

REDISTRIBUCIÓN DEL AREA DE EMPAQUE Y REDUCCIÓN DE INVENTARIOS
DE LA LÍNEA 22 EN UNA EMPRESA DEL SECTOR FARMACEUTICO

KARINA PRADA SÁNCHEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA INGENIERIA DE PRODUCCIÓN
SANTIAGO DE CALI
2006

REDISTRIBUCIÓN DEL AREA DE EMPAQUE Y REDUCCIÓN DE INVENTARIOS
DE LA LÍNEA 22 EN UNA EMPRESA DEL SECTOR FARMACEUTICO

KARINA PRADA SÁNCHEZ

Pasantía para optar al título de ingeniera de producción

Director

MONICA SARRIA

Ingeniera de Producción

Especialista Gerencial en Producción

Maestría (c) Logística Integral y Operacional

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

PROGRAMA INGENIERIA DE PRODUCCIÓN

SANTIAGO DE CALI

2006

Nota de aceptación:

Aprobado por el comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniera de producción.

Ing. MARIO ALZATE

Jurado

Ing. MONICA SARRIA

Director

Santiago de Cali, 29 de junio de 2006.

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-------------|
| RESUMEN | 9 |
| INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 11 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 12 |
| 3. OBJETIVOS | 13 |
| 3.1 OBJETIVO GENERAL | 13 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS | 13 |
| 4. MARCO REFERENCIAL | 14 |
| 4.1 MARCO TEORICO | 14 |
| 4.2 MARCO HISTORICO | 24 |
| 5. REDISTRIBUCION EN PLANTA DEL ZONA DE EMPAQUE AUTOMATICO, DE LA LNEA 22. | 25 |
| 5.1 RECOLECCIÓN Y ANALISIS DE INFORMACIÓN ACTUAL LÍNEA DE EMPAQUE AUTOMATICO 22. | 25 |
| 5.2 DETERMINACIÓN DEL AREA DE TRABAJO. | 31 |
| 5.3 DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PROPUESTAS. | 37 |
| 5.4 ANALISIS Y SELECCIÓN DE LA PROPUESTA. | 55 |
| 5.5 ELECCIÓN DE LA PROPUESTA. | 70 |
| 6. OPTIMIZACIÓN MANEJO DE MATERIALES ENTRE PRODUCCIÓN Y BODEGA | 71 |

| | Pág. |
|--|-------------|
| 6.1 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN ACTUAL SOBRE EL MANEJO DE LOS MATERIALES. | 71 |
| 6.2 MÉTODO DE ANÁLISIS. | 76 |
| 6.3 ELABORACIÓN PROPUESTAS REDUCCIÓN DE INVENTARIOS EN LÍNEA. | 83 |
| 6.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS CON RESPECTO AL SISTEMA ACTUAL. | 89 |
| 7. CONCLUSIONES | 90 |
| 7.1 CUMPLIMIENTO PRIMERA ETAPA “ REDISTRIBUCIÓN ZONA DE EMPAQUE AUTOMATICO LÍNEA 22”. | 90 |
| 7.2 CUMPLIMIENTO DISMINUCIÓN DE INVENTARIOS EN LINEA 22 | 92 |
| 8. RECOMENDACIONES | 94 |
| BIBLIOGRAFIA | 95 |
| ANEXOS | 96 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Dimensiones equipos y materiales auxiliares ubicados en la zona 22. | 28 |
| Tabla 2. Determinación actual área ocupada. | 36 |
| Tabla 3. Área total ocupación con instalación de nuevos equipos. | 36 |
| Tabla 4. Comparación condiciones de trabajo actual y esperado Línea de empaque automático. | 42 |
| Tabla 5. Comparación condiciones de trabajo actual y esperado Línea 23. | 43 |
| Tabla 6. Comparación condiciones de trabajo actual y esperado zona 38. | 48 |
| Tabla 7. Comparación condiciones de trabajo actuales y esperadas línea de de Empaque automático 22, propuesta tres. | 54 |
| Tabla 8. Ventajas y desventajas propuesta número 1 | 56 |
| Tabla 9. Ventajas y desventajas propuesta número 2 | 61 |
| Tabla 10. Ventajas y desventajas propuesta número 3 | 66 |
| Tabla 11. Confrontación propuestas reubicación empaque automático línea 22. | 67 |
| Tabla 12. Cantidades manejadas en producción. | 73 |
| Tabla 13. Cantidades manejadas en bodega. | 75 |
| Tabla 14. Cantidad de estibas por lote según materiales empleados. | 84 |
| Tabla 15. Ventajas propuesta vs desventajas sistema actual. | 89 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Plano situación actual | 29 |
| Figura 2. Plano flujo de materiales situación actual | 30 |
| Figura 3. Plano propuesta número uno. | 39 |
| Figura 4. Plano flujo de materiales propuesta número uno. | 40 |
| Figura 5. Plano propuesta número dos. | 45 |
| Figura 6. Plano flujo de materiales propuesta número dos. | 46 |
| Figura 7. Plano propuesta número tres. | 51 |
| Figura 8. Plano flujo de materiales propuesta número tres. | 52 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Anexo 1. Requisición de materiales línea 22. | 96 |
| Anexo 2. Plano general redistribución y ubicación materiales. | 97 |
| Anexo 3. Plano eléctrico área redistribuida | 98 |
| Anexo 4. Plano conexiones eléctricas zona redistribuida y puntos de suministro aire acondicionado. | 99 |
| Anexo 5. Paper – formato ifac. | 100 |

RESUMEN

La compañía en estudio estuvo interesada en realizar un proyecto que integrara dos factores importantes para hacer que los procesos sean más eficientes, el primer factor es el aprovechamiento del espacio y el segundo factor es el manejo y flujo de materiales dentro de estos espacios. El proyecto se apoyo principalmente en los factores y principios de distribución en planta y en los sistemas JIT y Kanban para el control y manejo de los materiales.

Durante la elaboración del proyecto, se realizo el lanzamiento de tres propuestas para la redistribución del area de empaque automático de la línea 22, las cuales fueron analizadas por la compañía, se realizo la elección de una propuesta y su correspondiente implementación, cumpliendo uno de los objetivos del proyecto.

Para el manejo de materiales se implemento una metodología basados en el justo a tiempo y el sistema Kanban, la cual logro descongestionar la línea de producción 22 y optimizar la utilización de los espacios y la disposición de los materiales.

INTRODUCCIÓN

En este momento en que las barreras de los países son cada vez menos y que el avance de la tecnología ha permitido conocer de otras culturas y formas de vivir, se ha vuelto una necesidad para Colombia hacer parte de este proceso con el fin de abrir sus puertas a nuevos mercados.

El sector farmacéutico es uno de los más competidos, pues alrededor del mundo y a nivel local se cuenta con un sin número de plantas productoras de medicamentos de alta calidad. Con la globalización y el tratado de libre comercio lo que se espera es una competencia mayor, en cuanto a costos del producto terminado, lo cual generara la necesidad de optimizar al máximo los procesos en todas las áreas de las compañías con el fin de bajar al máximo los costos de producción.

Para este propósito la compañía ha decidido realizar un estudio en el cual se logre optimizar las áreas y el flujo de materiales, con base a las propuestas que se realizaran en el proyecto, estas propuestas estarán establecidas de acuerdo a las restricciones de la compañía y a las metodologías utilizadas para cada fase del plan.

