieving an increase in daily production of 15,84 half dozens, equivalent to \$ 82,50 more than with the current distribution, in the same way, the workloads were leveled equally for all workers.

**Keywords:** Redistribution, balancing, optimization, productivity.



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación nace a raíz de las necesidades por parte de la empresa Ambasaditas, y es que tener una distribución sin planificación previa y basada en el empirismo no le permite sacar el máximo provecho a sus recursos, lo cual es indispensable en un mercado plagado de competencia donde es cada vez más difícil mantenerse relevante. De esta forma la investigación plantea una alternativa a la disposición de las instalaciones actuales, en la que se tomen en cuenta las necesidades de la empresa y se optimicen sus recursos proporcionando mejoras en la flexibilidad y productividad de los procesos.

En el capítulo I se encuentran los antecedentes investigativos relacionados con la temática, además se incluye el marco teórico donde integran todos los fundamentos científicos necesarios para el desarrollo de la investigación.

En el capítulo II se incluye la metodología aplicada para el desenvolvimiento del proyecto, describiendo los criterios relacionados a la modalidad de investigación, la población y muestra, en conjunto con los métodos de recolección de información usados, también se detallan los recursos físicos y tecnológicos necesarios para llevar a cabo la investigación.

En el capítulo III se desarrolla la propuesta en función de los objetivos planteados, donde inicialmente se analiza la situación actual de la empresa y posteriormente se realiza un estudio del trabajo. Y en base a este se determina la propuesta de redistribución de instalaciones adecuada para las necesidades de la empresa.

Finalmente, en el capítulo IV se detallan las conclusiones a las que se ha llegado al culminar la investigación y también en base a los criterios del investigador se proponen ciertas recomendaciones de cara a optimizar la producción y seguridad de las actividades realizadas en la empresa.

## **CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Tema de Investigación**

REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AMBASODAS.

### **1.2 Antecedentes Investigativos**

#### **Contextualización del problema**

Estudios realizados internacionalmente por la Organización de las Naciones Unidas, indican que en el año 2020 se registraron incrementos en la demanda de la industria alimentaria de hasta el 150%, analistas económicos atribuyen esto al confinamiento causado por la crisis sanitaria. Este crecimiento impactó positivamente en la economía de este tipo de industrias, pero a la vez reveló una falta de adaptabilidad por parte de estas frente al entorno, las cuales se veían incapaces de cubrir con toda la demanda [1], [2].

En el panorama latinoamericano esto significó 32565 millones de dólares en ventas para la industria alimentaria dedicada a la producción de bebidas carbonatadas, donde las empresas consolidadas como Coca Cola y Pepsi obtuvieron más del 65% de estos beneficios [3]. Esto es un problema, si tenemos en cuenta que Latinoamérica está conformada en su mayoría por pequeñas y medianas empresas, las cuales representan el 90% de todo el mercado, generando aproximadamente el 60% de los empleos, sin embargo, sus ganancias no son representativas ya que la mayoría de estas cuenta con productividad reducida y baja competitividad [4].

En Ecuador existen tres compañías que dominan el mercado de las bebidas carbonatadas: Coca Cola acapara el 71% del mercado, Tesalia con un 15% y Ajecuator con el 11,5%, es decir el resto compañías solo representa el 2,5% de nuestro mercado [5]. Ahora si analizamos los datos del INEC, en Ecuador las grandes empresas ocupan solo un 0.49% del mercado, mientras que las PYMES representan más del 90%, siendo un eje fundamental para la economía del país [6]. Por ello se deberían hacer esfuerzos

por impulsar este sector mediante técnicas y métodos que optimicen los recursos e incrementen la productividad, ya que esto influye directamente en el producto interno bruto de la nación, puesto que según informes realizados por la AIBE, en el año 2018 la industria alimentaria de bebidas no alcohólicas contribuyó con \$650 millones al producto interno bruto del país, por lo que se estima que los ecuatorianos consumen alrededor de 1560 millones de litros en todo tipo de bebidas sin alcohol [7].

Una encuesta desarrollada por el instituto de estadística y censos afirma que, en la provincia de Cotopaxi, el 31.6% de los gastos realizados por el hogar son destinados al consumo de alimentos y bebidas no alcohólicas [8]. De donde se obtiene que las bebidas con mayor acogida dentro de la provincia son las lácteas y las gaseosas, esta última se caracteriza por tener un número reducido de empresas enfocadas a su fabricación.

Ambasodas es una empresa dedicada a la producción de bebidas carbonatadas y en los últimos años ha experimentado un crecimiento en la demanda de sus productos, viéndose en la necesidad de trasladarse a instalaciones más amplias para poder incrementar su mano de obra y maquinaria. El problema surge a raíz de la falta de planificación, ya que todos estos cambios se han llevado a cabo sin un estudio previo, dando lugar a que la distribución de instalaciones actual tenga deficiencias en la utilización de sus espacios, generando problemas como: la acumulación de materia prima, congestión en los puestos de trabajo y transportes innecesarios por parte de los operadores. Siendo conveniente proponer alternativas de distribución de planta que se adapten a las necesidades de la empresa y optimicen sus recursos.

### **Estado del arte**

Las exigencias de un mercado competitivo demandan un esfuerzo constante en la mejora productiva de las empresas, por ello en la actualidad muchas industrias se enfocan en aprovechar al máximo los recursos disponibles, siendo la distribución de instalaciones un tema de relevancia, ya que diversos autores han demostrado que la optimización de los espacios de trabajo trae consigo varios beneficios.

De manera que la organización de una planta se relaciona con la eficiencia que esta tiene para manejar sus recursos afectando directamente a los costos y tiempos de

producción. Por lo cual Ramírez establece que la solución es la generación de alternativas a la disposición física actual mediante los métodos de distribución planteados por Richard Muther, donde la aplicación de los principios de distribución generan un incremento en la productividad, flexibilidad y eficiencia de la empresa, pero de cara a escoger que alternativa se adapta de mejor manera a la empresa la toma de decisiones puede ser un problema, para ello se propone como solución el uso de metodologías multicriterio que integren los factores cualitativos y cuantitativos del investigador para determinar la opción que mayores beneficios reporta [9].

De igual forma, el plantear correctamente el diseño en la distribución de las instalaciones de una empresa aumenta el flujo de los recursos de materia prima, humanos y de información. Centeno coincide en que el incremento de esta flexibilidad permite que la empresa pueda expandirse o realizar cambios de manera fácil y con costos mínimos. Y que al aplicar estos principios logró reducir los transportes innecesarios de su organización en 16 metros, generando una reducción del 37.5% del tiempo de transporte, aumentando de esta manera la eficiencia y productividad de los trabajadores involucrados en la empresa [10].

Además, se puede mencionar que el problema central de varias empresas es que al no contar con estudios previos en su modelo de distribución, mantienen rutas en el flujo de material extremadamente ineficientes, provocando que los productos en proceso se desplace más de lo necesario y que los operadores traslados excesivos, en el caso de Saldaña esto se corrigió mediante la aplicación de los principios de la metodología orientada al proceso, obteniendo reducciones considerables en los desplazamientos de 16220 metros por día, causando un incremento del 2.23% en la productividad de la empresa y de igual manera se incrementó la utilización de las instalaciones del 74% al 79%. Demostrando así que la implementación de modelos de distribución de instalaciones adaptados a las necesidades del tipo de planta repercute en la capacidad de producción y eficiencia de esta [11].

Otro factor relevante dentro de la optimización de los espacios es la formación de estaciones de trabajo, ya que se debe considerar los distintos elementos: mano de obra, maquinaria y materia prima, mantengan una armonía a la hora de producir. Y es que en muchas ocasiones no existe una agrupación de operaciones adecuada, forman

estaciones de trabajo totalmente desequilibradas y cargas de trabajo desproporcionadas a los operadores, por ello Khan afirma que la implementación de células de fabricación correctamente balanceadas ha sido la solución a estos problemas dentro de diversas industrias, sin dejar de lado su empresa en la que existían diversas líneas de ensamble donde cada una de ellas estaba especializada en la fabricación de un tipo de producto, pero esto se tornó en una situación caótica hasta que se implementaron ocho células de fabricación las cuales permitieron un incremento la flexibilidad en su modelo de producción cambiándolo de tipo a producto a tipo híbrido reduciendo así el flujo de materiales en proceso drásticamente y a su vez reduciendo los plazos de entrega planificados. Adicionalmente obtuvo como resultado una optimización en el uso de espacio de sus instalaciones ahorrando aproximadamente 1000 metros cuadrados, determinando de este modo que la aplicación de técnicas de distribución de instalaciones puede traer mejoras significativas en la reducción de los residuos en función del espacio, transportes, programación y control de los inventarios [12].

Por ese motivo en distribuciones orientadas al producto y distribuciones híbridas es relevante mantener las líneas de fabricación balanceadas, de manera que las cargas de trabajo estén niveladas repartiéndose de manera equitativa entre todas las estaciones de trabajo y que de cara a la disposición física de instalaciones se cumplan con los criterios de asignación de las estaciones de trabajo, ya que la agrupación óptimas de máquinas, materiales y mano de obra, consigue incrementar los volúmenes de producción y el flujo de materia prima entre cada área de trabajo, reduciendo la manipulación de los materiales. Para Leung, el implementar una distribución híbrida que cumple con el criterio teórico de la asignación de estaciones de trabajo ha supuesto las mejoras antes mencionadas, pero también ha logrado sacar ventaja de las máquinas que tenía duplicadas dentro de la empresa, y que no trabajaban al volumen de producción que eran capaces, pero al aplicar estos cambios en conjunto con herramientas de la metodología justo a tiempo ha generado un incremento en el aprovechamiento de sus recursos y la producción de su empresa [13].

Además, se ha reportado diversos beneficios en la aplicación de modelos de redistribución basados enteramente en el flujo del material del proceso, según Banerjee, las empresas con una estructura de línea de ensamble generalmente no obtienen mejoras significantes cuando se aplican criterios de distribución enfocados

algoritmos heurísticos de mínima distancia, puesto que su limitación de producción no son los desplazamientos sino la nivelación de cargas en el flujo de trabajo, para ello propone la implementación de un balanceo de cargas en conjunto con la obtención del número óptimo de asignación de estaciones de trabajo, generando una base de agrupación para cada proceso donde el resto de la generación de rediseño depende enteramente de las alternativas que se puede aplicar al flujo de material que maneja la empresa [14].

De este modo la implementación de rediseño de planta en todo tipo de empresa trae consigo efectos positivos en la mejora del aprovechamiento de los recursos e incremento de la productividad de la misma. En el caso específico de Mhlanga su empresa dedicada a la elaboración refrescos implementó una distribución de flujo de material en forma de L, en la cual se incluyeron criterios de la metodología justo a tiempo en conjunto con el equilibrio de las cargas de trabajo en las estaciones de su línea de ensamble, generando mejoras en la eficiencia y manejo de sus recursos, incrementando de esta manera la productividad de sus operarios en un 22.67% y de su empresa en general en un 6% [15].

## **Fundamentación teórica**

### **Análisis ABC**

Se basa en el principio de relación 80/20 propuesta por Pareto, donde el 20% de los artículos de la empresa generan el 80% de sus utilidades, de esta manera se pueden categorizar los productos según su relevancia para la organización [16]. Existen tres categorías:

- Zona A: son los productos con mayor relevancia, ya que aportan con aproximadamente del 60% al 80% de las utilidades de la organización [17].
- Zona B: estos productos tienen una relevancia moderada y oscilan entre el 20% al 30% de las utilidades de la organización [17].
- Zona C: son los productos menos relevantes ya que representan un porcentaje reducido de las utilidades, siendo equivalentes a menos del 10% de los ingresos [17].

Los porcentajes asignados a cada categoría suelen ser criterios de naturaleza arbitraria, por lo que estos varían en función de factores como la cantidad o el volumen de productos manejados por la empresa, así como también el valor de estos inventarios.

### Cursograma sinóptico

Es un diagrama secuencial ordenado cronológicamente para el reconocimiento exclusivo de las operaciones e inspecciones que intervienen dentro del proceso productivo [18].

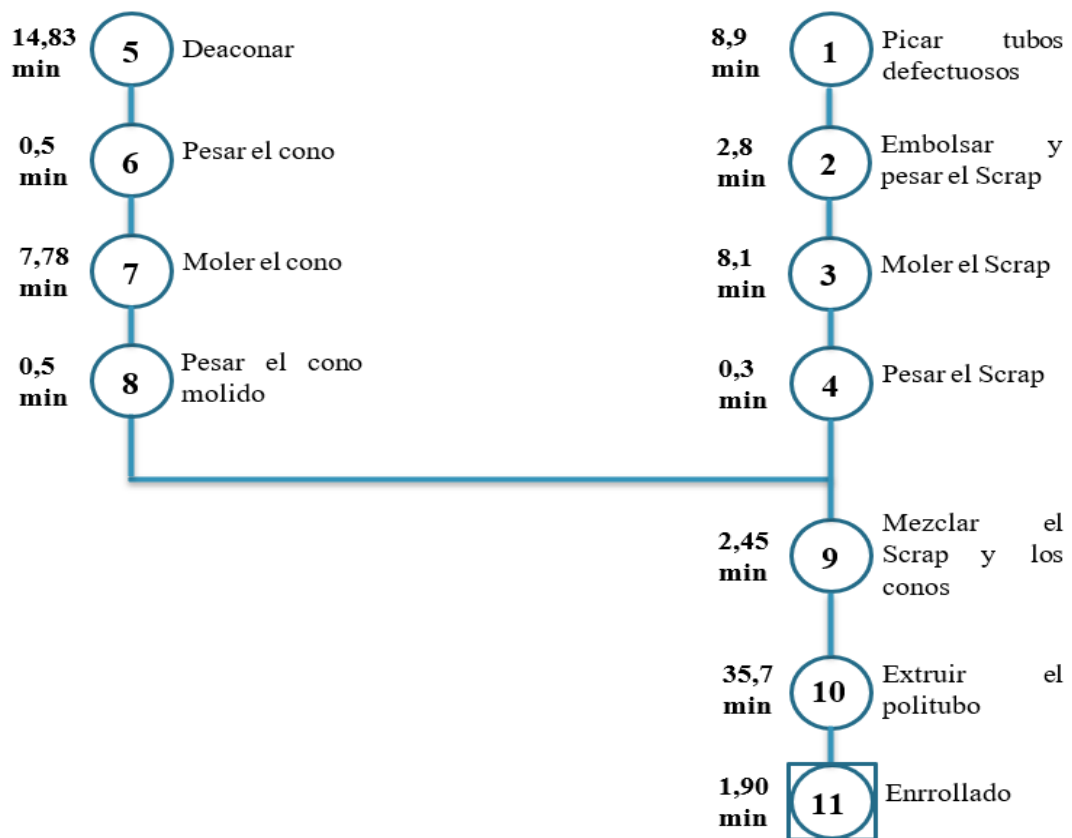


Figura 1: Diagrama sinóptico de procesos e inspecciones [18]

### Cursograma analítico

Este diagrama sigue el curso del operario, material o equipo según las necesidades del estudio, donde a diferencia del cursograma sinóptico, se incluye la información de los transportes, demoras y almacenamientos [19].

Actividad			Resumen			
SMT Emsamble			Actividad	Cantidad	Tiempo Total	
Diagrama 3			Operación	6	13,24	
Hoja 1			Transporte	4		
			Espera			
			Inspección	1		
			Almacenamiento	2		
Descripción	Distancia [m]	Tiempo [min]	Símbolo			Observaciones
Recepción de Materia prima			●	→	●	
Traslado de MP a almacén correspondiente	6 - 20		→			
Disposición de MP en almacén correspondiente			●			
Traslado de MP a Impresora	8 - 20		→			
Impresora		2	●			
HI Speed mount		2,5	●			
Flexible cheap mount		2,22	●			
Horno		3,52	●			
AOI			●			
Traslado a inicio de zona de emsamble	5		→			
Ensamble manual		3	●			
Traslado de PT a almacén correspondiente	5 - 10		→			
Disposición de PT en almacén correspondiente			●			

Figura 2: Cursograma analítico [19]

### Diagrama de recorrido

Es la representación visual de la trayectoria y movimiento que realiza la materia prima por todas las áreas de la empresa hasta su almacenamiento [20].

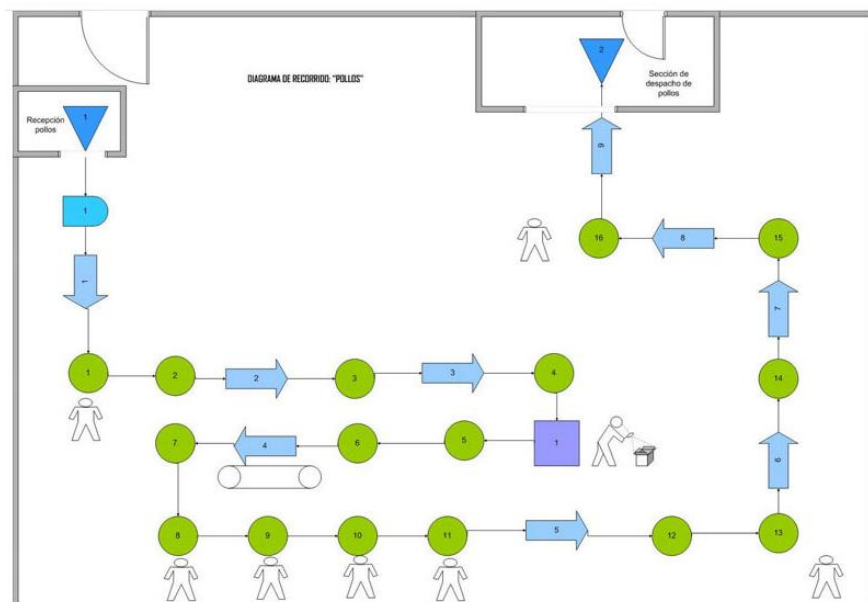


Figura 3: Ejemplo de diagrama de recorrido [20]

### Estudio de tiempos

Esta técnica consiste en realizar mediciones del trabajo con el fin de estandarizar el tiempo de los procesos realizados por los operarios, para ello se registran los tiempos



asociados a cada actividad para posteriormente analizar los resultados en función de las condiciones de trabajo y de las normativas [21].

- **Selección del operario**

El estudio del trabajo se realiza en operarios entrenados y con experiencia en el desarrollo de las actividades de su estación de trabajo, y en el caso de existir más de un trabajador realizando las mismas actividades, se escoge al operario con destreza promedio [22].

- **Número de observaciones**

El cálculo del tamaño de la muestra es de suma importancia ya que de este depende el nivel de confianza que va a tener el estudio de tiempos. Para ello existen dos métodos, por un lado, está el método estadístico y por otro lado el método nomográfico que se apoya en tablas de referencia. La Tabla 1 de criterios de la General Electric es ampliamente usada, donde a partir del tiempo de ciclo del proceso se puede determinar de manera sencilla el número de observaciones necesarias [23].

**Tabla 1:** Criterios del tamaño de muestra General Electric [23]

Tiempo de ciclo (min)		Número de observaciones
Desde	Hasta	
>0.00	0.10	200
>0.10	0.25	100
>0.25	0.50	60
>0.50	0.75	40
>0.75	1.00	30
>1.00	2.00	20
>2.00	5.00	15
>5.00	10.00	10
>10.00	20.00	8
>20.00	40.00	5
>40.00		3

- **Valoración del desempeño**

Dentro del estudio de métodos del trabajo el desempeño hace referencia a la efectividad con la que el operario seleccionado realiza sus tareas al trabajar en condiciones normales y sin ningún tipo de presión. Para ello existen diversos métodos de calificación, uno de los más usados por su precisión es el sistema Westinghouse, que tiene 4 criterios de evaluación principales: habilidad, esfuerzo, condiciones y regularidad [24].

**Tabla 2:** Criterios de desempeño sistema Westinghouse [24]

Esfuerzo			Habilidad		
A1	+0.13	Excesivo	A1	+0.15	Superior
A2	+0.12	Excesivo	A2	+0.13	Superior
B1	+0.10	Excelente	B1	+0.11	Excelente
B2	+0.08	Excelente	B2	+0.08	Excelente
C1	+0.05	Bueno	C1	+0.06	Buena
C2	+0.02	Bueno	C2	+0.03	Buena
D	0	Promedio	D	0	Promedio
E1	-0.04	Aceptable	E1	-0.05	Aceptable
E2	-0.08	Aceptable	E2	-0.10	Aceptable
F1	-0.12	Malo	F1	-0.16	Mala
F2	-0.17	Malo	F2	-0.22	Mala
Regularidad			Condiciones		
A	+0.04	Perfecta	A	+0.06	Ideal
B	+0.03	Excelente	B	+0.04	Excelente
C	+0.01	Bueno	C	+0.02	Bueno
D	0	Promedio	D	0	Promedio
E	-0.02	Aceptable	E	-0.03	Aceptable
F	-0.04	Malo	F	-0.07	Malo

- **Suplementos**

El desarrollo de cualquier tarea requiere de esfuerzo por parte del operario, lo cual va a causar fatiga y un descenso en el rendimiento del trabajador, por ese motivo es fundamental proveer suplementos tanto de descanso como de necesidades personales en función de la situación de cada operario [25]. De esta manera la Organización Internacional del Trabajo ha establecido valores para los distintos suplementos fijos y variables que existen, tomando en cuenta las necesidades tanto de los hombres como de las mujeres [26].

**Tabla 3:** Suplementos según la OIT [26]

Suplementos fijos		
	Hombre	Mujer
<b>A. Necesidades personales</b>	5	7
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4
Suplementos variables		
	Hombre	Mujer
<b>A. Por trabajar de pie</b>	2	4
<b>B. Por postura anormal</b>		
Levemente incómodo	0	1
Incómodo (inclinado)	2	3
Muy incómodo (acostado estirado)	7	7
<b>C. Uso de la fuerza</b>		
2,5 kg	0	1
5 kg	1	2
10 kg	3	4
25 kg	9	20
35,5 kg	22	-
<b>D. Deficiente iluminación</b>		
Levemente debajo de debajo potencia definida	0	0
Muy por debajo	2	2
Totalmente insuficiente	5	5

**Tabla 3:** Suplementos según la OIT [26] (Continuación)

Suplementos variables		
	Hombre	Mujer
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>		
16	0	0
8	10	10
4	45	45
2	100	100
<b>F. Concentración intensa</b>		
Actividades de concentración leve	0	0
Actividades de precisión o desfatiga	2	2
Actividades de mucha precisión o elevada fatiga	5	5
<b>G. Ruido</b>		
Duradero	0	0
Interrumpido y elevado	2	2
Interrumpido y muy elevado	5	5
Ensofecedor y fuerte	-	-
<b>H. Tensión mental</b>		
Actividades complejas	1	1
Actividades complejas y que requieren atención	4	4
Actividades complejas y que requieren mucha atención	8	8
<b>I. Monotonía</b>		
Actividades levemente monótonas	0	0
Actividades monótonas	1	1
Actividades muy monótonas	4	4
<b>I. Aburrimento</b>		
Actividades levemente aburridas	0	0
Actividades aburridas	2	1
Actividades muy aburridas	5	2

- **Tiempo normal**

Es el tiempo promedio que se demora un operario calificado en realizar una operación multiplicado por el factor de actuación obtenido en la valoración del desempeño [27].

$$TN = \bar{x} * FA \quad (1)$$

Donde:

TN = tiempo normal

$\bar{x}$  = tiempo promedio

FA = factor de actuación o factor de desempeño

- **Tiempo estándar**

Es el tiempo necesario para el cumplimiento de las tareas de un operario calificado trabajando a velocidad normal, teniendo en cuenta los suplementos especiales, de necesidades personales y de fatiga [27].

$$TS = TN * (1 + S) \quad (2)$$

Donde:

TS = tiempo estándar

TN = tiempo normal

S = suplementos

### **Capacidad de producción**

Representa la cantidad de elementos que un proceso o línea de producción es capaz de fabricar, manteniendo los estándares de calidad y funcionalidad.

$$CP = \frac{1}{TS} \quad (3)$$

Donde:

CP = capacidad de producción

TS = tiempo estándar

## **Distribución de instalaciones**

Es ordenar de manera apropiada la disposición física de las instalaciones y sus recursos tanto humanos como materiales, de manera que se maximice el aprovechamiento de recursos y se minimicen los desperdicios y transportes innecesarios incrementando la productividad de la empresa [28]. A continuación, se enlistan las ventajas de aplicar una distribución de instalaciones que se adapte a las necesidades de la empresa:

- Incremento del flujo de materia prima, mano de obra e información.
- Mayor organización de los espacios de trabajo.
- Reducción de las distancias recorridas por los operarios.
- Disminución de los desplazamientos de los productos en proceso de fabricación.
- Incremento del espacio efectivo utilizado en las instalaciones de la empresa.
- Mejora de las condiciones laborales de los operarios.
- Incremento de las unidades fabricadas.
- Disminución de las aglomeraciones del personal y materia prima

Una buena disposición de instalaciones contiene al menos uno de los seis principios de distribución propuestos por Richard Muther.

