

BALANCEO DE LINEA EN
INDUSTRIAS HACEB- PLANTA 1

JORGE ALEJANDRO ZAPATA ZAPATA

ASESOR TEMATICO

JOSE LEONARDO RAMIREZ ECHAVARRIA.

MAGISTER EN INGENIERIA AUTOMATICA

INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
TECNOLOGIA EN PRODUCCION INDUSTRIAL
FACULTAD DE PRODUCCION Y DISEÑO
MEDELLIN
2016

TABLA DE CONTENIDO

	Pagina
1 GLOSARIO	
2 INTRODUCCION.....	4
2.1 UBN (UNIDAD BÁSICA DE NEGOCIO) PUERAS.....	4
3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	5
4 OBJETIVOS.....	6
4.1 OBJETIVO GENERAL	6
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
5 JUSTIFICACIÓN	6
6 MARCO DE REFERENCIA	7
6.1 HACEB UNA EMPRESA MÁS COMPETITIVA	7
6.2 UNA MANUFACTURA MÁS COMPETITIVA	7
6.3 UBN PUERTAS.....	10
7 MARCO TEÓRICO	11
8 DISEÑO METODOLÓGICO.....	19
8.1 DIAGNOSTICO LÍNEAS UBN PUERTAS	19
8.2 VALIDACIÓN ABASTECIMIENTO KAMBAN	30
8.3 PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO KAMBAN	34
8.4 DICTAMEN SOBRECARGA DE MOVIMIENTOS	35
8.5 PROPUESTA DE BALANCEO FINAL	38
9 CONCLUSIONES	55
10 RESULTADOS	56
11 BIBLIOGRAFÍAS	57

1. GLOSARIO

EFICIENCIA: tiene su origen en el término latino eficiencia y refiere a la habilidad de contar con algo o alguien para obtener un resultado. El concepto también suele ser equiparado con el de fortaleza o el de acción. (Gerencia, 2015)

EFICACIA: es la capacidad de alcanzar el efecto que espera o se desea tras la realización de una acción. No debe confundirse este concepto con el de eficiencia. (Gerencia, 2015)

ESPUMADO: reacción química que se hace previamente por una máquina que al secar queda en forma de espuma y esta conserva el frío. (ZAPATA, 2016)

INYECCION PLASTICOS: en ingeniería, el moldeo por inyección es un proceso semi continuo que consiste en inyectar un polímero, cerámico o un metal. (ZAPATA, 2016)

LEAN MANUFACTURING: es un modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios. (Solution, 2016)

LINEA PRODUCTIVA PUERTAS: sección de la planta de refrigeración encargada de preparar y ensamblar las puertas de las neveras. (ZAPATA, 2016)

PLANTA 1; planta encargada de productos de refrigeración doméstica para la empresa industrias HACEB (ZAPATA, 2016)

PROTOCOLO DE KYOTO :es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), y los otros tres son gases industriales fluorados: hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). (NATIONAL, 2016)

PROTOCOLO DE MONTREAL: es un tratado internacional diseñado para proteger la capa de ozono reduciendo la producción y el consumo de numerosas sustancias que se ha estudiado que reaccionan con el ozono y se cree que son responsables del agotamiento de la capa de ozono. (Newtenberg, 2016)

UNB: unidad básica de negocios (lean manufacturing). Cada sección de la empresa tiene sus responsabilidades aparte de las otras se manejan como negocios independientes con sus clientes externos e internos, entrada de materia prima y salida de producto terminado. (ZAPATA, 2016)

2. INTRODUCCION

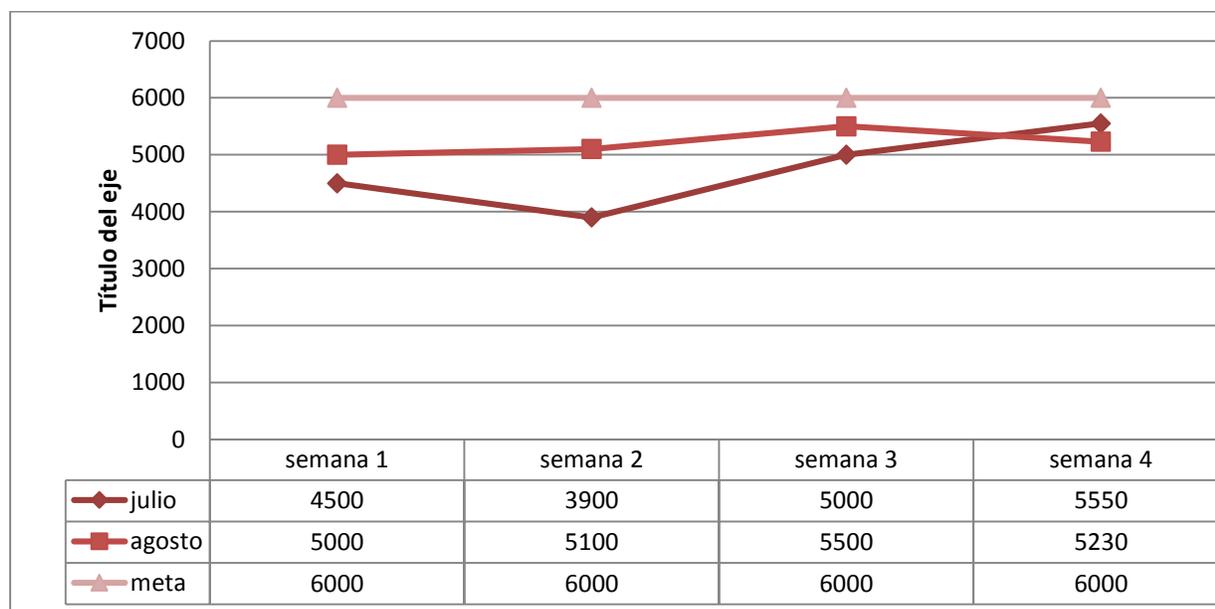
Industrias Haceb S.A es una compañía dedicada a la fabricación y comercialización de electrodomésticos y gasodomesticos, esta compañía se rige bajo un modelo de excelencia el cual tiene como lema “hacer las cosas bien desde la primera vez” teniendo en cuenta que toda la compañía se base en este modelo.

Planta 1 es la encargada de manufacturar los productos de la línea de refrigeración, cuenta con 8 unidades básicas de negocio.

2.1 UBN (UNIDAD BÁSICA DE NEGOCIO) PUERTAS

Es una de las unidades básicas de negocio ubicada en planta 1 refrigeración en industrias HACEB SA, es la encargada de fabricar las puertas para las neveras.

Gráfico 1 Producción Unidad Básica De Negocio (UBN) puertas julio-agosto



(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas

(htt)Como se observa en el grafico 2, están consignados 3 datos, las metas de producción, los datos de producción de julio de 2016 y agosto del 2016, observando en la tabla, todas las semanas están por debajo de las metas. La Unidad Básica de Negocio (UBN) de puertas está operando actualmente 80% y dejando de producir semanalmente en promedio 1000 unidades semanales

Cada línea de puertas debería de estar sacando 45 unidades/hora, actualmente en términos de producción las líneas están al 70%, dicho esto se ve afectada la planta. El componente no tiene

como dar respuesta a la capacidad de los clientes internos y esto ocasiona paros improductivos de la planta, en términos de tiempo son demasiados costosos, una hora de planta sin operaciones se están perdiendo alrededor de 40.000.000 millones de pesos, en mano de obra y maquinaria, estos retrasos en la producción acarrearán el no cumplimiento de las metas. En el mediano plazo pérdida de clientes importantes que necesitan agilidad en los pedidos, puede llegar hasta el punto de generar tantas pérdidas que se puede descapitalizar, en el campo del largo plazo si no se hace algo para corregir todos estos problemas podría llegar en la situación más extrema a la quiebra, debido a las pérdidas generadas, por estos errores no corregidos

Las líneas productivas de la Unidad Básica De Negocio Unidad Básica de Negocio (UBN) de puertas presentan almacenamiento de semielaborado por cuellos de botella, algunos puestos de trabajo están sobre cargados de operaciones, el abastecimiento de materia prima es muy ineficiente y el sentido de pertenencia de algunos de los operarios no es el indicado para manejar un semielaborado tan delicado como las puertas de las neveras.

Este trabajo se mostrará como debe ser la distribución de líneas en la Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas mostrando como se deben realizar las operaciones en cada estación de trabajo.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La planta de refrigeración en el complejo de industrias haceb planta 1 tiene como meta de producción 2100 neveras por día, esto equivale a 63000 neveras mensuales, esta necesidad se ve afectada por retrasos en la producción en la Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas, los niveles de entregas de producto terminado no satisfacen la necesidad de planta, ocasionando retrasos en la unidad básica de negocios ensamble, impactando negativamente las unidades empacadas día, esto genera retrasos en la oportunidad de la compañía con el cliente externo, generando retrasos en la efectividad del pedido.

3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo optimizar el balanceo de las líneas, para Hacerla más Eficientes y eficaz para lograr así llegar a las metas previamente establecidas?

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Balancear las líneas de la Unidad Básica de Negocios (UBN) puertas, para lograr alcanzar los niveles de producción requeridos.

4.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico que permita examinar el flujo de cada línea productiva de la Unidad Básica de Negocios (UBN) puertas
- Validar abastecimiento KAMBAN para determinar la correcta distribución de la materia prima en cada puesto de trabajo
- Proponer metodología de abastecimiento en las líneas de la Unidad Básica de Negocio mediante la validación del abastecimiento KAMBAN.
- Dictaminar sobrecarga de movimientos en las líneas de la Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas para determinar el balance de las líneas.
- Presentar una propuesta de distribución de puestos de trabajo que permita equilibrar las líneas productivas de la unidad básica de negocio puertas.

5 JUSTIFICACION

En la actualidad la compañía está desarrollando un cambio en diferentes metodologías de producción, entre estas actualizando los estándares de cada línea de producción para que se adapten a las variaciones del PVO (plan de ventas organizacional).

Los estándares están ligados directamente con los balanceos de las líneas, al momento de actualizar los estándares se debe tener en cuenta principalmente dos variables:

- Que el balanceo este actualizado de acuerdo a los niveles de producción requeridos por la organización
- Que el balanceo este aprobado por el área de ingeniería de capacidad.

La implementación que busca realizar este proyecto está enfocada directamente a la flexibilidad de los balanceos de acuerdo a como se debe distribuir el recurso humano, y a facilitar la actualización o mejora de los estándares de acuerdo a la distribución de recursos.

Al realizar el análisis de las variables anteriores lo que se busca es apuntar a la optimización de las líneas productivas, garantizando el flujo esperado de producción; disminuyendo así la necesidad de aumentar la mano de obra directa para cumplir las unidades requeridas.

Con el mismo recurso humano o inclusive con menos mano de obra se puede disminuir las pérdidas, garantizar el cumplimiento de las metas y por consiguiente en la compañía se verá reflejado el aumento de las ganancias y la reducción de destrucción de valor.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 HACEB UNA EMPRESA MÁS COMPETITIVA

Industrias HACEB es la empresa de electrodomésticos más importantes de Colombia, con siete décadas en el mercado ofreciendo bienestar a las familias latinoamericanas, transformando los productos de cocción, refrigeración, lavado, calentamiento de agua y aire acondicionado, en soluciones innovadoras, con alta tecnología, diseño y cuidado del ambiente.

6.2 UNA MANUFACTURA MÁS COMPETITIVA

Toda la operación se fortaleció con la nueva planta de refrigeración, inaugurada en 2012 y considerada la más moderna de América Latina. Cumple con los protocolos ambientales de KYOTO y Montreal, también favorece la competitividad, ofreciendo productos avanzados y respetuosos con el medio ambiente, con alta tecnología y bajo consumo de energía. Toda nuestra producción está libre de sustancias agotadoras de la capa de ozono. Esta es una gran apuesta que hace la organización por el desarrollo sostenible. Este nuevo espacio de 22 mil metros cuadrados, recibió una inversión de 62 millones de dólares.

Imagen 1 complejo industrial Haceb Copacabana



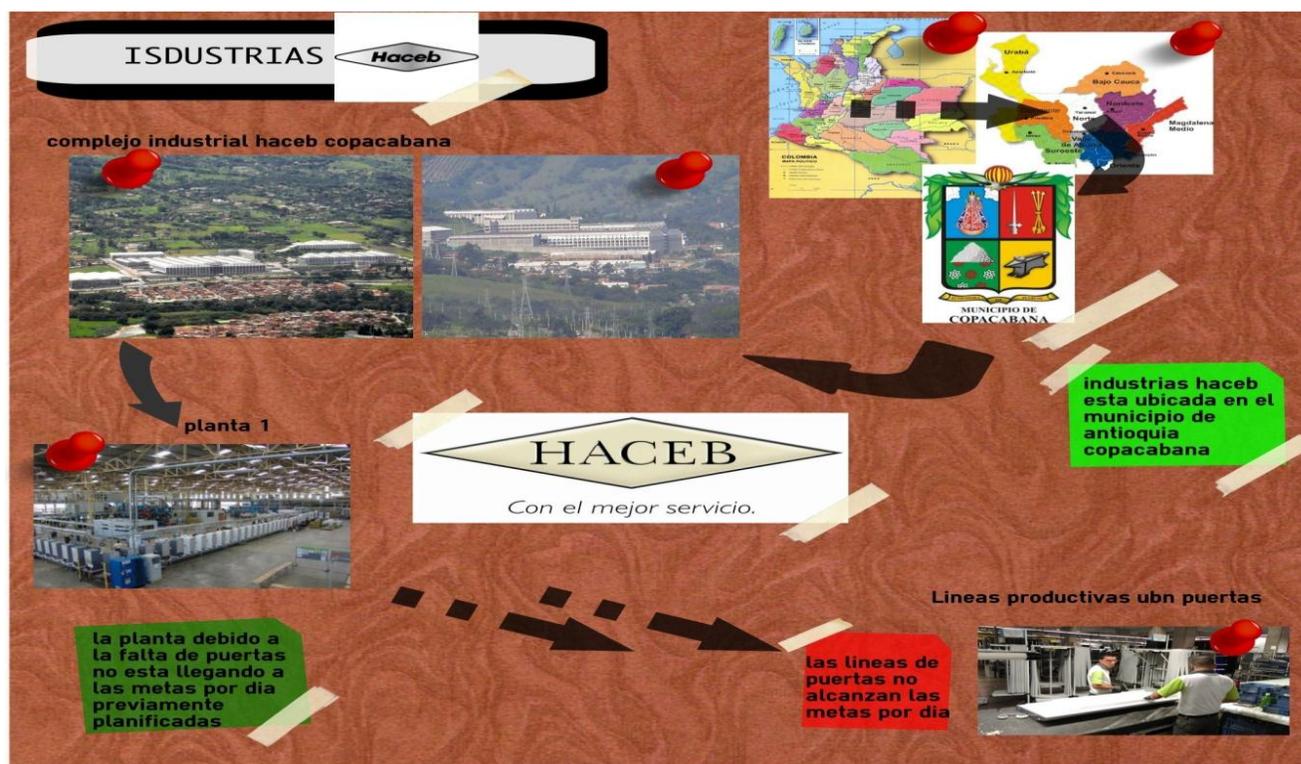
(Mejia, 2013)

Contamos con un complejo industrial de más de 211 mil metros cuadrados, donde se encuentran nuestras plantas de refrigeración y calefacción y que están certificados internacionalmente a través de la norma ISO 14001 de Gestión Ambiental, ISO 9001 de Calidad y OHSAS 18001 de Salud y Seguridad.