Para el cumplimiento del objetivo uno del proyecto se realizaran tres propuestas para las cuales se tendrán en cuenta sus respectivas ventajas y desventajas, y con base a estas se tomara la decisión de que plan se ajusta mejor a las condiciones de la compañía y de esta manera desarrollarla, por otra parte para el cumplimiento del segundo objetivo se planteara una propuesta de requisición de materiales de acuerdo a las cantidades por lote de producción y a los tiempos en línea de producción, de tal forma que se reduzcan los inventarios en línea y las devoluciones a bodega.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Estudios realizados sobre métodos de trabajo¹ (ergonomía, tiempos, movimientos, distancias, flujo de personal, materiales, procesos etc.), por personas como Federico Winslow Taylor (1856 - 1915) quien estudio al factor humano, como a la mecánica y a los materiales dentro de un sistema de producción. Henri Fayol (1861-1941) a quien se le considera como el padre de la Teoría Moderna de la Administración Operacional y H.B. Maynard que utilizo el término de "Ingeniería de Métodos" y desde ahí las técnicas de métodos, como la simplificación del trabajo tuvo un progreso acelerado. Con lo que se ha descartado que temas como la distribución en planta y la logística dentro de una empresa sean considerados como una realización de simples detalles en situaciones solamente de agrupar máquinas, materiales, personal y procesos similares y en cambio se ha confirmado la gran importancia que tiene estos dos temas en cuanto a reducción de costos de producción.

La compañía objeto de estudio ha realizado a través de los 50 años que lleva produciendo, modificaciones a sus instalaciones de acuerdo a las necesidades que se les ha ido presentando (nuevos productos, tecnología, nuevos procesos etc.), por lo cual la distribución en planta y la logística no son temas ajenos para la compañía que siempre esta dispuesta a implementar mejoras que la hagan más competitiva a nivel internacional, la principal razón de realizar este proyecto radica en la mala administración del espacio que se tiene en la línea 22, lo cual afecta en primera medida la seguridad industrial de los colaboradores y en segunda la instalación de nuevas tecnologías en este caso la chequeadota de peso para hacer el proceso más seguro.

¹ MUTHER Richard. Distribución en planta. 3 ed. Barcelona: Editorial Hispano Europea.1977. p. 120.

2. JUSTIFICACIÓN

La realización de este proyecto beneficiara directamente a la empresa objeto de estudio, los colaboradores y responsables de la línea productiva a optimizar, dado que solucionará problemas como reproceso, repetibilidad de operaciones en cuanto a documentación, ordenamiento físico de las áreas, reducción de riesgos de seguridad industrial, mayor control de información en cuanto cantidades y ubicación de materiales.

Teniendo en cuenta que la compañía es una multinacional que se rige por las normas de casa matriz en Alemania, la cual evalúa constantemente la efectividad de los procesos de todas sus plantas a nivel mundial y las somete a comparación, es un deber de esta planta optimizar al máximo sus recursos y operaciones para poder ser competitivos a nivel regional, nacional y mundial.

Este proyecto permitirá aterrizar los conocimientos teóricos desarrollados a lo largo de la carrera, logrando adquirir una experiencia inicial en el campo, como profesional.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una redistribución física en el área de empaque y reducir los inventarios en línea de material de empaque en la línea 22.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Utilizar la metodología de distribución en planta para obtener una redistribución del área de empaque automático de la línea 22.
- Establecer un sistema de operación basado en el JIT (Just in Time) y el método Kanban para la fabricación y suministro de mercancías, que se ajuste a las variaciones del proceso para reducir así los inventarios en la línea de empaque.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONCEPTUAL

La primera parte del proyecto estará basado técnicamente en los principios y factores de distribución en planta.

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo sea la más segura y satisfactoria para los empleados. La distribución en planta tiene los siguientes objetivos².

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores Elevación de la moral y satisfacción del obrero.
- Incremento de la producción
- Disminución en los retrasos de la producción.
- Ahorro de área ocupada
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación
- Disminución de la congestión o confusión
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones

4.1.1 Principios fundamentales de la distribución en planta

- Principio de la Integración de conjunto. La mejor distribución es la que integra las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas las partes.

² MUTHER Richard. Distribución en planta. 3 ed. Barcelona: Editorial Hispano Europea, 1977. p. 50.

- Principio de la mínima distancia recorrida a igual d condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea más corta.
- Principio de la circulación o flujo de materiales. En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución o proceso que este en el mismo orden a secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.
- Principio de espacio cúbico. La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.
- Principio de la satisfacción y de la seguridad. A igual de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.
- Principio de la flexibilidad. A igual de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

4.1.2 Factores a tener en cuenta en la distribución en planta. En la Distribución en Planta se hace necesario conocer la totalidad de los factores implicados en ella y las interrelaciones existentes entre los mismos. La influencia e importancia relativa de estos factores puede variar de acuerdo con cada organización y situación concreta. Estos factores que influyen en la Distribución en planta se dividen en ocho grupos: Materiales, Maquinaria, Hombre, Movimiento, Espera, Servicio, Edificio y Cambio, a los cuales se les analizaran diversas características y consideraciones que deben ser tomadas en cuenta en el momento de llevar a cabo una distribución en planta.

El examinar cada uno de los factores se establece un medio sistemático y ordenado para poder estudiarlos, sin descuidar detalles importantes que pueden afectar el proceso de Distribución en planta.

4.1.2.1 Factor Material. El factor más importante en una distribución es el material el cual incluye los siguientes elementos:

- Materias primas.
- Material entrante.
- Material en proceso.
- Productos acabados.
- Material saliente o embalado.
- Materiales accesorios empleados en el proceso.
- Piezas rechazadas, a recuperar o repetir.
- Material de recuperación.
- Chatarras, viruta, desperdicios, desechos.
- Materiales de embalaje.
- Materiales para mantenimiento, taller de utillaje u otros servicios.

El objetivo de producción es transformar, tratar o montar material de modo que se logre cambiar su forma o características. Esto es lo que da el producto. Por esta razón la distribución de los elementos de producción depende del producto que se desee y el material sobre el que se trabaje.

Las consideraciones que afectan el factor material son:

- Especificaciones del Producto.
- Las Características Físicas Y Químicas.
- La Cantidad Y Variedad de Productos O Materiales.
- Materiales Componentes y Secuencia de Operaciones.

4.1.2.2 Factor Maquinaria. La información sobre la maquinaria (incluyendo las herramientas y equipo) es fundamental para una ordenación apropiada de la misma.

Los elementos de la maquinaria incluyen los siguientes elementos:

- Máquinas de producción.
- Equipo de proceso o tratamiento.
- Dispositivos especiales.
- Herramientas,. Moldes, patrones, plantillas, montajes.
- Aparatos y galgas de medición y de comprobación, unidades de prueba.
- Herramientas manuales y eléctricas manejadas por el operario.
- Controles o cuadros de control.
- Maquinaria de repuesto o inactiva.
- Maquinaria para mantenimiento. Taller de utillaje u otros servicios.

Las consideraciones sobre el factor maquinaria son:

- Proceso o Método
- Maquinaria

4.1.2.3 Factor Hombre. Como factor de producción, el hombre es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria. Se le puede trasladar, se puede dividir o repartir su trabajo, entrenarle para nuevas operaciones y, generalmente, encajarle en cualquier distribución que sea apropiada para las operaciones deseadas.