- **Flexibilidad:** la distribución realizada debe adaptarse a futuras modificaciones mitigando los costos al mínimo y reduciendo los inconvenientes que se puedan ocasionar [29].
- **Integración de conjunto:** la disposición física de planta guarda una relación armónica entre los elementos y factores que integran la empresa como lo es la mano de obra, la materia prima, la maquinaria. Donde todos los recursos fluyen de manera organizada y sin obstaculizarse entre sí.
- **Satisfacción y seguridad:** los trabajadores se sienten cómodos con sus estaciones de trabajo, porque están diseñadas para salvaguardar su integridad y darles el espacio adecuado para realizar sus actividades.
- **Mínima distancia recorrida:** La distancia que se debe realizar entre las actividades y procesos debe reducirse al máximo, eliminándose el exceso de materia prima en proceso.

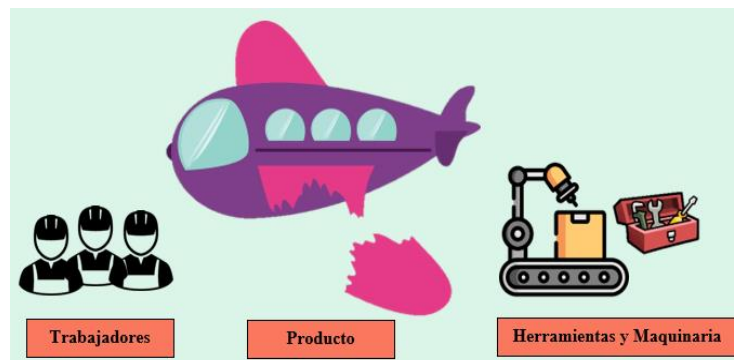
- Espacio cúbico: todas las áreas de la empresa son usadas con eficiencia aprovechando tanto sus espacios verticales como horizontales.
- Circulación: la materia prima en proceso de transformación recorre las distintas estaciones de trabajo de manera ordenada y secuencial siguiendo un patrón lógico de producción que evita la obstaculización e interrupciones en el proceso [29].

### **Tipos de distribución**

El tipo de distribución está estrechamente asociado con el producto de fabricación, su cantidad y principalmente su sistema de producción, ya que de acuerdo con el flujo de trabajo y los procesos que se realizan, se aplica un modelo de distribución u otro, inclusive en ocasiones es factible aplicar modelos híbridos [30].

- **Distribución de instalaciones por posición fija**

Este tipo de distribución se caracteriza por fabricar un solo producto de gran tamaño a la vez, el cual permanece estático, siendo necesario que los operadores lleven sus herramientas y equipos de trabajo hacia el producto. Es comúnmente usado en la fabricación de aviones y cruceros [31].



**Figura 4:** Distribución por posición fija [29]

- **Distribución de instalaciones por proceso**

En esta disposición de instalaciones se producen una amplia gama de productos, y existen diferentes secuencias de operación para elaborar cada uno de ellos, por ese motivo se ubican las máquinas y procesos similares en una sola área de trabajo, y el producto va desplazando entre distintas áreas hasta finalizar su producción [32].

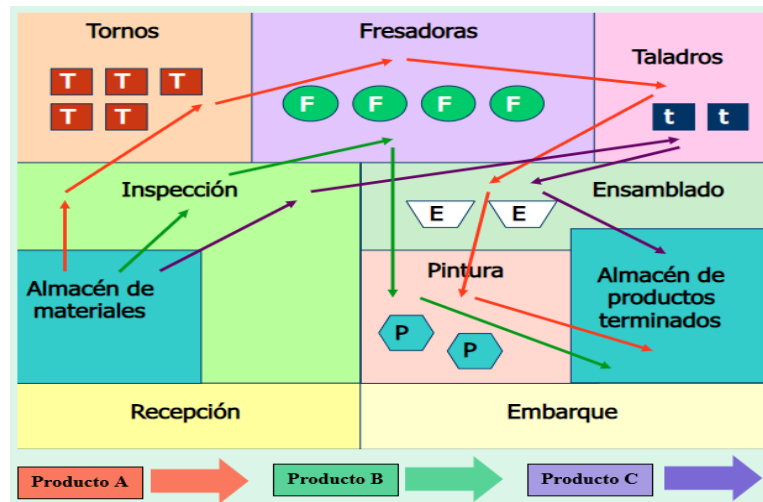


Figura 5: Distribución por proceso [30]

- **Distribución de instalaciones por producto**

En esta se fabrica o ensambla una reducida gama de productos de manera masiva mediante equipos y maquinaria especializados, los cuales están ordenados de manera secuencial siguiendo una secuencia fija de operaciones, en donde un error o demora en algún punto del proceso frena la producción total de toda la línea de ensamble [33].

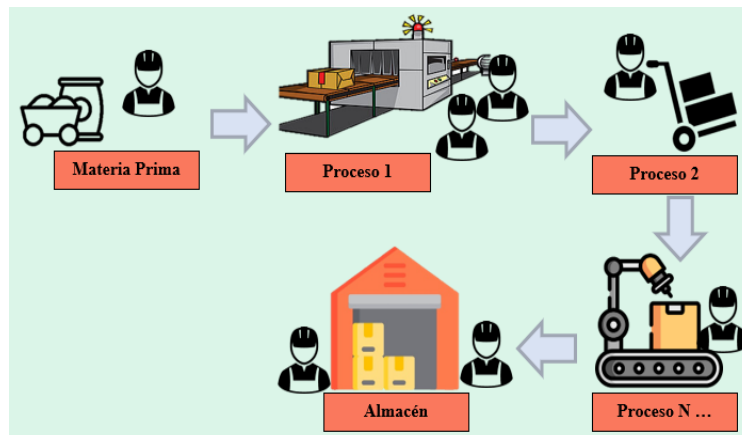


Figura 6: Distribución por producto [31]

- **Distribución de instalaciones celular**

Es una forma híbrida de distribución en la que se combina la distribución por procesos con la distribución orientada al producto, de esta manera se busca reunir familias o células de manufactura con características de producción similares que operen de



manera secuencial pero que a la vez permitan la flexibilidad de fabricar varios productos dentro de una misma célula de fabricación [34].

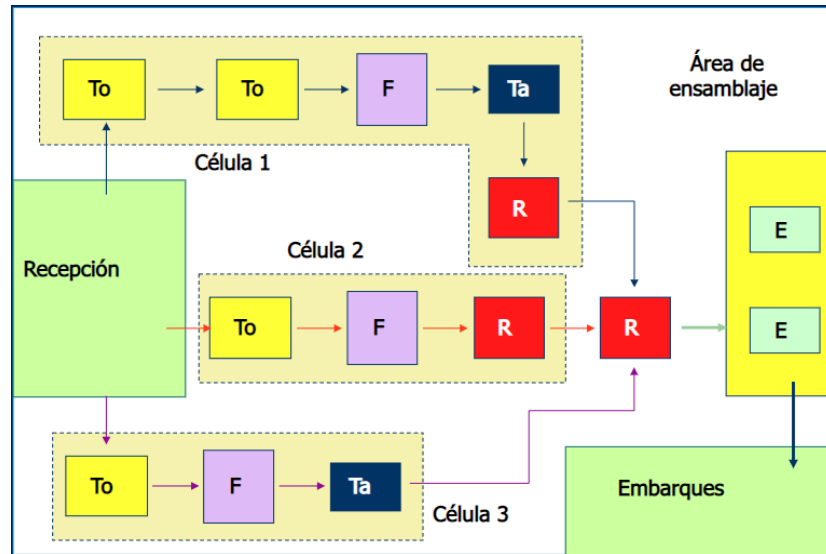


Figura 7: Distribución celular [32]

### Métodos de distribución de planta

El método de reordenación de las instalaciones depende del tipo de distribución de planta que se tiene, en instalaciones orientadas al proceso se aplican métodos de redistribución basados en el principio de mínima distancia recorrida en conjunto con criterios cualitativos de cercanía entre áreas de trabajo, siendo el método SLP uno de los más usados [35].

Pero en instalaciones orientadas al producto, el enfocarse en metodologías de redistribución basadas en el principio de mínima distancia no genera cambios significativos, de manera que se opta por metodologías encaminadas a la optimización del flujo de material, siendo el método de balanceo de línea una de las principales opciones [35].

- **Método del balanceo de línea**

Es aplicado en distribuciones de planta orientadas al producto las cuales son líneas de ensamble o de fabricación que realizan procesos secuenciales y progresivos. El objetivo principal del balanceo de línea es reducir el desequilibrio entre los procesos y estaciones de trabajo de la línea de ensamble, mediante la agrupación correcta de las

distintas operaciones en estaciones de trabajo, las cuales sirven como punto de referencia para la redistribución física de planta [36].

La aplicación del balanceo de líneas consta de 6 pasos:

### 1) Elaboración del diagrama de precedencia

Es un esquema gráfico en el que se representa la relación de precedencia entre las tareas de la línea de ensamble, en este se detalla el orden secuencial en el que pueden realizarse las operaciones y se observa que tareas dependen de la finalización de otras para comenzar su actividad productiva [37].

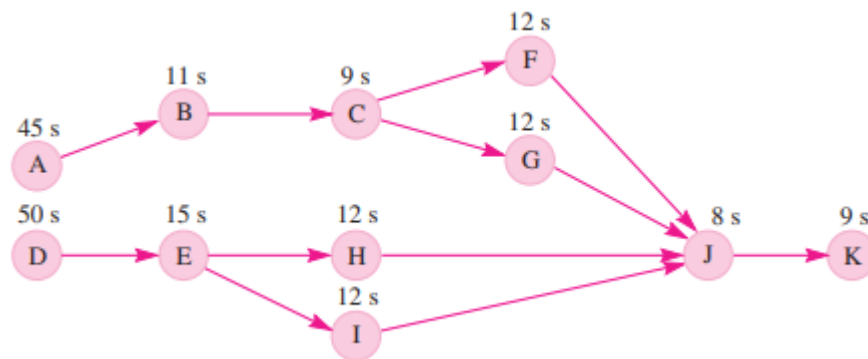


Figura 8: Ejemplo de diagrama de precedencia [37]

### 2) Cálculo del tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo es el que determina el que marca el ritmo de producción que tiene cada estación de trabajo para fabricar las unidades deseadas [37].

$$T_c = \frac{\text{tiempo de producción}}{\text{unidades a producir}} \quad (4)$$

### 3) Cálculo del número de estaciones de trabajo

Mediante este cálculo se determina la cantidad mínima de estaciones teóricas de trabajo, con las que se debería poder cumplir con los requerimientos de producción. Y en el caso de que el número de estaciones sea un número con decimales se redondea al inmediato superior, ya que en la realidad no se puede tener una fracción de estación de trabajo [37].

$$N = \frac{\sum \text{Tiempo por tarea}}{T_c} \quad (5)$$

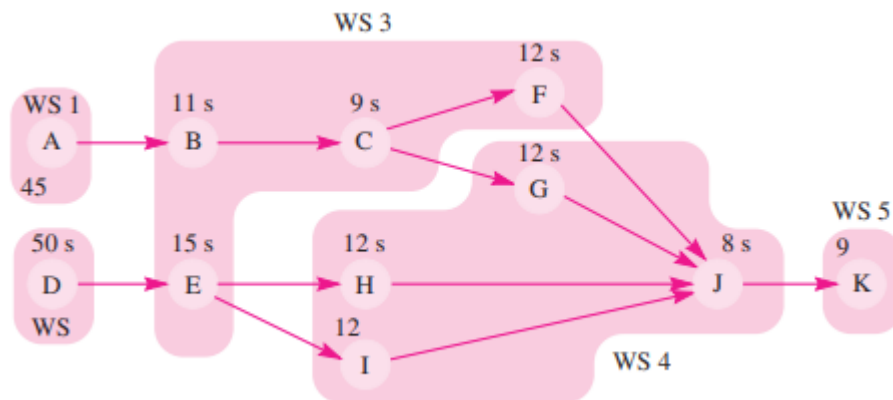
#### 4) Reglas para la asignación de estaciones de trabajo

Las reglas de asignación de estaciones de trabajo sirven para priorizar las operaciones a criterio del investigador [37]. Las reglas que comúnmente se usan son las siguientes:

- La actividad con el tiempo más largo.
- La actividad que tiene más actividades subsecuentes.
- La actividad con la mayor suma de tiempos en sus actividades subsecuentes.

#### 5) Asignación de estaciones de trabajo

En este punto se forman las estaciones de trabajo uniendo las actividades en función del tiempo de ciclo disponible y de acuerdo con las reglas impuestas anteriormente [37]. Como resultado se obtiene un diagrama de precedencias con la formación de estaciones de trabajo.



**Figura 9:** Ejemplo de diagrama de asignación de estaciones de trabajo [35]

#### 6) Análisis de eficiencia

Finalmente se evalúa el porcentaje de eficiencia y de inactividad del balanceo de línea [37].

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum \text{Tiempo por tarea}}{N * T_c} \quad (6)$$

## Configuraciones de distribución

Tomando en cuenta el flujo de los materiales existen varias configuraciones, las cuales por lo general son aplicadas en distribuciones por producto y células de trabajo dependiendo de la necesidad [38].

- **Distribución con despliegue lineal**

Este tipo de distribución es comúnmente usado en procesos orientados al producto que siguen un flujo de producción secuencial sin bifurcaciones, la desventaja de este sistema es que se necesitan programas rígidos de mantenimiento enfocados en la prevención ya que si una estación de trabajo falla, se detiene todo el proceso de fabricación [38].



Figura 10: Distribución con despliegue lineal [38]

- **Distribución en forma de U**

Para esta configuración se organizan las estaciones de trabajo de manera que se encuentre el final con el comienzo de la operación frontalmente formando una U, la ventaja de este tipo de configuración es la flexibilidad para agregar o quitar operarios, además de facilitar la comunicación entre los operarios. A diferencia de la configuración con despliegue lineal, todos los operarios tienen un reconocimiento visual de lo que está sucediendo en las otras estaciones de trabajo en caso de existir algún inconveniente [38].

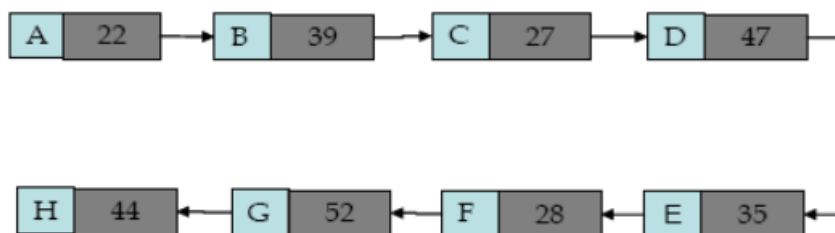
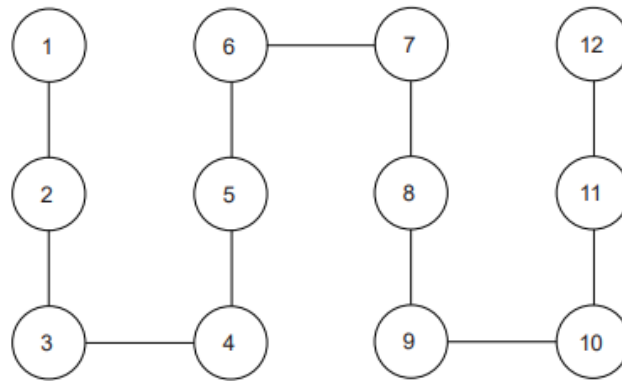


Figura 11: Distribución en forma de U [38]

- **Distribución en forma de serpentin**

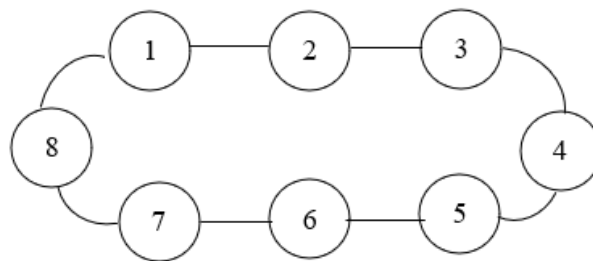
Este tipo de distribución es la unión sucesiva de dos o más configuraciones en forma de U, y generalmente se usa en empresas grandes que manejan con múltiples procesos, generando los mismos beneficios que las distribuciones en forma de U simples [38].



**Figura 12:** Distribución en forma de serpentin [38]

- **Distribución en forma circular**

Se caracteriza por unirse de principio a fin formando un flujo de producción cerrado, tiene ventajas en la comunicación entre operarios. Aunque la línea de distribución circular cerradas no es tan común, tiene variantes que son más usadas como la forma circular de tipo C [38].



**Figura 13:** Distribución en forma circular [38]

### **Método de factores ponderados**

Es una herramienta de análisis enfocada en la toma de decisiones, la cual permite evaluar criterios cualitativos asignándoles ponderaciones de relevancia. Estos criterios son planteados por el investigador o por personas involucradas estrechamente en el objeto de análisis [39]. La forma de calcular las puntuaciones de cada alternativa es

mediante la sumatoria del producto entre la calificación asignada por el peso ponderado de la opción.

$$S_j = \sum_{i=1}^m w_i * F_{ij} \quad (7)$$

Donde:

$S_j$  = calificación de la alternativa j.

$W_i$  = peso ponderado del criterio i.

$F_{ij}$  = calificación asignada a cada alternativa j por cada criterio i.

### **1.3 Objetivos**

#### **Objetivo general**

Plantear un modelo de redistribución de instalaciones para el incremento de la productividad de la empresa Ambasadodas.

#### **Objetivos específicos**






- Identificar los procesos productivos que realiza la empresa para la fabricación de sus productos principales.
- Medir la capacidad de los procesos de la empresa por medio de técnicas del estudio del trabajo.
- Proponer alternativas de redistribución de planta.
- Establecer un análisis comparativo de los resultados obtenidos en la distribución propuesta con la actual.

## CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

### 2.1 Materiales

Todas las herramientas y materiales necesarios para la elaboración del proyecto se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4:** Materiales

Elemento	Imagen	Descripción
Celular		Necesario para la toma de registros fotográficos de las actividades desarrolladas en la empresa.
Flexómetro		Instrumento de apoyo para realizar la medición de las instalaciones.
Cronometro		Herramienta necesaria para el registro de tiempos en los procesos realizados en la empresa.
AutoCAD		Software empleado para la elaboración de planos y diagramas de recorrido.
Microsoft Office		Paquete de herramientas informáticas utilizadas en el desarrollo del informe.

### 2.2 Métodos

#### Modalidad de la Investigación

El desarrollo metodológico de este proyecto investigativo se regirá en base a la investigación aplicada, ya que mediante la redistribución de planta se busca consolidar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, con los cuales se pretende brindar alternativas de solución a los problemas de productividad presentados en la empresa.

### **Investigación bibliográfica documental**

Esta tiene como objetivo sustentar las técnicas, métodos y herramientas aplicadas en el desarrollo de la propuesta de redistribución de planta, a través de la revisión minuciosa de diversas fuentes de información relacionadas con el proyecto de investigación.

### **Investigación de campo**

Para llevar a cabo la recopilación de información relacionada a los procesos y actividades productivas que realiza la empresa se requiere que el investigador este en contacto directo con el objeto de estudio, lo cual se logra mediante la observación e interacción con el personal implicado en el desarrollo de los procesos de producción.

### **Población y Muestra**

En el presente proyecto investigativo, la población a tomar en cuenta representa al total de los trabajadores pertenecientes a la empresa Ambasodas, los cuales se detallan en la Tabla 5.

**Tabla 5:** Personal de Ambasodas

<b>Función</b>	<b>Número de trabajadores</b>
Gerente	1
Secretaria	1
Bodeguero	1
Preparador	1
Despachadora	1
Llenador	1
Codificador	1
Empacador	1
<b>Total</b>	<b>8</b>

En el caso de la muestra, no se la considera, debido a que la empresa tiene una población menor a 100 personas.



## **Recolección de Información**

La recolección de información se la realizó en los días laborales de la empresa (lunes a viernes) en horarios de 8:00 am a 16:30 pm, tratando de evitar al máximo las interrupciones en las actividades diarias que desarrollan los trabajadores, en donde las herramientas utilizadas fueron principalmente la observación directa y la entrevista, las cuales se detallan a continuación.

### **Observación directa**

A través de esta técnica se puede llegar a visualizar los procedimientos que se usan en las actividades diarias de la empresa, de esta manera se obtiene información relevante a la situación actual de la empresa y su problemática.

### **Entrevista**

Mediante esta herramienta se obtiene información detallada sobre las actividades que realizan los trabajadores, de igual manera se recaban diferentes puntos de vista sobre las dificultades que se presentan en el día a día de la empresa.

## **Procesamiento y Análisis de Datos**

Para el procesamiento y análisis de la información se maneja la siguiente estructura:

- Análisis del estado actual de Ambasaditas a través de la observación directa.
- Procesamiento de datos históricos de la empresa para la identificación de los productos más relevantes.
- Evaluación de los tiempos obtenidos para cada actividad.
- Análisis e integración de los datos procesados para desarrollar la propuesta de redistribución de instalaciones físicas de la planta.
- Interpretación de los resultados obtenidos y analizar la factibilidad de aplicar esta propuesta.

## **CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1 Análisis y discusión de los resultados**

#### **Descripción de la empresa**

Ambasodas es una organización enfocada en la fabricación de bebidas gaseosas, la cual inició sus actividades en el año 2013 en la ciudad de Ambato. Posteriormente, en el año 2019, la empresa se vería en la necesidad de trasladarse a instalaciones con mayor amplitud debido al incremento en la demanda de sus productos. A mediados de marzo del 2020, Ambasodas detuvo su producción durante 60 días a raíz de la crisis sanitaria por Covid 19, dejando pérdidas económicas para la empresa, la cual tuvo que realizar recortes de personal. En mayo del 2020, la empresa retoma sus actividades de producción implementando medidas de bioseguridad. Actualmente la empresa se ha recuperado de su crisis financiera y se ha hecho un lugar dentro del mercado nacional, esto se debe en gran medida a sus económicos precios y su gran variedad de sabores.

#### **Misión**

Ambasodas es una empresa dedicada a la elaboración de bebidas refrescantes, que busca satisfacer las necesidades, gustos y preferencias de los clientes estableciendo relaciones a largo plazo con los consumidores.

#### **Visión**

Ser la empresa líder en la producción local y nacional de bebidas refrescantes que mediante la aplicación de estrategias de mejora continua asegure la calidad del producto, alcanzando altos índices de aceptación en el mercado.

#### **Valores**

- Calidad
- Responsabilidad
- Transparencia
- Disciplina

## Ubicación

Ambasodas está localizada en la ciudad de Salcedo, provincia de Cotopaxi, entre la avenida Panamericana y la vía Laurel, en la Figura 14 se muestra la ubicación geográfica de la empresa [40].



Figura 14: Ubicación geográfica de la empresa [40]

## Organigrama estructural

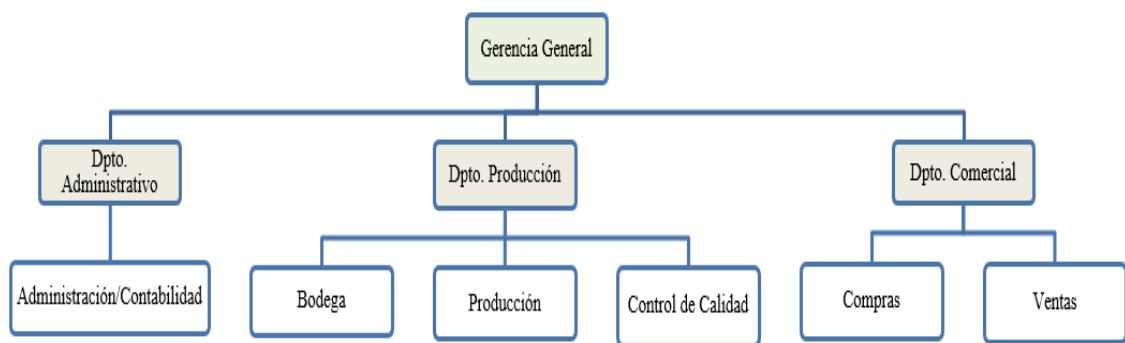








Figura 15: Organigrama estructural Ambasodas

## Productos

Ambasodas principalmente produce bebidas de tipo carbonatas, en la actualidad ofrece diez sabores distintos, los cuales se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6:** Catálogo de productos de la empresa

Producto	Sabor	Volumen	Imagen
Nobell Punch	Naranja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 355 ml</li> <li>• 2 l</li> </ul>	
Gold	Fantasia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 355 ml</li> <li>• 3 l</li> </ul>	
Pop	Piña	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 355 ml</li> <li>• 1300 ml</li> <li>• 3 l</li> </ul>	
Pop	Mora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 355 ml</li> <li>• 1300 ml</li> <li>• 3 l</li> </ul>	
La Otra	Manzana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 355 ml</li> <li>• 1300 ml</li> <li>• 3 l</li> </ul>	
La Otra	Limón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 355 ml</li> <li>• 1300 ml</li> <li>• 3 l</li> </ul>	

**Tabla 6:** Catálogo de productos de la empresa (Continuación)

Producto	Sabor	Volumen	Imagen
La Otra	Naranja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 355 ml</li> <li>• 1300 ml</li> <li>• 3 l</li> </ul>	
La Otra	Piña	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 355 ml</li> <li>• 1300 ml</li> <li>• 3 l</li> </ul>	
La Otra	Fresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 355 ml</li> <li>• 1300 ml</li> <li>• 3 l</li> </ul>	
La Otra	Kola Negra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 355 ml</li> <li>• 1300 ml</li> <li>• 3 l</li> </ul>	

### Análisis ABC

Ambasodas fabrica sus bebidas bajo el nombre de 3 marcas: “La Otra”, “POP” y “Nobell”. Las cuales individualmente manejan varios sabores en distintos volúmenes, por ello es necesario categorizar estos productos según su relevancia para la empresa, de manera que, se busca realizar un análisis ABC en base a los datos históricos de la demanda presentados en el Anexo 1, donde se muestran las ventas mensuales de la empresa durante un periodo de un año.