Toda la operación se fortaleció con la nueva planta de refrigeración, inaugurada en 2012 y considerada la más moderna de América Latina. Cumple con los protocolos ambientales de Kioto y Montreal, también favorece la competitividad, ofreciendo productos avanzados y respetuosos con el medio ambiente, con alta tecnología y bajo consumo de energía. Toda nuestra producción está libre de sustancias agotadoras de la capa de ozono. Esta es una gran apuesta que hace la organización por el desarrollo sostenible. Este nuevo espacio de 22 mil metros cuadrados, recibió una inversión de 62 millones de dólares.

La compañía cuenta con 4 plantas de producción donde 2 de ellas están dedicadas a la producción de neveras y 3 están dedicadas a la producción de inyección plásticos, el complejo de industrias haceb está ubicado en el municipio de Copacabana en el kilómetro 35 en la parcelación villa roca.

Imagen 2 Infografía Industrias Haceb- Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas



(Zapata, 2016) (Fuente elaboración propia)

Imagen 3 planta 1 refrigeración



(ZAPATA, 2016) Foto tomada en industrias HACEB SA

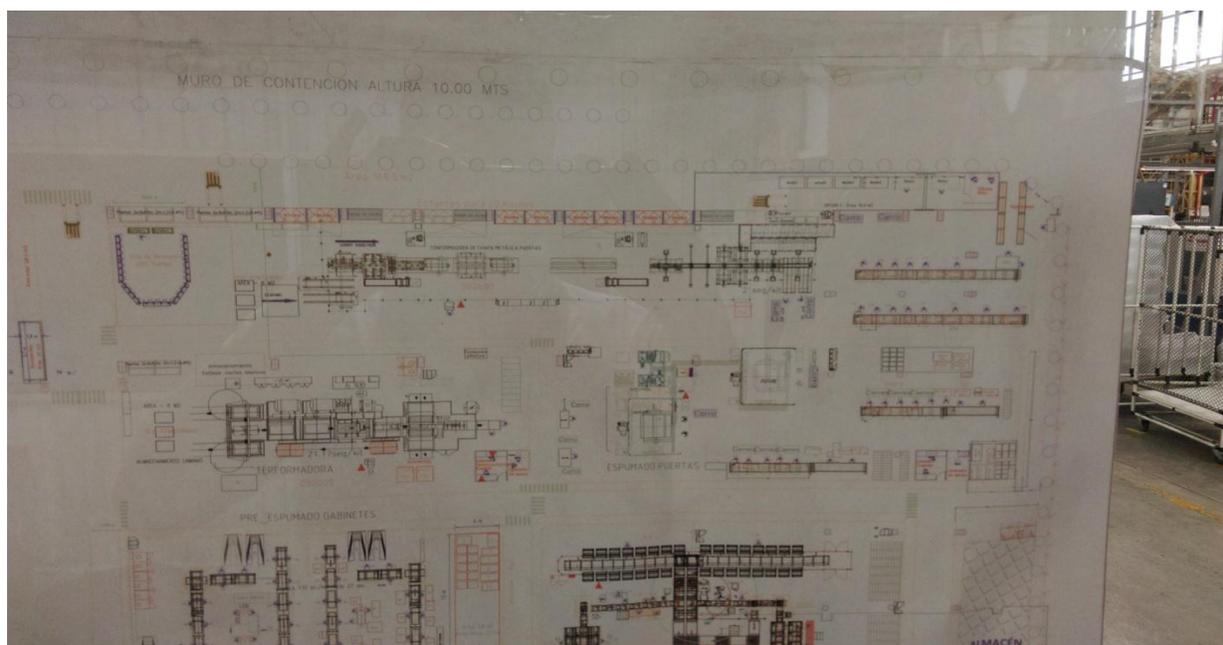
La planta 1 de refrigeración es una de las dos plantas dedicadas a la producción de neveras, esta planta cuenta con tecnología de punta donde todos sus procesos están automatizados al 80%, cuenta con 2 dobladoras cosma únicas en Latinoamérica para conformar laminas, 2 tambores con prensas para puertas, 2 bloques con prensas para gabinetes, 2 inyectoras de

poliuretano cannon, 3 termo formadoras italianas COMI, 6 troqueladoras de plásticos, 14 bandas automáticas que es donde todo el proceso de fabricación de las neveras se lleva a cabo. La planta cuenta con 8 Unidades Básicas de Negocio, donde se dividen por tipos de procesos:

- Conformado (doblado de lámina)
- Recubrimiento (pintura y lavado de lámina)
- Espumados gabinetes (inyección de poliuretano en gabinete metálico)
- Espumadas puertas (inyección de poliuretano en puerta metálico)
- Sub ensambles (ensambles de semielaborados que lleva la nevera)
- Almacén de materias primas
- Ensamble (ensamble final de la nevera)
- evaporadores (ensamble del evaporador y congelador)

En estas 8 secciones laboran 800 personas en 3 turnos, se laboran los domingos de acuerdo con la necesidad que haya de producción.

Imagen 4 Distribución de planta 1 industrias Haceb



(Zapata, 2016) Tomada en industrias Haceb SA

6.3 UNIDAD BÁSICA DE NEGOCIOS (UBN) PUERTAS

Actualmente la Unidad Básica de Negocio (UBN) de puertas se encuentra funcionando en tres turnos, en cada turno laboraran 66 operarios, donde 20 de ellos se relacionan indirectamente con el proceso. La planeación de la producción se programa con un día de atraso, basada en un documento previamente enviado por el programador de planta, este toma las necesidades de producción, del área de mercadeo. La Unidad Básica de Negocio (UBN) de puertas cuenta con 4 máquinas fundamentales para la elaboración de puertas, 3 tambores con prensas para puertas y una maquina inyectora de poliuretano, estas se encargan de inyectar una reacción química que madura y posteriormente toma cuerpo y esto permite que no se escape el frio de la nevera cuando esta es instalada en el gabinete.

7. MARCO TEORICO

7.1 MEDIDA DEL TRABAJO

7.1.1 Tiempo medio de ciclo

7.1.2 Tiempo normal

7.1.3 Tiempo estándar

7.1.4 Estudio de tiempos

7.1.5 Desviación estándar

7.2 ERGONOMÍA

7.2.1 Mejoramientos de posturas

7.3 KAMBAN

7.3.1 Como sistema físico

7.3.2 Objetivo

7.3.3 Prerrequisitos de KAMBAN

7.4 ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

7.4.1 Principio economía de movimientos

7.4.2 Clasificaciones de los movimientos

7.4.3 Practicas comunes para optimizar movimientos

7.4.4 Estudio de micro movimientos

7.5 ESTUDIO DE MÉTODOS

7.5.1 Procedimiento para realizar un estudio de métodos

7.1 MEDIDA DEL TRABAJO

El diseño del trabajo puede definirse como la función que especifica las actividades de trabajo de un individuo o grupo en un escenario organizacional.

Su objetivo es desarrollar estructuras de trabajo que satisfagan los requerimientos de la organización (richard, 2005)

7.1.1 Tiempo medio de ciclo: es el tiempo promedio entre la producción de dos unidades consecutivas.(richard, 2005)

7.1.2 Tiempo normal: el tiempo normal de calcula para cada elemento: tiempo normal=(tempo medio de ciclo observado) x (factor de índice de desempeño)(ivan, 2009)

7.1.3 Tiempo estándar: el tiempo estándar se calcula tiempo total normal /1- factor de tolerancia (ivan, 2009)

7.1.4 Estudio de tiempos: innegable que dentro de las técnicas que se emplean en la medición del trabajo la más importante es el **Estudio de Tiempos**, o por lo menos es la que más nos permite confrontar la realidad de los sistemas productivos sujetos a medición. “El Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida”.(López, 2009)

7.1.5 Desviación Estándar: es un conjunto de datos (precios en el caso del mercado de valores) es una medida de dispersión, que nos indica cuánto pueden alejarse los valores respecto al promedio (media), por lo tanto es útil para buscar probabilidades de que un evento ocurra, o en el caso del mercado bursátil, determinar entre que rango de precios puede moverse un determinado activo, y determinar qué tipo de activos pueden ser más volátiles que otros.

7.2 LA ERGONOMÍA

Adaptación de los lugares de trabajo a los trabajadores, es un campo de estudio relativamente nuevo. Aunque continúan las investigaciones sobre maneras de lograr que las oficinas sean lugares más saludables para trabajar, existen algunos lineamientos generales para reducir o prevenir las lesiones relacionadas con el trabajo. Conviene recordar que el trabajo es sólo un miembro de la ecuación ergonómica. Los problemas que se presentan fuera del ambiente laboral suelen agravar las tensiones en el sitio de trabajo.(Karol, 2012)

7.2.2 Mejoramiento de posturas: no mantener los hombros en tensión, los brazos deben descansar cómodamente en ambos lados, la espalda debe tener apoyo adecuado y ajustar la silla para no tener que estirarse y encorvarse. (Karol, 2012)

7.3 KAMBAN

Es una palabra japonesa que viene a significar cartel o panel, elemento clave de este método productivo. El sistema KAMBAN como tal surgió en Toyota, el fabricante japonés de automóviles, para organizar mejor su producción de vehículos dividiendo el proceso en fases bien delimitadas que se tenían que cubrir correctamente para pasar a la siguiente fase, garantizando así un producto de calidad. (LOPEZ, 2013)

7.3.1 Como sistema físico: hay dos objetivos que rigen este método productivo: por un lado, lograr un producto de calidad, al obligar a cada fase del proyecto a finalizar su tarea correctamente, y acabar con el caos, saturación o cuello de botella que puede darse en una fase del proyecto en condiciones normales en las que prima la rapidez por encima de la calidad del producto.

7.3.2 Objetivos:

- Minimizar el tiempo de entrega
- Identificar y reducir cuellos de botella
- Facilitar el flujo constante de materiales
- Desarrollo de un Sistema Just In Time

(Vivar, 2006)

7.3.3 Requisitos de KAMBAN: antes de implementar es necesario:

- Desarrollar un sistema de producción mixta (producir diferentes modelos de productos en una misma línea de producción) y no fabricar grandes cantidades de un solo modelo. Se facilita una disminución del tamaño del lote si el número de los modelos de productos aumentan.
- Mantener constante la velocidad de proceso de cada pieza.
- Minimizar los tiempos de transporte entre los procesos.

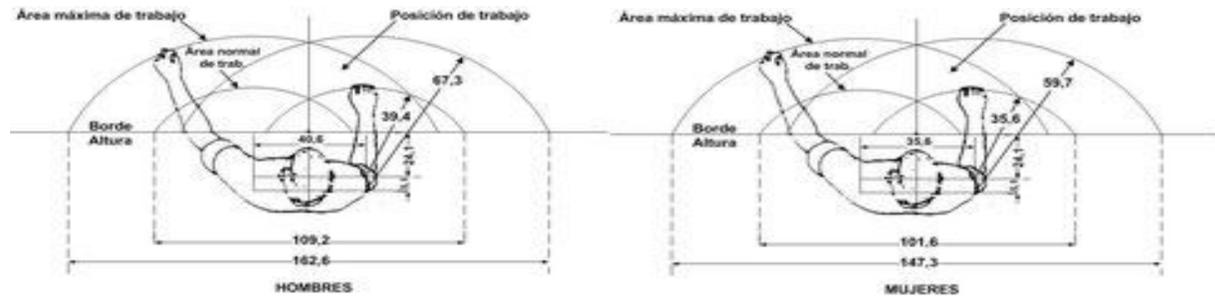
(Vivar, 2006)

7.4 ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

La evolución del Estudio de Métodos consiste en abarcar en primera instancia lo general para luego abarcar lo particular, de acuerdo a esto el Estudio de Métodos debe empezar por lo más general dentro de un sistema productivo, es decir: "El proceso" para luego llegar a lo más particular, es decir "La Operación". Por ende, pasamos ahora a estudiar al operario en su mesa de trabajo, observando sus movimientos, haciendo mucho énfasis en el análisis del modo en que aplica su esfuerzo, y el grado de fatiga provocado por su método de trabajo, factores fundamentales en la determinación de la productividad de las operaciones.

7.4.1 Principio economía de movimientos: existen varios principios de economía de movimientos, estos fueron abordados principalmente por FRANK BUNKER GILBRETH and LILIAN MOLLER GILBRETH, y han sido posteriormente ampliados por personalidades como el profesor Ralph Barnes. Estos podrán aplicarse tanto a los trabajos de taller como a los de oficina; aunque no todos sean aplicables a todas las operaciones, se encontrará en ellos una base o un código para mejorar el rendimiento y reducir la fatiga de los trabajos manuales.

Imagen 5 Movimientos



(ingenieria industrial online, 2016)

7.4.2 Clasificación de los movimientos:

Imagen 6 Clase de movimiento



(ingenieria industrial online, 2016)

Según los principios de la economía de movimientos, respecto a la utilización del cuerpo humano, los movimientos deben corresponder al orden o clasificación más baja posible, es decir reduciendo al mínimo el esfuerzo empleado en ejecutar cada acción.