El trabajador debe ser tenido tan en consideración, como la fría economía de la reducción de costos.

Los elementos y particularidades del factor hombre, abarcan:

- Mano de obra directa
- Jefes de equipo
- Jefes de sección y encargados
- Jefes de servicio
- Personal indirecto o de actividades auxiliares

4.1.2.4 Factor Movimiento. El movimiento de uno, al menos, de los tres elementos básicos de la producción (material, hombres y maquinaria) es esencial. Generalmente se trata del material (materia prima, material en proceso o productos acabados).

Muchos ingenieros creen que el material que se maneje menos, es el mejor manejado. Este es un concepto equivocado por no decir falso. Fundamentalmente, El movimiento de material es una ayuda efectiva para conseguir rebajar los costes de producción, así como un más alto nivel de vida. El movimiento de material permite que los trabajadores se especialicen, y que las operaciones se puedan dividir o fraccionar.

Elementos Y Particularidades Físicas Del Factor Movimiento

- Rampas, conductos, tuberías, raíles guía.
- Transportadores (rodillos, ruedas, rastrillos, tableros articulados, de cinta, etc.).
- Grúas, monorraíles.
- Ascensores, montacargas, cabrias, etc.

Consideraciones Sobre El Factor Movimiento

- Patrón de circulación de flujo o de ruta
- Reducción del manejo innecesario y antieconómico
- Manejo combinado

4.1.2.5 Factor Espera. El material puede esperar en un área determinada, dispuesta aparte y destinada a contener los materiales en espera; esto se llama almacenamiento.

Los materiales también pueden esperar en la misma área de producción, aguardando ser trasladados a la operación siguiente; a esto se le llama demora o espera.

Los costes de espera, incluyen los siguientes:

Costes del manejo efectuado hacia el punto de espera y del mismo hacia la producción.

- Coste del manejo en el área de espera.
- Coste de los registros necesarios para no perder la pista del material en espera.
- Costes de espacio y gastos generales.
- Intereses del dinero representado por el material ocioso.
- Coste de protección del material en espera.
- Coste de los contenedores o equipo de retención involucrados.

4.1.2.6 Factor Servicio. Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria.

4.1.2.7 Factor Edificio. Algunas industrias pueden operar en casi cualquier edificio industrial que tenga el número usual de paredes, techos, pisos y líneas de utilización. Unas pocas funcionan realmente sin ningún edificio. Otras, en cambio, requieren estructuras industriales expresamente diseñadas para albergar sus operaciones específicas. El Edificio es el caparazón que cubre a los operarios, materiales, maquinaria y actividades auxiliares, siendo también una parte integrante de la distribución en planta. El edificio influirá en la distribución sobre todo si ya existe en el momento de proyectarla, razón por la cual las características del edificio llegan a ser en muchas ocasiones limitaciones a la libertad de distribución. Debido a la cualidad de permanencia, el edificio crea cierta rigidez en la distribución.

4.1.3 Manejo de materiales. El manejo de materiales puede llegar a ser el problema de la producción ya que agrega poco valor al producto y consume una parte del presupuesto de manufactura. Este manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad. El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de materiales. Se asegura que los materiales serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como, la cantidad correcta. El manejo de materiales debe considerar un espacio para el almacenamiento. En una época de alta eficiencia en los procesos industriales las tecnologías para el manejo de materiales se han convertido en una nueva prioridad en lo que respecta

al equipo y sistema de manejo de materiales. Pueden utilizarse para incrementar la productividad y lograr una ventaja competitiva en el mercado”³.

Terminología enfocada al tema de Logística Integral:

4.1.3.1 Logística⁴. Planificación, organización y control del conjunto de las actividades de movimiento y almacenamiento que facilitan el flujo de materiales desde la fuente al consumo, para satisfacer la demanda al menor coste, incluidos los flujos de información y control

4.1.3.2 JIT⁵. La descripción convencional del JIT como un sistema para fabricar y suministrar mercancías que se necesiten, cuando se necesiten y en las cantidades exactamente necesitadas, solamente define el JIT intelectualmente. La gente que en las áreas de trabajo, utilizando sus mentes y ganando experiencia, se esfuerza en las mejoras, no define el JIT de ese modo. Para ellos el JIT significa poder implacablemente las pérdidas. Cuando el JIT se interna en las empresas, el despilfarro de las fábricas se elimina sistemáticamente. Para hacer esto, las ideas tradicionales y fijas ya no son útiles.

El sistema Just-in-Time tiene cuatro objetivos esenciales que son:

- Atacar los problemas fundamentales.
- Eliminar despilfarros.
- Buscar la simplicidad.
- Diseñar sistemas para identificar problemas.

La manufactura Just-in-Time es una extensión del concepto original de la administración del flujo de materiales para reducir los niveles de inventario. Sin

³ KOLB, Francois, La Logística; Aprovisionamiento, producción, distribución. Bilbao: Ediciones Deusto.1975. p. 95.

⁴ y ⁵ CHASE Aquilano; RICHARD B, Dirección y administración de la producción y de las operaciones. 6 ed. Wilmington, Delaware: Addison y Wesley iberoamericana. 1994. p. 80.

embargo, existen muchas más cosas involucradas en una empresa de manufactura, además de reducir los inventarios para obtener el control de los costos. La manufactura tiene que ver con otros asuntos, como la regulación del proceso, el nivel de automatización, la manufactura flexible, el establecimiento de tiempos de arranque para maquinaria, la productividad de la mano de obra directa, los gastos de administración, la administración de los proveedores, el soporte de ingeniería y la calidad del producto que debe ser entregado a los clientes.

4.1.3.3 Kanban⁶. Método de gestión de la producción que tiene por objetivo eliminar Stock a lo largo de la línea de producción, para facilitar el Just in Time.

4.1.3.4 Inventario⁷. Es el conjunto de bienes propiedad de una empresa que han sido adquiridos con el ánimo de volverlos a vender en el mismo estado en que fueron comprados, o para ser transformados en otro tipo de bienes y vendidos como tales.

4.1.3.5 Tipos de inventario:

- Inventario periódico: Este inventario es generalmente utilizado por empresas pequeñas y medianas y tiene dos características:

para conocer en una fecha determinada cual es el inventario, es indispensable hacer un conteo físico del mismo y luego darle valores.

Para controlar el costo de las transacciones que afectan el inventario se utilizan diferentes cuentas de acuerdo con la naturaleza de la operación que se este realizando.

- Inventario continuo o Perpetuo: La mercancía que entra se registra a la cuenta de Inventario directamente. En este método de inventario se lleva un registro de tal forma que muestra a cada momento cual es la existencia y el importe o valor de

⁶ y ⁷ CHASE Aquilano; RICHARD B, Dirección y administración de la producción y de las operaciones. 6 ed. Wilmington, Delaware: Adisson y wesley iberoamericana S.A.1994. p. 80.

los artículos en existencia, es decir, los cargos o créditos, o mas bien, las compras y las ventas de inventarios se registran según vayan ocurriendo las transacciones o movimientos.

Se lleva un registro continuo, corriente y diario del inventario y de los costos de artículos vendidos.