En la Tabla 7 se especifica la suma de la demanda anual de las bebidas desde abril 2021 hasta marzo 2022, donde la demanda está expresada en paquetes, entendiéndose que cada paquete equivale a 6 unidades del producto. De igual manera se muestran los datos correspondientes a la utilidad bruta de cada paquete, los cuales fueron proporcionados por la empresa, y mediante los cuales se obtiene la valoración

monetaria de cada producto, que se calcula mediante la multiplicación de la demanda con la utilidad bruta de cada paquete. Cabe destacar que la utilidad bruta hace referencia a los ingresos que obtiene la empresa al descontar los costos de materia prima y mano de obra directa asociados a cada producto [41].

**Tabla 7:** Valoración monetaria

N°	Producto	Demanda (Paquetes)	Utilidad bruta (\$/paquete)	Valoración monetaria (\$)
1	Nobell Punch Naranja 355ml	1004	\$1,02	\$1 024,08
2	Nobell Punch Naranja 2l	754	\$3,54	\$2 669,16
3	La Otra Gold 355ml	1508	\$0,95	\$1 432,60
4	La Otra Gold 3l	3770	\$5,12	\$19 302,40
5	Pop Piña 355ml	7537	\$0,94	\$7 084,78
6	Pop Piña 1300ml	3016	\$2,66	\$8 022,56
7	Pop Piña 3l	4523	\$5,03	\$22 750,69
8	Pop Mora 355ml	36181	\$0,94	\$34 010,14
9	Pop Mora 1300ml	2261	\$2,66	\$6 014,26
10	Pop Mora 3l	17732	\$5,03	\$89 191,96
11	La Otra Manzana 355ml	7288	\$1,03	\$7 506,64
12	La Otra Manzana 1300ml	2187	\$2,91	\$6 364,17
13	La Otra Manzana 3l	25346	\$5,50	\$139 403,00
14	La Otra Limón 355ml	12566	\$0,94	\$11 812,04
15	La Otra Limón 1300ml	2011	\$2,67	\$5 369,37
16	La Otra Limón 3l	8367	\$5,06	\$42 337,02
17	La Otra Naranja 355ml	45229	\$1,03	\$46 585,87
18	La Otra Naranja 1300ml	1761	\$2,91	\$5 124,51
19	La Otra Naranja 3l	11098	\$5,50	\$61 039,00
20	La Otra Piña 355ml	41960	\$0,95	\$39 862,00
21	La Otra Piña 1300ml	3267	\$2,70	\$8 820,90
22	La Otra Piña 3l	9297	\$5,12	\$47 600,64
23	La Otra Fresa 355ml	31910	\$1,01	\$32 229,10
24	La Otra Fresa 1300ml	3517	\$2,85	\$10 023,45
25	La Otra Fresa 3l	6532	\$5,39	\$35 207,48
26	La Otra Kola Negra 355ml	22865	\$0,94	\$21 493,10
27	La Otra Kola Negra 1300ml	2514	\$2,67	\$6 712,38
28	La Otra Kola Negra 3l	13922	\$5,06	\$70 445,32

A continuación, se presenta la Tabla 8, donde se han ordenado los productos de mayor a menor, tomando como referencia la valoración monetaria, detallando así el porcentaje que ocupa cada producto con respecto al total de la demanda, de igual

manera se encuentra el porcentaje de la demanda acumulada mediante el cual se puede categorizar a los productos según su relevancia, teniendo como criterio que los productos con porcentaje acumulado de hasta el 80% pertenecen a la zona A, mientras que los productos que tienen porcentajes acumulados mayores al 80% y menores o iguales al 95% entran dentro de la zona B, finalmente los productos restantes con porcentajes acumulados mayores al 95% pertenecen a la zona C. Para ello se emplean las ecuaciones (8) y (9) respectivamente.

$$\% Demanda = \left( \frac{Demanda}{Demanda\ total} \right) * 100 \quad (8)$$

$$\% Demanda\ acumulada = \% Demanda\ acumulada_{i-1} + \% Demanda_i \quad (9)$$

**Tabla 8:** Análisis ABC

Producto	Valoración monetaria (\$)	% Demanda	% Demanda acumulada	Zona
La Otra Manzana 3l	\$139 403,00	17,66%	17,66%	A 76,73%
Pop Mora 3l	\$89 191,96	11,30%	28,96%	
La Otra Kola Negra 3l	\$70 445,32	8,92%	37,88%	
La Otra Naranja 3l	\$61 039,00	7,73%	45,61%	
La Otra Piña 3l	\$47 600,64	6,03%	51,64%	
La Otra Naranja 355ml	\$46 585,87	5,90%	57,54%	
La Otra Limón 3l	\$42 337,02	5,36%	62,91%	
La Otra Piña 355ml	\$39 862,00	5,05%	67,96%	
La Otra Fresa 3l	\$35 207,48	4,46%	72,42%	
Pop Mora 355ml	\$34 010,14	4,31%	76,72%	
La Otra Fresa 355ml	\$32 229,10	4,08%	80,81%	B 17,98%
Pop Piña 3l	\$22 750,69	2,88%	83,69%	
La Otra Kola Negra 355ml	\$21 493,10	2,72%	86,41%	
La Otra Gold 3l	\$19 302,40	2,45%	88,86%	
La Otra Limón 355ml	\$11 812,04	1,50%	90,35%	
La Otra Fresa 1300ml	\$10 023,45	1,27%	91,62%	
La Otra Piña 1300ml	\$8 820,90	1,12%	92,74%	
Pop Piña 1300ml	\$8 022,56	1,02%	93,75%	
La Otra Manzana 355ml	\$7 506,64	0,95%	94,71%	

**Tabla 8:** Análisis ABC (Continuación)

Producto	Valoración monetaria (\$)	% Demanda	% Demanda acumulada	Zona
Pop Piña 355ml	\$7 084,78	0,90%	95,60%	C 5.29%
La Otra Kola Negra 1300ml	\$6 712,38	0,85%	96,45%	
La Otra Manzana 1300ml	\$6 364,17	0,81%	97,26%	
Pop Mora 1300ml	\$6 014,26	0,76%	98,02%	
La Otra Limón 1300ml	\$5 369,37	0,68%	98,70%	
La Otra Naranja 1300ml	\$5 124,51	0,65%	99,35%	
Nobell Punch Naranja 2l	\$2 669,16	0,34%	99,69%	
La Otra Gold 355ml	\$1 432,60	0,18%	99,87%	
Nobell Punch Naranja 355ml	\$1 024,08	0,13%	100,00%	
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 789 438,62</b>			

En la Figura 16, se observa la segmentación de los productos interpretada de manera visual mediante un diagrama ABC, donde los productos se encuentran ordenados de forma descendiente de izquierda a derecha según su relevancia, teniendo un total de 10 productos dentro de la Zona A, los cuales representan el 76,73% de los ingresos de la empresa, siendo los artículos más importantes para la empresa, ya que son los que mayor rentabilidad proveen, teniendo como producto estrella a la bebida gaseosa de 3 litros marca La Otra sabor Manzana, que genera el 17,6% de las utilidades. Dentro de la Zona B, se encuentran 9 productos, los cuales tienen un impacto secundario dentro de la economía de la empresa, ya que representan el 17,98% de los ingresos. Finalmente tenemos la Zona C con un total de 9 productos, los cuales tienen una importancia mínima para la empresa, puesto que aportan solo el 5,29% de las utilidades. Cabe destacar que el enfoque de esta investigación gira en torno al producto que mayor rentabilidad provee para la empresa y que los datos históricos de la demanda reflejan las ventas a nivel nacional, es decir la suma de los productos distribuidos a cada punto de venta de las regiones costa, sierra y oriente, donde los puntos de venta hacen referencia a emprendimientos pequeños que en su mayoría son conformados por tiendas de barrio o micro mercados.



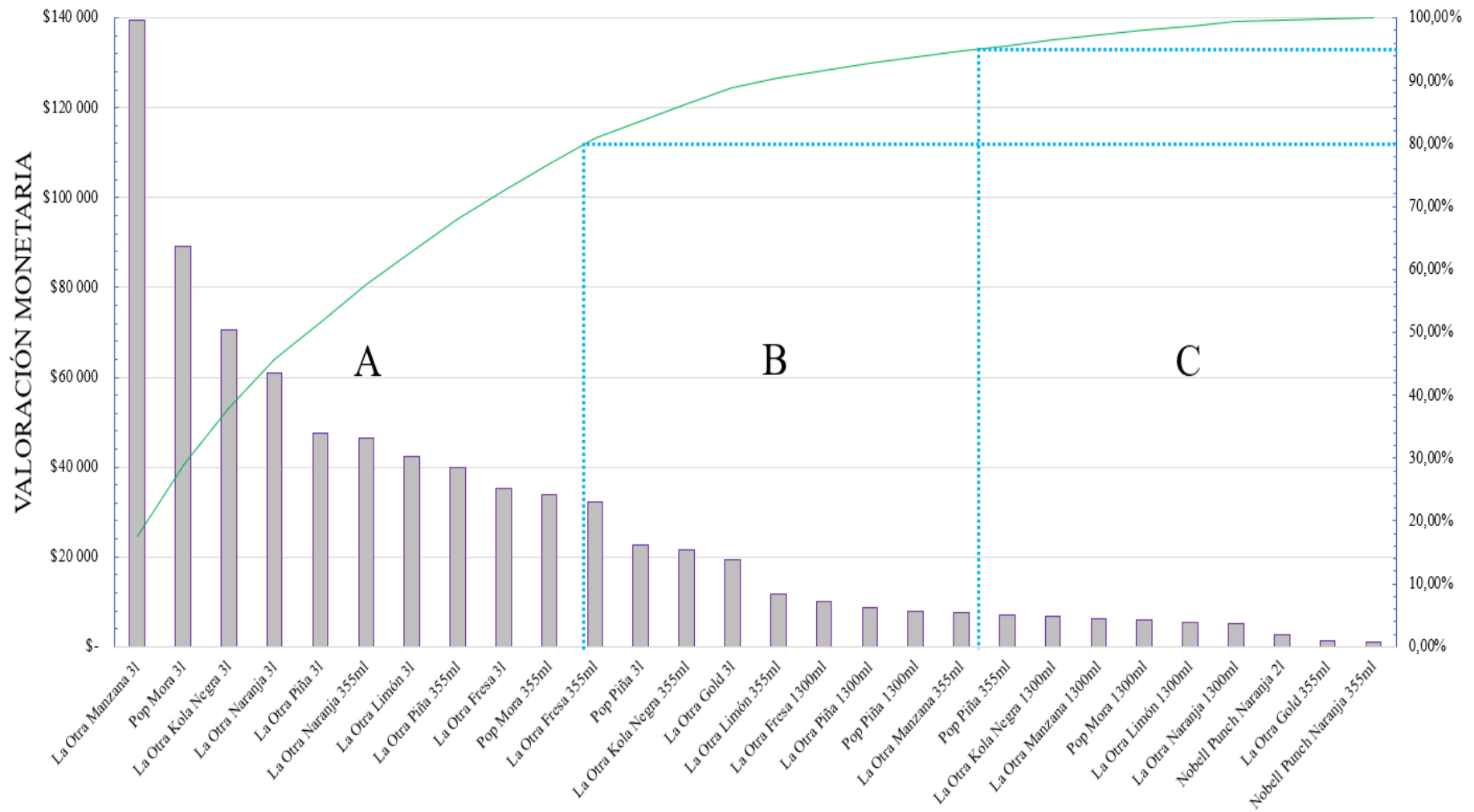


Figura 16: Análisis ABC

### **Distribución actual de las instalaciones**

En la Figura 17 se presenta la distribución actual de la empresa, como se ha mencionado anteriormente, Ambasodas tuvo que trasladar sus instalaciones a un lugar más amplio debido al incremento en la demanda de los últimos años, lo cual ha dado lugar a que la distribución de los diferentes puestos de trabajo esté basada en el empirismo y las necesidades que han surgido a través del tiempo. Siendo un esquema de planta funcional, que permite a la empresa mantenerse en marcha pero que no aprovecha todo el potencial de sus recursos.

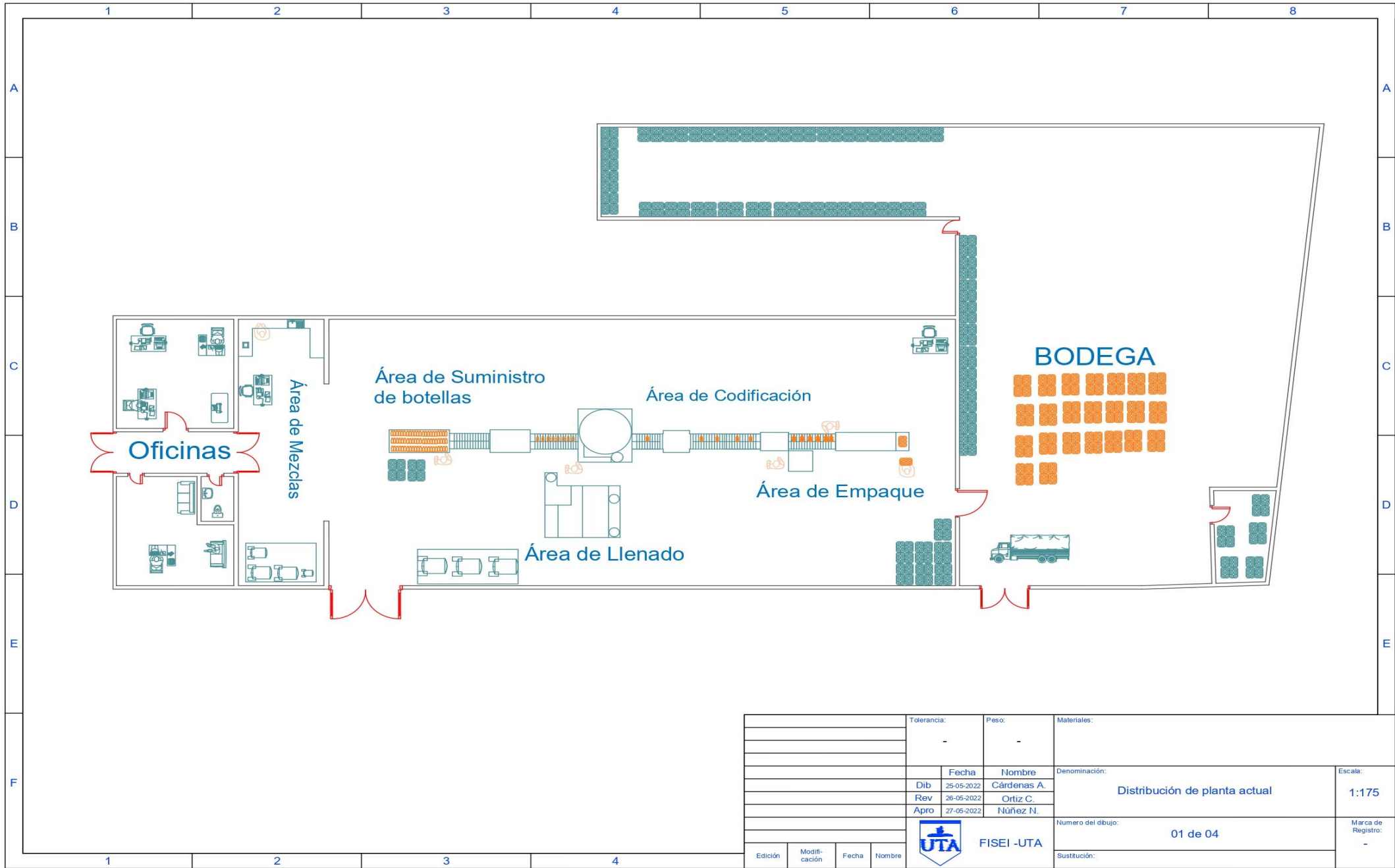


Figura 17: Distribución de planta actual

## Procesos de producción de la empresa

La Figura 18, se muestra un esquema general del modelo de producción que maneja Ambasaditas para fabricar sus bebidas.

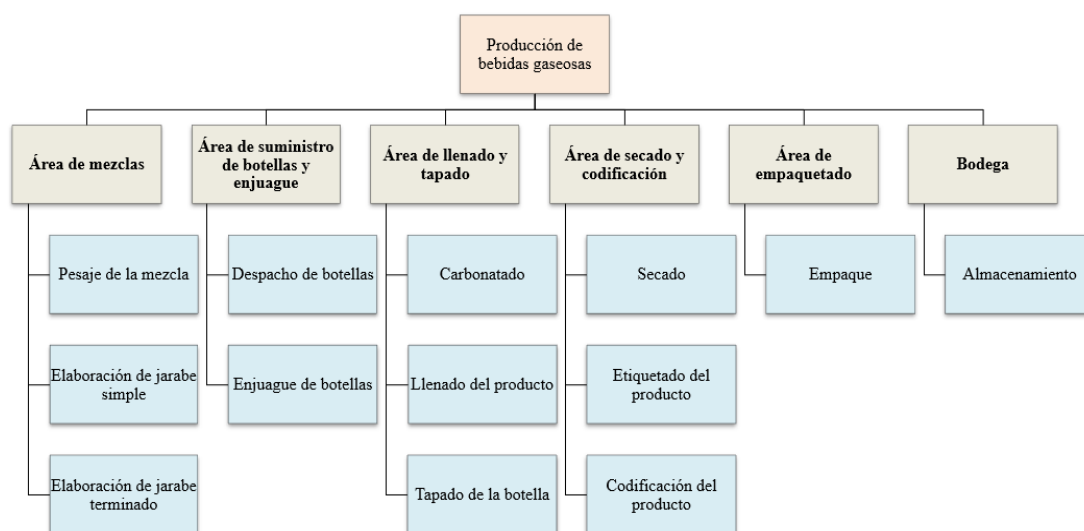


Figura 18: Modelo general de producción

### Área de mezclas

El proceso productivo inicia dentro de esta área, ya que en esta se preparan los compuestos, mezclas y jarabes de acuerdo al sabor de gaseosa que se va a fabricar.

- **Pesaje de la mezcla:** la mezcla se la realiza en base a la formulación del jarabe, pesando todos los componentes requeridos para posteriormente revolverlos en uno solo.
- **Elaboración del jarabe simple:** este proceso se lleva a cabo en los tanques de acero inoxidable, donde estos son llenados de agua tratada, para posteriormente adicionar la mezcla e iniciar el proceso de agitación de los tanques y culminar filtrando las impurezas y sólidos retenidos, teniendo como resultado el jarabe simple, que se será transportado por las mangueras a los tanques del jarabe terminado.
- **Elaboración del jarabe terminado:** en este punto se añade la proporción adecuada de agua tratada al jarabe simple, incluyendo los concentrados y aditivos que requiera la formulación del producto a realizar. Posteriormente el jarabe

terminado es transportado mediante las mangueras al chiller, el cual se encarga de enfriar la bebida para proceder con la inyección del dióxido de carbono que genera el gas típico de toda bebida carbonatada.



**Figura 19:** Área de mezclas

### **Área de suministro de botellas y enjuague**

La función principal de esta estación de trabajo consiste en mantener el suministro de botellas constante a la línea de producción. Cada botella enviada se somete a un proceso de enjuague que garantiza su higienización.



**Figura 20:** Área de suministro y enjuague de botellas

### **Área de llenado y tapado**

Esta área se encarga del embotellado de la bebida, el cual se compone de los siguientes procesos:

- **Llenado del producto:** en esta parte del proceso se llena la botella con la bebida previamente carbonatada.
- **Tapado de la botella:** una vez el producto esté embotellado, procede a sellarse con su tapa y a trasladarse al área de secado y codificación.



**Figura 21:** Área de llenado y tapado

### Área de secado y codificación

El producto pasa por un horno de secado, que elimina las gotas de agua residuales originadas en el proceso de enjuague. Una vez secada la botella, se procede con el proceso de codificación, el cuál consta de dos etapas:

- **Etiquetado:** el operario usa la máquina de etiquetado para agregar una fina capa de pegamento en la botella sobre la cual se agregará la etiqueta con la información de la marca y sabor respectivos.
- **Codificación:** en este punto se imprimen los parámetros de precio, caducidad, lote y fecha de elaboración a la botella.



**Figura 22:** Área de secado y codificación

### Área de empaquetado

Las botellas listas para empaquetarse llegan a un control de calidad visual por parte del operario, el cual verifica que no existan desperfectos en el producto, para posteriormente realizar el armado de paquetes, que consiste en envolver con plástico termoencogible 6 bebidas gaseosas, las cuales se introducen al horno de termosellado, donde se encoge el plástico, finalizando de esta manera el proceso de empaque.



**Figura 23:** Área de empaquetado

### **Área de almacenamiento**

Una vez que el producto final está empaquetado, el bodeguero lo traslada y apila en la zona de almacenamiento, para posteriormente llevar un registro de la cantidad de productos fabricados a lo largo de la jornada laboral.



**Figura 24:** Almacenamiento de producto terminado

### **Distribución del producto terminado**

Es importante definir que para Ambasodas un producto terminado hace referencia a 6 unidades de la bebida gaseosas previamente empaquetadas y selladas mediante el plástico termoencogible. Es decir, la empresa no vende de forma unitaria sus productos, ni los vende directamente al consumidor, sino que los distribuye al por mayor a tiendas de barrio y minimercados, en donde se encargan de vender los productos ya sea de forma unitaria o en combos, de acuerdo a su conveniencia. En la Figura 25, se presenta 3 medias docenas de productos terminados y listos para distribuirse.



**Figura 25:** Producto empaquetado

En la Figura 26, se muestra el producto distribuido en las estanterías de un minimercado.



**Figura 26:** Productos a la venta

### Máquinas utilizadas en la producción

En la Tabla 9 se enlista la maquinaria utilizada por la empresa para la producción de sus bebidas.

**Tabla 9:** Maquinaria utilizada

Máquina	Cantidad	Función
Balanza	1	Pesar los componentes para la mezcla.
Tanques de acero inoxidable	8	Almacenar el jarabe, mezclas y producto final en condiciones óptimas.
Chiller	1	Enfriar el líquido.
Enjuagadora de botellas	1	Limpieza de las botellas vacías.
Carbonatador	1	Inyectar CO2 al jarabe final.
Llenadora	1	Suministrar el producto final a las botellas vacías.
Tapadora de botellas	1	Tapar las botellas.
Etiquetadora	1	Pegar la etiqueta correspondiente a la bebida.



**Tabla 9:** Maquinaria utilizada (Continuación)

Máquina	Cantidad	Función
Codificadora	1	Imprimir la fecha de elaboración, caducidad, lote y precio de venta.
Horno de termosellado	1	Empacar los productos terminados.
Horno de secado	1	Secar las botellas enjuagadas.

### Planificación de la producción

La empresa no produce cantidades fijas de producto al mes, sino que esta produce en función de la demanda generada semana a semana, de esta manera la semana de producción se distribuye priorizando los productos que tienen mayor demanda. Para ilustrar de mejor manera este punto, en la Tabla 10 se presenta la demanda de productos semanales de la cuarta semana de marzo 2022, y en la Tabla 11 se muestra la planificación de la producción que realizó la empresa. Es importante aclarar que los valores mostrados son un extracto de los datos históricos de la demanda provistos por la empresa y se encuentran detallados en el Anexo 1 y el Anexo 2.