Existe una clasificación de estos movimientos la cual se basa en las partes del cuerpo que sirven de eje (apoyo) a las partes que se mueven en la ejecución de la operación, tal como se puede apreciar en el tabulado siguiente:

Tabla 1 Clasificación de movimientos

CLASE	PUNTO DE APOYO	PARTES DEL CUERPO EMPLEADAS
Clase 1	Nudillos	Dedo
Clase 2	Muñeca	Mano y Dedos
Clase 3	Codo	Antebrazo, Mano y Dedos
Clase 4	Hombro	Brazo, Antebrazo, Mano y Dedos
Clase 5	Tronco	Torso, Brazo, Antebrazo, Mano y Dedos

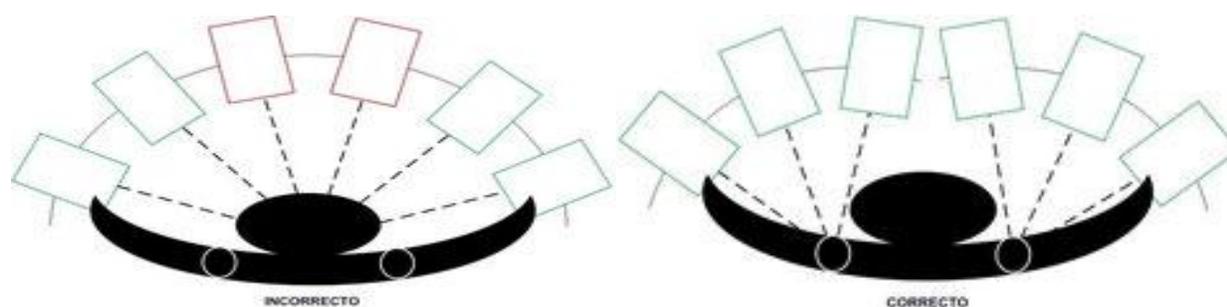
(ingenieria industrial online, 2016)

Como se puede observar a medida que aumenta la clase de movimiento, las partes del cuerpo que se emplean se incrementan de forma acumulativa, es decir, que mientras más baja sea la clase, más movimientos se ahorrarán. Por ende es evidente que los esfuerzos del especialista (encargado del estudio de movimientos) se deben enfocar en disponer al lugar, las herramientas y el equipo de manera tal que la clase de movimientos necesarios para ejecutar la operación se a los más baja posible.

7.4.3 Prácticas comunes para optimizar movimientos: la Oficina Internacional del Trabajo recomienda como buenas prácticas para optimizar movimientos lo siguiente:

- Si las dos manos realizan un trabajo análogo, hay que prever una reserva aparte de materiales o piezas para cada mano.
- Cuando se utilice la vista para seleccionar el material, éste deberá estar colocado, siempre que sea posible, de manera que el operario pueda verlo sin necesidad de mover la cabeza.

En lugar de una disposición en un solo arco de círculo (que tenga como eje del círculo imaginario el centro de la cabeza), es preferible utilizar una disposición en dos arcos de círculo (que tengan como ejes de los círculos imaginarios los centros de los hombros respectivos); tal como se podrá observar en las siguientes ilustraciones:

Imagen 7 Disposición círculo de movimientos

(ingeniería industrial online, 2016)

- En la concepción del lugar de trabajo es conveniente que se adopten las reglas de la ergonomía.
- La naturaleza y forma del material influyen en su colocación en el lugar de trabajo. Para la manipulación de las unidades es conveniente idear mecanismos como el siguiente.
- Las herramientas manuales deben recogerse alterando al mínimo el ritmo y simetría de los movimientos. En lo posible, el operario deberá recoger o depositar la herramienta conforme la mano pasa de una fase del trabajo a la siguiente, sin hacer un recorrido especial. Las herramientas deben colocarse en el arco del movimiento, pero no en el camino de algún material que sea preciso deslizar por el banco de trabajo.
- Las herramientas deben situarse de modo que sea fácil recogerlas y volverlas a poner en su lugar; siempre que sea posible volverán a su sitio mediante un dispositivo automático o aprovechando el movimiento de la mano cuando va a recoger la pieza siguiente de material.

7.4.4 Estudio de micro movimientos: en ciertas clases de operaciones, existen ciclos muy cortos, regularmente estos ciclos son muy repetitivos, lo cual constituye una fuente importante de optimización de la operación, por lo tanto debemos analizar con más detalle para determinar dónde es posible ahorrar movimientos, esfuerzos y ordenar la sucesión de los mismos. El estudio de micro movimientos tiene como objetivo dividir la actividad humana en movimientos o grupos de movimientos llamados therbligs.

Tabla 2 estudios de Therbligs

THERBLIGS EFICIENTES		THERBLIGS INEFICIENTES	
ALCANZAR	AL	BUSCAR	B
TOMAR	T	SELECCIONAR	S.E
MOVER	M	INSPECCIONAR	I
SOLTAR	S.L	DEMORA EVITABLE	D.E.T
ENSAMBLAR	E	DEMORA INEVITABLE	D.I
DESMONTAR	D.E	COLOCAR EN POSICIÓN	P
USAR	U	DESCANSAR	D.E.S
PREPARAR POSICIÓN	P.P	SOSTENER	S.O
		PLANEAR	P.L

(ingeniería industrial online, 2016)

Las diecisiete divisiones básicas pueden clasificarse en therbligs eficientes (o efectivos) y en ineficientes (o inefectivos). Los primeros son aquellos que contribuyen directamente al avance o desarrollo del trabajo. Estos therbligs con frecuencia pueden reducirse, pero es difícil eliminarlos por completo. Los therbligs de la segunda categoría no hacen avanzar el trabajo y deben ser eliminados aplicando los principios del análisis de la operación y del estudio de movimientos. Una clasificación adicional divide a los elementos de trabajo en físicos, semimentales o mentales, objetivos y de retraso. Idealmente, un centro de trabajo debe contener sólo therbligs físicos y objetivos.

- Mentales o Semimentales: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear.
- Retardos o dilaciones: retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener.
- De naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, soltar y precolocar en posición.
- De naturaleza objetiva o concreta: usar, ensamblar y desensamblar.

7.5 ESTUDIO DE MÉTODOS O INGENIERÍA DE MÉTODOS

Es una de las más importantes técnicas del Estudio del Trabajo, que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es el aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.

7.5.1 procedimientos básicos para realizar un estudio e métodos: Procedimiento básico sistemático para realizar un Estudio de Métodos

Como ya se mencionó el Estudio de Métodos posee un algoritmo sistemático que contribuye a la consecución del procedimiento básico del Estudio de Trabajo, el cual consta (El estudio de métodos) de siete etapas fundamentales, estas son:

Tabla 3 Análisis de procedimiento

ETAPAS	ANÁLISIS DEL PROCESO	ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN
SELECCIONAR el trabajo al cual se hará el estudio.	Teniendo en cuenta consideraciones económicas, de tipo técnico y reacciones humanas.	Teniendo en cuenta consideraciones económicas, de tipo técnico y reacciones humanas.
REGISTRAR toda la información referente al método actual.	Diagrama de proceso actual: sinóptico, analítico y de recorrido.	Diagrama de operación bimanual actual.
EXAMINAR críticamente lo registrado.	La técnica del interrogatorio: Preguntas preliminares.	La técnica del interrogatorio: Preguntas preliminares a la operación completa.
IDEAR el método propuesto	La técnica del interrogatorio: Preguntas de fondo.	La técnica del interrogatorio: Preguntas de fondo a la operación completa "Principios de la economía de movimientos"
DEFINIR el nuevo método (Propuesto)	Diagrama de proceso propuesto: sinóptico, analítico y de recorrido.	Diagrama de operación bimanual del método propuesto.
IMPLANTAR el nuevo método	Participación de la mano de obra y relaciones humanas.	Participación de la mano de obra y relaciones humanas.
MANTENER en uso el nuevo método	Inspeccionar regularmente	Inspeccionar regularmente

(ingeniería industrial online, 2016)

Es necesario recordar que en la práctica el encargado de realizar el estudio de métodos se encontrará eventualmente con situaciones que distan de ser ideales para la aplicación continua del algoritmo de mejora. Por ejemplo, una vez se evalúen los resultados que produciría un nuevo método, se determina que estos no justifican la implementación del mismo, por ende se deberá recomenzar e idear una nueva solución.

8 DISEÑO METODOLOGICO

Este diseño metodológico es correlacional ya que busca dar solución a un problema de producción en las líneas de la Unidad Básica de Negocios (UBN) puertas y es necesario evidenciar los eslabones que entorpecen dicho flujo. Con un enfoque cuantitativo porque lo que se busca son datos que ayuden a optimizar dicho proceso, para hacerlo más eficiente y eficaz.

8.1 DIAGNOSTICO LÍNEAS UNIDAD BÁSICA DE NEGOCIO (UBN) PUERTAS

Tambores de puertas: como se muestra en la imagen 8 este equipo se compone de 6 prensas móviles para facilitar el cambio de referencias y moldes, los moldes van ubicados en las prensas, en la parte superior del molde va ubicada la parte metálica de la puerta y en la parte inferior va ubicada la contrapuerta plástica. Son los encargados de prensar las puertas para que el material al reaccionar, no cambie la forma que se le quiere dar a la puerta, cuenta con sensores de seguridad, sistemas de ventilación, esta reacción es tóxica, cuando se respira genera infecciones respiratorias y alergias cutáneas y visuales, se debe operar con los debidos elementos de protección personal gafas de seguridad botas guantes y tapa oídos. Cuenta con un tablero de control donde se puede operar en modo manual en casos de bloqueo al inyectar, o avería de funcionamiento.

Imagen 8 Tambor de puertas cannon planta 1 industrias haceb



(ZAPATA, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

Inyectora de poliuretano: como se muestra en la imagen 9 este equipo va ligado a los 2 tambores de puertas es el encargado de mezclar el ISOCIANATO y el POLIOL para formar el POLIURETANO, cuenta con tanques para almacenar cada material, utiliza nitrógeno para refrigerar y para recircular el material, los cabezales garantizan la correcta mezcla para cada

referencia de puertas y se encargan de inyectarlo en la puerta previamente ubicada en el molde del tambor y posteriormente el molde se prensa para dejar que el material se cure y no se deforme en el proceso de ensamble

Imagen 9 Inyectora de poliuretano críos cannon, planta 1 industrias haceb



(ZAPATA, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

Esta Unidad Básica de Negocio (UBN) cuenta con 2 bandas de preparación y 2 bandas de ensamble. Su modo de operación es en línea.

Las bandas de preparación: estas bandas son eléctricas, cuentan con un tablero de control donde se pueden modificar los parámetros de recorridos y los ciclos que se quieren por hora.

Esta banda cuenta con 5 puestos de trabajo:

Puesto 1 preparación: como se muestra en la imagen 10 este puesto se elabora la puerta inferior, se encarga de retirar el plástico protector, revisar lámina y garantizar que no tenga golpes quiebres, rayas, protuberancias, la ubica en el soporte posteriormente le pega con cinta adhesiva la base dispensador y los refuerzos para la manija el paso a seguir es ubica la puerta en la banda y espera a que la banda lleve la puerta al siguiente puesto.

Imagen 10 puesto 1 banda preparación



(ZAPATA, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

Puesto 2 preparación: como se muestra en la imagen 11 en este te puesto se toma la puerta metálica se retira el plástico protector se revisa que no tenga golpes, rayas, quiebres, se ubica en el soporte para poner los refuerzo manijas, se ubica el complemento plásticos superior con cinta adhesiva, y el complemento inferior se deja puesto en la banda por último se ubica la puerta en la banda para que esta la transporte al siguiente puesto de trabajo.

Imagen 11 Puesto 2 preparación



(ZAPATA, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

Puesto 3 preparación: como se muestra en la imagen 12 en este puesto de trabajo se termina la preparación de la puerta superior, se toma la puerta de la banda, se ubica el complemento inferior que viene en la banda desde el puesto anterior y se sujeta con cinta adhesiva, posteriormente en las cuatro esquinas se le introduce espuma para evitar derrames de material, el siguiente paso es ubicar el poron manija con cinta adhesiva y por último se ubica en la banda transportadora para llevarla al siguiente puesto de trabajo.

Imagen 12 Puesto 3 preparación



(ZAPATA, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

Puesto 4 preparación: como se muestra en la imagen 13 en este puesto de trabajo se encargan de fijar con cinta adhesiva el complemento inferior de la puerta superior, introducir espuma en las cuatro esquinas de los complementos para evitar derrames de material, posteriormente se ubicar la puerta preparada en el carro para transportarla para la inyectora.

Imagen 13 Puesto 4 preparación



(ZAPATA, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

Puesto 5 preparación: como se muestra en la imagen 14 este es el puesto final de la línea de preparación, en esta estación se ubican los complementos plásticos de la puerta inferior se fijan con cinta adhesiva, posteriormente se le introduce espuma en las cuatro esquinas de la puerta para evitar derrames, se ubica en el carro de almacenamiento para ser transportada hacia la inyectora, posteriormente se reporta las unidades producidas en la planilla de producción por último se toman las contrapuestas plásticas y se ubican en el carro para ser transportadas hacia la inyectora.

Imagen 14 Puesto 5 preparación



(Zapata, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

Las líneas de ensamble se encargan de limpiar, revisar y garantizar que las puertas que se montan a la banda cumplen con los estándares de calidad exigidos por la compañía para su producto terminado, después se instalan los accesorios externos e interno de la puerta. Esta banda cuenta con 4 puestos de trabajo:

Puesto 1 ensamble: como se muestra en la imagen 15 en este puesto de trabajo se encargan de limpiar excesos de poliuretano en las uniones, donde va sellada la parte metálica y plástica, en las dos puertas superior e inferior. Garantizar que las puertas que se montan en la banda no tengan,

golpes, rayas, manchas. Luego se le fija el anaquel conservante y se ubica el cierre magnético, con rodillos se aplancha para ubicarlo bien en el canal de la puerta, se gira la puerta y se ubica en la banda para ser llevada al próximo puesto de trabajo.

Imagen 15 Puesto 1 ensamble



(Zapata, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

Puesto 2 ensamble: como se muestra en la imagen 16 en este puesto de trabajo se retira los excesos de material que sobresalen en la ventana del dispensador de la puerta inferior, posteriormente se ubica la palanca dispensador se gira la puerta y se deja en la banda transportadora.

Se toma la puerta superior y se le instala la base manija con tornillo y se ajusta con apretador magnético, para finalizar se ubica la tapa manija a presión y se deja en la banda transportadora para ser llevada al siguiente puesto de trabajo.

Imagen 16 Puesto 2 ensamble



(ZAPATA, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

Puesto 3 ensamble: como se muestra en la imagen 17 en esta estación se encargar de ubicar base manija inferior, se fija con tornillo y tapa manija inferior se fija a presión, luego se voltea la puerta y se ubica el tanque dispensador a presión, se revisa que el taque quede accionando correctamente, luego se ubica en la banda para ser transportada a la última estación de la banda, en este puesto de trabajo se de registrar la producción hora a hora de la línea para llevar un control de las unidades buenas y no conformes.

Imagen 17 Puesto 3 ensamble



(ZAPATA, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

4 Puesto de ensamble: Como se muestra en la imagen 17 en este puesto se encargan de ubicar los anaqueles medianos BIOTECH, grandes BIOTECH y los BIOICE perilla azul, luego se baja de la banda se revisa que el producto terminado no tenga ningún demerito para que no sea rechazada en el control de calidad final de la línea de ensamble, posteriormente ubica en el carro de almacenamiento y ser despachada para ls bahías de ensamble neveras para ser ubicada en el gabinete previamente ensamblado.