- Líneas de empaque. Las líneas de empaque son esencialmente donde se realiza la parte final del proceso en donde se pone en disposición el producto para ser despachado a los clientes, las líneas de empaque están sujetas a diversas influencias de parte de las máquinas y de los dispositivos de encadenamiento en sí, los dispositivos pre y post conectados, el producto a empacar, medios auxiliares de empaque, la organización de la producción, personal de operación entre otros⁸.

⁸ KOLB, Francois, La Logística; Aprovechamiento, producción, distribución. Bilbao: Ediciones Deusto.1975. p. 30.

4.2 MARCO HISTORICO

Barranquilla y Cartagena, a orillas del Mar Caribe, son las sedes de fabricación de productos fitosanitarios y ambas instalaciones ofrecen grandes ventajas logísticas para la exportación. Las plantas cuentan con una infraestructura que permite altos estándares mundiales de calidad y al mismo tiempo disponen de la más moderna tecnología para la protección del medio ambiente en América Latina. Esta capacidad hizo que la planta de Barranquilla fuera acreedora en 1998 al Premio Nacional Ambiental en Categoría Empresarial, otorgado por el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. Así mismo, por sus buenas prácticas en manufactura recibió la certificación ISO 9002.

En Cali, al sur occidente del país, en una moderna planta de producción funciona la División Consumer Care que fabrica productos farmacéuticos de venta libre. La planta fue reinaugurada en 1997 y cumple con las Buenas Prácticas de Manufactura (*Good Manufacture Practice*) las cuales son un instrumento administrativo en virtud del cual el estado se compromete, a petición de una parte interesada a certificar que: Esta autorizada la venta o distribución del producto, las instalaciones industriales donde se fabrica el producto están sometidas a inspecciones regulares para comprobar si el fabricante se ajusta a las buenas prácticas de manufactura e inspección de la calidad. Es así que se hace necesario que la Industria Farmacéutica Nacional elabore medicamentos, sujetándose a normas de BPM, las que facilitarán el control y garantía de la calidad de las mismas; dando seguridad y confiabilidad para su uso, administración, expendio y dispensación al paciente y a los profesionales de salud.

5. REDISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA ZONA DE EMPAQUE AUTOMÁTICO, DE LA LÍNEA 22

5.1 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN ACTUAL LÍNEA DE EMPAQUE AUTOMÁTICO 22.

Siguiendo la metodología planteada, se obtuvo la siguiente información:

5.1.1 Áreas y suministros de la línea de empaque automático 22. Área efectiva disponible: 49.74 m². Para la toma de este dato se procedió a tomar las medidas las cuales se encuentran registradas en el Figura 1. Plano situación actual.

Área ocupación máquina: Se realizó el mismo procedimiento que el punto anterior, con un flexo metro se midieron las dimensiones de los equipos que hacen parte de esta área y se calculó el área ocupada total. En la tabla N° 1 se observa las dimensiones de cada equipo que conforma la línea, dentro de estas mediciones no se tienen en cuenta el área de operación, la cual debe corresponder a un metro cuadrado. En el Figura 1 “plano situación actual”, se observa la ocupación de los equipos, dimensiones a escala 1:100.

Suministro energía eléctrica: 110V - 440V. Este dato fue tomado de las placas de información de los equipos y corroborado por parte del equipo de electricistas de la compañía.

Suministro Aire comprimido: Este es necesario para la operación de los equipos y cumple con todas las conexiones para funcionamiento de este.

Punto de succión de gases: Este suministro también es necesario debido al uso de algunos agentes químicos inadecuados para la inhalación de los colaboradores que se encuentran en constante operación de la máquina, este cumple con las condiciones de trabajo, de acuerdo a las evaluaciones realizadas por los técnicos de la compañía.

5.1.2 Materiales requeridos en la línea de empaque automático 22. La ubicación de los materiales es un aspecto importante para analizar, debido a que también ocupan gran espacio en la línea, ocasionando obstrucción del paso en algunos casos, lo cual es considerado como una de las principales razones para evaluar la redistribución en planta, (factor humano). Dentro de los materiales en constante flujo se encuentran los siguientes:

Materia entrante (Producto de la línea 22)

Material de empaque (estuches, corrugados, sensores, display).

5.1.3 Personal implicado en la línea. El grupo de colaboradores que se desempeña en la línea de empaque son en total seis (6), dentro de los cuales se encuentran un operario (a), dos empacadores y tres personas más para alimentación de la máquina.

5.1.4 Equipos utilizados. Los equipos utilizados por la línea de empaque son los siguientes:

- Estuchadora: Es el equipo que realiza el empaque automático del producto a los estuches.
- Dispensador de etiquetas acustomagneticas: Es un equipo que se encarga de poner de manera automática al producto los sensores.

- Impresora: Es la encargada de poner toda la información tanto en el producto como en el estuche, donde se incluye número de lote, fecha de fabricación, fecha de expiración y país donde se va a vender.
- Engomadora: Es un equipo que se encarga de aplicar goma para el pegue de los estuches.
- Utillaje: mesas, sillas.

5.1.5 Condiciones del área. Otros de los puntos a evaluar fueron las condiciones de trabajo de los operarios, en las condiciones actuales con lo cual se obtuvo la siguiente información.

- Iluminación: Al final de la línea de empaque se logra observar deficiencia en la iluminación, lo cual ocasiona que los colaboradores se cansen más rápido de la vista, puesto que en este punto se hace inspección visual de la información impresa en los estuches antes de ser empacados en los corrugados.
- Ventilación: En cuanto a la ventilación es adecuada, por que los puntos de suministro se encuentran bien distribuidos por toda el área de trabajo.
- Seguridad: Este es uno de los puntos más delicados, debido al poco espacio y la ocupación que se le da, lo cual implica que en caso de alguna emergencia el paso este obstruido ocasionando problemas mayores.

El punto tres de la primera fase, “toma de medidas áreas-equipos”: se procede a tomar las medidas de los equipos y del área.

Con esta información se realizara el Figura 1 (Plano situación actual) y Figura 2 (Plano flujo de materiales situación actual), y así poder visualizar el problema de los espacios, ubicación de materiales y seguridad.

Tabla 1. Dimensiones de equipos y materiales auxiliares ubicados en la zona 22

| EQUIPOS | DIMENSIONES Largo x Ancho (mt) |
|-----------------------|---|
| ESTUCHADORA | 4 X 1,9 |
| MESA DE EMPAQUE | 1,8 x 1 |
| ESTIBA | 1 x1,2 |
| MESA AUXILIAR | 0,64 x 0,42 |
| ENGOMADORA | 0,64 x 0,42 |
| PORTA BOBINAS ACUSTOS | 1,21 x 0,72 |
| ENCINTADORA | 2,73 x 1,48 |