**Tabla 10:** Demanda semanal

Producto	Cantidad
La Otra Manzana	564
Pop Mora	372
La Otra Kola Negra	320
La Otra Naranja	203
La Otra Limón	167
La Otra Fresa	155
Pop Piña	104
La Otra Gold	96

**Tabla 11:** Planificación de la producción

Horario	Actividad
<b>Lunes</b>	
8:00 am – 8:30 am	Elaboración del jarabe de Manzana
8:30 am – 12:30 pm	Producción La Otra Manzana
13:00 pm – 16:30 pm	Producción La Otra Manzana
<b>Martes</b>	
8:00 am – 8:30 am	Elaboración del jarabe de Pop Mora
8:30 am – 12:30 pm	Producción Pop Mora
13:00 pm – 15:00 pm	Producción Pop Mora
15:00 pm – 15:30 pm	Elaboración del jarabe de Kola Negra
15:30 pm – 16:30 pm	Producción La Otra Kola Negra

**Tabla 11:** Planificación de la producción (Continuación)

<b>Horario</b>	<b>Actividad</b>
<b>Miércoles</b>	
8:00 am – 8:30 am	Elaboración del jarabe de Kola Negra
8:30 am – 12:30 pm	Producción La Otra Kola Negra
13:00 pm – 13:30 pm	Elaboración del jarabe de Naranja
13:30 pm – 16:30 pm	Producción La Otra Naranja
<b>Jueves</b>	
8:00 am – 8:30 am	Elaboración del jarabe de Naranja
8:30 am – 9:30 am	Producción La Otra Naranja
9:30 am – 10:00 am	Elaboración del jarabe de Limón
10:00 am – 12:30 pm	Producción La Otra Limón
13:00 pm – 14:45 pm	Producción La Otra Limón
14:45 pm – 15:15 pm	Elaboración del jarabe de Fresa
15:15 pm – 16:30 pm	Producción La Otra Fresa
<b>Viernes</b>	
8:00 am – 8:30 am	Elaboración del jarabe de Fresa
8:30 am – 9:15 am	Producción La Otra Fresa
9:15 am – 9:45 am	Elaboración del jarabe Pop Piña
9:45 am – 12:30 pm	Producción Pop Piña
13:00 pm – 13:30 pm	Elaboración del jarabe de Gold
13:30 pm – 16:00 pm	Producción La Otra Gold

Como ya se ha mencionado Ambasaditas prioriza fabricar primero todas las unidades requeridas del producto que mayor demanda tenga para la semana, lo que generalmente conlleva a que la jornada laboral de los días lunes sean exclusivos de ese producto, y que posteriormente los demás días se fabriquen los demás artículos en función de su demanda.

### **Actividades de los operarios**

En la Tabla 12 se establecen las funciones que realiza cada operario, así como también a que puesto de trabajo pertenece.

**Tabla 12:** Actividades de los operarios

<b>Operario</b>	<b>Actividad</b>	<b>Área</b>
Operario 1	-Preparación del jarabe	Área de mezclas
Operaria 2	-Suministro de botellas higienizadas	Área de suministro de botellas y enjuague
Operario 3	-Llenado de botellas -Tapado de botellas	Área de llenado y tapado

**Tabla 12:** Actividades de los operarios (Continuación)

<b>Operario</b>	<b>Actividad</b>	<b>Área</b>
Operario 4	-Secado de botellas -Etiquetado y codificación	Área de secado y codificación
Operario 5	-Control de calidad -Empaque del producto terminado	Área de empaquetado
Operario 6	-Almacenamiento del producto terminado	Área de almacenamiento

Un punto por resaltar es que el operario 1 realiza las actividades de preparación del jarabe una sola vez al inicio de la producción de cada tipo de sabor de bebida. De manera que durante la producción existen tiempos muertos en lo que el trabajador espera a que exista un cambio de sabor.

### **Cursograma sinóptico del proceso**

Las operaciones que realiza la empresa para la producción de sus bebidas gaseosas son bastante similares, teniendo como único distintivo la formulación del jarabe para cada sabor. Como se mencionó anteriormente, este estudio se centra en el producto que mayores beneficios aporta a la empresa, por lo que los tiempos que se presentan en la Figura 27, pertenecen a la bebida gaseosa “La Otra” sabor manzana de 3 litros. Teniendo un total de 18 operaciones y 1 inspección.

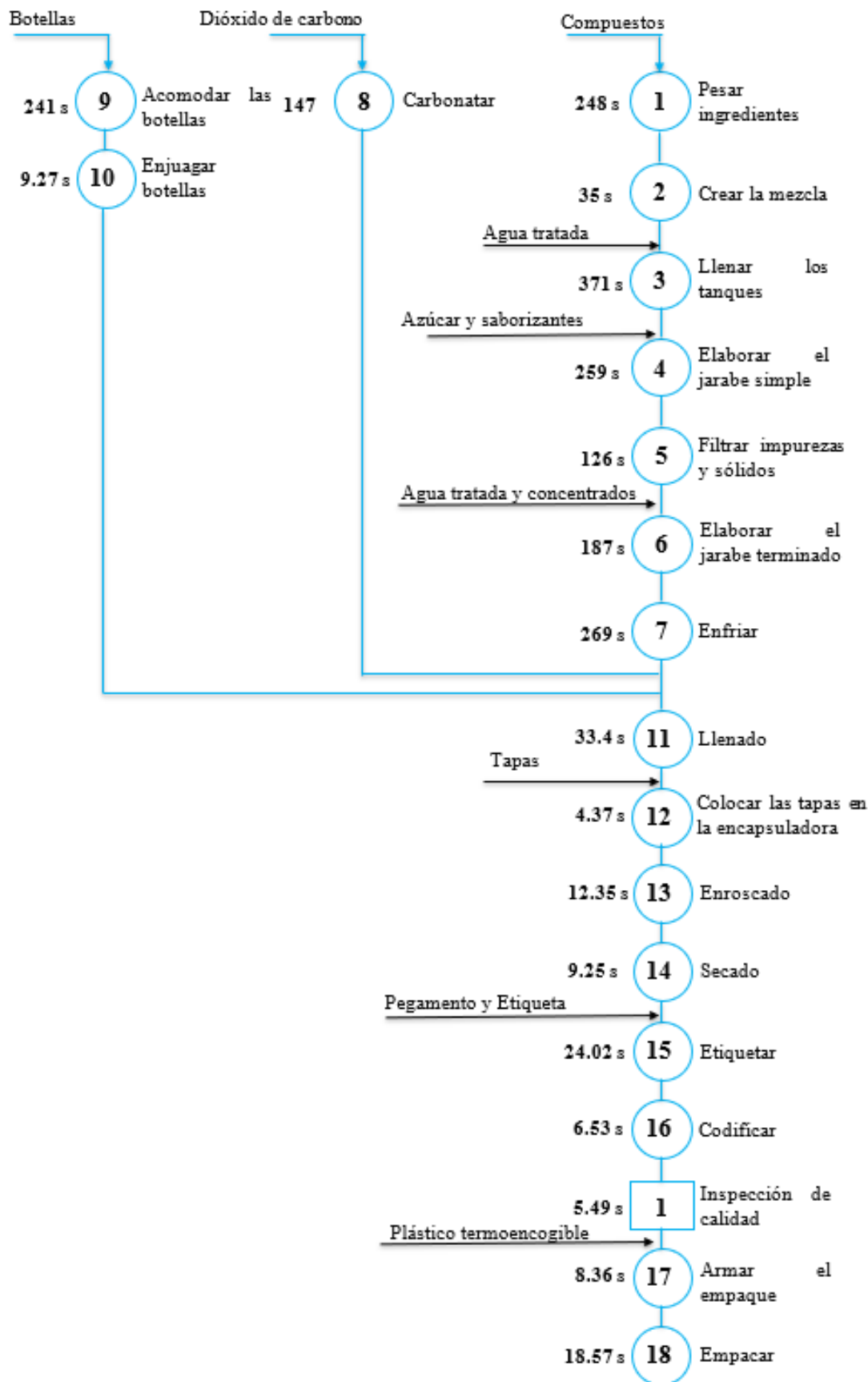












Figura 27: Cursograma sinóptico del proceso

## Cursograma analítico

En el cursograma analítico del material presentado en la Tabla 13, se describe con mayor detalle las actividades requeridas en la fabricación de la bebida gaseosa “La Otra” sabor manzana de 3 litros, donde constan todos los procesos, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos con sus respectivos tiempos. Teniendo como resultado un recorrido total de 53,62 metros y un tiempo de fabricación de 2038,07 s, el cual contempla las actividades de preparación de la mezcla, actividades que solo se realizan una vez al inicio de la jornada laboral, por lo que se puede definir que el tiempo real para producir un paquete de 6 bebidas gaseosas de manzana es de 175.57 s.

**Tabla 13:** Cursograma analítico del material

Ambasodas								
Cursograma analítico				Operario / Material / Equipo				
Diagrama:	01			<b>Resumen</b>				
Producto:	Bebida gaseosa			Actividad		Cantidad		
Sabor:	Manzana			Operación		18		
Marca:	La Otra			Transporte		9		
Presentación:	3 litros			Demora		1		
Método:	Actual			Inspección		1		
Operarios:	6			Almacenaje		1		
Lugar:	Planta de producción			Distancia (m)		53,62		
Elaborado por:	Andrés Cárdenas			Tiempo (s)		2038,07		
Descripción	Símbolos					Tiempo (s)	Distancia (m)	Observaciones
								
Pesar ingredientes	X					248		Manual
Crear la mezcla	X					35		Manual
Llevar la mezcla hacia los tanques		X				7,5	12,5	A pie

**Tabla 13:** Cursograma analítico del material (Continuación)

Ambasodas								
Cursograma analítico					Operario / <b>Material</b> / Equipo			
Lugar:	Planta de producción				Distancia (m)		53,62	
Elaborado por:	Andrés Cárdenas				Tiempo (s)		2038,07	
Descripción	Símbolos					Tiempo (s)	Distancia (m)	Observaciones
	●	➔	●	■	▼			
Llenar los tanques	X					371		Semiautomático
Elaborar el jarabe simple	X					259		Manual, semiautomático
Filtrar impurezas y sólidos	X					126		Semiautomático
Transportar al tanque de jarabe terminado		X				119	12,6	Mangueras
Elaborar el jarabe terminado	X					187		Manual, semiautomático
Transportar al chiller		X				94	4,25	Mangueras
Enfriar	X					269		Semiautomático
Carbonatar el jarabe terminado	X					147		Semiautomático
Acomodar las botellas	X					6,23		Manual
Transportar botellas a la zona de enjuague		X				3,36	2	Banda transportadora
Enjuague de botellas	X					9,27		Semiautomático
Transportar botellas limpias al llenado		X				3,48	2,37	Banda transportadora
Llenar la botella con el producto	X					33,4		Semiautomático
Colocar tapas en la encapsuladora	X					4,37		Manual

**Tabla 13:** Cursograma analítico del material (Continuación)

Ambasodas								
Cursograma analítico				Operario / <b>Material</b> / Equipo				
Lugar:	Planta de producción			Distancia (m)		53,62		
Elaborado por:	Andrés Cárdenas			Tiempo (s)		2038,07		
Descripción	Símbolos					Tiempo (s)	Distancia (m)	Observaciones
	●	➔	●	■	▼			
Descenso de las tapas a las botellas			X			11,97		Automático
Enroscado de la botella	X					12,35		Semiautomático
Transporte al horno de secado		X				2,98	1,55	Banda transportadora
Secado	X					9,25		Semiautomático
Transporte a la zona de codificación		X				3,81	3,52	Banda transportadora
Etiquetar la botella	X					24,02		Semiautomático
Codificar la botella	X					6,53		Semiautomático
Transporte a la zona de empaque		X				3,11	2,33	Banda transportadora
Inspección de calidad				X		5,49		Visual
Armado del empaque	X					8,36		Manual
Empaquetado	X					18,57		Semiautomático
Transporte a la bodega		X				9,02	12,5	A pie
Almacenamiento					X	-		

### Diagrama de recorrido actual

Con el fin de apreciar de manera visual el recorrido que realiza la materia prima, en el Anexo 3 se detalla la trayectoria del producto por todas las áreas de la empresa hasta su almacenamiento.

## Estudio de tiempos

Tomando como referencia al producto estrella de la empresa se procede con las mediciones del trabajo, para de esta manera evaluar los tiempos y ritmos asociados a cada uno de los procesos de acuerdo con normas preestablecidas.

## Selección del operario

Para la selección de los trabajadores calificados se toma en cuenta a todos los operarios, debido a que la empresa cuenta con un número reducido de personal, teniendo a cargo un solo operario para cada puesto de trabajo.

## Número de observaciones

Teniendo en cuenta el tiempo de ciclo (2min 44s) asociado a la producción de media docena de unidades de la bebida gaseosa “La Otra” sabor manzana, se procede a determinar el número de observaciones necesarias, para ello mediante los criterios expuestos en la Tabla 1 de la General Electric se recomienda un tamaño de muestra de 15 observaciones para cada proceso.

## Valoración del desempeño

Para valorar el desempeño de los operarios dentro de cada estación de trabajo se toman en cuenta los criterios de habilidad, esfuerzo, condiciones y regularidad planteados por el sistema Westinghouse de la Tabla 2. De esta manera en la Tabla 14 se exponen los resultados del desempeño correspondiente a cada operador.

**Tabla 14:** Valoración de Westinghouse

Valoración del desempeño					
	<b>Operario 1</b>	<b>Operaria 2</b>	<b>Operario 3</b>	<b>Operario 4</b>	<b>Operario 5</b>
Habilidad	Buena C1 +0,06	Excelente B2 +0,08	Extrema A2 +0,13	Excelente B1 +0,11	Buena C1 +0,06
Esfuerzo	Medio D 0	Medio D 0	Excesivo A2 +0,12	Bueno C1 +0,05	Bueno C2 +0,02



**Tabla 14:** Valoración de Westinghouse (Continuación)

Valoración del desempeño					
	<b>Operario 1</b>	<b>Operaria 2</b>	<b>Operario 3</b>	<b>Operario 4</b>	<b>Operario 5</b>
Condiciones	Buenas C +0,02	Buenas C +0,02	Buenas C +0,02	Buenas C +0,02	Buenas C +0,02
Regularidad	Excelente B +0,03	Excelente B +0,03	Regular E -0,02	Buena C +0,01	Buena B +0,01
<b>Factor de actuación</b>	1,11	1,13	1,25	1,19	1,11

Donde el operario 1 es el encargado del área de mezclas, la operaria 2 se desempeña en el área de suministro y enjuague de botellas, el operario 3 está a cargo del área de llenado y tapado, el operario 4 maneja el horno de secado y las máquinas del área de codificación, el operario 5 se dedica al área de empaquetado.

### **Desarrollo del estudio de tiempos**

Para el desarrollo del estudio de tiempos se analizan individualmente los procesos principales de cada área, los cuales a su vez se descomponen en actividades. De esta manera se inicia enlistando cada una de estas actividades, las cuales serán el objeto de la toma de tiempos, para determinar su tiempo normal. Y finalmente en base a esos datos realizar el cálculo de suplementos y tiempo estándar.

A continuación, se presentan dos casos del estudio de tiempos realizado, el primero corresponde a la elaboración del jarabe, el cuál es un caso especial y como segundo caso se ejemplifica una de las operaciones de producción normal.

### **Operación de prerrequisito: Elaboración del jarabe**

La elaboración del jarabe es un caso especial, debido a que sus actividades son consideradas de preparación, ya que estas no se repiten durante la producción de cada media docena de bebidas, sino que son un requisito previo al inicio de la producción. Teniendo como tiempo de ciclo 31min 2s, dando lugar a un número de observaciones de 8 muestras de acuerdo con los criterios de la General Electric.

**Tabla 15:** Actividades de la elaboración del jarabe

Descripción de actividades	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Mezclas
Operación	Elaboración del jarabe
Máquina	Balanza, tanques de acero inoxidable, chiller, carbonatador
Entrada	Compuestos e ingredientes químicos
Salida	Jarabe terminado carbonatado
Nomenclatura	Actividades
A	Pesar ingredientes
B	Crear mezcla
C	Llevar la mezcla a los tanques
D	Llenar los tanques con agua tratada
E	Agregar la mezcla para elaborar el jarabe simple
F	Realizar el proceso de agitación de los tanques
G	Filtrar impurezas y sólidos
H	Transportar a los tanques de jarabe terminado
I	Elaborar el jarabe terminado
J	Agregar la proporción adecuada de agua tratada
K	Realizar el proceso de agitación de los tanques
L	Transportar el jarabe terminado al chiller
M	Enfriar el jarabe terminado
N	Carbonatar el jarabe terminado

Una vez detalladas las actividades que se realizan para la elaboración del jarabe, se procede a realizar el estudio de tiempos, donde se cronometran 8 muestras de cada actividad, con las que se determina el tiempo promedio en el que el operario 1 desempeña sus labores, para posteriormente sacar el tiempo normal que es el resultado de multiplicar la media aritmética con el factor de actuación obtenido en la Tabla 14. Finalmente se encuentra el tiempo normal total realizando la sumatoria de todos los tiempos normales pertenecientes a cada actividad, dando un valor de 34,77 min.

**Tabla 16:** Estudio de tiempos de la elaboración del jarabe

Estudio de tiempos											
Producto:	La Otra manzana 3 litros					Estudio				01	
Operación:	Elaboración del jarabe					Operario 1				Hombre	
Unidades:	Segundos					Observado por				Andrés Cárdenas	
Act.	Ciclos								X	FA	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8			
A	245,65	246,71	247,93	249,45	244,94	248,42	244,08	246,45	246,7	1,11	273,84
B	36,83	33,93	34,37	34,68	32,58	35,63	32,34	35,44	34,47		38,26
C	7,22	7,76	7,98	7,82	6,93	7,95	7,89	7,66	7,65		8,49
D	382,33	371,15	371,52	381,84	368,23	390,4	357,52	368,82	373,98		415,12
E	25,29	29,29	33,35	23,58	31,89	24,44	27,53	27,18	27,82		30,88
F	228,17	224,04	228,56	244,94	225,65	243,89	232,16	237,29	233,09		258,73
G	128,68	142,43	140,78	113,18	130,27	121,27	109,19	128,51	126,79		140,74
H	121,55	123,01	115,03	115,41	124,06	117,75	118,41	123,92	119,89		133,08
I	86,93	80,66	84,73	87,85	88,9	86,9	82,36	87,72	85,76		95,19
J	55,2	51,91	54,33	52,72	53,6	54,91	56,17	49,95	53,6		59,50
K	65,43	64,85	71,88	69,5	71,28	64,23	66,67	70,28	68,01		75,49
L	93,15	90,49	92,84	98,8	97,76	88,13	95,74	90,96	93,48		103,76
M	268,48	277,22	269,48	275,5	270,32	268,95	269,05	272,91	271,49		301,35
N	139,36	137,63	127,72	149,31	148,62	131,02	131,21	129,58	136,8		151,85
X = Tiempo promedio FA = Factor de actuación TN = Tiempo normal									<b>TN total (s/jarabe)</b> <b>TN total (min/jarabe)</b>		<b>2086,28</b> <b>34,77</b>

**Tabla 17:** Suplementos y tiempo estándar de la elaboración del jarabe

<b>Suplementos</b>		
	Hombre	Mujer
Tipo	Denominación	Valor
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	0
	Uso de fuerza	0
	Iluminación	0
	Concentración intensa	0
	Tensión mental	1
	Monotonía	1
	Tedio	0
	Postura	0
	Condiciones atmosféricas	0
<b>Total</b>		<b>12%</b>
<b>Tiempo estándar</b>		
$T_s = TN (1+S)$		
$T_s = 34,77 (1+0,12)$		
<b><math>T_s = 38,94 \text{ min/jarabe}</math></b>		

En la Tabla 17 se incluyen los cálculos de suplementos y tiempo estándar. Para los suplementos se toma en cuenta el género del operario u operaria y también factores de tipo constantes y variables, sobre los cuales se asignan ponderaciones en base a sus condiciones de trabajo, las cuales se suman para obtener el porcentaje de suplementos total. Con los datos del tiempo normal total y los suplementos obtenidos anteriormente se realiza el cálculo del tiempo estándar, dando como resultado un tiempo de 38,94 min para la elaboración del jarabe.

### **Operación 06: Codificación**

**Tabla 18:** Actividades del etiquetado y codificación

<b>Descripción de actividades</b>	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Codificación
Operación	Codificación
Máquina	Etiquetadora y codificadora
Entrada	Botellas sin etiqueta y codificación
Salida	Botellas etiquetadas y codificadas
Nomenclatura	Actividades de preparación
1	Rellenar el depósito de pegar de la etiquetadora
2	Elevar la temperatura del depósito de pega

**Tabla 18:** Actividades del etiquetado y codificación (Continuación)

Descripción de actividades	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Codificación
Operación	Codificación
Máquina	Etiquetadora y codificadora
Entrada	Botellas sin etiqueta y codificación
Salida	Botellas etiquetadas y codificadas
Nomenclatura	Actividades de preparación
3	Colocar la cinta de etiquetas en la etiquetadora
4	Configurar los parámetros de codificación en la codificadora
Nomenclatura	Actividades
A	Transporte a la zona de codificación
B	Colocar pega en las botellas
C	Pegar la etiqueta en las botellas
D	Imprimir la codificación en las botellas

De igual manera se enlistan las actividades necesarias para la operación. En este caso la operación de etiquetado y codificación realiza dos tipos de actividades, las de preparación hacen referencia a la puesta a punto de los materiales y maquinaria necesarios para realizar las actividades, por lo que no son tomadas en cuenta dentro de los datos del estudio de tiempos para el cálculo del tiempo estándar. Y las actividades de operación normales, son las que se realizan cíclicamente dentro del proceso de producción, y que aportan e influyen directamente en los tiempos de fabricación del producto. A continuación, se realiza el estudio de tiempos siguiendo los pasos descritos anteriormente.

**Tabla 19:** Estudio de tiempos del etiquetado y codificación

Estudio de tiempos																		
Producto:	La Otra manzana 3 litros								Estudio							07		
Operación:	Codificación								Operario 4							Hombre		
Unidades:	Segundos								Observado por							Andrés Cárdenas		
Act.	Ciclos															X	FA	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
A	3,57	3,95	3,62	3,28	3,02	3,22	3,65	3,91	3,87	3,76	3,85	3,26	3,99	3,83	3,68	3,63	1,19	4,32
B	12,87	12,59	13,78	12,85	12,47	11,14	12,06	12,06	11,88	12,34	13,16	11,00	11,68	11,68	11,02	12,17		14,48
C	10,58	10,40	12,47	10,31	10,02	11,44	10,77	11,77	10,18	10,05	11,19	10,49	11,24	10,27	10,82	10,80		12,85
D	7,40	6,69	6,68	6,95	6,55	6,33	6,94	7,08	6,23	6,94	7,18	7,28	6,25	6,97	6,76	6,82		8,11
X = Tiempo promedio FA = Factor de actuación TN = Tiempo normal													<b>TN total (s/media docena)</b>			<b>39,76</b>		

**Tabla 20:** Suplementos y tiempo estándar del etiquetado y codificación

<b>Suplementos</b>		
	Hombre	Mujer
Tipo	Denominación	Valor
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	0
	Uso de fuerza	0
	Iluminación	0
	Concentración intensa	0
	Tensión mental	0
	Monotonía	4
	Tedio	0
	Postura	0
	Condiciones atmosféricas	0
<b>Total</b>		<b>15%</b>
<b>Tiempo estándar</b>		
$T_s = TN (1+S)$		
$T_s = 39,76 (1+0,15)$		
<b><math>T_s = 45,73</math> s/media docena</b>		

Y de igual manera en el Anexo 4 se determina el tiempo estándar para las demás operaciones.

### Resumen del estudio de tiempos

En la Tabla 21 se presentan los resultados del estudio de tiempos para cada operación.

**Tabla 21:** Resultados del estudio de tiempos

Operación	TN (s/media docena)	Suplemento (%)	TS (s/media docena)
Acomodar botellas	7,17	21	8,68
Enjuague de botellas	14,9	20	17,88
Llenado de botellas	42,01	17	49,17
Tapado de botellas	37,36	17	43,71
Secado de botellas	15,49	15	17,81
Codificación	39,76	15	45,73
Empaque del producto	40,5	15	46,57
Almacenamiento del producto	24,94	15	28,68

Teniendo la operación de llenado en primer lugar como el cuello de botella con 49,17 segundos por cada media docena de gaseosas de manzana. Adicionalmente se puede

observar que los tiempos de las operaciones de codificación y empaque son relativamente similares al tiempo de llenado, por lo que también influyen en los retrasos de la producción. De manera que también serán tomados en cuenta para el desarrollo posterior de la propuesta de redistribución.