Imagen 17 Puesto 4 ensamble



(Zapata, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

Transporte de puertas hacia ensamble: como se muestra en la imagen 18 en este puesto las puertas almacenadas en los carros de lona son transportados hacia las bahías de ensamble si lo requiere la necesidad de lo contrario son aparcados en el patio de almacenamiento y se le da rotación según la necesidad de la línea de ensamble.

Imagen 18 Transporte de puertas hacia ensamble



(ZAPATA, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

Despacho de puertas en bahía de ensamble; como se muestra en la imagen 19 en esta instancia del proceso la puerta es tomada de los carros de lona, se inspecciona que no tenga defectos tales como rayas, golpes, quiebres, protuberancias, exceso de poliuretano, si la puerta pasa la inspección es limpiada y se le instala la base rejilla en el dispensador y posteriormente es despachada para ser ensamblada en el gabinete que baja por la línea de ensamble neveras.

Imagen 19 Despacho de puertas en bahía



(ZAPATA, 2016) Fotos tomadas en industrias HACEB SA

8.2 ABASTECIMIENTO KAMBAN LÍNEA DE PUERTAS

Las estaciones de trabajo en la Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas cuentan con un avance de abastecimiento KAMBAN muy bueno, se instalaron estanterías para la ubicación de canastas con materia prima y todos los semielaborados que necesitan para fabricar las puertas de las neveras, se definieron 4 tipos de canastas para abastecer los materiales a las líneas de puertas, canasta pequeña, canasta mediana baja, canasta grande y canasta grande alta.

Las estaciones de trabajo en la línea de preparación 611 cuentan con 7 estanterías tubulares (como se muestra en la imagen 20) para ubicar complementos superior-superior, inferior-superior, superior-inferior y el inferior-inferior en las canastas grandes.

Imagen 20 Estantería tubular para canastas grandes



(Zapata, 2016) Fotos tomadas en industrias haceb planta 1 refrigeración

Para los materiales pequeños como cintas adhesivas, refuerzo manija y poron manija se destinaron canastas pequeñas (como se muestra imagen 21), ya que por su tamaño se facilita el empaque en cantidades grandes.

Imagen 21 Cajas pequeñas para almacenamiento de porones y refuerzos



(Zapata, 2016) Fotos tomadas en planta 1 refrigeración

Para las contrapuestas plásticas destinaron carros móviles (como se muestra en la imagen 22), por el trayecto que hay desde donde se prepara la contrapuerta plástica hasta las líneas de puertas, estos carros están adecuados con tubos y rodachinas para facilitar el transporte de la contrapuerta y para minimizar el peso de los carros después que estén cargados, evitando un incidente al operador que hale estos vehículos.

Imagen 22 Carros para transporte de contrapuestas



(Zapata, 2016) Fotos tomadas en haceb planta 1 refrigeración

Estos carros tienen un espacio de almacenamiento y una cantidad permitida por la Unidad Básica de Negocio (UBN), por el tema de orden y contaminación visual se controla altos volúmenes de semielaborados estancados en la Unidad Básica de Negocio (UBN)

En las líneas de ensamble se diseñó un dispositivo especial para almacenar los cierres magnéticos (como se muestra en la imagen 23) y evitar que se deformaran después de cierto tiempo de estar almacenados.

Las otras materias primas que se necesitan en las líneas de ensamble están almacenadas en dos tipos de canastas, canasta pequeña van ubicados los tornillos y las tapa manijas, en las canastas medianas van ubicadas las base manijas.

Imagen 23 Sistema KAMBAN para cierres magnéticos



(Zapata, 2016) Fotos tomadas en planta 1 refrigeración

El último puesto de la línea de ensamble tiene una distribución especial, los semielaborados que se usan en este puesto son anaqueles y su tamaño es considerable, por este motivo van almacenados en carros (Como se muestra en la imagen 24), estos dispositivos cuentan con rodachines, para facilitar su transporte hacia la Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas.

Imagen 24 Carro para almacenamiento de complementos



(Zapata, 2016) Fotos tomadas en industrias haceb planta 1 refrigeración

Analizando toda la estructura de los materiales es muy acertada para las necesidades de la Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas.

Las rutas de abastecimiento KAMBAN son muy irregulares ya que no se cumple los tiempos establecidos para dichas rutinas, adicional a esto no se respeta la ruta y se ocupa el espacio de transito de los vehículos de abastecimiento con carros estibas y canastas retrasando en abastecimiento en las líneas

Tabla 4 medición de tiempos para abastecimiento

RUTA DE ABASTECIMIENTO KAMBAN		
MEDICIÓN	TIEMPO ENTRE CADA RUTA	
	HORA	TIEMPO
1	6:30 AM	
2	7:50 AM	80 MIN
3	8:15 AM	25 MIN
4	10:20 AM	125 MIN
5	11:55 AM	95 MIN
6	12:30 M	45 MIN
7	1:30 PM	60 MIN
8	2:49 PM	79 MIN

(Zapata, 2016) Información tomada surtidor KAMBAN planta 1

En la tabla anterior se ven reflejados los tiempos entre cada abastecimiento de materia prima hacia las líneas de puertas, los tiempos entre cada abastecimiento son muy dispares.

Esta irregularidad nos lleva a paros en las líneas de la Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas por falta de materia prima debido a una ruta mal ejecutada.

8.3 PROPUESTA ABASTECIMIENTO KAMBAN

Esta propuesta busca optimizar la eficiencia de la ruta KAMBAN en la Unidad Básica de Negocio (UBN) de puertas para garantizar el flujo de las líneas productivas en cuestiones de materia prima.

Capacitar al operador que está desempeñando el puesto de surtidor en la importancia de la oportunidad en el tiempo de abastecimiento, como debe llegar la materia prima y en qué cantidades. Se realizara el abastecimiento en dos rutas definidas así:

Ruta 1; esta ruta abastecerá los materiales de las líneas de preparación con una intensidad de 1; 30 minutos cada abastecimiento, porque los materiales que están en las líneas de preparación tienen una durabilidad de 2 hora cada cajón.

Ruta 2; en esta ruta se abastecerá las líneas de ensamble y el puesto de anaqueles con una intensidad de 45 minutos cada abastecimiento, este tiempo está basado en la capacidad de las cajas, pequeñas que almacenan las base manijas que tienen una durabilidad de 60 minutos.

Monitorear la cantidad de materiales que se empaqueta en cada canasta para garantizar que las materias primas que llegan a la Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas si sea la requerida.

Establecer un indicador de entregas certificadas y oportunidad al cliente para controlar los paros por falta de materia prima.

8.4 DICTAMEN SOBRECARGA DE MOVIMIENTOS

Este diagnóstico de movimientos se estructuró en los tres principios de movimientos, aplicando el análisis a las cuatro líneas de puertas con el objetivo de identificar en que estación de trabajo había sobrecarga muscular o fatiga por exceso de movimientos en las operaciones realizadas en cada puesto de trabajo, los datos se consignaron en la siguiente tabla donde están distribuidos por puestos, cuantas operaciones o movimientos debe tener cada puesto, cuantos movimientos se encontraron en la estación de trabajo, como es la ergonomía del puesto y con qué medio se cronometra la operación.

Tabla 5 Análisis movimientos líneas de preparación

LÍNEA	TIPO	PUESTO	NUMERO DE MOVIMIENTOS TEORICOS	NUMERO DE MOVIMIENTOS REALES	EVIDENCIA DE LA MUESTRA	NUMERO DE VIDEOS TOMADOS POR PUESTO	ANOMALIAS ENCONTRADAS	OBSERVACIONES	DISTRIBUCION DE ESTANTERIAS PARA MATERIAS PRIMAS	ERGONOMIA DEL PUESTO
611	Preparación	# 1	6	6	VIDEO	8	0	El operador no realiza movimiento innecesarios	Falta una estanteria KAMBAN para ubicar los materiales defectosos	las estanterias estan a la altura decuada del operador y todos los materiales estan bien ubicados
611	Preparación	# 2	4	4	VIDEO	8	0	El operador no realiza movimiento innecesarios	El numero de estanterias KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterias estan a la altura decuada del operador y todos los materiales estan bien ubicados
611	Preparación	# 3	5	6	VIDEO	8	1	El operador al fijar el complemento metalico realiza dos desplazamientos innecesarios desplazando la puerta	El numero de estanterias KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterias estan a la altura decuada del operador y todos los materiales estan bien ubicados
611	Preparación	# 4	4	5	VIDEO	8	1	El operador toma el complemento y lo descarga luego lo toma de nuevo para fijarlo en lapuera metalica	El numero de estanterias KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterias estan a la altura decuada del operador y todos los materiales estan bien ubicados
700	Preparación	# 1	5	5	VIDEO	8	0		El numero de estanterias KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterias estan a la altura decuada del operador y todos los materiales estan bien ubicados
700	Preparación	# 2	5	5	VIDEO	8	0		El numero de estanterias KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterias estan a la altura decuada del operador y todos los materiales estan bien ubicados
700	Preparación	# 3	4	5	VIDEO	8	0		El numero de estanterias KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterias estan a la altura decuada del operador y todos los materiales estan bien ubicados
700	Preparación	# 4	4	7	VIDEO	8	3	El operador esta realizando 3 movimientos mas en la ubicación e las espumas en las esquinas	El numero de estanterias KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterias estan a la altura decuada del operador y todos los materiales estan bien ubicados

(Zapata, 2016) Datos tomados en líneas de preparación puertas refrigeración planta 1

Tabla 6 Análisis movimientos líneas de ensamble

LÍNEA	TIPO	PUESTO	NUMERO DE MOVIMIENTOS TEORICOS	NUMERO DE MOVIMIENTOS REALES	EVIDENCIA DE LA MUESTRA	NUMERO DE VIDEOS TOMADOS POR PUESTO	ANOMALIAS ENCONTRADAS	OBSERVACIONES	DISTRIBUCION DE ESTANTERIAS PARA MATERIAS PRIMAS	ERGONOMIA DEL PUESTO
700	Ensamble	# 1	9	13	VIDEO	8	4	El perador en la primera tarea realiza un movimiento vertical innecesario, no usan las dos manos para realizar las actividades y el tiempo de desplazamiento es mayor debido a que no usan las dos manos para las actividades del puesto	El numero de estanterías KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterías están a la altura adecuada del operador y todos los materiales están bien ubicados
700	Ensamble	# 2	9	9	VIDEO	8			El numero de estanterías KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterías están a la altura adecuada del operador y todos los materiales están bien ubicados
700	Ensamble	# 3	13	14	VIDEO	8	1	El operador debe usar la mano izquierda para tomar el apretador y con la mano derecha tomar el tornillo, esta tomando el tornillo y posterior toma el apretador gastando dos movimientos	El numero de estanterías KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterías están a la altura adecuada del operador y todos los materiales están bien ubicados
700	Ensamble	# 4	11	11	VIDEO	8	0		El numero de estanterías KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterías están a la altura adecuada del operador y todos los materiales están bien ubicados
700	Ensamble	# 5	4	4	VIDEO	8	0		El numero de estanterías KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterías están a la altura adecuada del operador y todos los materiales están bien ubicados
611	Ensamble	# 1	9	9	VIDEO	8	0		El numero de estanterías KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterías están a la altura adecuada del operador y todos los materiales están bien ubicados
611	Ensamble	# 2	11	13	VIDEO	8	2	El operador al limpiar la puerta no usa las dos manos, gira la puerta 360 grados para poder limpiar los 4 lados con una mano	El numero de estanterías KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	El estante de donde toma la puerta inyectada esta muy lejos de la mesa de trabajo (2 metros)
611	Ensamble	# 3	17	17	VIDEO	8	0		El numero de estanterías KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterías están a la altura adecuada del operador y todos los materiales están bien ubicados
611	Ensamble	# 4	12	12	VIDEO	8	0		El numero de estanterías KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterías están a la altura adecuada del operador y todos los materiales están bien ubicados
611	Ensamble	# 5	6	6	VIDEO	8	0		El numero de estanterías KAMBAN es el adecuado para los materiales usados en este puesto	las estanterías están a la altura adecuada del operador y todos los materiales están bien ubicados

(Zapata, 2016) Datos tomados en líneas de ensamble puertas refrigeración planta uno

8.5 PROPUESTA BALANCEO FINAL DE PUESTOS DE TRABAJO

La propuesta de distribución de líneas fue planteada de acuerdo a las necesidades de la Unidad Básica de Negocio (UBN) teniendo en cuenta las novedades de planta, cada que varía las novedades de planta es necesario redistribuir el personal, para aprovechar al máximo la mano de obra; debido a esto la propuesta de balanceo está orientada a ser flexible para satisfacer las necesidades de la Unidad Básica de Negocio (UBN) puestas y consta de 3 balanceos por línea para estandarizar la cantidad de personas que necesita cada vez que varía el PVO (plan de venta organizacional).