Figura 1. Plano Situación Actual

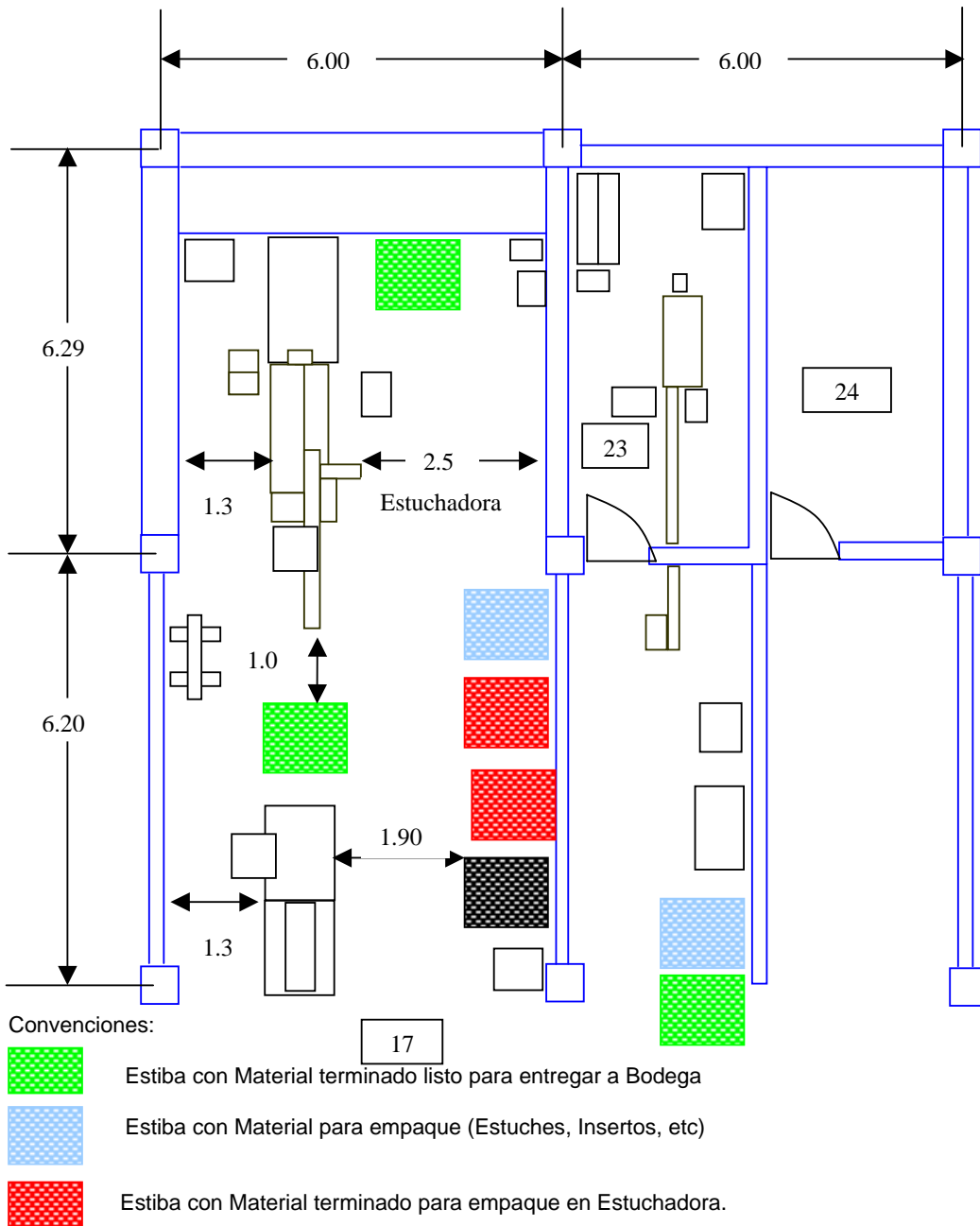
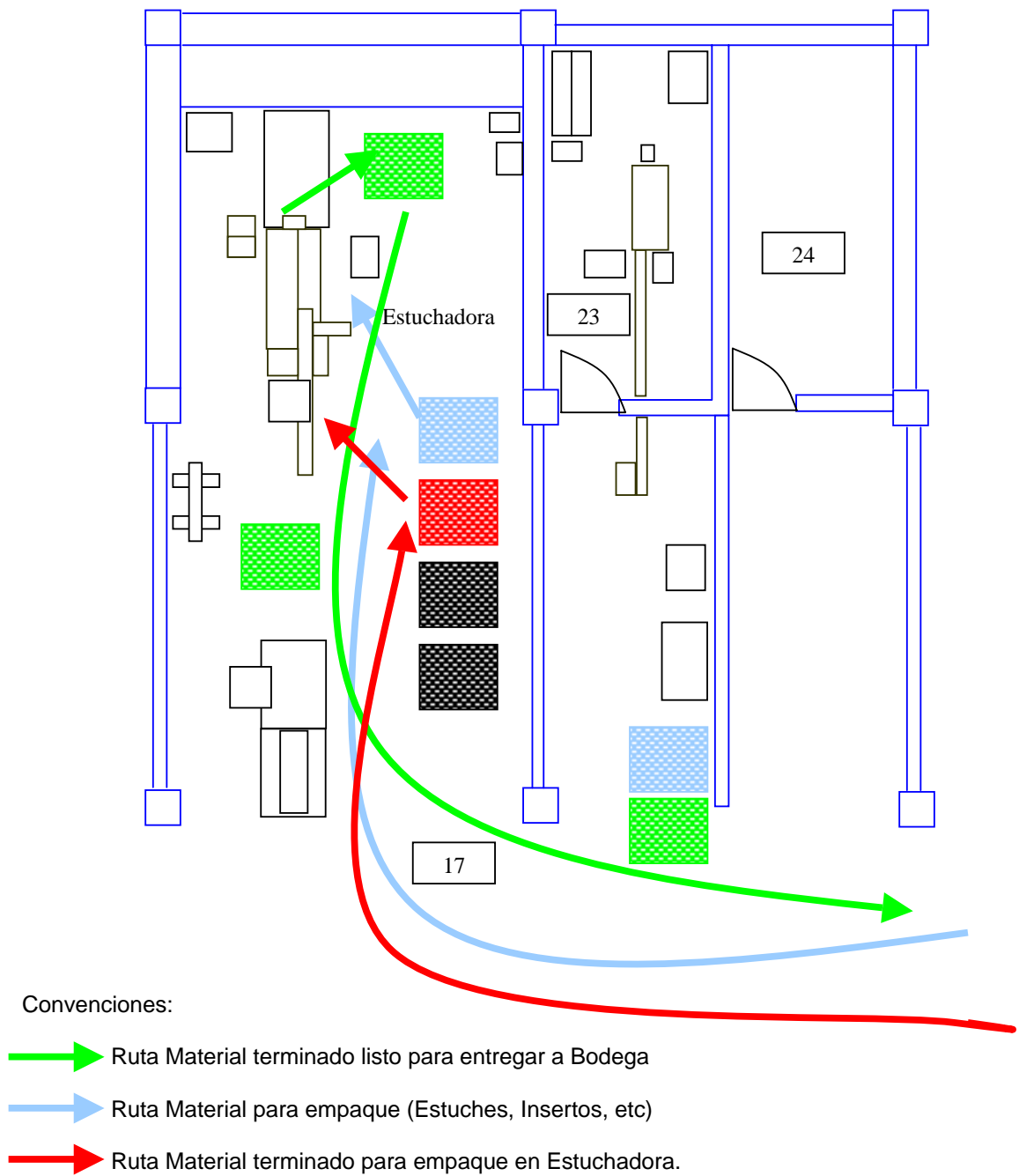


Figura 2. Plano flujo de materiales situación actual.