### **Capacidad de producción**

En base a la información del tiempo estándar del cuello de botella, mediante la ecuación (3) se realiza el cálculo de la capacidad de producción.

$$Cp = \frac{1}{Ts} \quad (3)$$

$$Cp = \frac{1}{49,17 \text{ s/media docena}}$$

$$Cp = 0,020 \text{ media docena/s}$$

Teniendo como resultado que en un segundo se fabricará una fracción de 0,020 de la media docena.

### **Producción diaria**

A partir de la capacidad de producción se determina la cantidad de medias docenas de bebida gaseosa sabor manzana que se puede fabricar en una jornada laboral. Cabe recalcar que Ambasodas trabaja en jornadas de 8 horas al día, pero de esas 8 horas, se restan los tiempos de preparación necesarios para poder iniciar con la producción de las bebidas, de esta manera queda un sobrante de 7,35 horas disponibles para la fabricación.

$$\text{Producción Diaria} = Cp * \text{horas laborables} \quad (10)$$

$$\text{Producción Diaria} = \left(0,02 \frac{\text{media docena}}{\text{s}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}}\right) * \left(7,35 \frac{\text{h}}{\text{día}}\right)$$

$$\text{Producción Diaria} = 529,2 \frac{\text{medias docenas}}{\text{día}}$$



Adicionalmente se puede destacar que la empresa tiene una producción bastante estable ya que realiza mantenimientos preventivos a su maquinaria cada dos meses, y para ello ocupa una jornada laboral en el día que menor demanda tiene, de esta manera cada trabajador se encarga de la limpieza y mantenimiento de su estación de trabajo. Mientras que los mantenimientos correctivos son poco frecuentes y en caso de suceder se utiliza la garantía de los equipos, teniendo el derecho a un técnico especializado en un lapso máximo de 4 horas.

### **Desarrollo de la redistribución de instalaciones**

Para determinar la metodología de distribución adecuada primero se debe analizar el modelo productivo de la empresa en cuestión, y es que Ambasodas maneja volúmenes altos de producción con maquinaria semiautomatizada, donde el proceso de fabricación se debe realizar secuencialmente siguiendo la estructura de una línea de ensamble. De esta manera se establece que la distribución para esta empresa se orienta al producto.

Una distribución por producto tiene como objetivo principal reducir el desequilibrio entre los procesos y estaciones de trabajo de la línea de ensamble, para ello se aplica el balanceo de líneas y posteriormente la redistribución física en función de las estaciones de trabajo obtenidas.

### **Balanceo de líneas**

Como ya se mencionó, el balanceo de líneas es necesario para aprovechar en mayor medida el potencial de las máquinas y del personal a disposición, puesto que nivelar las cargas de trabajo de una manera equitativa reduce en gran medida los tiempos de inactividad que no agregan valor al proceso productivo.

Y esto es importante de recalcar, ya que en el caso de Ambasodas, los resultados del estudio de tiempos de la Tabla 21, muestran que el cuello de botella principal es la operación de llenado y que adicionalmente los procesos de codificación y empaque tienen tiempos relativamente similares. De manera que con la aplicación del balanceo de líneas justamente se busca equilibrar todas las cargas de trabajo de manera general, reduciendo los tiempos de inactividad globales dentro de todos los procesos.

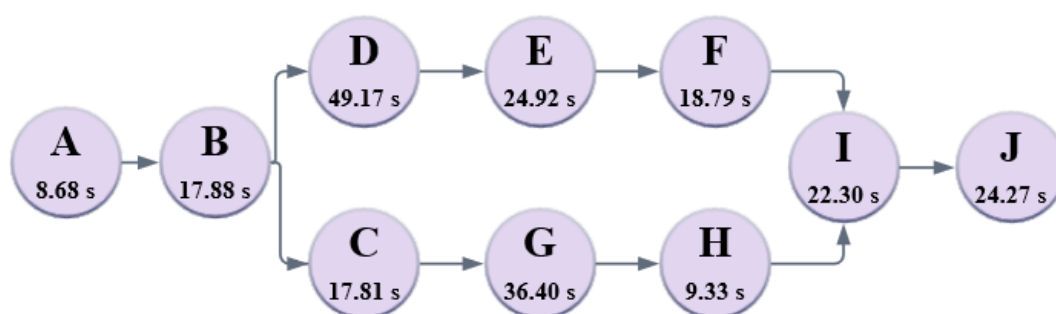
La aplicación del balanceo de líneas consta de 6 pasos, los cuales son desarrollados a continuación:

### 1) Elaboración del diagrama de precedencia

En la Figura 28 se establece de forma gráfica la secuencia ordenada en la que se deben realizar las distintas tareas. Y en la Tabla 22, se enlista cada tarea con su descripción.

**Tabla 22:** Tareas del diagrama de precedencia

Tarea	Descripción	Precedencias
A	Acomodar las botellas	-
B	Enjuagar las botellas	A
C	Secado	B
D	Llenado de botellas	B
E	Colocar tapas en la encapsuladora	D
F	Enroscado de las botellas	E
G	Etiquetado de botellas	C
H	Codificado de botellas	G
I	Armar paquetes	F, G
J	Empaque con horno de termosellado	I



**Figura 28:** Diagrama de precedencias

### 2) Cálculo del tiempo de ciclo

Mediante la ecuación (4) se determina el tiempo máximo que tiene cada estación de trabajo para realizar sus actividades.

$$T_c = \frac{\text{tiempo de producción}}{\text{unidades a producir}} \quad (4)$$

Recordemos que para Ambasodas una unidad a producir equivale a 6 gaseosas empaquetadas con el plástico termoencogible, puesto que la empresa no distribuye gaseosas de forma individual, de manera que las unidades a producir se calcularon en base al promedio de los registros históricos de ventas de la gaseosa “La Otra” sabor manzana de 3 litros, fabricadas en un día de trabajo a la semana a lo largo de un año. Mientras que el tiempo de producción se realizó en base a una jornada laboral de 8 horas, de donde se restó el tiempo de preparación necesario para crear el jarabe de manzana, quedando 7,35 horas restantes.

$$T_c = \frac{7,35 \text{ h} * 60 \text{ min} * 60 \text{ s}}{528 \text{ medias docenas}}$$

$$T_c = 50,12 \text{ s/medias docena}$$

Analizando el resultado obtenido se puede determinar que para que la empresa logre cumplir con la demanda promedio, esta debe fabricar a un tiempo de ciclo de 50,12 segundos por cada media docena de “La Otra” sabor manzana de 3 litros.

### 3) Cálculo del número de estaciones de trabajo

La ecuación (5) determina teóricamente el número mínimo de estaciones de trabajo necesarias.

$$N = \frac{\sum \text{Tiempo por tarea}}{T_c} \quad (5)$$

$$N = \frac{229,56 \text{ s}}{50,12 \text{ s}}$$

$$N = 4.58 \text{ estaciones de trabajo}$$

El número de estaciones encontrado es una sugerencia teórica, la cual no siempre se puede cumplir a cabalidad, en la realidad no se puede tener una fracción de estación de trabajo, por lo que se aproxima este valor al inmediato superior quedando como resultado:

$$N = 5 \text{ estaciones de trabajo}$$

#### 4) Reglas para la asignación de estaciones de trabajo

A continuación, en la Tabla 23, se exponen los parámetros de prioridad para la asignación de tareas en las estaciones de trabajo.

**Tabla 23:** Reglas de decisión

Reglas de decisión para el balanceo de línea	
Prioridad	Regla
1	La tarea con el tiempo más largo
2	La tarea que tiene más tareas subsecuentes
3	La tarea con la mayor suma de tiempos en sus tareas subsecuentes

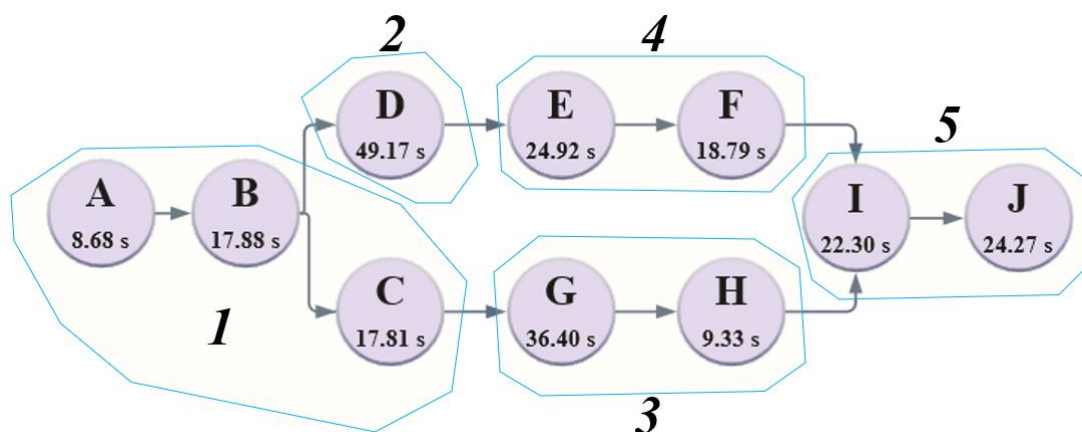
#### 5) Asignación de estaciones de trabajo

Se procede a formar las estaciones de trabajo asignando las tareas de acuerdo con el tiempo de ciclo y las reglas impuestas. La muestra la asignación de estaciones de trabajo obtenida:

**Tabla 24:** Asignación de estaciones de trabajo

Estación	Tareas	Tiempo (s)	Tiempo restante (s)
1	A, B, C	44,37	5,75
2	D	49,17	0,95
3	G, H	45,73	4,39
4	E, F	43,71	6,41
5	I, J	46,57	3,55

En el diagrama de precedencia de la Figura 29 se representa gráficamente la asignación de estas estaciones de trabajo.



**Figura 29:** Diagrama de asignación de estaciones

De manera que las asignaciones de este diagrama sirven como una base para la redistribución de planta física.

### 6) Análisis de la eficiencia

Finalmente, a través de la ecuación (6), se determina la eficiencia del balanceo de línea.

$$Eficiencia = \frac{\sum \text{Tiempo por tarea}}{N * T_c} \quad (6)$$

$$Eficiencia = \frac{229,56 \text{ s}}{5 * 50,12 \text{ s}}$$

$$Eficiencia = 91,6 \%$$

Se puede concluir que dentro del proceso solo existe una inactividad del 8,4%, la cual es el resultado de la suma de los tiempos restantes en cada estación de trabajo. Como se mencionó anteriormente, lo óptimo a nivel teórico sería dividir el trabajo en 4,58 estaciones, lo que daría lugar a un 100% de la eficiencia, pero en la práctica rara vez se cumple, de manera que una eficiencia de 91,6% es un resultado bastante satisfactorio, además de ser un buen punto de partida para la redistribución física de las instalaciones.

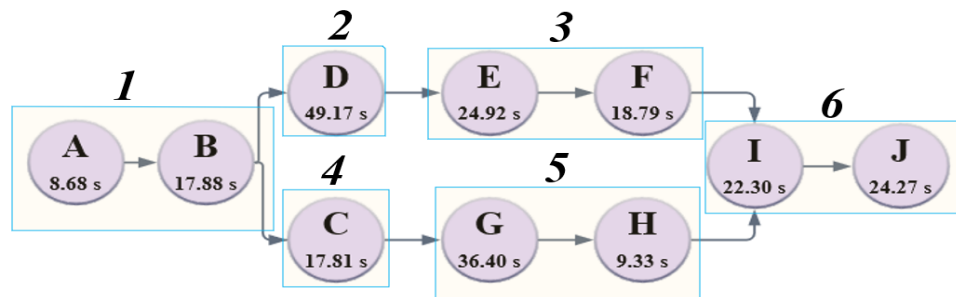
### Comparación de eficiencia

Para tener un punto de referencia se procede a determinar la eficiencia del sistema actual.

**Tabla 25:** Estaciones de trabajo actuales

Estación	Tareas	Tiempo (s)	Tiempo restante (s)
1	A, B	26,56	23,56
2	D	49,17	0,95
3	E, F	43,71	6,41
4	C	17,81	32,31
5	G, H	45,73	4,39
6	I, J	46,57	3,55

En la Tabla 25 se puede distinguir que aparte de existir un mayor número de estaciones de trabajo, existe un desbalance en los tiempos muertos de cada estación, donde ciertas estaciones están trabajando cerca del máximo de su capacidad mientras otras tienen demasiada holgura como es caso de la estación 4 con periodos de inactividad de 32,31 segundos. En la Figura 30 se desarrolla la representación gráfica de las estaciones de trabajo.



**Figura 30:** Diagrama de estaciones de trabajo actuales

En función del esquema actual se tendría la siguiente eficiencia:

$$Eficiencia = \frac{229,56 s}{6 * 50,12 s}$$

$$Eficiencia = 76,33\%$$

En el modelo actual se tiene una inactividad del 23,67%, esto se debe principalmente a que las cargas de trabajo no están repartidas equitativamente entre las estaciones, mientras que en el balanceo de línea planteado solo se tiene un 8,4%, ya que al nivelar las cargas y reducir una estación de trabajo se incrementa la eficiencia en un 15,27%.

### **Propuesta de reasignación de actividades a los operarios**

Como resultado del balanceo de línea se han reasignado las operaciones de secado a la estación de trabajo 1 (Figura 29), teniendo como resultado una nueva asignación de actividades a los operarios.

**Tabla 26:** Propuesta de reasignación de actividades de los operarios

<b>Operario</b>	<b>Actividad</b>	<b>Área</b>
Operario 1	-Preparación del jarabe	Área de mezclas
Operaria 2	-Suministro de botellas higienizadas -Secado de botellas	Área de suministro de botellas, enjuague y secado
Operario 3	-Llenado de botellas	Área de llenado y tapado
Operario 1	-Tapado de botellas	Área de llenado y tapado
Operario 4	-Etiquetado y codificación	Área de codificación
Operario 5	-Empaque del producto terminado	Área de empaquetado
Operario 6	-Control de calidad -Almacenamiento del producto terminado	Área de empaquetado

En la Tabla 26 se observa la nueva asignación de actividades para los trabajadores donde se ha incrementado la carga de trabajo de la operaria 2 integrando el proceso de secado a su estación de trabajo, de manera que se ha reducido ese proceso para el operario 4. Adicionalmente se puede mencionar que en el caso del operario 3, se ha visto conveniente integrar al operario 1, en las actividades de tapado de botellas, eliminando de esta manera los tiempos muertos existentes en las actividades laborales de este, a la vez que se genera una mayor holgura en las actividades del operario 3.

### **Criterios para la redistribución**

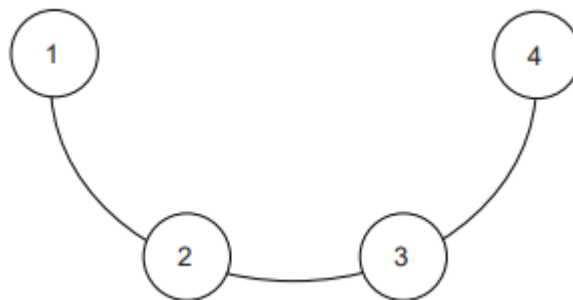
La distribución por producto se caracteriza por tener un número limitado de configuraciones, esto se debe a que la producción es de manera secuencial y se tienen equipos especializados para cada tarea que incluyen bandas transportadoras, manteniendo una estructura semiautomatizada. Por lo que aplicar modelos de redistribución basados en el principio de mínima distancia recorrida no genera cambios significativos, de manera que el enfoque para esta distribución está orientado al flujo del material. Para la selección de la alternativa de configuración de planta, se considera la aplicación del método de factores ponderados mediante el cual se toman en cuenta los criterios del ingeniero a cargo de la gerencia de la empresa y del investigador. Para ello en la Tabla 27 se enlistan los factores que debe incluir la distribución de planta con la ponderación de importancia que tiene cada uno de ellos.

**Tabla 27:** Ponderación de factores

Factor	Ponderación	Descripción
Comunicación entre los trabajadores.	30%	Es necesario que los operarios tengan comunicación ya sea visual o auditiva, porque los procesos son secuenciales y si existe alguna falla, todos los operarios deben enterarse inmediatamente, para así detener la producción de todas las estaciones de trabajo [29].
Armonía con el flujo de producción.	30%	La distribución debe mantener un flujo de producción organizado, sin obstáculos y con suficiente espacio para el desarrollo de cada tarea [29].
Flexibilidad para agregar trabajadores.	20%	Es importante tener en cuenta el crecimiento de la empresa, por ello las estaciones de trabajo deben adaptarse y tener suficiente espacio para el incremento de personal [29].
Facilidad de la implementación.	20%	Los cambios deben ser fáciles de implementar, sin la necesidad de hacer remodelaciones en la estructura y cimientos de la empresa [29].

Una vez establecidos los criterios de evaluación, se detallan las alternativas de configuración para la redistribución de planta.

### Configuración circular



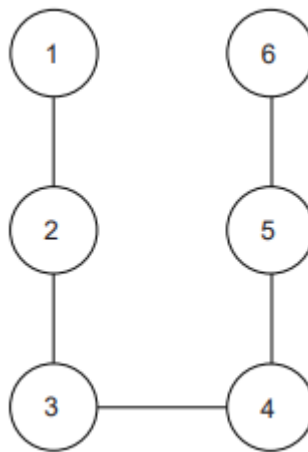
**Figura 31:** Distribución circular [38]

- Comunicación entre trabajadores: este modelo permite a los operarios mantener un rango de visión amplio de todo el proceso [38].
- Armonía con el flujo de producción: las operaciones de cada estación se desarrollan sin obstaculizarse entre sí, existe espacio suficiente para colocar la materia prima necesaria alrededor del operario [38].



- Flexibilidad para agregar trabajadores: permite agregar o quitar trabajadores en cada estación de trabajo [38].
- Facilidad de la implementación: las dificultades que se presentan a la hora de implementar esta configuración se encuentran principalmente en el área de llenado, donde se necesita incrementar considerablemente la distancia entre las mangueras de los tanques del jarabe y el carbonatador.

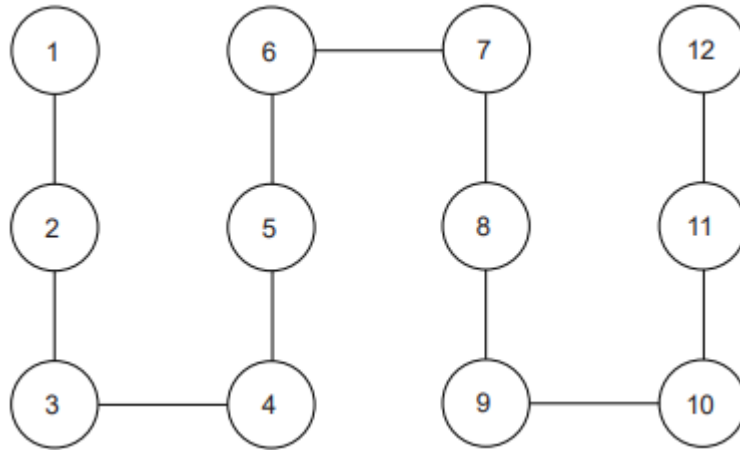
### Configuración en forma de U



**Figura 32:** Distribución en U [38]

- Comunicación entre trabajadores: con esta configuración el campo de visión de los trabajadores permite que se enteren de lo que está sucediendo en cada parte del proceso. Adicionalmente, existe la posibilidad de que los trabajadores se comuniquen verbalmente entre las estaciones de trabajo cercanas [38].
- Armonía con el flujo de producción: los procesos siguen el flujo natural de producción, sin existir limitaciones entre las estaciones de trabajo [38].
- Flexibilidad para agregar trabajadores: existe flexibilidad para añadir operarios y que estos tengan el suficiente espacio para desarrollar sus actividades [38].
- Facilidad de la implementación: los cambios a realizar son bastante factibles ya que técnicamente ninguna área de trabajo se ve limitada.

### Configuración en serpiente



**Figura 33:** Distribución en serpiente [38]

- Comunicación entre trabajadores: los operarios tienen un campo de visión limitado que se reduce a las estaciones de trabajo cercanas a ellos [38].
- Armonía con el flujo de producción: se mantiene el flujo de producción, pero existen problemas con el espacio [38].
- Flexibilidad para agregar trabajadores: agregar más operadores reduciría el espacio de trabajo disponible para cada uno de ellos [38].
- Facilidad de la implementación: la cantidad de operarios y de equipos, hace que sea muy difícil la aplicación de este tipo de distribución.

### Evaluación por factores ponderados

En la Tabla 28 tanto el gerente de la empresa como el investigador asignan puntajes en una escala de 1 a 10, donde el total de los puntajes se calcula mediante la sumatoria de la multiplicación individual de cada puntaje por la ponderación porcentual.

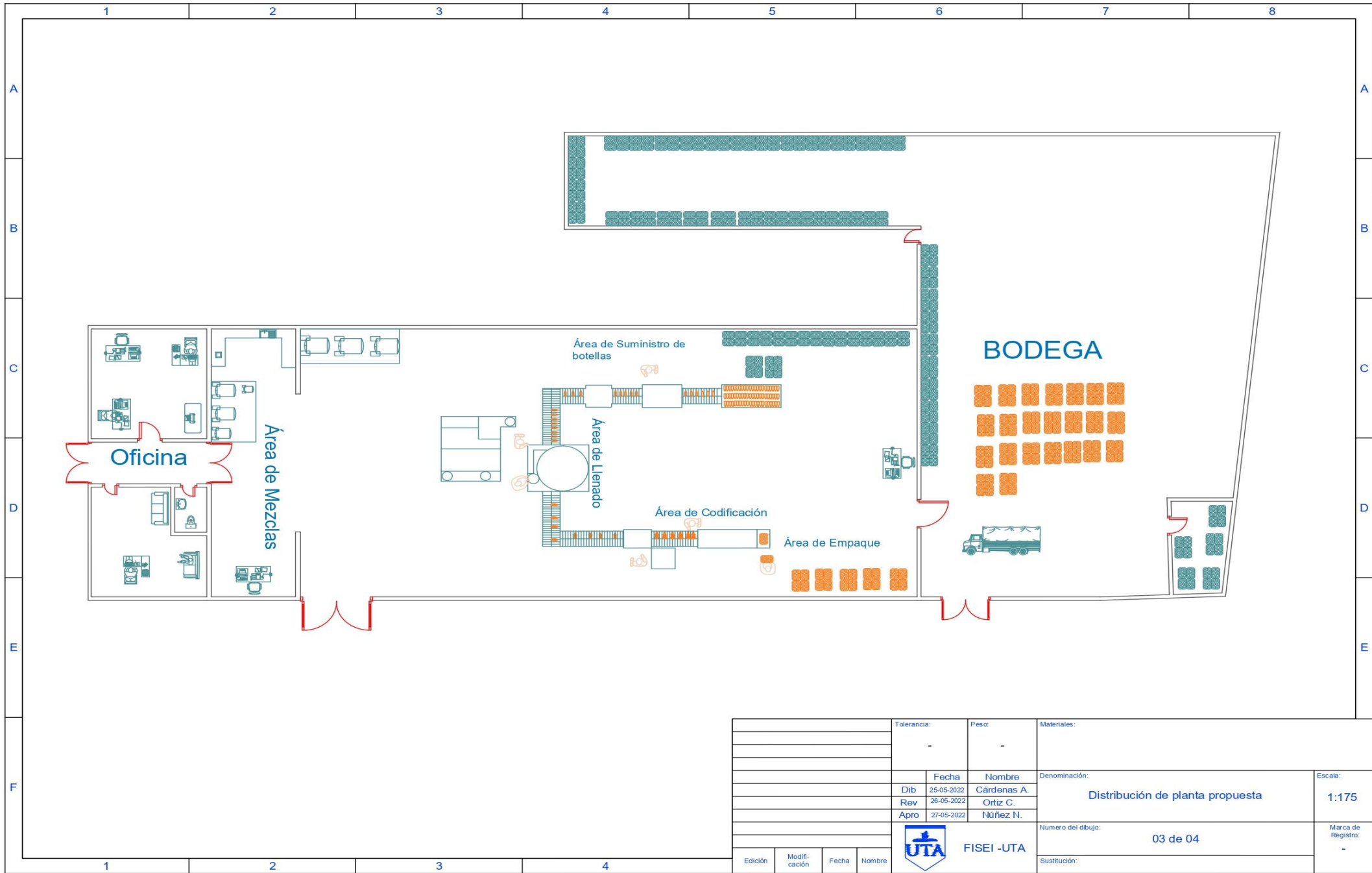
**Tabla 28:** Evaluación por factores ponderados

Peso relativo	Alternativas:	Distribución circular	Distribución en U	Distribución en serpentín
<b>Gerente de la empresa</b>				
30%	Comunicación entre trabajadores	8	10	4
30%	Armonía con el flujo de producción	10	10	0
20%	Flexibilidad para agregar trabajadores	10	10	0
20%	Facilidad de la implementación	1	6	0
<b>Total</b>		7,6	9,2	1,2
<b>Investigador</b>				
30%	Comunicación entre trabajadores	10	10	7
30%	Armonía con el flujo de producción	10	10	5
20%	Flexibilidad para agregar trabajadores	10	10	0
20%	Facilidad de la implementación	3	10	0
<b>Total</b>		8,6	10	3,6

En base a los resultados se determina que la distribución en forma de U es la que mejor se adecua a las necesidades de la empresa.