Tabla 6 Propuesta balanceo de línea 1; 4 personas en línea ensamble 611 (demanda por turno 320 unidades)

ESTACIÓN	OPERACIONES	TIEMPO DE TAREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ TOTAL	TIEMPOS CON SUPLEMENTO
Haceb P Inferior	Tomar puerta inferior y posicionar en banda	0,13		0,13	0,10	0,07			7,71
Haceb P Inferior	Limpiar PU de puerta inferior	0,19		0,19	0,14	0,10			11,31
Haceb P Inferior	Colocar anaquel pequeño conservantes	0,07	1	0,07	0,06	0,04			4,41
Haceb P Inferior	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,18		0,18	0,14	0,10			11,01
Haceb P Inferior	Girar puerta	0,06		0,06	0,05	0,04			3,82
Haceb P Superior	tomar puerta superior y colocarla en banda	0,12		0,12	0,09	0,07			7,32
Haceb P Superior	limpiar pu de puerta superior	0,15		0,15	0,11	0,08			8,94
Haceb P Superior	Tomar cierre magnetico y colocarlo en puerta superior	0,07		0,07	0,06	0,04	1	83%	4,35
Haceb P Superior	Fijar cierre magnetico	0,18		0,18	0,14	0,10			10,66
INFERIOR	Tomar puerta inferior y posicionar en banda	0,13		0,13	0,03	0,02			7,71
INFERIOR	Limpiar PU de puerta inferior	0,19		0,19	0,04	0,03			11,31
INFERIOR	Colocar anaquel pequeño conservantes	0,07		0,07	0,02	0,01			4,41
INFERIOR	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,18		0,18	0,04	0,03			11,01
INFERIOR	Girar puerta	0,06		0,06	0,01	0,01			3,82
SUPERIOR	tomar puerta superior y colocarla en banda	0,12		0,12	0,03	0,02			7,32
SUPERIOR	limpiar pu de puerta superior	0,15		0,15	0,03	0,03			8,94
SUPERIOR	Tomar cierre magnetico y colocarlo en puerta	0,07		0,07	0,02	0,01			4,35
SUPERIOR	Fijar cierre magnetico	0,18		0,18	0,04	0,03			10,66
Haceb P Inferior	Limpiar PU de puerta inferior	0,19		0,19	0,14	0,10			11,31
Haceb P Inferior	Tomar cierre magnetico y colocarlo en puerta inferior	0,09		0,09	0,07	0,05			5,45
Haceb P Inferior	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,18		0,18	0,14	0,10			11,01
Haceb P Inferior	Limpieza de PU Dispensador (frontal)	0,08		0,08	0,02	0,01			4,62
Haceb P Inferior	Colocar palanca y tapa dispensador en puerta inferior	0,14		0,14	0,11	0,08	1	80%	8,36
Haceb P Inferior	Colocar puerta inferior en banda	0,08		0,08	0,06	0,05			4,92
Haceb P Superior	limpiar pu de puerta superior	0,15	1	0,15	0,11	0,08			8,94
Haceb P Superior	Fijar cierre magnetico	0,18		0,18	0,14	0,10			10,66
Haceb P Superior	Posicionar puerta superior en banda	0,06		0,06	0,05	0,04			3,85
INFERIOR	Limpiar PU de puerta inferior	0,19		0,19	0,04	0,03			11,31
INFERIOR	Tomar cierre magnetico y colocarlo en puerta inferior	0,09		0,09	0,02	0,02			5,45
INFERIOR	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,18		0,18	0,04	0,03			11,01
INFERIOR	Limpieza de PU Dispensador (frontal)	0,08		0,08	0,02	0,01			4,62
INFERIOR	Colocar palanca y tapa dispensador en puerta inferior	0,14		0,14	0,03	0,02			8,36
INFERIOR	Colocar puerta inferior en banda	0,08		0,08	0,02	0,01			4,92
SUPERIOR	limpiar pu de puerta superior	0,15		0,15	0,03	0,03			8,94
SUPERIOR	Fijar cierre magnetico	0,18		0,18	0,04	0,03			10,66
SUPERIOR	Posicionar puerta superior en banda	0,06		0,06	0,02	0,01			3,85

Haceb P Superior	Fijar base manija puerta superior	0,22	0,22	0,17	0,12				13,33
Haceb P Superior	Ensamblar perfil y base manija	0,14	0,14	0,11	0,08				8,62
Haceb P Superior	Ensamblar perfil y base manija en puerta superior	0,06	1	0,06	0,05	0,04			3,84
Haceb P Superior	Fijar manija con tornillos en puerta superior	0,08		0,08	0,06	0,05			5,02
Haceb P Superior	Posicionar puerta superior en banda	0,04		0,04	0,03	0,02			2,45
Haceb P Inferior	Fijar base manija puerta inferior	0,12		0,12	0,09	0,07			7,17
Haceb P Inferior	Ensamblar perfil y base manija	0,12		0,12	0,09	0,07			7,37
Haceb P Inferior	Ensamblar perfil y base manija en puerta inferior	0,05		0,05	0,04	0,03	1	90%	3,19
Haceb P Inferior	Fijar manija con tornillos en puerta inferior	0,12		0,12	0,09	0,07			7,16
Haceb P Inferior	Colocar dispensador de agua	0,12		0,12	0,09	0,07			7,22
Haceb P Inferior	Cambiar carro con dispensadores de agua	0,00		0,00	0,00	0,00			0,15
Haceb P Inferior	posicionar puerta inferior en banda	0,07		0,07	0,05	0,04			3,96
Haceb P Inferior	Anotar produccion	0,09		0,09	0,07	0,05			5,20
SUPERIOR	Fijar base manija puerta superior	0,22		0,22	0,05	0,04			13,33
SUPERIOR	Ensamblar perfil y base manija	0,14		0,14	0,03	0,02			8,62
SUPERIOR	Ensamblar perfil y base manija en puerta superior	0,06		0,06	0,02	0,01			3,84
SUPERIOR	Fijar manija con tornillos en puerta superior	0,08		0,08	0,02	0,01			5,02
SUPERIOR	Posicionar puerta superior en banda	0,04		0,04	0,01	0,01			2,45
INFERIOR	Fijar base manija puerta inferior	0,12		0,12	0,03	0,02			7,17
INFERIOR	Ensamblar perfil y base manija	0,12		0,12	0,03	0,02			7,37
INFERIOR	Ensamblar perfil y base manija en puerta inferior	0,05		0,05	0,01	0,01			3,19
INFERIOR	Fijar manija con tornillos en puerta inferior	0,12		0,12	0,03	0,02			7,16
INFERIOR	Colocar dispensador de agua	0,12		0,12	0,03	0,02			7,22
INFERIOR	Cambiar carro con dispensadores de agua	0,00		0,00	0,00	0,00			0,15
INFERIOR	posicionar puerta inferior en banda	0,07		0,07	0,02	0,01			3,96
INFERIOR	Anotar produccion	0,09		0,09	0,02	0,01			5,20
Haceb P Superior	Tomar tapa manija y colocar en puerta superior	0,14		0,14	0,11	0,08			8,43
Haceb P Superior	Girar puerta superior	0,03		0,03	0,02	0,02			1,82
Haceb P Superior	Colocar anaqueles en la puerta superior	0,26		0,26	0,20	0,14			15,55
Haceb P Superior	Almacenar puerta superior	0,14		0,14	0,10	0,07			8,10
Haceb P Inferior	Tomar tapa manija y colocar en puerta inferior	0,10		0,10	0,08	0,06			6,25
Haceb P Inferior	Girar puerta inferior	0,03		0,03	0,02	0,02			1,80
Haceb P Inferior	Colocar anaqueles en puerta inferior	0,28		0,28	0,21	0,15			16,54
Haceb P Inferior	Almacenar puerta inferior	0,23		0,23	0,18	0,13	1	89%	13,97
Haceb P Inferior	Girar carro con anaqueles multiusos	0,01		0,01	0,01	0,00			0,40
Haceb P Inferior	Girar carro de anaqueles multiusos con espiral	0,01		0,01	0,01	0,00			0,40
Haceb P Inferior	Girar carro con anaqueles bio ice	0,01		0,01	0,01	0,00			0,40
SUPERIOR	Tomar tapa manija y colocar en puerta superior	0,14		0,14	0,03	0,02			8,43
SUPERIOR	Girar puerta superior	0,03		0,03	0,01	0,01			1,82
SUPERIOR	Colocar perfil en la puerta superior	0,17		0,17	0,04	0,03			10,50
SUPERIOR	Almacenar puerta superior	0,19		0,19	0,04	0,03			11,40
INFERIOR	Tomar tapa manija y colocar en puerta inferior	0,10		0,10	0,02	0,02			6,25
INFERIOR	Girar puerta inferior	0,03		0,03	0,01	0,01			1,80
INFERIOR	Colocar anaqueles en puerta inferior	0,28		0,28	0,06	0,05			16,54
INFERIOR	Almacenar puerta inferior	0,29		0,29	0,07	0,05			17,27
INFERIOR	Girar carro con anaqueles multiusos	0,01		0,01	0,00	0,00			0,40
INFERIOR	Girar carro de anaqueles multiusos con espiral	0,01		0,01	0,00	0,00			0,40
INFERIOR	Girar carro con anaqueles bio ice	0,01		0,01	0,00	0,00			0,40
		9,59	3,00	9,59	4,75	3,41	4,00	3,41	575,58

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

Tabla 7 Propuesta balanceo línea 1; para 3 personas preparación 611 (demanda por turno 320 unidades)

PUESTO		ESTACIÓN	OPERACIONES	TIEMPO DE TAREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ. TOTAL	TIEMPOS CON SUPLEMENTOS
1	INF	611 Y 315	Tomar puerta inferior y retirar lamina	0,22	1	0,22	0,22	0,16	1	70%	13,33
1	INF	611 Y 315	Revisar puerta inferior	0,10		0,10	0,10	0,07			5,93
1	INF	611 Y 315	Colocar base dispensador en puerta inferior con dos cintas y colocar puerta en banda	0,28		0,28	0,28	0,20			16,71
1	INF	611 Y 315	Colocar refuerzos manija a puerta inferior	0,12		0,12	0,12	0,08			6,95
1	INF	611 Y 315	Colocar refuerzo y poron a puerta inferior	0,12		0,12	0,12	0,08			6,96
1	INF	611 Y 315	Ajustar base dispensador con cintas y posicionar en banda	0,14		0,14	0,14	0,10			8,50
2	SUP	611 Y 315	Tomar puerta superior y retirar lamina	0,16		0,16	0,16	0,11	1	94%	9,41
2	SUP	611 Y 315	Revisar puerta superior y posicionar en banda	0,08	1	0,08	0,08	0,06			4,63
2	SUP	611 Y 315	Colocar refuerzos manija a puerta superior	0,17		0,17	0,17	0,12			10,22
2	SUP	611 Y 315	Colocar refuerzo y poron a puerta superior	0,14		0,14	0,14	0,10			8,11
2	SUP	611 Y 315	Colocar complemento superior a puerta superior	0,40		0,40	0,40	0,29			23,96
2	SUP	611 Y 315	Colocar complemento inferior a puerta superior y pocisionar en banda	0,37		0,37	0,37	0,27			22,44
3	INF	611 Y 315	Colocar 4 espumas a la puerta superior	0,22	1	0,22	0,22	0,16			13,02
3	INF	611 Y 315	Almacenar puerta superior en carro	0,08		0,08	0,08	0,06			4,71
3	INF	611 Y 315	Colocar complemento inferior a puerta inferior	0,38		0,38	0,38	0,27	1	94%	22,73
3	INF	611 Y 315	Colocar complemento superior a puerta inferior y colocar espumas	0,36		0,36	0,36	0,26			21,65
3	SUP	611 Y 315	Almacenar puerta inferior	0,08		0,08	0,08	0,05			4,53
3	SUP	611 Y 315	Abastecer Kanban con contrapuestas	0,12		0,12	0,12	0,09			7,34
3	SUP	611 Y 315	Registro produccion	0,08		0,08	0,08	0,06			4,62
				3,60	3,00	3,60	3,60	2,59	3,00	2,59	215,76

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

Tabla 8 Propuesta balanceo de línea 1; para 4 personas en línea ensamble 700 (demanda por turno 320 unidades)

PUESTO	ESTACIÓN	OPERACIONES	TIEMPO DE TAREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ TOTAL	TIEMPOS SUPLENTOS
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Tomar puerta inferior y retirar PU Dispensador	0,25		0,25	0,12	0,12	1	100%	14,78
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ubicar puerta inferior en mesa	0,04		0,04	0,02	0,02			2,50
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Limpieza de PU en puerta inferior	0,18	1	0,18	0,09	0,09			10,79
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,06	0,06			7,67
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,08	0,08			9,54
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ubicar puerta superior en mesa	0,13		0,13	0,07	0,07			7,97
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Limpieza de PU en puerta superior	0,09		0,09	0,04	0,04			5,14
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,06	0,06			7,67
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar cierre magnetico en puerta superior	0,13		0,13	0,06	0,06			7,67
Convencional	Convencional	Tomar puerta inferior y retirar PU Dispensador	0,25		0,25	0,12	0,12			14,78
Convencional	Convencional	Ubicar puerta inferior en mesa	0,04		0,04	0,02	0,02			2,50
Convencional	Convencional	Limpieza de PU en puerta inferior	0,18		0,18	0,09	0,09			10,79
Convencional	Convencional	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,06	0,06			7,67
Convencional	Convencional	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,08	0,08			9,54
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Limpieza de PU en puerta superior	0,04		0,04	0,02	0,02			2,57
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar cierre magnetico en puerta superior	0,17	1	0,17	0,08	0,09			10,17
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar cierre magnetico en puerta superior	0,13		0,13	0,06	0,06			7,67
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Limpieza de PU en puerta inferior	0,21		0,21	0,11	0,11			12,79
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar puerta inferior	0,02		0,02	0,01	0,01			1,41
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,08	0,08	1	99%	9,54
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar anaquel pequeño conservantes	0,07		0,07	0,03	0,03			4,01
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Limpieza de PU Dispensador (frontal)	0,08		0,08	0,04	0,04			4,60
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ubicar puerta en banda	0,04		0,04	0,02	0,02			2,54
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Retirar palanca y tapa dispensador de bolsa	0,12		0,12	0,06	0,06			7,48
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar palanca y tapa dispensador en puerta inferior	0,10		0,10	0,05	0,05			5,74
Convencional	Convencional	Limpieza de PU en puerta inferior	0,21		0,21	0,11	0,11			12,79
Convencional	Convencional	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,06	0,06			7,67
Convencional	Convencional	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,08	0,08			9,54
Convencional	Convencional	Colocar anaquel pequeño conservantes	0,07		0,07	0,03	0,03			4,01
Convencional	Convencional	Colocar palanca y tapa dispensador en puerta inferior	0,10		0,10	0,05	0,05			5,74
Haceb 700	Convencional	Limpieza de PU Dispensador (frontal)	0,08		0,08	0,04	0,04			4,60
Convencional	Convencional	Girar puerta y ubicar en banda	0,08		0,08	0,04	0,04			4,95