5.2 DETERMINACION DEL AREA DE TRABAJO.

Para la determinación del área de trabajo es necesario tener en cuenta los principios fundamentales de ubicación en planta y los factores de distribución, los cuales serán nombrados a continuación:

5.2.1 Principios fundamentales de la distribución en planta:

- Principio de la Integración de conjunto. La mejor distribución es la que integra las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas las partes.
- Principio de la mínima distancia recorrida a igual condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea más corta.
- Principio de la circulación o flujo de materiales. En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución o proceso que este en el mismo orden o secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.
- Principio de espacio cúbico. La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.
- Principio de la satisfacción y de la seguridad. A igual de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.
- Principio de la flexibilidad. A igual de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

5.2.2 Los factores a tener en cuenta en la distribución en planta son:

5.2.2.1 Factor material. Es el de mayor importancia y para eso se tuvo en cuenta los materiales que interactúan con el equipo dentro de los cuales se encuentran:

| MATERIALES | Situación actual | Situación esperada |
|---|--|--|
| Sobres para alimentar estuchadora | Las estibas no tienen sitio para ser ubicadas. | Determinar un área para almacenar cuatro estibas con los sobres. |
| Material de empaque - Estuches - corrugados | - Ocupa mucho espacio ya que son dos estibas por material. | Asignar un espacio para ubicar una estiba por material. |
| Producto acabado. | Se ubica en la zona de despacho tan pronto la estiba esta llena. | Seguir con situación actual. |
| Desperdicios | Al finalizar el lote de producción se despeja el área de todo el material sobrante y desperdicios. | Conservar la disposición de los materiales. |

5.2.2.2 Factor maquinaria. El acondicionamiento de otros equipos a la estucadora K150 y la poca disposición de espacio, hacen necesario estudiar la reubicación de todo el sistema para esto se tuvo en cuenta los siguientes elementos:

| ELEMENTO | CONDICIÓN |
|--------------------------|--|
| Proceso | Es un proceso en línea. |
| Volumen y Capacidad | Maneja bajo volumen de estibas por día aproximadamente cuatro, debido a que la producción de un lote se demora un turno. |
| Espacio, forma y altura. | Las condiciones del área son aceptables para cada uno de los tres aspectos, ya que los nuevos equipos no exceden las dimensiones del área. |
| Peso de los equipos. | El peso no excede la capacidad de la estructura. |
| Personal operativo | Con la instalación del alimentador automático, se espera reducir dos personas de la línea. |
| Herramientas | Cada línea tiene un lugar para ubicar las herramientas. |

5.2.2.3 Factor hombre. Teniendo en cuenta que el factor hombre es el más flexible del proceso, y al mismo tiempo el de mayor importancia, se asumió las condiciones de trabajo a las que se enfrenta con el cambio de ubicación del equipo, dentro de las cuales están:

| Aspecto | Situación actual | Situación esperada |
|-------------------|--|---|
| Salud y Seguridad | El poco espacio genera situaciones de riesgo, a causa de la obstrucción de los pasillos y rutas de evacuación. | Espacios fijos de ubicación de las estibas, y despejar las zonas de circulación del personal, para evitar accidentes. |
| Ergonomía | No hay libertad de movimiento, por espacio limitado de operación | Espacio suficiente para operar los equipos y para manejar materiales. |

5.2.2.4 Factor movimiento. Teniendo claro que en este proceso el factor movimiento se encuentra en el material (materia prima, material en proceso y producto terminado), lo cual es una ventaja por que permite que los colaboradores se especialicen y que las operaciones se puedan dividir o fraccionar.

| Consideración | Situación actual | Situación esperada |
|---|---|--|
| Patrón de circulación de flujo | Línea continua | Se sigue la misma secuencia de operaciones |
| manejo innecesario y antieconómico de materiales. | Imprevisible, excesivo, retransportes en el mismo area. | Previsible, economía de movimientos, rapido y facil. |
| Espacios manejo materiales | Limitado, exceso de ocupación. | Específico, ordenado, lo que se necesita. |

5.2.2.5 Factor espera. Este factor es uno de los que más costo genera, por que el producto está inactivo y en espera de ser trasladado a la operación siguiente o al sitio de almacenamiento, con la mayor disposición de espacio no es una opción considerar espacios para que el material este en espera, hay que conservar la fluidez de los materiales.

| Aspecto | Situación actual |
|--|--|
| Situación puntos de almacenaje. | Los espacios son limitados, por lo cual los materiales deben ser despachados lo más pronto posible del área de producción. |
| Espacio para cada punto de espera. | El único espacio a considerar para material en espera es el utilizados para ubicar los sobres que alimentaran la estucadora. |
| Precauciones para el material en espera. | Las condiciones son controladas en cuanto temperatura y humedad, para que los materiales no sean afectados. |

5.2.2.6 Factor servicio. Teniendo en cuenta que los servicios de una planta son las actividades, elementos y personas que sirven y auxilian a la producción, se pensó en todos aquellos detalles que de una u otra manera podrían afectar o incomodar el desempeño del personal, de acuerdo con la situación actual se espera conservar las condiciones del factor servicio.

| Consideración | Condiciones |
|---------------------------------|---|
| Acceso | El acceso a las líneas es despejado y esta claramente demarcado bajo las normas de seguridad industrial. |
| Instalaciones para uso personal | Los baños están en excelentes condiciones y se encuentran ubicados a una distancia prudente de las líneas de producción y no muy lejos para el personal. |
| Protección contra el fuego | Cada area tiene sus elementos de protección contra fuego, ubicados de acuerdo al area. |
| Ventilación. | Las instalaciones cuentan con aire acondicionado para conservar las condiciones especiales de producción (temperatura y humedad). |
| Control de la calidad. | El personal de aseguramiento de calidad, cuenta con un espacio para realizar los controles de calidad para cada línea de producción. |
| Control rechazos. | Los materiales rechazados y desperdicios se ubican en un area especifica para ser dispuesto por el personal de seguridad industrial, para su posterior incineración. |
| Mantenimiento. | El personal de mantenimiento cuenta con un taller ubicado dentro de las áreas de producción para atender los inconvenientes que se presentan en las líneas de manera rápida y efectiva. |

5.2.2.7 Factor edificio. Los estudios de reubicación se hicieron basados fundamentalmente en la estructura ya existen de la planta, lo cual de alguna manera nos da una limitante a la libertad de distribución, para esto se tuvo en cuenta:

| Aspecto | Condición |
|--------------------|---|
| Forma del edificio | La estructura del edificio es cuadrada y las columnas soportan el peso de todo el edificio junto con unas estructuras en acero ubicadas en sitios estratégicos de la edificación. |
| Suelos | Los suelos están recubiertos con materiales sintéticos especiales, para facilitar el proceso de limpieza y evitar la acumulación de materiales que afecten la calidad de los productos. |
| Techos | Son elaborados en panel yeso y recubiertos en material sintético con el mismo fin de limpieza del punto anterior. |
| Paredes | Están recubiertos de material sintético y algunas divisiones están hechas en panel yeso, lo cual facilita la demolición. |

5.2.3 Para determinar el área de trabajo es necesario evaluar las condiciones actuales de ocupación de espacio de los equipos que conforman la línea de empaque y se estimara el area ocupada por los nuevos equipos a instalar en la línea, de esta manera tenerlo en cuenta en el lanzamiento de las propuestas.