### **Propuesta de redistribución**

Una vez que se ha determinado la disposición de la planta, se procede a integrar los procesos agrupándolos de acuerdo con las estaciones de trabajo determinadas en la Figura 29 del balanceo de línea. De esta manera en la Figura 34, se presenta la distribución de planta propuesta.



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:				
				-	-					
				Fecha	Nombre	Denominación:				
				Dib	25-05-2022	Cárdenas A.	Distribución de planta propuesta			
				Rev	26-05-2022	Ortiz C.				
				Apro	27-05-2022	Núñez N.				
						FISEI -UTA		Numero del dibujo:	03 de 04	Escala:
				Edición	Modifi- cación	Fecha	Nombre	Sustitución:		1:175
										Marca de Registro:
										-

Figura 34: Distribución de planta propuesta

En la propuesta de redistribución se han implementado las consideraciones del balanceo de línea para la asignación de estaciones, donde las operaciones pertenecientes a una misma estación se mantienen juntas, de modo que para cumplir con este criterio se reubicó el proceso de secado a continuación del enjuague de botellas, esto fue posible gracias a que la única precedencia para el secado de botellas es que estas estén enjuagadas. Adicionalmente se hicieron cambios en el proceso de elaboración del jarabe, donde se cambiaron de sitio los tanques de jarabe simple a una distancia reducida de la zona de pesaje y creación de mezclas, de igual manera se cambió de lugar los tanques de jarabe terminado en un punto intermedio entre los tanques de jarabe simple y el chiller.

### **Cursograma analítico propuesto**

En el cursograma analítico del material presentado en la Tabla 29 se describe con mayor detalle los cambios que generó la nueva distribución ya sea en las actividades o en las distancias del proceso de fabricación. Teniendo como resultado un recorrido total de 28,97 metros y un tiempo de fabricación de 1678,22 segundos, el cual contempla las actividades de preparación de la mezcla, actividades que como ya se han mencionado anteriormente, solo se realizan una vez al inicio de la jornada laboral, por lo que el tiempo real para producir un paquete de 6 bebidas gaseosas de manzana es de 146,82 segundos.

Como ya se ha mencionado estas mejoras son el resultado del balanceo de línea, ya que al nivelar las cargas de trabajo se reasignaron las actividades de los trabajadores (Tabla 26), lo que ha afectado en la reducción de tiempos en el área de llenado, donde se ha integrado al operario 1 en las actividades de tapado generando la reducción de los tiempos de los procesos colocación y descenso de tapas, ya que se realizan en paralelo con los procesos de llenado realizado por el operario 3. De igual forma sucede con la inspección de calidad que se ha reasignado al operario 6, que puede realizar estas actividades de manera paralela a las actividades de empaque del operario 5. Adicionalmente se puede decir que se redujeron las distancias de desplazamiento para almacenamiento del producto del operario 6.

**Tabla 29:** Cursograma analítico del material propuesto

Ambasodas								
Cursograma analítico				Operario / <b>Material</b> / Equipo				
Diagrama:	02			<b>Resumen</b>				
Producto:	Bebida gaseosa			Actividad		Cantidad		
Sabor:	Manzana			Operación	●	18		
Marca:	La Otra			Transporte	⇒	9		
Presentación:	3 litros			Demora	●	1		
Método:	Propuesto			Inspección	■	1		
Operarios:	6			Almacenaje	▼	1		
Lugar:	Planta de producción			Distancia (m)		28,97		
Elaborado por:	Andrés Cárdenas			Tiempo (s)		1678,22		
Descripción	Símbolos					Tiempo (s)	Distancia (m)	Observaciones
	●	⇒	●	■	▼			
Pesar ingredientes	X					248		Manual
Crear la mezcla	X					35		Manual
Llevar la mezcla hacia los tanques		X				1,4	2,5	A pie
Llenar los tanques	X					110		Semiautomático
Elaborar el jarabe simple	X					259		Manual, semiautomático
Filtrar impurezas y sólidos	X					126		Semiautomático
Transportar al tanque de jarabe terminado		X				68	7,25	Mangueras
Elaborar el jarabe terminado	X					187		Manual, semiautomático
Transportar al chiller		X				81	3,7	Mangueras
Enfriar	X					269		Semiautomático

**Tabla 29:** Cursograma analítico del material propuesto (Continuación)

Ambasodas								
Cursograma analítico					Operario / <b>Material</b> / Equipo			
Descripción	Símbolos					Tiempo (s)	Distancia (m)	Observaciones
	●	➔	●	■	▼			
Carbonatar el jarabe terminado	X					147		Semiautomático
Acomodar las botellas	X					6,23		Manual
Transportar botellas a la zona de enjuague		X				3,36	2	Banda transportadora
Enjuague de botellas	X					9,27		Semiautomático
Transporte al horno de secado		X				2,98	1,55	Banda transportadora
Secado	X					9,25		Semiautomático
Transportar botellas al llenado		X				3,48	2,37	Banda transportadora
Llenar la botella con el producto	X					33,4		Semiautomático
Colocar tapas en la encapsuladora	X					4,37		Manual
Descenso de las tapas a las botellas			X			11,97		Automático
Enroscado de la botella	X					12,35		Semiautomático
Transporte a la zona de codificación		X				3,81	3,52	Banda transportadora
Etiquetar la botella	X					24,02		Semiautomático
Codificar la botella	X					6,53		Semiautomático
Transporte a la zona de empaque		X				3,11	2,33	Banda transportadora
Inspección de calidad				X		5,49		Visual

**Tabla 29:** Cursograma analítico del material propuesto (Continuación)

Ambasodas								
Cursograma analítico					Operario / <b>Material</b> / Equipo			
Descripción	Símbolos					Tiempo (s)	Distancia (m)	Observaciones
	●	➔	●	■	▼			
Armado del empaque	X					8,36		Manual
Empaquetado	X					18,57		Semiautomático
Transporte a la bodega		X				2,1	3,75	A pie
Almacenamiento					X	-		

### Diagrama de recorrido propuesto

Con el objetivo de tener una idea más clara sobre los cambios en el recorrido de la materia prima de la propuesta, en el Anexo 5 se detalla la trayectoria del producto por todas las áreas de la empresa hasta su almacenamiento.

### Análisis de resultados

Como ya se ha mencionado en anteriores ocasiones, la distribución basada en el producto tiene como objetivo principal nivelar las cargas de trabajo de manera equitativa en todas las estaciones de trabajo y sus procesos. Tomando en cuenta esto, a continuación, se presentan los resultados.



**Tabla 30:** Resumen de resultados por procesos de la distribución actual

<b>Distribución Actual</b>				
<b>Área:</b>	<b>Procesos</b>	<b>Operador a cargo</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Distancia (m)</b>
Área de mezclas	Elaboración del jarabe	Operador 1	1862,5	29,35
Área de suministro de botellas	Suministro de botellas	Operadora 2	9,59	2
	Enjuague de botellas	Operadora 2	12,75	2,37
Área de llenado	Llenado de botellas	Operador 3	33,4	-
	Tapado de botellas	Operador 3	31,67	1,55
Área de codificación	Secado	Operador 4	13,06	3,52
	Etiquetado	Operador 4	24,02	-
	Codificación	Operador 4	9,64	2,33
Área de empaquetado	Empaquetado	Operador 5	32,42	-
	Almacenamiento	Operador 6	9,02	12,5

**Tabla 31:** Resumen de resultados por procesos de la distribución propuesta

<b>Distribución Propuesta</b>				
<b>Área:</b>	<b>Procesos</b>	<b>Operador a cargo</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Distancia (m)</b>
Área de mezclas	Elaboración del jarabe	Operador 1	1531,4	13,45
Área de suministro de botellas	Suministro de botellas	Operadora 2	9,59	2
	Enjuague de botellas	Operadora 2	12,25	1,55
	Secado	Operadora 2	12,73	2,37
Área de llenado	Llenado de botellas	Operador 3	33,4	-
	Tapado de botellas	Operador 1	16,16	3,52
Área de codificación	Etiquetado	Operador 4	24,02	-
	Codificación	Operador 4	9,64	2,33
Área de empaquetado	Empaquetado	Operador 5	26,93	-
	Almacenamiento	Operador 6	2,1	3,75

**Tabla 32:** Comparación de resultados por procesos

Procesos:	Actual	Propuesta
Área de mezclas	29,35 metros	13,45 metros
	1862,5 segundos	1531,4 segundos
Área de suministro de botellas	4,37 metros	5,92 metros
	22,34 segundos	34,57 segundos
Área de llenado	1,55 metros	3,52 metros
	65,07 segundos	49,56 segundos
Área de codificación	5,85 metros	2,33 metros
	46,72 segundos	33,66 segundos
Área de empaquetado	12,5 metros	3,75 metros
	41,44 segundos	29,03 segundos

En términos generales se ha logrado reducir los tiempos de los procesos de preparación en 331.1 segundos con una reducción de distancias de 15,9 metros. Y dentro de los procesos de fabricación de la bebida en sí, se tiene una reducción de 28,75 segundos en tiempos de producción, y una reducción de distancias de 8,75 metros.

El área de mezclas la cual comprende a todo el conjunto de procesos previos a la producción (preparación del jarabe), ha tenido una reducción de la distancia de 15,9 metros y del tiempo en 331,1 segundos.

En el área de suministro de botellas se puede observar un incremento en el tiempo de producción en 12,23 segundos que va de la mano con el incremento de la distancia en 1,55 metros, esto se debe a que, mediante el balanceo de línea, se reasignaron las tareas de las estaciones de trabajo, agregando el proceso de secado a los procesos de suministro y enjuague de botellas ya existentes en esta estación de trabajo.

En el área de llenado que representa el cuello de botella principal de la producción se ha incrementado un trabajador, ya que originalmente el operador 3 realizaba el trabajo de las operaciones de llenado y tapado, pero al realizar el balanceo y nivelar las cargas de trabajo, se ha agregado al operario 1 (Tabla 26) en las actividades de tapado, dejando al operario 3 realizar únicamente las actividades de llenado, logrando así una reducción en el tiempo de producción de 15,51 segundos, y debido a la redistribución un incremento de la distancia hacía el área de codificación en 1,97 metros.

El área codificación representa el tercer cuello de botella, y también se ha visto beneficiada con la nivelación de cargas, puesto que se ha quitado de esta estación de trabajo el proceso de secado de botellas, siendo reasignado a la estación perteneciente al área de suministro de botellas. Reduciendo 13,06 segundos el tiempo de producción y disminuyendo la distancia en 3.52 metros.

Finalmente, para el área de empaquetado, que es el segundo cuello de botella del proceso, mediante la nivelación de cargas y redistribución se ha reducido el tiempo de procesos en 12,41 segundos y la distancia para que el bodeguero apile los paquetes, en 8,75 metros.

A continuación, se presenta la Tabla 33 en la cual se incluye una comparación de los tiempos de producción para cada operario en el modelo actual con el propuesto.

**Tabla 33:** Tiempos de producción asociados a cada operario

Operarios	Actual (s)	Propuesta (s)
Operario 1	-	32,5
Operaria 2	22,34	34,57
Operario 3	65,07	33,4
Operario 4	46,72	33,66
Operario 5	32,42	26,93

Como se puede observar en la propuesta de redistribución basada en el producto, existe una nivelación en las cargas de trabajo más equitativa entre todos los trabajadores, mientras que en el modelo actual se puede observar una sobrecarga de trabajo en el operario 3 en relación con los otros trabajadores y por el contrario el operario 1 se mantiene en inactividad hasta el siguiente cambio de sabor de bebida.

Una vez planteados todos los resultados, se procede a determinar la producción diaria de la redistribución propuesta.

$$Producción\ Diaria = Cp * horas\ laborables \quad (10)$$

$$\text{Producción Diaria} = \left(0,02 \frac{\text{media docena}}{s} * \frac{3600 s}{1 h}\right) * \left(7,57 \frac{h}{\text{día}}\right)$$

$$\text{Producción Diaria} = 545,04 \text{ medias docenas/ día}$$

Incrementando la producción diaria por unidad en un total de 95 unidades equivalentes a 15,84 medias docenas más en comparación con la producción actual.

Y existen diversos parámetros de mejora que no tienen una valoración numérica pero que sin duda son un gran avance en la calidad de vida de los trabajadores y la empresa en general:

- Mejora en la comunicación de los trabajadores, ya que este tipo de distribución hace posible que todas las estaciones de trabajo puedan interactuar entre sí, mientras que en la distribución con despliegue lineal no es posible.
- Con la distribución propuesta se provee la flexibilidad de incluir nuevos trabajadores en las distintas estaciones de trabajo y que no se vean limitados por el espacio, o que la empresa tenga que realizar cambios radicales y costosos.
- Incremento del campo visual de los operarios respecto a los procesos, donde los trabajadores puede enterarse que está pasando en cada una de las estaciones, lo cual es fundamental dentro de una línea de ensamble ya que cada actividad está ligada a la anterior formando una cadena secuencial.
- Una repartición equitativa de las cargas de trabajo en los trabajadores, ya que, en el caso específico del operador de la elaboración del jarabe, los tiempos de inactividad son elevados, debido a que las actividades de elaboración de jarabe solo se realizan una vez al inicio de la producción, teniendo el resto del tiempo libre hasta que se produzca otro sabor, entonces como alternativa a esta problemática se ha propuesto poner a este operario a cargo del proceso de tapado.
- Una reducción en los transportes de la operaria del área de suministro de botellas y del bodeguero en sus procesos de preparación, ya que con la distribución propuesta existe espacio para que coloquen las botellas en los lados laterales de sus puestos de trabajo. Pero estas actividades al ser de

preparación no reflejan mejoras en los cálculos teóricos de la producción, pero sí en el día a día de estos trabajadores.

### Proyección de la demanda

Ya se ha demostrado que la propuesta tiene la capacidad de mejorar la producción de la empresa, pero también es importante considerar si a futuro la empresa va a requerir producir mayor cantidad de productos o no. Para ello se aplica un modelo de pronóstico con enfoque cuantitativo, puesto que contamos con los datos históricos de la demanda provistos por la empresa [42].

De esta manera se busca realizar una proyección de la tendencia actual de la demanda varios periodos a futuro, por lo que métodos de pronóstico asociados a promedios móviles no son factibles dada la naturaleza de la situación, siendo conveniente aplicar el método mínimos cuadrados [43].

	$\hat{Y} = a + bx$	(11)
--	--------------------	------

En la ecuación (11) se presenta la formula del método de mínimos cuadrados, donde:

$\hat{Y}$  = proyección del periodo a predecir

$a$  = intersección de la demanda

$b$  = tasa de cambio en la demanda para los cambios dados en el pronóstico

$x$  = periodo de tiempo

Para poder aplicar dicha formula es necesario encontrar primero los valores de  $a$  y  $b$ , a continuación, se detallan las ecuaciones necesarias:

	$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$	(12)
--	---	------

La ecuación (12) hace referencia al cálculo de la tasa de cambio en la demanda para los cambios dados en el pronóstico, donde:

$b$  = tasa de cambio en la demanda para los cambios dados en el pronóstico

$\sum$  = sumatoria

$x$  = valores asociados a los periodos de tiempo

$y$  = valores de la demanda histórica

$\bar{x}$  = promedio de los valores asociados a los periodos de tiempo

$\bar{y}$  = promedio de los valores de la demanda histórica

$n$  = cantidad de periodos conocidos

A continuación, se presenta la ecuación (13) correspondiente al cálculo de la intersección con la demanda.

	$a = \bar{y} - b\bar{x}$	(13)
--	--------------------------	------

Donde:

$a$  = intersección con la demanda

$\bar{y}$  = promedio de los valores de la demanda histórica

$b$  = tasa de cambio en la demanda para los cambios dados en el pronóstico

$\bar{x}$  = promedio de los valores asociados a los periodos de tiempo

De esta manera, ya se cuenta con todos los datos necesarios para poder aplicar la fórmula del pronóstico de los mínimos cuadrados.

Con fines explicativos, en el siguiente apartado se detalla la proyección de la demanda tomando como base los datos históricos del mes de marzo (Anexo 2) para la bebida gaseosa “La Otra” sabor Manzana de 3 litros.

**Tabla 34:** Cálculos previos al pronóstico

	Periodo (x)	Demanda (y)	$x^2$	$xy$
	1	540	1	540
	2	546	4	1092
	3	564	9	1692
	4	557	16	2228
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>2207</b>	<b>30</b>	<b>5552</b>

En la Tabla 34 se observa la columna de periodo que hace referencia a las semanas del mes de marzo en las que se registró demanda del producto, en la siguiente columna se encuentra la demanda real histórica perteneciente a esos periodos. Con los datos

obtenidos se procede a determinar la tasa de cambio en la demanda para los cambios dados en el pronóstico.

$$b = \frac{(5552) - (4)\left(\frac{10}{4}\right)\left(\frac{2207}{4}\right)}{30 - (4)\left(\frac{10}{4}\right)^2}$$

$$b = 6,9$$

Posteriormente se calcula el valor de la intersección con la demanda.

$$a = \left(\frac{2207}{4}\right) - (6,9)\left(\frac{10}{4}\right)$$

$$a = 534,5$$

Finalmente reemplazamos estos valores en la ecuación del método de mínimos cuadrados:

$$\hat{Y} = 534,5 + 6,9 x$$

Como ya se ha mencionado anteriormente la  $x$ , hace referencia al periodo temporal, para este caso en particular se va a determinar el pronóstico de las próximas 4 semanas por lo que  $x$  va a adquirir el valor de los periodos temporales 5, 6, 7 y 8 respectivamente.

**Tabla 35:** Resultados del pronóstico

Periodo (x)	Mínimos cuadrados	Proyección de la demanda
5	$\hat{Y} = 534,5 + 6,9 (5)$	569
6	$\hat{Y} = 534,5 + 6,9 (6)$	$575,9 \approx 576$
7	$\hat{Y} = 534,5 + 6,9 (7)$	$582,8 \approx 583$
8	$\hat{Y} = 534,5 + 6,9 (8)$	$589,7 \approx 590$

En la Tabla 35 se muestra la demanda de las próximas 4 semanas del mes de abril 2022, donde se puede observar que existe una tendencia creciente en la demanda semanal de la bebida gaseosa “La Otra” sabor manzana de 3 litros. Adicionalmente se puede mencionar que todos los resultados decimales pertenecientes a la proyección de



la demanda deben aproximarse al inmediato superior, ya que no se pueden fabricar fracciones del producto.

De la misma forma se ha calculado la proyección de la demanda para los periodos 5, 6, 7 y 8 de los otros productos de la empresa, presentándose los resultados en el Anexo 6.

Finalmente, por cuestiones prácticas se ha realizado una proyección de los próximos 12 meses, ocupando las demandas mensuales históricas de todo un año de producción (Anexo 1). A continuación, en la Tabla 36 se presentan los resultados de la demanda proyectada del producto que es objeto del estudio “La Otra” sabor manzana de 3 litros, mientras que la demanda de los otros productos se muestra en el Anexo 7.

**Tabla 36:** Resultados del pronóstico para un año de producción

Periodo (x)	Mes	Proyección de la demanda
13	Abril 2022	2226
14	Mayo 2022	2243
15	Junio 2022	2261
16	Julio 2022	2278
17	Agosto 2022	2295
18	Septiembre 2022	2313
19	Octubre 2022	2330
20	Noviembre 2022	2348
21	Diciembre 2022	2365
22	Enero 2023	2382
23	Febrero 2023	2400
24	Marzo 2023	2417

De los resultados presentados en la Tabla 35 y Tabla 36, se puede concluir que a futuro la demanda de la bebida gaseosa “La Otra” sabor manzana de 3 litros, va a incrementarse y que de igual manera todos los productos pertenecientes a la categoría A, tienen una demanda que va en aumento (Anexo 7).

## Recuperación de la inversión

Para la aplicación de la propuesta se estiman los siguientes costos:

**Tabla 37:** Cotización de la propuesta

Costo por:	Valor	Cantidad	Total
Cambio de mangueras (50 ft)	\$ 12,50	1	\$ 12,50
Adaptaciones de banda transportadora a 90°	\$850,00	2	\$1700,00
Contacto tripolar	\$22,60	1	\$22,60
Cableado de mando	\$6,00	1	\$6,00
Botonera de mando	\$16,09	1	\$16,09
Bornes de conexión	\$3,75	8	\$15,00
Mano de obra	\$60,00	-	\$60,00
		<b>Total</b>	1832,19

Los costos se basan en cotizaciones realizadas las cuales se presentan en el Anexo 8.

Para calcular la recuperación de esta inversión se tiene en consideración que, con la implementación de la propuesta, la producción de la bebida gaseosa de 3 litros “La Otra” sabor manzana tiene un incremento de 15,84 medias docenas por jornada laboral, pero para efectos de cálculo no se considera los decimales, se establece que se producen 15 medias docenas adicionales, y tomando en consideración los datos de la utilidad bruta proporcionados por la empresa (Tabla 7), se determina que por cada paquete existe una utilidad bruta de \$5,50.

$$\text{Ganancia adicional} = \text{producción adicional} * \text{utilidad bruta} \quad (14)$$

$$\text{Ganancia adicional} = 15 \text{ medias docenas} * 5,50 \text{ \$/media docena}$$

$$\text{Ganancia adicional} = 82,50 \text{ \$/día}$$

Cabe recalcar que el término ganancia adicional hace referencia al incremento en la utilidad bruta diaria del producto de estudio. Por otro lado tomando en cuenta la planificación de producción de la empresa y su demanda (Tabla 11), se sabe que la empresa prioriza la fabricación de los productos con mayor demanda, siendo este el caso de la gaseosa de sabor manzana, la cual se fabrica los días lunes y en periodos donde la demanda es mayor al promedio se opta por usar también parte de la jornada laboral del día martes, mientras que los días restantes se producen los otros sabores de

acuerdo con los pedidos que se tenga. Por ello se calcula la ganancia adicional al mes de la siguiente manera:

$$\text{Ganancia adicional al mes} = \text{Ganancia adicional} * 4 \quad (15)$$

$$\text{Ganancia adicional al mes} = \$ 82,50 * 4$$

$$\text{Ganancia adicional al mes} = \$ 330$$

Teniendo un incremento de \$330 mensuales adicionales a los que la empresa ya genera mensualmente en las utilidades brutas del producto de estudio.

Posteriormente se divide el total de los costos para aplicar la redistribución por la ganancia adicional al mes que se obtendrá de la aplicación de esta.

$$\text{Recuperación de la inversión} = \frac{\text{Costos de redistribución}}{\text{Ganancia adicional mes}} \quad (16)$$

$$\text{Recuperación de la inversión} = \frac{1832,19}{330}$$

$$\text{Recuperación de la inversión} = 5,55 \text{ meses}$$

Finalmente se transforman los decimales del mes a días, recordando que en nuestro caso un mes de producción de bebida de manzana representa 4 días:

$$0,55 \text{ meses} * 4 \text{ días} = 2,2 \text{ días}$$

Lo que significa que se necesitan 5 meses, 2 días de trabajo y una fracción de un día de trabajo para recuperar la inversión realizada al redistribuir la planta, teniendo en cuenta solo las ganancias adicionales generadas por el producto de estudio.

Es importante mencionar que la redistribución no solo afecta al producto de estudio, sino que afecta a todos los productos en general, por lo que las ganancias al aplicar la propuesta son mayores y de la misma forma el tiempo en la recuperación de la inversión es menor.

## CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- A partir del análisis ABC se han categorizado los productos en función de su importancia para la empresa; obteniendo que el 76,73% de la demanda proviene de la fabricación de 10 bebidas gaseosas, teniendo como productos principales las gaseosas “La Otra” sabor manzana de 3 litros y “Pop” sabor mora de 3 litros con la generación del 17,66% y 11,30% de la demanda respectivamente, de donde se identificó que tanto para la elaboración de estas gaseosas como para las demás se realizan los mismos procesos de producción.
- Con la aplicación de las técnicas del estudio del trabajo se determinó que la operación limitante es el llenado de botellas con un tiempo estándar de 49,17 segundos por cada media docena y que la empresa tiene una capacidad de producción de 0,020 paquetes por cada segundo, por lo que en una jornada laboral de 8 horas la empresa puede producir 529,2 medias docenas.
- Mediante la técnica del balanceo de línea se reasignaron los diferentes procesos en estaciones de trabajo, que se usaron como base para las propuestas redistribución, las cuales fueron evaluadas a través del método de factores ponderados, teniendo como resultado que la alternativa que mejor se adapta a las necesidades de la empresa es la distribución en forma de U debido a su facilidad de implementación en comparación con otras alternativas teniendo como resultado un puntaje de 9,2 por parte de la gerencia y un puntaje de 10 por parte del investigador.
- A través del análisis de los resultados se determina que en la propuesta existe una reducción en los tiempos de preparación de 331,1 segundos y en los tiempos de fabricación 28,75 segundos, generando un incremento en la producción diaria de 15 medias docenas, en comparación con la distribución actual, a la vez que existe una disminución en las distancias de preparación de 15,9 metros y en las distancias de fabricación de 8,75 metros, beneficiando de

esta manera no solo al producto de estudio sino también a todos los productos en general.

- Por otro lado, aplicar este nuevo modelo de distribución implica costos de mano de obra y de materiales siendo un total de \$1832,50 que se estima recuperar en un tiempo de 5 meses y 3 días.

#### **4.2 Recomendaciones**

- En caso de existir un incremento cuantioso en la demanda considerar la implementación de máquinas en paralelo, siendo conveniente empezar por la máquina llenadora del área de llenado y tapado, con esto se reducirían drásticamente los tiempos de producción a la vez que se incrementa el número de unidades producidas.
- Implementar un estudio de riesgos laborales para resguardar la integridad de los trabajadores en sus actividades diarias mediante la integración de medidas de seguridad.
- En el supuesto de implementarse la propuesta es conveniente capacitar a los trabajadores sobre la nueva disposición de las máquinas y estaciones de trabajo, así como también de los cambios realizados en las trayectorias de los procesos.

## C. MATERIALES DE REFERENCIA

### Referencias Bibliográficas

- [1] ONU, «United Nations,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.un.org/en/global-issues/food>. [Último acceso: 10 11 2021].
- [2] F. Márquez, «Industria alimentaria creció durante la pandemia,» *El Universo*, 25 7 2020.
- [3] Euromonitor International, «Carbonates in Latin America,» Category: Soft drinks, Retrieved from Passport GMID database, 2021.
- [4] CAF, «Banco de desarrollo de América Latina,» 13 7 2018. [En línea]. Available: <https://n9.cl/m9s6b>. [Último acceso: 11 11 2021].
- [5] Euromonitor International, «Carbonates in Ecuador,» Category: Soft drinks, Retrieved from Passport GMID database, 2020.
- [6] INEC, «Dirección de Estadísticas Económicas,» Jacqueline Imbaquingo, 2020.
- [7] AIBE, «Asociación de Industrias de Bebidas No Alcohólicas del Ecuador,» 2018. [En línea]. Available: [https://www.aibe.ec/wp-content/uploads/2019/05/AIBE\\_HUELLAECONOMICA\\_03Abril-1.pdf](https://www.aibe.ec/wp-content/uploads/2019/05/AIBE_HUELLAECONOMICA_03Abril-1.pdf). [Último acceso: 11 11 2021].
- [8] D. Carrillo, «Universidad Andina Simón Bolívar,» [En línea]. Available: <https://www.uasb.edu.ec/observatorio-pyme/wp-content/uploads/sites/6/2021/04/ALIMENTOS-1.pdf>. [Último acceso: 11 11 2021].
- [9] E. Ramírez, V. Chud y J. Orejuela, «Propuesta metodológica multicriterio para la distribución semicontinua de plantas,» *Konrad Lorenz*, vol. 10, n° 23, pp. 1-14, 2019.
- [10] E. Centeno y G. Núñez, «Propuesta de distribución del almacén de la empresa Maquinarias para la mejora en el almacenamiento de los repuestos,» Lima, 2020.
- [11] A. Saldaña, «Aplicación de la metodología SLP y su efecto en la productividad del molino agroindustrial San Francisco,» Chepén, 2020.

- [12] M. Khan y S. Gwee, «Plant layout improvements to a medium volume manufacturing system using systematic techniques to form just in time manufacturing cells,» *Sage Journals*, vol. 211, n° 2, pp. 109-124.
- [13] M. Leung, R. Quintana y A. Chen, «A paradigm for Group Technology cellular layout planning in JIT,» *International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management IEEE*, pp. 1174-1178.
- [14] D. Banerjee, M. Syal y M. Hastak, «Material flow-based facility layout analysis for assembly lines,» *Journal of Architectural Engineering*, vol. 12, pp. 196-206, 2019.
- [15] J. Mhlanga y A. Pradhan, «Productivity Improvement at a Soft Drink Manufacturing Company,» *IEOM*, pp. 10-12, 2020.
- [16] W. Rivera, «Análisis e implementación del sistema ABC en el inventario agrícola de una planta de producción de alcohol,» *USC*, pp. 2-3, 2019.
- [17] P. Quesado y R. Silva, «Activity-Based Costing (ABC) and its implication for open innovation,» *Journal of Open Innovation*, vol. 7, n° 41, pp. 1-5, 2021.
- [18] M. Klain, *Cursogramas, modelos, técnicas y casos*, 2019.
- [19] G. Baca Urbina, *Evaluación de proyectos*, Mc Graw Hill, 2018.
- [20] J. Cruelles, *Ingeniería Industrial*, Alfaomega, 2020.
- [21] L. Palacios Acero, *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*, Ecoe ediciones, 2009.
- [22] A. Escalante, *Métodos y tiempos con manufactura ágil*, Alfaomega, 2019.
- [23] J. Currelles, *Mejora de métodos y tiempos de fabricación*, Marcombo, 2020.
- [24] I. Escalona, *Balanceo de líneas y tiempo estándar*, El Cid, 2019.
- [25] R. Lázaro, A. Maldonado, M. Escobedo y J. Riva, «Técnicas utilizadas para el estudio de tiempos: un análisis comparativo,» *CULCyT*, vol. 2, n° 11, pp. 1-10.
- [26] N. Tejada, V. Soler y A. Pérez, «Methodology of study of time and movement; introduction to the GSD,» *3C Empresa*, vol. 39, n° 49, pp. 1-11.
- [27] E. Krick, *Ingeniería de Métodos*, Limusa, 2000.
- [28] J. Vallhonrat y A. Corominas, *Localización, distribución en planta y manutención*, Productica, 2019.

- [29] R. Muther, *Practical Plant Layout*, Mc Graw Hill, 2008.
- [30] B. Díaz, *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*, Lima: Fondo, 2021.
- [31] D. Pinchuk, *Diseño de un layout de planta*, Buenos Aires: CEMA, 2020.
- [32] J. Platas, *Planeación, diseño y layout de instalaciones*, Patria, 2019.
- [33] A. Kumar, *Operations Management*, New Age International, 2020.
- [34] R. Vaughn, *Introducción a la ingeniería industrial*, Reverté, 2021.
- [35] CCPS, *Guidelines for siting and layout of facilities*, John Wiley & Sons, 2021.
- [36] K. Aswathappa, *Production and Operations Management*, Global Media, 2019.
- [37] R. Chase y R. Jacobs, *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*, MC Graw Hill, 2014.
- [38] J. Birchfield, *Design and layout facilities*, Wiley, 2019.
- [39] R. Carro, *Localización de instalaciones*, Platinum, 2020.
- [40] Google, «Google Maps, dirección de Embasodas,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/maps/5XTrxgD724Jdmiub9>. [Último acceso: 2022].
- [41] D. I. H. Suárez, «Indicadores de rentabilidad: herramientas para la toma de decisiones financieras,» *RCS*, vol. 14, n° 1, pp. 88-109.
- [42] R. Schroeder, S. Meyer y J. Rungtusanatham, *Administración de operaciones: conceptos y casos contemporáneos*, Mc Graw Hill, 2019.
- [43] J. Hanke y A. Reitsch, *Pronósticos en los negocios*, Prentice Hall, 2006.



## Anexos

**Anexo 1:** Registros históricos de la demanda mensual de productos

Producto	2021									2022		
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Nobell Punch Naranja 355ml	73	75	74	76	67	68	74	76	71	71	72	69
Nobell Punch Naranja 2l	63	65	63	65	58	58	63	65	61	61	62	59
La Otra Gold 355ml	125	129	127	131	116	116	127	131	122	122	123	119
La Otra Gold 3l	313	323	316	326	289	290	317	327	304	305	309	297
Pop Piña 355ml	626	645	633	653	578	581	635	653	608	609	617	595
Pop Piña 1300ml	250	258	253	261	231	232	254	261	243	244	247	238
Pop Piña 3l	375	387	380	392	347	348	381	392	365	365	370	357
Pop Mora 355ml	3004	2856	3037	2962	2775	2788	3046	3135	2917	2923	3132	3097
Pop Mora 1300ml	188	194	190	196	173	174	190	196	182	183	185	178
Pop Mora 3l	1413	1648	1316	1322	1514	1552	1330	1468	1535	1646	1416	1664
La Otra Manzana 355ml	605	624	612	631	559	561	613	631	588	589	597	575
La Otra Manzana 1300ml	188	194	190	196	173	174	190	196	182	183	185	178
La Otra Manzana 3l	1997	2024	2000	1988	2295	2166	2130	1961	2239	2193	2146	2207
La Otra Limón 355ml	1043	1076	1055	1088	964	968	1058	1089	1013	1015	1029	992
La Otra Limón 1300ml	167	172	169	174	154	155	169	174	162	162	165	159
La Otra Limón 3l	860	601	528	559	686	695	745	596	645	782	576	838
La Otra Naranja 355ml	3755	3872	3796	3569	3469	3485	3807	3654	3647	3915	3703	3919
La Otra Naranja 1300ml	146	151	148	152	135	136	148	152	142	142	144	139
La Otra Naranja 3l	832	863	867	979	970	852	951	886	862	995	974	996

**Anexo 1:** Registros históricos de la demanda mensual de productos (Continuación)

Producto	2021									2022		
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
La Otra Piña 355ml	3484	3312	3522	3435	3218	3233	3532	3636	3383	3390	3592	3632
La Otra Piña 1300ml	271	280	274	283	251	252	275	283	263	264	267	258
La Otra Piña 3l	772	796	780	734	713	716	783	751	750	805	761	805
La Otra Fresa 355ml	2649	2732	2678	2762	2447	2459	2686	2765	2573	2578	2612	2518
La Otra Fresa 1300ml	292	301	295	305	270	271	296	305	284	284	288	278
La Otra Fresa 3l	542	559	548	516	501	503	550	528	527	566	535	566
La Otra Kola Negra 355ml	1898	1957	1919	1979	1754	1762	1925	1981	1844	1847	1872	1805
La Otra Kola Negra 1300ml	209	215	211	218	193	194	212	218	203	203	206	198
La Otra Kola Negra 3l	1000	1089	1007	1080	1265	1213	1131	1124	1174	1278	1201	1288

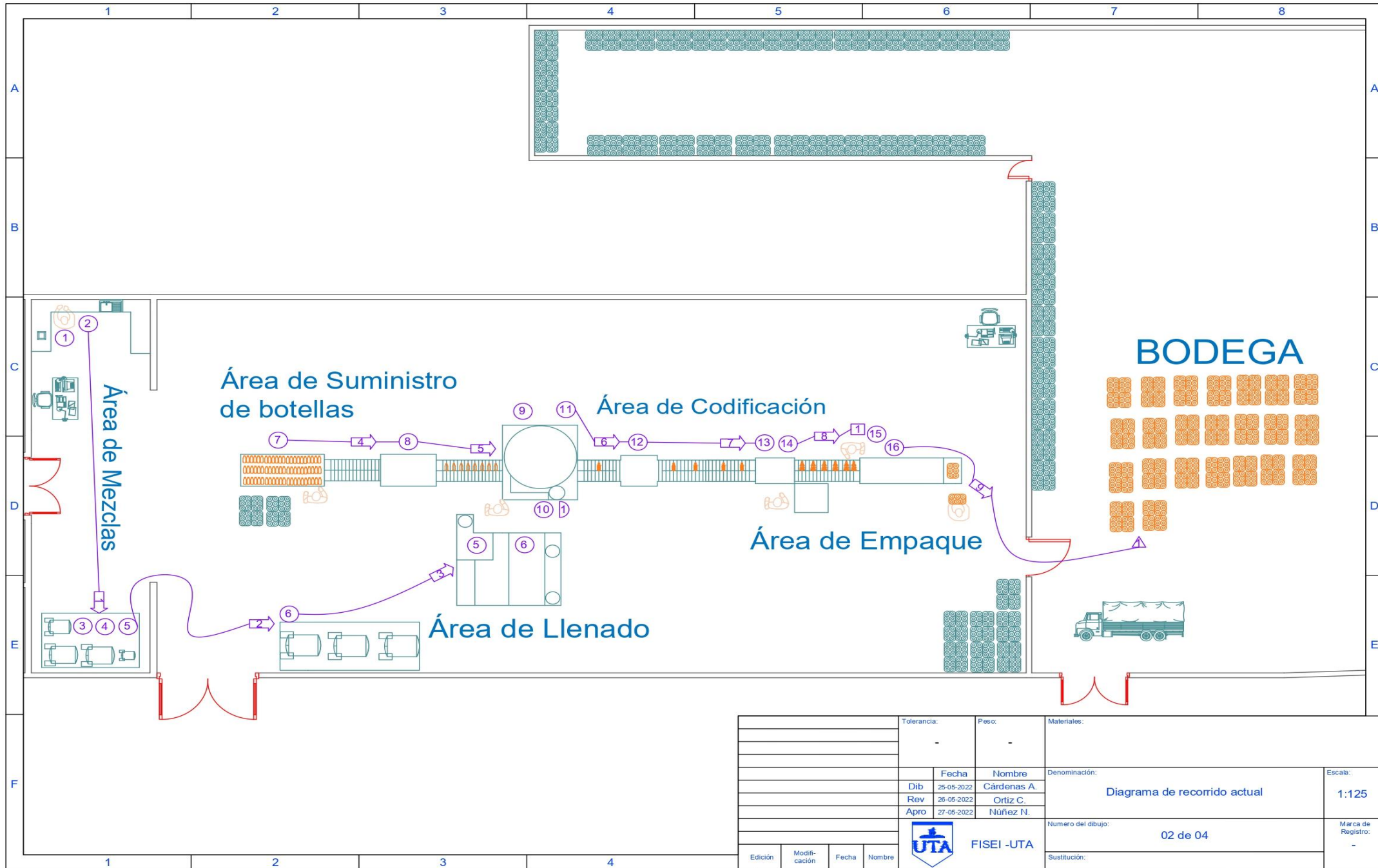
**Anexo 2:** Registros históricos de la demanda semanal de Marzo 2022

Producto	Marzo 2022				
	Semana 1 1 Mar – 4 Mar	Semana 2 7 Mar – 11 Mar	Semana 3 14 Mar – 18 Mar	Semana 4 21 Mar – 25 Mar	Semana 5 28 Mar – 31 Mar
Nobell Punch Naranja 355ml	17	21	22	26	-
Nobell Punch Naranja 2l	27	17	-	21	-
La Otra Gold 355ml	20	26	41	42	-
La Otra Gold 3l	75	67	86	96	-
Pop Piña 355ml	175	148	166	158	-
Pop Piña 1300ml	92	52	56	59	-
Pop Piña 3l	94	99	91	104	-
Pop Mora 355ml	781	783	783	761	-
Pop Mora 1300ml	55	43	47	49	-
Pop Mora 3l	380	371	369	372	-
La Otra Manzana 355ml	-	156	153	162	155
La Otra Manzana 1300ml	-	35	34	51	52
La Otra Manzana 3l	-	540	546	564	557
La Otra Limón 355ml	289	257	257	276	-
La Otra Limón 1300ml	60	35	36	42	-
La Otra Limón 3l	141	163	163	167	-
La Otra Naranja 355ml	-	963	957	974	990
La Otra Naranja 1300ml	-	31	45	50	25
La Otra Naranja 3l	-	195	199	203	232

**Anexo 2:** Registros históricos de la demanda semanal de Marzo 2022 (Continuación)

Producto	Marzo 2022				
	Semana 1 1 Mar – 4 Mar	Semana 2 7 Mar – 11 Mar	Semana 3 14 Mar – 18 Mar	Semana 4 21 Mar – 25 Mar	Semana 5 28 Mar – 31 Mar
La Otra Piña 355ml	1186	1213	1215	-	-
La Otra Piña 1300ml	82	82	117	-	-
La Otra Piña 3l	273	261	264	-	-
La Otra Fresa 355ml	714	671	672	684	-
La Otra Fresa 1300ml	67	72	73	90	-
La Otra Fresa 3l	126	141	139	155	-
La Otra Kola Negra 355ml	-	498	496	499	471
La Otra Kola Negra 1300ml	-	56	42	64	42
La Otra Kola Negra 3l	-	297	294	320	298

Anexo 3: Diagrama de recorrido actual



#### Anexo 4: Estudio de métodos del trabajo

#### Operación de prerrequisito: Elaboración del jarabe

Descripción de actividades	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Mezclas
Operación	Elaboración del jarabe
Máquina	Balanza, tanques de acero inoxidable, chiller, carbonatador
Entrada	Compuestos e ingredientes químicos
Salida	Jarabe terminado carbonatado
Nomenclatura	Actividades
A	Pesar ingredientes
B	Crear mezcla
C	Llevar la mezcla a los tanques
D	Llenar los tanques con agua tratada
E	Agregar la mezcla para elaborar el jarabe simple
F	Realizar el proceso de agitación de los tanques
G	Filtrar impurezas y sólidos
H	Transportar a los tanques de jarabe terminado
I	Elaborar el jarabe terminado
J	Agregar la proporción adecuada de agua tratada
K	Realizar el proceso de agitación de los tanques
L	Transportar el jarabe terminado al chiller
M	Enfriar el jarabe terminado
N	Carbonatar el jarabe terminado

Estudio de tiempos											
Producto:	La Otra manzana 3 litros				Estudio					01	
Operación:	Elaboración del jarabe				Operario 1					Hombre	
Unidades:	segundos				Observado por					Andrés Cárdenas	
Act.	Ciclos								X	FA	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8			
A	245.65	246.71	247.93	249.45	244.94	248.42	244.08	246.45	246.7	1.11	273.84
B	36.83	33.93	34.37	34.68	32.58	35.63	32.34	35.44	34.47		38.26
C	7.22	7.76	7.98	7.82	6.93	7.95	7.89	7.66	7.65		8.49
D	382.33	371.15	371.52	381.84	368.23	390.4	357.52	368.82	373.98		415.12
E	25.29	29.29	33.35	23.58	31.89	24.44	27.53	27.18	27.82		30.88
F	228.17	224.04	228.56	244.94	225.65	243.89	232.16	237.29	233.09		258.73
G	128.68	142.43	140.78	113.18	130.27	121.27	109.19	128.51	126.79		140.74
H	121.55	123.01	115.03	115.41	124.06	117.75	118.41	123.92	119.89		133.08
I	86.93	80.66	84.73	87.85	88.9	86.9	82.36	87.72	85.76		95.19
J	55.2	51.91	54.33	52.72	53.6	54.91	56.17	49.95	53.6		59.50
K	65.43	64.85	71.88	69.5	71.28	64.23	66.67	70.28	68.01		75.49
L	93.15	90.49	92.84	98.8	97.76	88.13	95.74	90.96	93.48		103.76
M	268.48	277.22	269.48	275.5	270.32	268.95	269.05	272.91	271.49		301.35
N	139.36	137.63	127.72	149.31	148.62	131.02	131.21	129.58	136.8		151.85
X = Tiempo promedio FA = Factor de actuación TN = Tiempo normal									TN total (s/jarabe) TN total (min/jarabe)		2086.28 34.77

<b>Suplementos</b>		
	Hombre	Mujer
Tipo	Denominación	Valor
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	0
	Uso de fuerza	0
	Iluminación	0
	Concentración intensa	0
	Tensión mental	1
	Monotonía	1
	Tedio	0
	Postura	0
Condiciones atmosféricas	0	
<b>Total</b>		<b>12%</b>
<b>Tiempo estándar</b>		
$T_s = TN (1+S)$		
$T_s = 34.77 (1+0.12)$		
<b><math>T_s = 38.94 \text{ min/jarabe}</math></b>		



### Operación 01: Acomodar botellas

Descripción de actividades	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Suministro de botellas
Operación	Acomodar botellas
Máquina	-
Entrada	Botellas vacías empacadas
Salida	Botellas acomodadas
Nomenclatura	Actividades de preparación
1	Transportar empaques de botellas vacías de la bodega
2	Apilar paquetes de botellas en el área de producción
3	Transportar empaques de botellas vacías al puesto de trabajo
4	Apilar paquetes de botellas vacías alrededor del puesto de trabajo
Nomenclatura	Actividades
A	Desempacar botellas vacías
B	Colocar las botellas en la mesa

Estudio de tiempos																		
Producto:	La Otra manzana 3 litros								Estudio						02			
Operación:	Acomodar botellas								Operaria 2						Mujer			
Unidades:	segundos								Observado por						Andrés Cárdenas			
Act.	Ciclos															X	FA	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
A	2.91	3.26	2.94	4.12	2.51	3.49	2.83	3.17	3.60	3.23	3.52	4.18	2.60	3.50	3.31	3.28	1.13	3.70
B	3.50	3.13	3.10	2.80	2.78	3.34	2.67	3.14	3.35	2.85	3.10	3.11	2.99	3.21	3.00	3.07		3.47
X = Tiempo promedio FA = Factor de actuación TN = Tiempo normal												<b>TN total (s/media docena)</b>			<b>7.17</b>			

<b>Suplementos</b>		
	Hombre	Mujer
Tipo	Denominación	Valor
Constantes	Necesidades personales	7
	Fatiga	4
Variables	Trabajo de pie	4
	Ruido	0
	Uso de fuerza	0
	Iluminación	0
	Concentración intensa	0
	Tensión mental	0
	Monotonía	4
	Tedio	1
	Postura	1
Condiciones atmosféricas	0	
<b>Total</b>		<b>21%</b>
<b>Tiempo estándar</b>		
$T_s = TN (1+S)$		
$T_s = 7.17 (1+0.21)$		
<b><math>T_s = 8.68</math> s/media docena</b>		

## Operación 02: Enjuague de botellas

Descripción de actividades	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Suministro de botellas
Operación	Enjuague de botellas
Máquina	Lavadora de botellas PET
Entrada	Botellas vacías sin limpiar
Salida	Botellas vacías higienizadas
Nomenclatura	Actividades
A	Transporte a la zona de enjuague
B	Enjuagar botellas

Estudio de tiempos																		
Producto:	La Otra manzana 3 litros								Estudio							03		
Operación:	Enjuague de botellas								Operaria 2							Mujer		
Unidades:	segundos								Observado por							Andrés Cárdenas		
Act.	Ciclos															X	FA	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
A	3.19	3.04	3.19	3.46	3.25	3.25	3.06	3.10	3.08	3.29	3.17	3.11	3.18	3.27	3.39	3.20	1.13	3.62
B	10.31	10.79	10.78	9.49	9.39	9.82	9.32	10.67	11.02	9.66	9.49	9.34	9.46	10.71	9.48	9.98		11.28
X = Tiempo promedio FA = Factor de actuación TN = Tiempo normal												<b>TN total (s/media docena)</b>		<b>14.9</b>				

<b>Suplementos</b>		
	Hombre	Mujer
Tipo	Denominación	Valor
Constantes	Necesidades personales	7
	Fatiga	4
Variables	Trabajo de pie	4
	Ruido	0
	Uso de fuerza	0
	Iluminación	0
	Concentración intensa	0
	Tensión mental	0
	Monotonía	4
	Tedio	1
	Postura	0
Condiciones atmosféricas	0	
<b>Total</b>		<b>20%</b>
<b>Tiempo estándar</b>		
$T_s = TN (1+S)$		
$T_s = 14.9 (1+0.2)$		
<b><math>T_s = 17.88</math> s/media docena</b>		

### Operación 03: Llenado de botellas

Descripción de actividades	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Llenado
Operación	Llenado de botellas
Máquina	Carbonatadora y llenadora
Entrada	Botellas vacías higienizadas
Salida	Botellas llenas con el producto
Nomenclatura	Actividades de preparación
1	Limpieza de tanques de jarabe terminado
Nomenclatura	Actividades
A	Transporte a la zona de llenado
B	Sujeción de las botellas
C	Llenado de botella 1
D	Giro de tambor
E	Llenado de botella 2
F	Giro de tambor
G	Llenado de botella 3
H	Giro de tambor
I	Llenado de botella 4
J	Giro de tambor
K	Llenado de botella 5
L	Giro de tambor
M	Llenado de botella 6