Haceb 700	HCB 700/305 superior	Girar puerta superior	0,02		0,02	0,01	0,01	1	79%	1,41
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar complemento base manija en puerta superior	0,16		0,16	0,08	0,08			9,79
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ensamblar perfil manija a base manija	0,10		0,10	0,05	0,05			5,98
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar perfil manija en complemento base manija	0,05		0,05	0,03	0,03			3,06
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ajustar base manija a poron	0,04		0,04	0,02	0,02			2,59
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar base manija en puerta inferior	0,12		0,12	0,06	0,06			7,25
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar tapa manija en puerta superior	0,06	1	0,06	0,03	0,03			3,74
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Girar puerta superior	0,02		0,02	0,01	0,01			1,41
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ensamblar perfil manija a base manija	0,10		0,10	0,05	0,05			5,98
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar perfil manija en complemento base manija	0,05		0,05	0,03	0,03			3,06
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar complemento base manija en puerta inferior	0,16		0,16	0,08	0,08			9,79
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ajustar base manija a poron	0,04		0,04	0,02	0,02			2,59
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar base manija en puerta inferior	0,12		0,12	0,06	0,06			7,25
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar tapa manija en puerta inferior	0,06		0,06	0,03	0,03			3,74
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar puerta inferior	0,02		0,02	0,01	0,01			1,41
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar dispensador de agua	0,16		0,16	0,08	0,08			9,48
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Cambiar carro con dispensadores de agua	0,00		0,00	0,00	0,00			0,13
Convencional	Convencional	Colocar dispensador de agua	0,16		0,16	0,08	0,08			9,48
Convencional	Convencional	Cambiar carro con dispensadores de agua	0,00		0,00	0,00	0,00			0,13
Convencional	Convencional	Girar puerta inferior	0,02		0,02	0,01	0,01			1,41
Convencional	Convencional	Registrar producción	0,06		0,06	0,03	0,03			3,84
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar puerta inferior	0,02		0,02	0,01	0,01			1,41
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar (2) anaqueles multiusos	0,16		0,16	0,08	0,08			9,67
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar carro con anaqueles multiusos	0,01		0,01	0,00	0,00			0,37
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar anaquel multiusos con espiral	0,11		0,11	0,06	0,06	1	87%	6,89
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar carro de anaqueles multiusos con espiral	0,01	1	0,01	0,00	0,00			0,37
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Registrar producción	0,06		0,06	0,03	0,03			3,84
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Almacenar puerta inferior	0,17		0,17	0,08	0,08			9,90
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar (2) anaqueles multicampa	0,14		0,14	0,07	0,07			8,14
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar (2) anaqueles bio ice	0,21		0,21	0,11	0,11			12,82
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Girar carro con anaqueles bio ice	0,01		0,01	0,00	0,00			0,37
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ubicar puerta superior en banda	0,04		0,04	0,02	0,02			2,60
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Almacenar puerta superior	0,17		0,17	0,08	0,08			10,05
Convencional	Convencional	Colocar (2) tapa lacteos	0,19		0,19	0,10	0,10			11,53
Convencional	Convencional	Colocar anaquel multiusos	0,14		0,14	0,07	0,07			8,12
Convencional	Convencional	Girar carro con anaqueles multiusos	0,01		0,01	0,00	0,00			0,37
Convencional	Convencional	Colocar anaquel multiusos con espiral	0,11		0,11	0,06	0,06			6,89
Convencional	Convencional	Girar carro de anaqueles multiusos con espiral	0,01		0,01	0,00	0,00			0,37
Convencional	Convencional	Almacenar puerta inferior	0,17		0,17	0,08	0,08			9,90
			7,23	4,00	7,23	3,62	3,66	4,00	3,66	434,00

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

Tabla 9 Propuesta balanceo línea 1; para 4 personas preparación 700 (demanda por turno 320 unidades)

ESTACIÓN	OPERACIONES	TIEMPO DE AREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ. TOTAL	TIEMPOS CON SUPLEMENTOS
700	Tomar puerta inferior y retirar plastico	0,39	1	0,39	0,19	0,20	1	89%	23,32
700	Revisar puerta inferior	0,12		0,12	0,06	0,06			7,39
700	Colocar base dispensador y posicionar puerta en banda	0,33		0,33	0,17	0,17			19,81
700	colocar refuerzos manija	0,18		0,18	0,09	0,09			10,79
700	Colocar refuerzo y poron y ubicar puerta en mesa	0,16		0,16	0,08	0,08			9,58
CONVENCIONAL	Tomar puerta inferior y retirar lamina laterales	0,177		0,177	0,088	0,089			10,59
CONVENCIONAL	Revisar puerta inferior	0,072		0,072	0,036	0,036			4,29
CONVENCIONAL	Colocar base dispensador y posicionar puerta en banda	0,340		0,340	0,170	0,172			20,38
700	Tomar puerta superior y retirar plastico	0,19		0,19	0,10	0,10	1	83%	11,63
700	Revisar puerta superior	0,10	1	0,10	0,05	0,05			5,76
700	Colocar refuerzo manija a puerta superior	0,20		0,20	0,10	0,10			11,85
700	Colocar feruerzo con poron a puerta superior	0,17		0,17	0,08	0,09			10,18
700	Colocar complemento superior a puerta superior y posicionar en banda	0,69		0,69	0,34	0,35			41,34
CONVENCIONAL	Ajustar base dispensador con cintas y posicionar en banda	0,289		0,289	0,145	0,146			17,35
700	Fijar base dispensador con cinta	0,21		0,21	0,10	0,10			12,37
700	Colocar complemento inferior de la puerta inferior y colocar espumas	0,67		0,67	0,33	0,34			39,96
700	Colocar complemento superior de la puerta inferior y colocar espumas	0,45		0,45	0,22	0,23			26,88
700	Posicionar puerta	0,06	1	0,06	0,03	0,03	1	94%	3,43
CONVENCIONAL	Colocar complemento inferior de la puerta inferior	0,329		0,329	0,165	0,167			19,77
CONVENCIONAL	Colocar dos espumas y posicionar puerta	0,157		0,157	0,078	0,079			9,41
700	Colocar complemento inferior a la puerta superior	0,42		0,42	0,21	0,21			25,06
700	Colocar 4 espumas a puerta superior	0,27		0,27	0,13	0,13	1	89%	15,94
700	Almacenar puerta superior en carro	0,06		0,06	0,03	0,03			3,88
700	Almacenar puerta inferior en carro	0,10		0,10	0,05	0,05			6,25
CONVENCIONAL	Colocar complemento superior a la puerta inferior y colocar espumas	0,581		0,581	0,291	0,294			34,88
CONVENCIONAL	Almacenar puerta inferior en carro	0,110		0,110	0,055	0,055			6,59
CONVENCIONAL	Abastecer contrapuertas	0,105		0,105	0,105	0,106			6,27
		6,92	3,00	6,92	3,51	3,55	4,00	3,55	414,95

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

Tabla 10 Propuesta balanceo de línea 2; 4 personas en línea ensamble 611 (demanda por turno 385 unidades)

OPERACIONES	TIEMPO DE TAREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ. TOTAL	TIEMPOS CON SUPLEMENTO
Tomar puerta inferior y posicionar en banda	0,13		0,13	0,13	0,11			7,71
Limpiar PU de puerta inferior	0,19		0,19	0,19	0,16			11,31
Colocar anaquel pequeño conservantes	0,07	1	0,07	0,07	0,06			4,41
Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,18		0,18	0,18	0,16			11,01
tomar puerta superior y colocarla en banda	0,12		0,12	0,12	0,11			7,32
limpiar pu de puerta superior	0,15		0,15	0,15	0,13			8,94
Tomar cierre magnetico y colocarlo en puerta superior	0,07		0,07	0,07	0,06	1	95%	4,35
Fijar cierre magnetico	0,18		0,18	0,18	0,15			10,66
Limpiar PU de puerta inferior	0,19		0,19	0,19	0,16			11,31
Tomar cierre magnetico y colocarlo en puerta inferior	0,09		0,09	0,09	0,08			5,45
Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,18		0,18	0,18	0,16			11,01
Limpieza de PU Dispensador (frontal)	0,08		0,08	0,00	0,00			4,62
Colocar palanca y tapa dispensador en puerta inferior	0,14		0,14	0,14	0,12	1	99%	8,36
Colocar puerta inferior en banda	0,08		0,08	0,08	0,07			4,92
Girar puerta	0,06		0,06	0,06	0,06			3,82
limpiar pu de puerta superior	0,15	1	0,15	0,15	0,13			8,94
Fijar cierre magnetico	0,18		0,18	0,18	0,15			10,66
Posicionar puerta superior en banda	0,06		0,06	0,06	0,06			3,85
Fijar base manija puerta superior	0,22		0,22	0,22	0,19			13,33
Ensamblar perfil y base manija	0,14		0,14	0,14	0,12			8,62
Ensamblar perfil y base manija en puerta superior	0,06	1	0,06	0,06	0,06			3,84
Fijar manija con tornillos en puerta superior	0,08		0,08	0,08	0,07			5,02
Posicionar puerta superior en banda	0,04		0,04	0,04	0,04			2,45
Fijar base manija puerta inferior	0,12		0,12	0,12	0,10			7,17
Ensamblar perfil y base manija	0,12		0,12	0,12	0,11			7,37
Ensamblar perfil y base manija en puerta inferior	0,05		0,05	0,05	0,05	1	94%	3,19
Fijar manija con tornillos en puerta inferior	0,12		0,12	0,12	0,10			7,16
Colocar dispensador de agua	0,12		0,12	0,12	0,10			7,22
Tomar tapa manija y colocar en puerta superior	0,14		0,14	0,14	0,12			8,43
Girar puerta superior	0,03		0,03	0,03	0,03			1,82
Colocar anaqueles en la puerta superior	0,26		0,26	0,26	0,22	1	84%	15,55
Almacenar puerta superior	0,14		0,14	0,14	0,12			8,10
Tomar tapa manija y colocar en puerta inferior	0,10		0,10	0,10	0,09			6,25
Girar puerta inferior	0,03		0,03	0,03	0,03			1,80
Colocar anaqueles en puerta inferior	0,28		0,28	0,28	0,24			16,54
Cambiar carro con dispensadores de agua	0,00		0,00	0,00	0,00			0,15
posicionar puerta inferior en banda	0,07		0,07	0,07	0,06			3,96
Anotar produccion	0,09		0,09	0,09	0,08			5,20
Almacenar puerta inferior	0,23		0,23	0,23	0,20	1	35%	13,97
Girar carro con anaqueles multiusos	0,01		0,01	0,01	0,01			0,40
Girar carro de anaqueles multiusos con espiral	0,01		0,01	0,01	0,01			0,40
Girar carro con anaqueles bio ice	0,01		0,01	0,01	0,01			0,40
	4,78	3,00	4,78	4,71	4,07	5,00	4,07	287,01

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

Tabla 11 Propuesta balanceo línea 2; para 3 personas preparación 611 (demanda por turno 385 unidades)

ESTACIÓN	OPERACIONES	TIEMPO DE TAREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ TOTAL	TIEMPOS CON SUPLEMENTOS
611 Y 315	Tomar puerta inferior y retirar plastico	0,22	1	0,22	0,22	0,19	1	84%	13,33
611 Y 315	Revisar puerta inferior	0,10		0,10	0,10	0,09			5,93
611 Y 315	Colocar base dispensador en puerta inferior con dos cintas y colocar puerta en banda	0,28		0,28	0,28	0,24			16,71
611 Y 315	Colocar refuerzos manija a puerta inferior	0,12		0,12	0,12	0,10			6,95
611 Y 315	Colocar refuerzo y poron a puerta inferior	0,12		0,12	0,12	0,10			6,96
611 Y 315	Ajustar base dispensador con cintas y posicionar en banda	0,14		0,14	0,14	0,12			8,50
611 Y 315	Tomar puerta superior y retirar plastico	0,16		0,16	0,16	0,14	1	75%	9,41
611 Y 315	Colocar refuerzos manija a puerta superior	0,17		0,17	0,17	0,15			10,22
611 Y 315	Colocar refuerzo y poron a puerta superior	0,14		0,14	0,14	0,12			8,11
611 Y 315	Colocar complemento superior a puerta superior	0,40		0,40	0,40	0,35			23,96
611 Y 315	Colocar complemento inferior a puerta superior y pocisionar en banda	0,37		0,37	0,37	0,32	1	63%	22,44
611 Y 315	Revisar puerta superior y posicionar en banda	0,08	1	0,08	0,08	0,07			4,63
611 Y 315	Almacenar puerta inferior	0,08		0,08	0,08	0,07			4,53
611 Y 315	Abastecer Kanban con contrapuestas	0,12		0,12	0,12	0,11			7,34
611 Y 315	Registro produccion	0,08		0,08	0,08	0,07			4,62
611 Y 315	Colocar 4 espumas a la puerta superior	0,22	1	0,22	0,22	0,19			13,02
611 Y 315	Almacenar puerta superior en carro	0,08		0,08	0,08	0,07			4,71
611 Y 315	Colocar complemento inferior a puerta inferior	0,38		0,38	0,38	0,33	1	90%	22,73
611 Y 315	Colocar complemento superior a puerta inferior y colocar espumas	0,36		0,36	0,36	0,31			21,65
		3,60	3,00	3,60	3,60	3,11	4,00	3,11	215,76

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

Tabla 12 Propuesta balanceo de línea 2; 4 personas en línea ensamble 700 (demanda por turno 385 unidades)

PUESTO	ESTACIÓN	OPERACIONES	TIEMPO DE TAREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ TOTAL	TIEMPOS SUPLEME NTOS
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Tomar puerta inferior y retirar PU Dispensador	0,25		0,25	0,10	0,09	1	69%	14,78
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ubicar puerta inferior en mesa	0,04		0,04	0,02	0,01			2,50
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Limpieza de PU en puerta inferior	0,18	1	0,18	0,07	0,06			10,79
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,06	0,06			9,54
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ubicar puerta superior en mesa	0,13		0,13	0,05	0,05			7,97
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Limpieza de PU en puerta superior	0,09		0,09	0,03	0,03			5,14
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar cierre magnetico en puerta superior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Convencional	Convencional	Tomar puerta inferior y retirar PU Dispensador	0,25		0,25	0,10	0,09			14,78
Convencional	Convencional	Ubicar puerta inferior en mesa	0,04		0,04	0,02	0,01			2,50
Convencional	Convencional	Limpieza de PU en puerta inferior	0,18		0,18	0,07	0,06			10,79
Convencional	Convencional	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Convencional	Convencional	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,06	0,06			9,54
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Limpieza de PU en puerta superior	0,04		0,04	0,02	0,01			2,57
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar cierre magnetico en puerta superior	0,17	1	0,17	0,07	0,06			10,17
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar cierre magnetico en puerta superior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Limpieza de PU en puerta inferior	0,21		0,21	0,09	0,07			12,79
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar puerta inferior	0,02		0,02	0,01	0,01			1,41
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,06	0,06	1	68%	9,54
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar anaquel pequeño conservantes	0,07		0,07	0,03	0,02			4,01
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Limpieza de PU Dispensador (frontal)	0,08		0,08	0,03	0,03			4,60
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ubicar puerta en banda	0,04		0,04	0,02	0,01			2,54
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Retirar palanca y tapa dispensador de bolsa	0,12		0,12	0,05	0,04			7,48
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar palanca y tapa dispensador en puerta inferior	0,10		0,10	0,04	0,03			5,74
Convencional	Convencional	Limpieza de PU en puerta inferior	0,21		0,21	0,09	0,07			12,79
Convencional	Convencional	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Convencional	Convencional	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,06	0,06			9,54
Convencional	Convencional	Colocar anaquel pequeño conservantes	0,07		0,07	0,03	0,02			4,01
Convencional	Convencional	Colocar palanca y tapa dispensador en puerta inferior	0,10		0,10	0,04	0,03			5,74
Haceb 700	Convencional	Limpieza de PU Dispensador (frontal)	0,08		0,08	0,03	0,03			4,60
Convencional	Convencional	Girar puerta y ubicar en banda	0,08		0,08	0,03	0,03			4,95