Tabla 2. Determinación actual área ocupada⁹:

| EQUIPOS | DIMENSIONES (m) | AREA (m ²) |
|---------------------------|-----------------|------------------------|
| Estuchadora | 4 x 1.9 | 7.6 |
| Mesa empaque | 1.8 x 1 | 1.8 |
| Mesa auxiliar | 0.64 x 0.42 | 0.27 |
| Engomadora | 0.64 x 0.42 | 0.27 |
| Aplicador sensor | 1.21 x 0.72 | 0.87 |
| Encintadora | 2.73 x 1.48 | 4 |
| Estiba (6 minimo) | 1 x 1.2 | 7.2 |
| Area de operación | 1 x 1 | 1 |
| Pasillos | 0.9 x 0.3 | 0.27 |
| AREA TOTAL OCUPADA | | 24.48 m ² |
| AREA DISPONIBLE | | 75 m ² |

Tabla 3. Area total ocupación con instalación de nuevos equipos

| EQUIPOS | DIMENSIONE (m) | AREA (m ²) |
|---------------------------|----------------|------------------------|
| Estuchadora | 4 x 1.9 | 7.6 |
| Mesa empaque | 1.8 x 1 | 1.8 |
| Mesa auxiliar | 0.64 x 0.42 | 0.27 |
| Engomadora | 0.64 x 0.42 | 0.27 |
| Aplicador sensor | 1.21 x 0.72 | 0.87 |
| Encintadora | 2.73 x 1.48 | 4 |
| Estiba (6 minimo) | 1 x 1.2 | 7.2 |
| Area de operación | 1 x 1 | 1 |
| Pasillos | 1 X 1 | 1 |
| Chequeadora de peso | 2 x 1.9 | 3.8 |
| Alimentador | 1.31 x 1 | 1.31 |
| AREA TOTAL OCUPADA | | 29.12 m ² |

⁹ Ver plano N° 1. situación actual. P. 29.

5.3 DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PROPUESTAS

El proyecto redistribución del área de empaque de la línea 22, esta conformado por tres propuestas, las cuales estarán fundamentadas en los factores de distribución en planta. Cada propuesta tendrá su correspondiente plano posterior a la reforma, análisis técnico de la situación actual versus la esperada, ventajas y desventajas enfocada a los factores mencionados anteriormente, con el objetivo de seleccionar la mejor propuesta que optimice el flujo de materiales en la línea 22 y se realice una mejor utilización del espacio disponible.

Las propuestas son las siguientes:

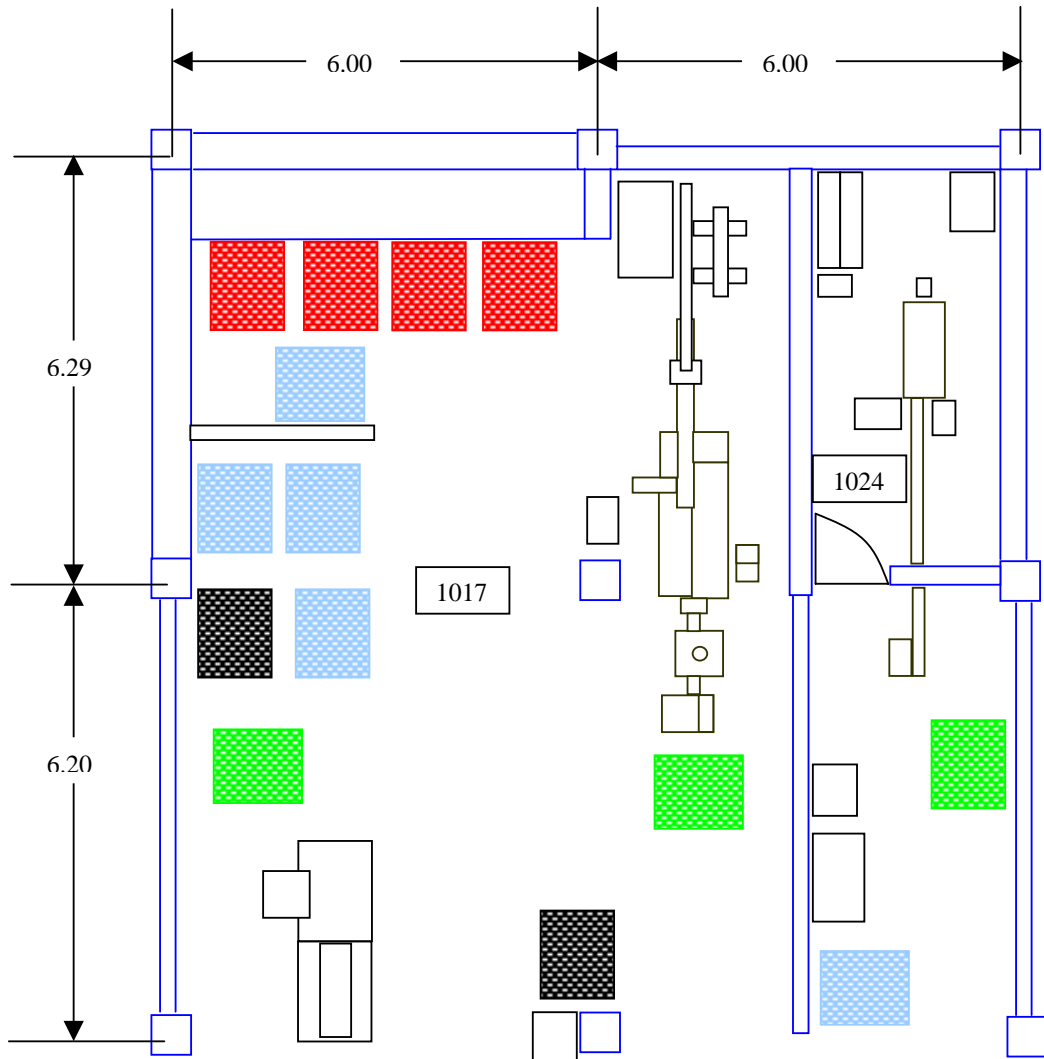
5.3.1 Propuesta número 1: Ubicación paralela de línea de empaque 22 a la línea de sellado 22; modificación estructural primer piso, zona 23 y 24. Esta propuesta consiste fundamentalmente en realizar una modificación de tipo estructural, debido a que la ubicación paralela estaría considerada en el que hoy es conocido como la línea 23¹⁰ esta posibilidad es tomada en cuenta debido a que el área que se encuentra inmediatamente al lado derecho esta fuera de uso y la posibilidad de acondicionar todo el área a las condiciones de funcionamiento de la línea 24¹¹ es factible debido a que anteriormente allí operaba una línea de producción con condiciones similares.

Los detalles de esta propuesta se pueden observa en el plano N°3, donde se evidencia todos los cambios y reformas que se deben hacer para llevar a cabo esta propuesta, el plano N°4 enseña como seria el flujo de materiales para esta

^{10 y 13} Ver plano. Situación actual. P. 29.

propuesta, se tendrá en cuenta todas las actividades a desarrollar de tipo estructural, suministros y equipos, también se llevara a cabo por medio de la tabla N° 4 y N° 5, la evaluación de las condiciones actuales versus las condiciones esperadas para la propuesta N° 1, para cada una de las zonas donde se tendrían que realizar los cambios, para este caso serian la zona de empaque automático 22 y la zona 23 donde se encuentra la línea de producción 23.