Estudio de tiempos																		
Producto:	La Otra manzana 3 litros							Estudio							04			
Operación:	Llenado de botellas							Operario 3							Hombre			
Unidades:	segundos							Observado por							Andrés Cárdenas			
Act.	Ciclos															X	FA	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
A	3.81	3.18	3.89	3.25	3.44	3.73	3.87	3.55	3.69	3.04	3.08	3.73	3.49	3.46	3.24	3.50	1.25	4.37
B	4.07	4.12	5.49	5.00	4.08	4.71	5.70	5.71	6.06	4.42	4.15	4.83	5.49	6.04	5.88	5.05		6.31
C	3.69	2.91	3.58	2.94	3.32	3.46	3.90	3.12	3.19	2.99	3.46	3.66	4.04	3.27	3.54	3.40		4.25
D	1.04	0.78	0.89	0.93	0.85	0.99	0.77	0.76	0.71	0.87	0.98	0.79	0.87	0.95	1.02	0.88		1.10
E	3.21	3.79	3.75	3.17	3.59	3.87	3.64	3.34	3.33	3.75	3.04	3.19	3.26	3.98	2.99	3.46		4.33
F	0.91	0.80	0.79	0.98	0.89	0.95	0.95	0.80	1.02	1.04	0.74	0.88	0.93	0.99	0.90	0.91		1.13
G	3.68	2.76	3.52	3.08	3.50	3.81	3.62	3.23	3.55	3.56	3.95	3.80	3.56	4.00	3.04	3.51		4.39
H	0.83	0.85	0.79	0.92	0.69	0.88	0.96	0.82	0.93	0.82	1.05	0.87	0.82	1.05	0.82	0.87		1.09
I	3.78	2.98	4.05	3.89	3.06	3.31	3.68	4.03	3.07	3.05	3.45	2.98	3.02	3.99	3.85	3.48		4.35
J	0.82	0.78	0.76	0.88	0.96	0.72	0.85	0.87	0.98	0.70	0.71	0.92	0.89	0.71	0.71	0.82		1.02
K	3.05	3.71	2.89	3.39	3.82	3.28	3.73	3.78	3.21	3.67	2.82	3.13	3.93	3.54	3.09	3.40		4.25
L	0.85	0.91	0.91	1.00	1.03	0.90	0.91	1.00	0.70	0.69	0.97	0.79	0.98	0.75	0.95	0.89		1.11
M	3.08	3.33	3.23	2.76	3.18	2.96	3.66	3.76	3.54	3.95	3.89	2.98	3.94	3.81	3.70	3.45		4.31
X = Tiempo promedio FA = Factor de actuación TN = Tiempo normal													<b>TN total (s/media docena)</b>			<b>42.01</b>		



<b>Suplementos</b>		
	Hombre	Mujer
Tipo	Denominación	Valor
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	2
	Uso de fuerza	0
	Iluminación	0
	Concentración intensa	0
	Tensión mental	0
	Monotonía	4
	Tedio	0
	Postura	0
Condiciones atmosféricas	0	
<b>Total</b>		<b>17%</b>
<b>Tiempo estándar</b>		
$T_s = TN (1+S)$		
$T_s = 42.01 (1+0.17)$		
<b><math>T_s = 49.17</math> s/media docena</b>		

#### Operación 04: Tapado de botellas

Descripción de actividades	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Llenado
Operación	Tapado de botellas
Máquina	Tapadora
Entrada	Botellas llenas con el producto
Salida	Botellas tapadas
Nomenclatura	Actividades de preparación
1	Transportar fundas de tapas de la bodega al área de trabajo
2	Apilar fundas de tapas alrededor del puesto de trabajo
3	Abrir las fundas de tapas
Nomenclatura	Actividades
A	Agarrar tapas del empaque
B	Colocar tapas en la encapsuladora
C	Descenso de las tapas a las botellas
D	Enroscado de las botellas

Estudio de tiempos																		
Producto:	La Otra manzana 3 litros							Estudio							05			
Operación:	Tapado de botellas							Operario 3							Hombre			
Unidades:	segundos							Observado por							Andrés Cárdenas			
Act.	Ciclos															X	FA	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
A	1.44	1.05	1.24	1.42	0.89	0.91	1.30	1.16	1.51	1.21	0.93	1.15	1.42	1.00	1.30	1.20	1.25	1.49
B	3.34	3.13	3.61	3.16	3.27	3.18	3.08	3.10	3.53	3.43	3.14	3.50	3.51	3.31	3.83	3.34		4.18
C	12.87	12.50	13.11	12.31	11.97	12.93	11.89	12.66	12.04	12.10	12.73	13.20	12.31	12.26	12.68	12.50		15.63
D	13.29	12.41	13.79	12.73	13.57	13.03	12.31	12.37	13.45	12.68	13.64	12.32	12.23	12.17	12.76	12.85		16.06
X = Tiempo promedio FA = Factor de actuación TN = Tiempo normal													<b>TN total  (s/media  docena)</b>			<b>37.36</b>		

<b>Suplementos</b>		
	Hombre	Mujer
Tipo	Denominación	Valor
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	2
	Uso de fuerza	0
	Iluminación	0
	Concentración intensa	0
	Tensión mental	0
	Monotonía	4
	Tedio	0
	Postura	0
Condiciones atmosféricas	0	
<b>Total</b>		<b>17%</b>
<b>Tiempo estándar</b>		
$T_s = TN (1+S)$		
$T_s = 37.36 (1+0.17)$		
<b><math>T_s = 43.71</math> s/media docena</b>		

### Operación 05: Secado de botellas

Descripción de actividades	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Secado
Operación	Secado de botellas
Máquina	Horno de secado
Entrada	Botellas selladas con líquido derramado
Salida	Botellas selladas secas
Nomenclatura	Actividades
A	Transporte al horno de secado
B	Secar botellas

Estudio de tiempos																		
Producto:	La Otra manzana 3 litros								Estudio							06		
Operación:	Secado de botellas								Operario 4							Hombre		
Unidades:	segundos								Observado por							Andrés Cárdenas		
Act.	Ciclos															X	FA	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
A	3.13	3.02	3.51	2.95	3.57	3.38	3.09	3.00	3.09	3.56	3.18	3.25	2.94	3.17	3.26	3.21	1.19	3.82
B	9.21	9.26	10.63	10.14	10.72	9.24	9.91	9.29	9.73	10.62	10.30	9.06	9.02	10.40	9.63	9.81		11.67
X = Tiempo promedio FA = Factor de actuación TN = Tiempo normal													<b>TN total (s/media docena)</b>		<b>15.49</b>			

<b>Suplementos</b>		
	Hombre	Mujer
Tipo	Denominación	Valor
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	0
	Uso de fuerza	0
	Iluminación	0
	Concentración intensa	0
	Tensión mental	0
	Monotonía	4
	Tedio	0
	Postura	0
Condiciones atmosféricas	0	
<b>Total</b>		<b>15%</b>
<b>Tiempo estándar</b>		
$T_s = TN (1+S)$		
$T_s = 15.49 (1+0.15)$		
<b><math>T_s = 17.81</math> s/media docena</b>		

## Operación 06: Codificación

Descripción de actividades	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Codificación
Operación	Etiquetado y codificación
Máquina	Etiquetadora y codificadora
Entrada	Botellas sin etiqueta y codificación
Salida	Botellas etiquetadas y codificadas
Nomenclatura	Actividades de preparación
1	Rellenar el depósito de pega de la etiquetadora
2	Elevar la temperatura del depósito de pega
3	Colocar la cinta de etiquetas en la etiquetadora
4	Configurar los parámetros de codificación en la codificadora
Nomenclatura	Actividades
A	Transporte a la zona de codificación
B	Colocar pega en las botellas
C	Pegar la etiqueta en las botellas
D	Imprimir la codificación en las botellas



Estudio de tiempos																		
Producto:	La Otra manzana 3 litros							Estudio							07			
Operación:	Codificación							Operario 4							Hombre			
Unidades:	segundos							Observado por							Andrés Cárdenas			
Act.	Ciclos															X	FA	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
A	3.57	3.95	3.62	3.28	3.02	3.22	3.65	3.91	3.87	3.76	3.85	3.26	3.99	3.83	3.68	3.63	1.19	4.32
B	12.87	12.59	13.78	12.85	12.47	11.14	12.06	12.06	11.88	12.34	13.16	11.00	11.68	11.68	11.02	12.17		14.48
C	10.58	10.40	12.47	10.31	10.02	11.44	10.77	11.77	10.18	10.05	11.19	10.49	11.24	10.27	10.82	10.80		12.85
D	7.40	6.69	6.68	6.95	6.55	6.33	6.94	7.08	6.23	6.94	7.18	7.28	6.25	6.97	6.76	6.82		8.11
X = Tiempo promedio FA = Factor de actuación TN = Tiempo normal												<b>TN total (s/media docena)</b>			<b>39.76</b>			

<b>Suplementos</b>		
	Hombre	Mujer
Tipo	Denominación	Valor
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	0
	Uso de fuerza	0
	Iluminación	0
	Concentración intensa	0
	Tensión mental	0
	Monotonía	4
	Tedio	0
	Postura	0
Condiciones atmosféricas	0	
<b>Total</b>		<b>15%</b>
<b>Tiempo estándar</b>		
$T_s = TN (1+S)$		
$T_s = 39.76 (1+0.15)$		
<b><math>T_s = 45.73</math> s/media docena</b>		

### Operación 07: Empaque del producto

Descripción de actividades	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Empaque
Operación	Empaque del producto terminado
Máquina	Horno termoencogible
Entrada	Botellas individuales etiquetadas y codificadas
Salida	Botellas empacadas con plástico termoencogible
Nomenclatura	Actividades
1	Rellenar el depósito de plástico termoencogible
Nomenclatura	Actividades
A	Transporte a la zona de empaque
B	Control de calidad
C	Armar paquete con plástico termoencogible
D	Empacar con el horno termoencogible
E	Cortar sobrantes de plástico

Estudio de tiempos																		
Producto:	La Otra manzana 3 litros							Estudio							08			
Operación:	Empaque del producto terminado							Operario 5							Hombre			
Unidades:	segundos							Observado por							Andrés Cárdenas			
Act.	Ciclos															X	FA	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
A	3.52	3.76	4.45	3.38	3.11	3.64	3.43	3.61	3.12	3.25	3.91	3.54	3.13	4.02	3.88	3.58	1.11	3.98
B	5.79	5.16	5.83	4.56	4.58	5.70	4.99	4.69	5.51	5.46	4.69	4.09	5.90	5.36	5.78	5.21		5.78
C	7.86	8.40	9.35	7.85	8.95	9.65	8.01	8.47	8.88	7.88	9.19	9.46	8.31	8.54	9.43	8.68		9.64
D	11.65	11.87	11.14	11.49	11.33	11.44	10.91	11.73	12.41	12.03	10.84	11.02	12.28	11.28	11.30	11.52		12.78
E	7.71	7.69	7.73	7.55	7.14	7.68	7.31	7.98	7.21	7.16	7.39	7.26	7.91	7.71	7.03	7.50		8.32
X = Tiempo promedio FA = Factor de actuación TN = Tiempo normal												<b>TN total (s/media docena)</b>			<b>40.5</b>			

<b>Suplementos</b>		
	Hombre	Mujer
Tipo	Denominación	Valor
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	0
	Uso de fuerza	0
	Iluminación	0
	Concentración intensa	0
	Tensión mental	0
	Monotonía	4
	Tedio	0
	Postura	0
Condiciones atmosféricas	0	
<b>Total</b>		<b>15%</b>
<b>Tiempo estándar</b>		
$T_s = TN (1+S)$		
$T_s = 40.5 (1+0.15)$		
<b><math>T_s = 46.57</math> s/media docena</b>		

### Operación 08: Almacenamiento del producto

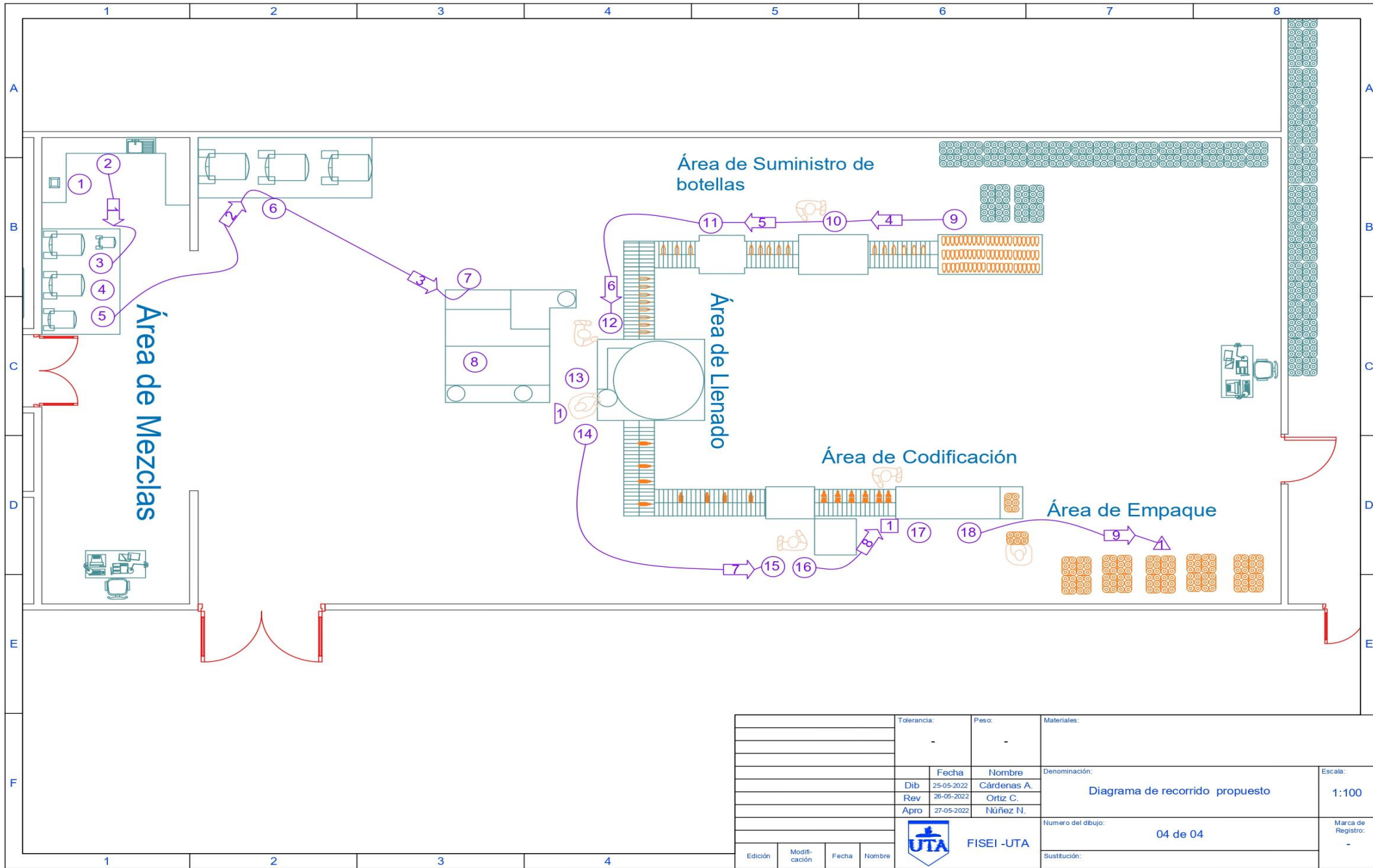
Descripción de actividades	
Producto	“La Otra” sabor manzana de 3 litros
Área	Almacenamiento
Operación	Almacenamiento y registro
Máquina	-
Entrada	Producto final empacado
Salida	Producto final almacenado y registrado
Nomenclatura	Actividades
A	Transporte a la bodega
B	Apilar producto
C	Transporte al escritorio
D	Registro de producto terminado y pérdidas

Estudio de tiempos																		
Producto:	La Otra manzana 3 litros							Estudio							09			
Operación:	Almacenamiento y registro							Operario 6							Hombre			
Unidades:	segundos							Observado por							Andrés Cárdenas			
Act.	Ciclos															X	FA	TN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
A	8.7	8	9.23	9.09	9.19	8.77	9.42	8.92	9.36	8.28	8.45	9.26	8.8	9.37	8.76	8.91	1.11	9.89
B	2.71	2.43	1.72	2.07	3.46	2.75	1.5	3	2.38	1.65	2.18	2.05	2.6	2.32	2.42	2.35		2.61
C	8.56	8.24	7.26	8.67	8.92	7.19	8.15	8.4	7.23	7.26	7.03	8.34	7.95	7.6	7.85	7.91		8.78
D	3.24	3.69	3.63	3.37	2.64	2.68	3.78	3.58	2.8	3.03	3.7	2.9	3.48	3.1	3.93	3.3		3.66
X = Tiempo promedio FA = Factor de actuación TN = Tiempo normal													<b>TN total  (s/media  docena)</b>			<b>24.94</b>		

<b>Suplementos</b>		
	Hombre	Mujer
Tipo	Denominación	Valor
Constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	0
	Uso de fuerza	0
	Iluminación	0
	Concentración intensa	0
	Tensión mental	0
	Monotonía	4
	Tedio	0
	Postura	0
Condiciones atmosféricas	0	
<b>Total</b>		<b>15%</b>
<b>Tiempo estándar</b>		
$T_s = TN (1+S)$		
$T_s = 24.94 (1+0.15)$		
<b><math>T_s = 28.68</math> s/media docena</b>		



Anexo 5: Diagrama de recorrido propuesto



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:		
				-	-			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dib 25-05-2022	Cárdenas A.	Diagrama de recorrido propuesto		1:100
				Rev 26-05-2022	Ortiz C.			
				Apro 27-05-2022	Núñez N.			
				 FISEI -UTA		Numero del dibujo:	Marca de Registro:	
Edición	Modifi- cación	Fecha	Nombre			04 de 04	-	
						Sustitución:		

**Anexo 6:** Proyección de la demanda semanal de Abril 2022

Producto	Proyección de la demanda semanal			
	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8
Nobell Punch Naranja 355ml	29	32	35	37
Nobell Punch Naranja 2l	13	10	7	4
La Otra Gold 355ml	53	61	69	77
La Otra Gold 3l	102	110	118	127
Pop Piña 355ml	154	151	147	144
Pop Piña 1300ml	41	32	22	13
Pop Piña 3l	103	105	107	110
Pop Mora 355ml	762	756	750	744
Pop Mora 1300ml	45	44	43	41
Pop Mora 3l	367	364	362	359
La Otra Manzana 355ml	158	159	160	160
La Otra Manzana 1300ml	60	67	74	81
La Otra Manzana 3l	569	576	583	590
La Otra Limón 355ml	260	257	253	249
La Otra Limón 1300ml	30	25	20	15
La Otra Limón 3l	178	186	194	202
La Otra Naranja 355ml	996	1006	1016	1025
La Otra Naranja 1300ml	35	34	32	31
La Otra Naranja 3l	236	248	259	271

**Anexo 6:** Proyección de la demanda semanal de Abril 2022 (Continuación)

Producto	Proyección de la demanda semanal			
	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8
La Otra Piña 355ml	1249	1263	1278	1292
La Otra Piña 1300ml	147	164	182	199
La Otra Piña 3l	253	248	244	239
La Otra Fresa 355ml	663	655	646	637
La Otra Fresa 1300ml	93	100	107	114
La Otra Fresa 3l	162	170	179	187
La Otra Kola Negra 355ml	472	464	456	449
La Otra Kola Negra 1300ml	46	44	42	40
La Otra Kola Negra 3l	310	313	316	319

**Anexo 7:** Proyección de la demanda para el próximo año

Producto	Proyección de la demanda anual en periodos mensuales											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Nobell Punch Naranja 355ml	71	70	70	70	70	69	69	69	68	68	68	68
Nobell Punch Naranja 2l	61	60	60	60	60	59	59	59	58	58	58	58
La Otra Gold 355ml	121	121	120	120	119	119	118	118	117	117	116	116
La Otra Gold 3l	302	301	300	299	297	296	295	294	293	291	290	289
Pop Piña 355ml	604	601	599	596	594	591	589	587	584	582	579	577
Pop Piña 1300ml	242	241	240	239	238	237	236	235	234	233	232	232
Pop Piña 3l	362	361	360	358	357	355	354	352	351	349	348	346
Pop Mora 355ml	3060	3073	3087	3100	3113	3127	3140	3154	3167	3180	3194	3207
Pop Mora 1300ml	181	180	180	179	178	177	176	176	175	174	173	172
Pop Mora 3l	1570	1583	1595	1608	1621	1634	1647	1660	1673	1686	1699	1711
La Otra Manzana 355ml	584	581	579	577	574	572	569	567	565	562	560	558
La Otra Manzana 1300ml	181	180	180	179	178	177	176	176	175	174	173	172
La Otra Manzana 3l	2226	2243	2261	2278	2295	2313	2330	2348	2365	2382	2400	2417
La Otra Limón 355ml	1006	1002	998	994	990	986	982	978	973	969	965	961
La Otra Limón 1300ml	161	161	160	159	159	158	158	157	156	156	155	154
La Otra Limón 3l	711	716	722	727	732	738	743	748	754	759	764	769
La Otra Naranja 355ml	3771	3779	3787	3796	3804	3812	3821	3829	3837	3846	3854	3862
La Otra Naranja 1300ml	141	141	140	139	139	138	138	137	137	136	135	135
La Otra Naranja 3l	987	997	1007	1018	1028	1038	1049	1059	1070	1080	1090	1101

**Anexo 7:** Proyección de la demanda para el próximo año (Continuación)

Producto	Proyección de la demanda anual en periodos mensuales											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
La Otra Piña 355ml	3551	3566	3582	3598	3614	3630	3645	3661	3677	3693	3709	3724
La Otra Piña 1300ml	262	261	260	259	257	256	255	254	253	252	251	250
La Otra Piña 3l	775	777	779	780	782	784	785	787	789	791	792	794
La Otra Fresa 355ml	2554	2544	2533	2523	2512	2502	2492	2481	2471	2460	2450	2439
La Otra Fresa 1300ml	282	281	280	279	278	277	275	274	273	272	271	270
La Otra Fresa 3l	545	547	548	549	550	552	553	554	555	557	558	559
La Otra Kola Negra 355ml	1831	1823	1816	1809	1801	1794	1786	1779	1771	1764	1757	1749
La Otra Kola Negra 1300ml	202	201	200	199	198	198	197	196	195	194	193	192
La Otra Kola Negra 3l	1292	1313	1334	1355	1376	1397	1419	1440	1461	1482	1503	1524

Anexo 8: Cotización de la propuesta



**Ecuapack**

Soluciones de maquinaria de la mejor calidad

Guayaquil, Parque California #1, km 11.5 Vía Daule, Bodega D-11  
 0997031343 / 2 6046711  
 Serviciocliente@ecuapack.com

**Proforma de Cotización**

N°: 4237  
 FECHA: 09/09/2022

FECHA DE EXPIRACIÓN: -

PARA Sr. Andrés Cárdenas  
 Nombre de la empresa: Ambasodas  
 Dirección postal: -  
 Ciudad y código postal: Salcedo  
 Teléfono: 0987997671  
 N.º de Id. del cliente: 0504187667

VENDEDOR	TRABAJO	CONDICIONES DE PAGO	FECHA DE VENCIMIENTO
Germán Godoy	Asesor de ventas	-	-

CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO POR UNIDAD	TOTAL DE LA LÍNEA
1	Botonera de mando Eaton Moeller	\$ 16.09	\$ 16.09
4	Bornes de conexión DIN	\$ 3.75	\$ 15.00
1	Cableado de mando	\$ 6.00	\$ 6.00
2	Acople de transportador de rodillos curvo 90°	\$ 850.00	\$ 1700.00
1	Manguera Food Beverage Master (50ft)	\$ 12.50	\$ 12.50
1	Contacto tripolar Nxc	\$ 22.60	\$ 22.60
-	Servicios de instalación	\$ 60.00	\$ 60.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1832.19</b>

Presupuesto elaborado por: Germán Godoy

Este es un presupuesto de los artículos indicados, sujeto a las condiciones que se indican a continuación:

La garantía de Ecuapack entra en vigor a partir de la fecha de compra que se detalla en la factura y solo cubre los gastos de reparación o sustitución del producto, quedan excluidos todos los gastos derivados del transporte, alimentación y hospedaje, en el caso que el cliente no pueda movilizar el equipo a las instalaciones de Ecuapack.

Para aceptar este presupuesto, firme aquí y envíelo de vuelta: \_\_\_\_\_

**¡GRACIAS POR SU CONFIANZA!**