Haceb 700	HCB 700/305 superior	Girar puerta superior	0,02	0,02	0,01	0,01	1	54%	1,41	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar complemento base manija en puerta superior	0,16	0,16	0,07	0,06			9,79	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ensamblar perfil manija a base manija	0,10	0,10	0,04	0,03			5,98	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar perfil manija en complemento base manija	0,05	0,05	0,02	0,02			3,06	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ajustar base manija a poron	0,04	0,04	0,02	0,02			2,59	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar base manija en puerta inferior	0,12	0,12	0,05	0,04			7,25	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar tapa manija en puerta superior	0,06	1	0,06	0,03	0,02		3,74	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Girar puerta superior	0,02	0,02	0,01	0,01			1,41	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ensamblar perfil manija a base manija	0,10	0,10	0,04	0,03			5,98	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar perfil manija en complemento base manija	0,05	0,05	0,02	0,02			3,06	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar complemento base manija en puerta inferior	0,16	0,16	0,07	0,06			9,79	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ajustar base manija a poron	0,04	0,04	0,02	0,02			2,59	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar base manija en puerta inferior	0,12	0,12	0,05	0,04			7,25	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar tapa manija en puerta inferior	0,06	0,06	0,03	0,02			3,74	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar puerta inferior	0,02	0,02	0,01	0,01			1,41	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar dispensador de agua	0,16	0,16	0,06	0,06			9,48	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Cambiar carro con dispensadores de agua	0,00	0,00	0,00	0,00			0,13	
Convencional	Convencional	Colocar dispensador de agua	0,16	0,16	0,06	0,06			9,48	
Convencional	Convencional	Cambiar carro con dispensadores de agua	0,00	0,00	0,00	0,00			0,13	
Convencional	Convencional	Girar puerta inferior	0,02	0,02	0,01	0,01			1,41	
Convencional	Convencional	Registrar producción	0,06	0,06	0,03	0,02			3,84	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar puerta inferior	0,02	0,02	0,01	0,01			1,41	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar (2) anaqueles multiusos	0,16	0,16	0,06	0,06			9,67	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar carro con anaqueles multiusos	0,01	0,01	0,00	0,00			0,37	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar anaquel multiusos con espiral	0,11	0,11	0,05	0,04	1	60%	6,89	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar carro de anaqueles multiusos con espiral	0,01	1	0,01	0,00	0,00		0,37	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Registrar producción	0,06	0,06	0,03	0,02			3,84	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Almacenar puerta inferior	0,17	0,17	0,07	0,06			9,90	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar (2) anaqueles multicampa	0,14	0,14	0,05	0,05			8,14	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar (2) anaqueles bio ice	0,21	0,21	0,09	0,07			12,82	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Girar carro con anaqueles bio ice	0,01	0,01	0,00	0,00			0,37	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ubicar puerta superior en banda	0,04	0,04	0,02	0,02			2,60	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Almacenar puerta superior	0,17	0,17	0,07	0,06			10,05	
Convencional	Convencional	Colocar (2) tapa lacteos	0,19	0,19	0,08	0,07			11,53	
Convencional	Convencional	Colocar anaquel multiusos	0,14	0,14	0,05	0,05			8,12	
Convencional	Convencional	Girar carro con anaqueles multiusos	0,01	0,01	0,00	0,00			0,37	
Convencional	Convencional	Colocar anaquel multiusos con espiral	0,11	0,11	0,05	0,04			6,89	
Convencional	Convencional	Girar carro de anaqueles multiusos con espiral	0,01	0,01	0,00	0,00			0,37	
Convencional	Convencional	Almacenar puerta inferior	0,17	0,17	0,07	0,06			9,90	
			7,23	4,00	7,23	2,91	2,52	4,00	2,52	434,00

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

Tabla 13 Propuesta balanceo línea 2; para 2 personas preparación 700 (demanda por turno 385 unidades)

ESTACIÓN	OPERACIONES	TIEMPO DE TAREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ TOTAL	TIEMPOS CON SUPLEMENTOS
700	Tomar puerta inferior y retirar lamina	0,39	1	0,39	0,16	0,14	1	62%	23,32
700	Revisar puerta inferior	0,12		0,12	0,05	0,04			7,39
700	Colocar base dispensador y posicionar puerta en banda	0,33		0,33	0,13	0,12			19,81
700	colocar refuerzos manija	0,18		0,18	0,07	0,06			10,79
700	Colocar refuerzo y poron y ubicar puerta en mesa	0,16		0,16	0,06	0,06			9,58
CONVENCIONAL	Tomar puerta inferior y retirar lamina laterales	0,177		0,177	0,071	0,061			10,59
CONVENCIONAL	Revisar puerta inferior	0,072		0,072	0,029	0,025			4,29
CONVENCIONAL	Colocar base dispensador y posicionar puerta en banda	0,340		0,340	0,137	0,118			20,38
700	Tomar puerta superior y retirar lamina	0,19		0,19	0,08	0,07	1	57%	11,63
700	Revisar puerta superior	0,10	1	0,10	0,04	0,03			5,76
700	Colocar refuerzo manija a puerta superior	0,20		0,20	0,08	0,07			11,85
700	Colocar feruzo con poron a puerta superior	0,17		0,17	0,07	0,06			10,18
700	Colocar complemento superior a puerta superior y posicionar en banda	0,69		0,69	0,28	0,24			41,34
CONVENCIONAL	Ajustar base dispensador con cintas y posicionar en banda	0,289		0,289	0,116	0,101			17,35
700	Fijar base dispensador con cinta	0,21		0,21	0,08	0,07			12,37
700	Colocar complemento inferior de la puerta inferior y colocar espumas	0,67		0,67	0,27	0,23			39,96
700	Colocar complemento superior de la puerta inferior y colocar espumas	0,45		0,45	0,18	0,16			26,88
700	Posicionar puerta	0,06	1	0,06	0,02	0,02	1	65%	3,43
CONVENCIONAL	Colocar complemento inferior de la puerta inferior	0,329		0,329	0,133	0,115			19,77
CONVENCIONAL	Colocar dos espumas y posicionar puerta	0,157		0,157	0,063	0,055			9,41
700	Colocar complemento inferior a la puerta superior	0,42		0,42	0,17	0,15			25,06
700	Colocar 4 espumas a puerta superior	0,27		0,27	0,11	0,09	1	61%	15,94
700	Almacenar puerta superior en carro	0,06		0,06	0,03	0,02			3,88
700	Almacenar puerta inferior en carro	0,10		0,10	0,04	0,04			6,25
CONVENCIONAL	Colocar complemento superior a la puerta inferior y colocar espumas	0,581		0,581	0,234	0,203			34,88
CONVENCIONAL	Almacenar puerta inferior en carro	0,110		0,110	0,044	0,038			6,59
CONVENCIONAL	Abastecer contrapuestas	0,105		0,105	0,084	0,073			6,27
		6,92	3,00	6,92	2,83	2,45	4,00	2,45	414,95

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

Tabla 14 Propuesta balanceo línea 3; para 5 personas ensamble 611 (demanda por turno 450 unidades)

ESTACIÓN	OPERACIONES	TIEMPO DE TAREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ. TOTAL	TIEMPOS CON SUPLEMENTO
Haceb P Inferior	Tomar puerta inferior y posicionar en banda	0,13		0,13	0,13	0,13			7,71
Haceb P Inferior	Limpiar PU de puerta inferior	0,19		0,19	0,19	0,19			11,31
Haceb P Inferior	Colocar anaquel pequeño conservantes	0,07	1	0,07	0,07	0,07	1	64%	4,41
Haceb P Inferior	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,18		0,18	0,18	0,19			11,01
Haceb P Inferior	Girar puerta	0,06		0,06	0,06	0,06			3,82
Haceb P Inferior	Limpiar PU de puerta inferior	0,19		0,19	0,19	0,19			11,31
Haceb P Inferior	Tomar cierre magnetico y colocarlo en puerta inferior	0,09		0,09	0,09	0,09			5,45
Haceb P Inferior	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,18		0,18	0,18	0,19			11,01
Haceb P Inferior	Limpieza de PU Dispensador (frontal)	0,08		0,08	0,00	0,00			4,62
Haceb P Inferior	Colocar palanca y tapa dispensador en puerta inferior	0,14		0,14	0,14	0,14	1	69%	8,36
Haceb P Inferior	Colocar puerta inferior en banda	0,08		0,08	0,08	0,08			4,92
Haceb P Superior	tomar puerta superior y colocarla en banda	0,12		0,12	0,12	0,12			7,32
Haceb P Superior	limpiar pu de puerta superior	0,15		0,15	0,15	0,15			8,94
Haceb P Superior	Tomar cierre magnetico y colocarlo en puerta superior	0,07		0,07	0,07	0,07	1	92%	4,35
Haceb P Superior	Fijar cierre magnetico	0,18		0,18	0,18	0,18			10,66
Haceb P Superior	limpiar pu de puerta superior	0,15	1	0,15	0,15	0,15			8,94
Haceb P Superior	Fijar cierre magnetico	0,18		0,18	0,18	0,18			10,66
Haceb P Superior	Posicionar puerta superior en banda	0,06		0,06	0,06	0,06			3,85
Haceb P Superior	Fijar base manija puerta superior	0,19		0,19	0,19	0,19			11,13
Haceb P Superior	Ensamblar perfil y base manija	0,14		0,14	0,14	0,15			8,62
Haceb P Superior	Ensamblar perfil y base manija en puerta superior	0,06	1	0,06	0,06	0,06	1	98%	3,84
Haceb P Superior	Fijar manija con tornillos en puerta superior	0,08		0,08	0,08	0,08			5,02
Haceb P Superior	Tomar tapa manija y colocar en puerta superior	0,14		0,14	0,14	0,14			8,43
Haceb P Superior	Girar puerta superior	0,03		0,03	0,03	0,03			1,82
Haceb P Superior	Colocar anaqueles en la puerta superior	0,22		0,22	0,22	0,22			13,35
Haceb P Superior	Posicionar puerta superior en banda	0,04		0,04	0,04	0,04			2,45
Haceb P Superior	Almacenar puerta superior	0,06		0,06	0,06	0,06			3,70
Haceb P Inferior	Fijar base manija puerta inferior	0,10		0,10	0,10	0,10			6,07
Haceb P Inferior	Ensamblar perfil y base manija	0,09		0,09	0,09	0,10			5,65
Haceb P Inferior	Ensamblar perfil y base manija en puerta inferior	0,05		0,05	0,05	0,05	1	98%	3,19
Haceb P Inferior	Fijar manija con tornillos en puerta inferior	0,10		0,10	0,10	0,10			6,06
Haceb P Inferior	Colocar dispensador de agua	0,09		0,09	0,09	0,10			5,68
Haceb P Inferior	Cambiar carro con dispensadores de agua	0,00		0,00	0,00	0,00			0,15
Haceb P Inferior	posicionar puerta inferior en banda	0,07		0,07	0,07	0,07			3,96
Haceb P Inferior	Anotar produccion	0,09		0,09	0,09	0,09			5,20
Haceb P Inferior	Tomar tapa manija y colocar en puerta inferior	0,10		0,10	0,10	0,11			6,25
Haceb P Inferior	Colocar anaqueles en puerta inferior	0,17		0,17	0,17	0,17			9,94
Haceb P Inferior	Almacenar puerta inferior	0,10		0,10	0,10	0,11			6,27
		4,26	3,00	4,26	4,18	4,23	5,00	4,23	255,43

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

Tabla 15 Propuesta balanceo línea 3; para 4 personas preparación 611 (demanda por turno 450 unidades)

PUESTO		ESTACIÓN	OPERACIONES	TIEMPO DE TAREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ TOTAL	TIEMPOS CON SUPLEMENTOS
1	INF	611 Y 315	Tomar puerta inferior y retirar lamina	0,22	1	0,22	0,22	0,22	1	99%	13,33
1	INF	611 Y 315	Revisar puerta inferior	0,10		0,10	0,10	0,10			5,93
1	INF	611 Y 315	Colocar base dispensador en puerta inferior con dos cintas y colocar puerta en banda	0,28		0,28	0,28	0,28			16,71
1	INF	611 Y 315	Colocar refuerzos manija a puerta inferior	0,12		0,12	0,12	0,13			7,49
1	INF	611 Y 315	Colocar refuerzo y poron a puerta inferior	0,12		0,12	0,12	0,12			6,96
1	INF	611 Y 315	Ajustar base dispensador con cintas y posicionar en banda	0,14		0,14	0,14	0,14			8,50
2	SUP	611 Y 315	Tomar puerta superior y retirar lamina	0,16		0,16	0,16	0,16	1	87%	9,41
2	SUP	611 Y 315	Colocar refuerzos manija a puerta superior	0,17		0,17	0,17	0,17			10,22
2	SUP	611 Y 315	Colocar refuerzo y poron a puerta superior	0,14		0,14	0,14	0,14			8,11
2	SUP	611 Y 315	Colocar complemento superior a puerta superior	0,40		0,40	0,40	0,40			23,96
3	SUP	611 Y 315	Colocar complemento inferior a puerta superior y pocisionar en banda	0,37		0,37	0,37	0,38	1	81%	22,44
3	SUP	611 Y 315	Revisar puerta superior y posicionar en banda	0,08	1	0,08	0,08	0,08			4,63
3	SUP	611 Y 315	Almacenar puerta inferior	0,08		0,08	0,08	0,08			4,53
3	SUP	611 Y 315	Abastecer Kanban con contrapuestas	0,12		0,12	0,12	0,12			7,34
3	SUP	611 Y 315	Registro produccion	0,08		0,08	0,08	0,08			4,62
4	INF	611 Y 315	Almacenar puerta superior en carro	0,08		0,08	0,08	0,08			4,71
4	INF	611 Y 315	Colocar 4 espumas a la puerta superior	0,23	1	0,23	0,23	0,23			13,53
4	INF	611 Y 315	Colocar complemento inferior a puerta inferior	0,38		0,38	0,38	0,38	1	98%	22,73
4	INF	611 Y 315	Colocar complemento superior a puerta inferior y colocar espumas	0,36		0,36	0,36	0,36			21,65
				3,61	3,00	3,61	3,61	3,65	4,00	3,65	216,81

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

Tabla 16 Propuesta balanceo línea 3; para 3 personas ensamble 700 (demanda por turno 450 unidades)

PUESTO	ESTACIÓN	OPERACIONES	TIEMPO DE TAREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ. TOTAL	TIEMPOS SUPLEME NTOS
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Tomar puerta inferior y retirar PU Dispensador	0,25		0,25	0,09	0,07	1	55%	14,78
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ubicar puerta inferior en mesa	0,04		0,04	0,02	0,01			2,50
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Limpieza de PU en puerta inferior	0,18	1	0,18	0,07	0,05			10,79
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,06	0,04			9,54
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ubicar puerta superior en mesa	0,13		0,13	0,05	0,04			7,97
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Limpieza de PU en puerta superior	0,09		0,09	0,03	0,02			5,14
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar cierre magnetico en puerta superior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Convencional	Convencional	Tomar puerta inferior y retirar PU Dispensador	0,25		0,25	0,09	0,07			14,78
Convencional	Convencional	Ubicar puerta inferior en mesa	0,04		0,04	0,02	0,01			2,50
Convencional	Convencional	Limpieza de PU en puerta inferior	0,18		0,18	0,07	0,05			10,79
Convencional	Convencional	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Convencional	Convencional	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,06	0,04			9,54
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Limpieza de PU en puerta superior	0,04		0,04	0,02	0,01			2,57
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar cierre magnetico en puerta superior	0,17	1	0,17	0,07	0,05			10,17
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar cierre magnetico en puerta superior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Limpieza de PU en puerta inferior	0,21		0,21	0,08	0,06			12,79
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar puerta inferior	0,02		0,02	0,01	0,01			1,41
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,06	0,04	1	54%	9,54
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar anaquel pequeño conservantes	0,07		0,07	0,03	0,02			4,01
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Limpieza de PU Dispensador (frontal)	0,08		0,08	0,03	0,02			4,60
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ubicar puerta en banda	0,04		0,04	0,02	0,01			2,54
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Retirar palanca y tapa dispensador de bolsa	0,12		0,12	0,05	0,03			7,48
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar palanca y tapa dispensador en puerta inferior	0,10		0,10	0,04	0,03			5,74
Convencional	Convencional	Limpieza de PU en puerta inferior	0,21		0,21	0,08	0,06			12,79
Convencional	Convencional	Colocar cierre magnetico en puerta inferior	0,13		0,13	0,05	0,04			7,67
Convencional	Convencional	Fijar cierre magnetico en puerta inferior	0,16		0,16	0,06	0,04			9,54
Convencional	Convencional	Colocar anaquel pequeño conservantes	0,07		0,07	0,03	0,02			4,01
Convencional	Convencional	Colocar palanca y tapa dispensador en puerta inferior	0,10		0,10	0,04	0,03			5,74
Haceb 700	Convencional	Limpieza de PU Dispensador (frontal)	0,08		0,08	0,03	0,02			4,60
Convencional	Convencional	Girar puerta y ubicar en banda	0,08		0,08	0,03	0,02			4,95

Haceb 700	HCB 700/305 superior	Girar puerta superior	0,02	0,02	0,01	0,01	1	91%	1,41	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar complemento base manija en puerta superior	0,16	0,16	0,06	0,05			9,79	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ensamblar perfil manija a base manija	0,10	0,10	0,04	0,03			5,98	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar perfil manija en complemento base manija	0,05	0,05	0,02	0,01			3,06	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ajustar base manija a poron	0,04	0,04	0,02	0,01			2,59	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Fijar base manija en puerta inferior	0,12	0,12	0,05	0,03			7,25	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar tapa manija en puerta superior	0,06	1	0,06	0,02	0,02		3,74	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Girar puerta superior	0,02	0,02	0,01	0,01			1,41	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ensamblar perfil manija a base manija	0,10	0,10	0,04	0,03			5,98	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar perfil manija en complemento base manija	0,05	0,05	0,02	0,01			3,06	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar complemento base manija en puerta inferior	0,16	0,16	0,06	0,05			9,79	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Ajustar base manija a poron	0,04	0,04	0,02	0,01			2,59	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Fijar base manija en puerta inferior	0,12	0,12	0,05	0,03			7,25	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar tapa manija en puerta inferior	0,06	0,06	0,02	0,02			3,74	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar puerta inferior	0,02	0,02	0,01	0,01			1,41	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar dispensador de agua	0,16	0,16	0,06	0,04			9,48	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Cambiar carro con dispensadores de agua	0,00	0,00	0,00	0,00			0,13	
Convencional	Convencional	Colocar dispensador de agua	0,16	0,16	0,06	0,04			9,48	
Convencional	Convencional	Cambiar carro con dispensadores de agua	0,00	0,00	0,00	0,00			0,13	
Convencional	Convencional	Girar puerta inferior	0,02	0,02	0,01	0,01			1,41	
Convencional	Convencional	Registrar producción	0,06	0,06	0,02	0,02			3,84	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar puerta inferior	0,02	0,02	0,01	0,01			1,41	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar (2) anaqueles multiusos	0,16	0,16	0,06	0,04			9,67	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar carro con anaqueles multiusos	0,01	0,01	0,00	0,00			0,37	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Colocar anaquel multiusos con espiral	0,11	0,11	0,04	0,03			6,89	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Girar carro de anaqueles multiusos con espiral	0,01	1	0,01	0,00	0,00		0,37	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Registrar producción	0,06	0,06	0,02	0,02			3,84	
Haceb 700	HCB 700/305 inferior	Almacenar puerta inferior	0,17	0,17	0,06	0,05			9,90	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar (2) anaqueles multicampa	0,14	0,14	0,05	0,04			8,14	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Colocar (2) anaqueles bio ice	0,21	0,21	0,08	0,06			12,82	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Girar carro con anaqueles bio ice	0,01	0,01	0,00	0,00			0,37	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Ubicar puerta superior en banda	0,04	0,04	0,02	0,01			2,60	
Haceb 700	HCB 700/305 superior	Almacenar puerta superior	0,17	0,17	0,06	0,05			10,05	
Convencional	Convencional	Colocar (2) tapa lacteos	0,19	0,19	0,07	0,05			11,53	
Convencional	Convencional	Colocar anaquel multiusos	0,14	0,14	0,05	0,04			8,12	
Convencional	Convencional	Girar carro con anaqueles multiusos	0,01	0,01	0,00	0,00			0,37	
Convencional	Convencional	Colocar anaquel multiusos con espiral	0,11	0,11	0,04	0,03			6,89	
Convencional	Convencional	Girar carro de anaqueles multiusos con espiral	0,01	0,01	0,00	0,00			0,37	
Convencional	Convencional	Almacenar puerta inferior	0,17	0,17	0,06	0,05			9,90	
			7,23	4,00	7,23	2,77	1,99	3,00	1,99	434,00

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

Tabla 17 Propuesta balanceo línea 3; para 2 personas preparación 700 (demanda por turno 450 unidades)

ESTACIÓN	OPERACIONES	TIEMPO DE TAREA (min)	# OP	TIEMPO TOTAL (min)	PONDERADO (min)	CANTIDAD DE ESTACIONES	CANTIDAD REAL	UTILIZ TOTAL	TIEMPOS CON SUPLEMENTOS
700	Tomar puerta inferior y retirar lamina	0,39	1	0,39	0,15	0,11	1	94%	23,32
700	Revisar puerta inferior	0,12		0,12	0,05	0,03			7,39
700	Colocar base dispensador y posicionar puerta en banda	0,33		0,33	0,13	0,09			19,81
700	colocar refuerzos manija	0,18		0,18	0,07	0,05			10,79
700	Colocar refuerzo y poron y ubicar puerta en mesa	0,16		0,16	0,06	0,04			9,58
CONVENCIONAL	Tomar puerta inferior y retirar lamina laterales	0,177		0,177	0,067	0,048			10,59
CONVENCIONAL	Revisar puerta inferior	0,072		0,072	0,027	0,020			4,29
CONVENCIONAL	Colocar base dispensador y posicionar puerta en banda	0,340		0,340	0,129	0,093			20,38
700	Tomar puerta superior y retirar lamina	0,19		0,19	0,07	0,05			11,63
700	Revisar puerta superior	0,10	1	0,10	0,04	0,03			5,76
700	Colocar refuerzo manija a puerta superior	0,20		0,20	0,08	0,05			11,85
700	Colocar feruzo con poron a puerta superior	0,17		0,17	0,06	0,05			10,18
700	Colocar complemento superior a puerta superior y posicionar en banda	0,69		0,69	0,26	0,19			41,34
CONVENCIONAL	Ajustar base dispensador con cintas y posicionar en banda	0,289		0,289	0,110	0,079			17,35
700	Fijar base dispensador con cinta	0,21		0,21	0,08	0,06			12,37
700	Colocar complemento inferior de la puerta inferior y colocar espumas	0,67		0,67	0,26	0,18			39,96
700	Colocar complemento superior de la puerta inferior y colocar espumas	0,45		0,45	0,17	0,12			26,88
700	Posicionar puerta	0,06	1	0,06	0,02	0,02	1	100%	3,43
CONVENCIONAL	Colocar complemento inferior de la puerta inferior	0,329		0,329	0,126	0,090			19,77
CONVENCIONAL	Colocar dos espumas y posicionar puerta	0,157		0,157	0,060	0,043			9,41
700	Colocar complemento inferior a la puerta superior	0,42		0,42	0,16	0,12			25,06
700	Colocar 4 espumas a puerta superior	0,27		0,27	0,10	0,07			15,94
700	Almacenar puerta superior en carro	0,06		0,06	0,02	0,02			3,88
700	Almacenar puerta inferior en carro	0,10		0,10	0,04	0,03			6,25
CONVENCIONAL	Colocar complemento superior a la puerta inferior y colocar espumas	0,581		0,581	0,222	0,159			34,88
CONVENCIONAL	Almacenar puerta inferior en carro	0,110		0,110	0,042	0,030			6,59
CONVENCIONAL	Abastecer contrapuestas	0,105		0,105	0,080	0,058			6,27
		6,92	3,00	6,92	2,69	1,93	2,00	1,93	414,95

(Zapata, 2016) Datos tomados Unidad Básica de Negocio (UBN) Puertas planta 1 refrigeración

9. CONCLUSIONES

- **Diagnostico líneas Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas;** se realiza una inspección visual de cada puesto de las líneas, tomando evidencia fotográfica de cada estación de trabajo.
Esta investigación arroja que los puestos están desbalanceados, algunos tienen sobre carga de movimientos y la ergonomía no es la adecuada.
- **Validar abastecimiento KAMBAN;** se elabora una revisión detallada de las rutas y los tiempos del surtidor y la infraestructura del proyecto en la unidad básica de negocio (UBN) puertas.
Los tiempos del surtidor están desfasados ocasionando paros innecesarios en las líneas, en cuanto a la infraestructura es la adecuada para satisfacer las necesidades de la Unidad Básica de Negocio (UBN). Las rutas no son las adecuadas para acoplarse con los tiempos establecidos de abastecimiento KAMBAN.
- **Proponer metodología de abastecimiento;** basado en el análisis realizado se replantearon dos rutas de abastecimiento KAMBAN, según el análisis de los requerimientos de la Unidad Básica de Negocio (UBN)
- **Dictaminar sobrecarga de movimientos;** se elabora una inspección en cada puesto de trabajo, con el objetivo de identificar movimientos y maniobras innecesarias en los puestos de trabajo.
Se identifican 5 estaciones de trabajo las cuales ocasionan retrasos en la línea, por causa de movimientos innecesarios en las operaciones.
- **Propuesta balanceo de líneas unidad básica de negocio puertas;** se implementó un balanceo de líneas eficiente, con varios módulos de distribución de mano de obra, para dar autonomía a la Unidad Básica de Negocio (UBN) puertas en la distribución del recurso humano.

10. RESULTADOS

Los beneficios y resultados obtenidos en la realización del proyecto permiten señalar el cumplimiento de los objetivos, los cuales nos permite analizar de manera eficiente los logros obtenidos, dificultades y nuevas acciones de mejora. Por los tanto los resultados obtenidos enfocados al cumplimiento del proyecto son:

- Se logra un balanceo flexible, que se acomoda a las necesidades del PVO (plan de ventas organizacional) aprovechando al máximo el recurso humano facilitando la redistribución de las líneas de producción.
- Los balanceos propuestos hacen más eficiente y eficaz la actualización del estándar de acuerdo a las necesidades del proceso.
- Las rutas de abastecimiento de KAMBAN son más eficientes al momento del abastecimiento de materia prima a las diferentes líneas, de esta forma se logra disminuir tiempo y aprovecharlo en abastecimiento del supermercado.
- Al realizar el correcto análisis de líneas, se logra identificar puestos con uso inadecuado de los movimientos, implementando la teoría de movimientos se logran corregir en la totalidad los puestos para que la línea fluya de manera adecuada, cumpla con los tiempos y disminuya la fatiga muscular en los operarios.

Basados en los resultados del proyecto se pretende realizar auditorías para buscar nuevas mejoras y garantizar el cumplimiento de lo implementado.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- fernando, O. f. (2009). *Comparacion del sistema de costos estandar y teoria de restricciones* . B-revistas de ingenieria industrial .
- Gerencia. (2 de diciembre de 2015). Obtenido de <http://www.gerencie.com/diferencias-entre-eficiencia-y-eficacia.html>
- ingenieria industrial online*. (29 de 09 de 2016). Obtenido de www.ingenieriaindustrialonline.com
- ivan, E. (2009). *Balanceo de lineas y tiempos estandar (UPLICSA)*. El cid editor .
- Karol, M. (2012). *ergonomia y como se aplica en el trabajo* .
- Lencovich, M. (2009). *Kaizen su esencia*.
- López, B. S. (12 de 01 de 2009). *ingenieros industriales*. Recuperado el 27 de 04 de 2015, de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/balanceo-de-1%C3%ADnea/>
- LOPEZ, J. (12 de noviembre de 2013). *Mejora tu trabajo en equipo con el método Kanban*. Obtenido de <http://hipertextual.com/archivo/2013/11/que-es-kanban/>
- manotas duque, D. f. (2006). *hacia una nueva metrica financiera basado en teoria de restricciones* . Red de estudios gerenciales .
- Marisol, F. .. (2009). *La mejora continua, una necesidad de stos tiempos* . El cid editor .
- mejara, m. (2006). *kaizen*.
- Mejia, E. (5 de novienbre de 2013). <http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co>. Recuperado el 5 de abril de 2015, de <http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/ndetalle/article/investigadores-le-bajan-el-ruido-a-las-neveras.html>
- MORA, A. (2009). *DESVIACION ESTANDAR*.
- NATIONAL, U. (2016). Obtenido de http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/protocolo_de_kyoto/items/6215.php

Newtenberg. (2016). Obtenido de <http://www.sinia.cl/1292/fo-article-34552.pdf>

richard, c. (2005). *medida del trabajo* .

Rodriguez, M. (2008). *manufactura inteligente*.

Solution, L. (2016). Obtenido de <http://www.leansolutions.co/conceptos/lean-manufacturing/>

Vivar, Z. (2006). *Kamban como sistema* . bruselas.

www.gestiopolis.com. (10 de agosto de 2010). Recuperado el 15 de abril de 2015

www.ingenierosindustrial.online.com. (agosto de 2009). Recuperado el 14 de abril de 2015

ZAPATA, A. (2016). (*fotos tomadas en HACEB SA*). copacabana.

Zapata, A. (2016). *investigacion de problema haceb ubn 2*. copacabana.