Figura 3. Plano propuesta N ° 1.



Convenciones:




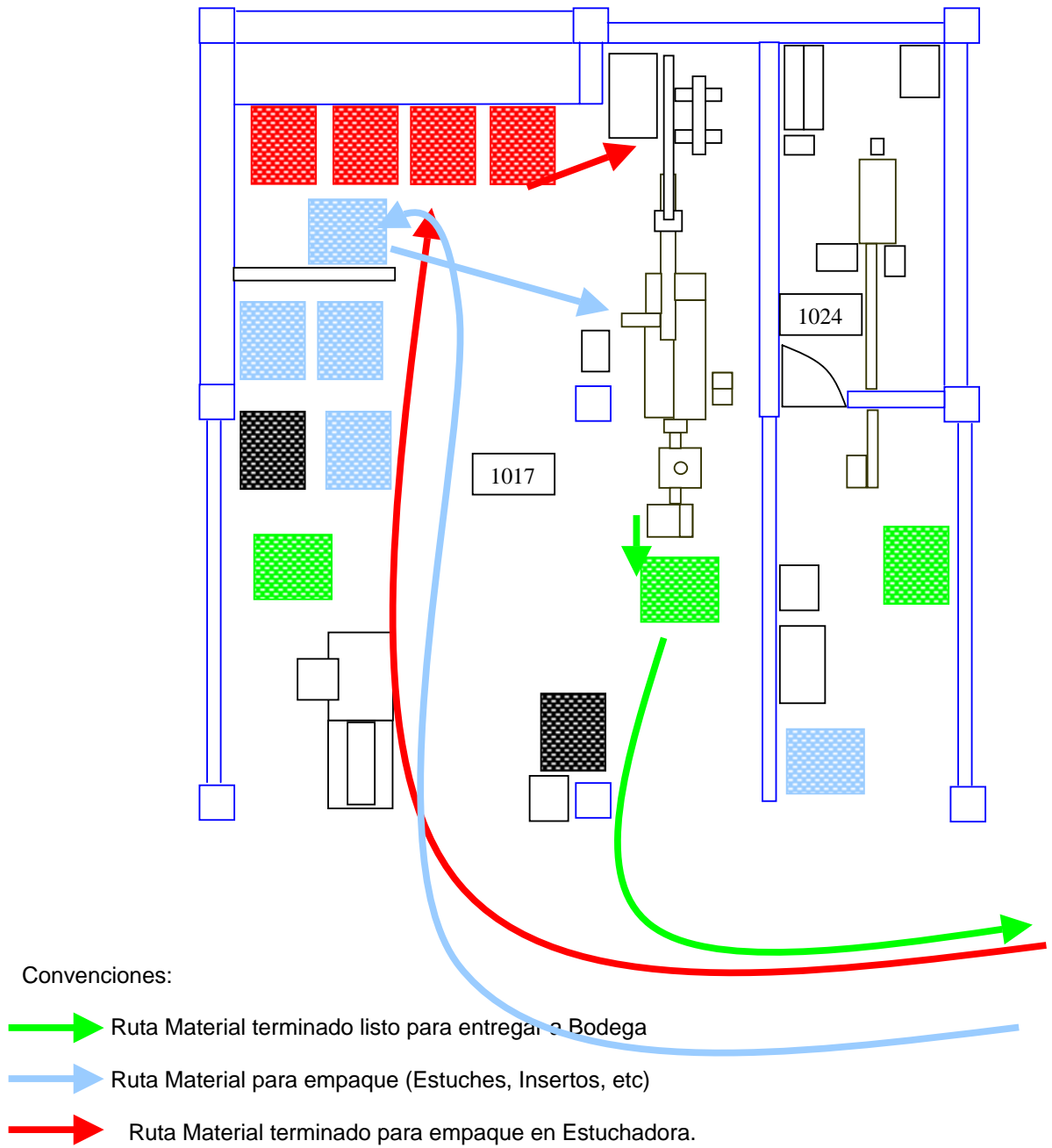
-  Estiba con Material terminado listo para entregar a Bodega
-  Estiba con Material para empaque (Estuches, Insertos, etc)
-  Estiba con Material terminado para empaque en Estuchadora.

Figura 4. Plano flujo de materiales propuesta N ° 1.



5.3.1.1 Actividades a desarrollar para la implementación de la propuesta n ° 1.

- Modificaciones de tipo estructural:
 - Demoler la pared que separa la Zona 17 de la Zona 23, y la pared frontal que separa la Zona 23 de la Zona 17
 - Quitar el vidrio que separa la Zona 17 de la Zona 23.
 - Tomar el vidrio y ubicarlo de tal manera que separe la línea 17 de la Zona donde va a quedar la Estuchadora.

- Traslado de equipos y materiales:
 - Todos los equipos de la línea 23, deberán ser ubicados en la Zona 24.
 - Todos los materiales almacenados en la Zona 24 (insumos, cintas, tintas, goma, etc.) a Zona de reacondicionamiento en el área de RKF correspondiente a Bodega.
 - Materias primas de la línea 22, ubicadas en Zona 17, a la nueva zona.

- Modificaciones Eléctricas, Alimentación de aire y Succión:
 - Traslado de la cometida eléctrica a punto nuevo.
 - Traslado de alimentación de aire comprimido a punto nuevo.
 - Traslado del punto de succión de gases a punto nuevo.
 - Traslado de la ducteria de aire acondicionado de la zona 23 a la zona 24.
 - Instalación de sensores de humedad y temperatura en la zona 24.
 - Traslado de servicios de la zona 23 a la zona 24.

Tabla 4. Comparación condiciones de trabajo actuales y esperados línea de empaque automático 22

| CONDICIONES ACTUALES | CONDICIONES ESPERADAS PROPUESTA UNO |
|--|--|
| <p>Área efectiva disponible: 49.74 m² Área ocupación máquina: 24.5 m² Suministro energía eléctrica: 110V - 440V Suministro Aire comprimido: cumple con todas las conexiones para funcionamiento de equipo. Punto de succión de gases: cumple</p> <p>Materiales empleados: Materia entrante (Producto de líneas 1022) Material de empaque (estuches, corrugados). Número de colaboradores: 6</p> <p>Equipos: Estuchadora Dispen. etiquetas acustomagneticas. Impresora Nordson</p> <p>Condiciones del área: Iluminación: deficiente Ventilación: adecuada Seguridad: deficiente, obstrucción del área, por disposición de materiales.</p> | <p>Área efectiva disponible: 52.47 m² Área ocupación máquina: 26.6 m² Suministro energía eléctrica. 110 V – 440V Suministro Aire comprimido: cumple con todas las conexiones para funcionamiento de equipo. Punto de succión de gases: cumple</p> <p>Materiales empleados: Materia prima Material de empaque (estuches, corrugados). Número de colaboradores: 6</p> <p>Equipos: Estuchadora Dispen. Etiquetas acustomagneticas. Impresora Chequeadora de peso Nordson Alimentador automático de sobres Apilonador de estuches.</p> <p>Condiciones del área: Iluminación: apta para conservar la salud visual de los colaboradores. Ventilación: adecuada. Seguridad: Acceso adecuado y salidas de emergencia bien señalizados y libres de obstáculos, implementos de seguridad.</p> |

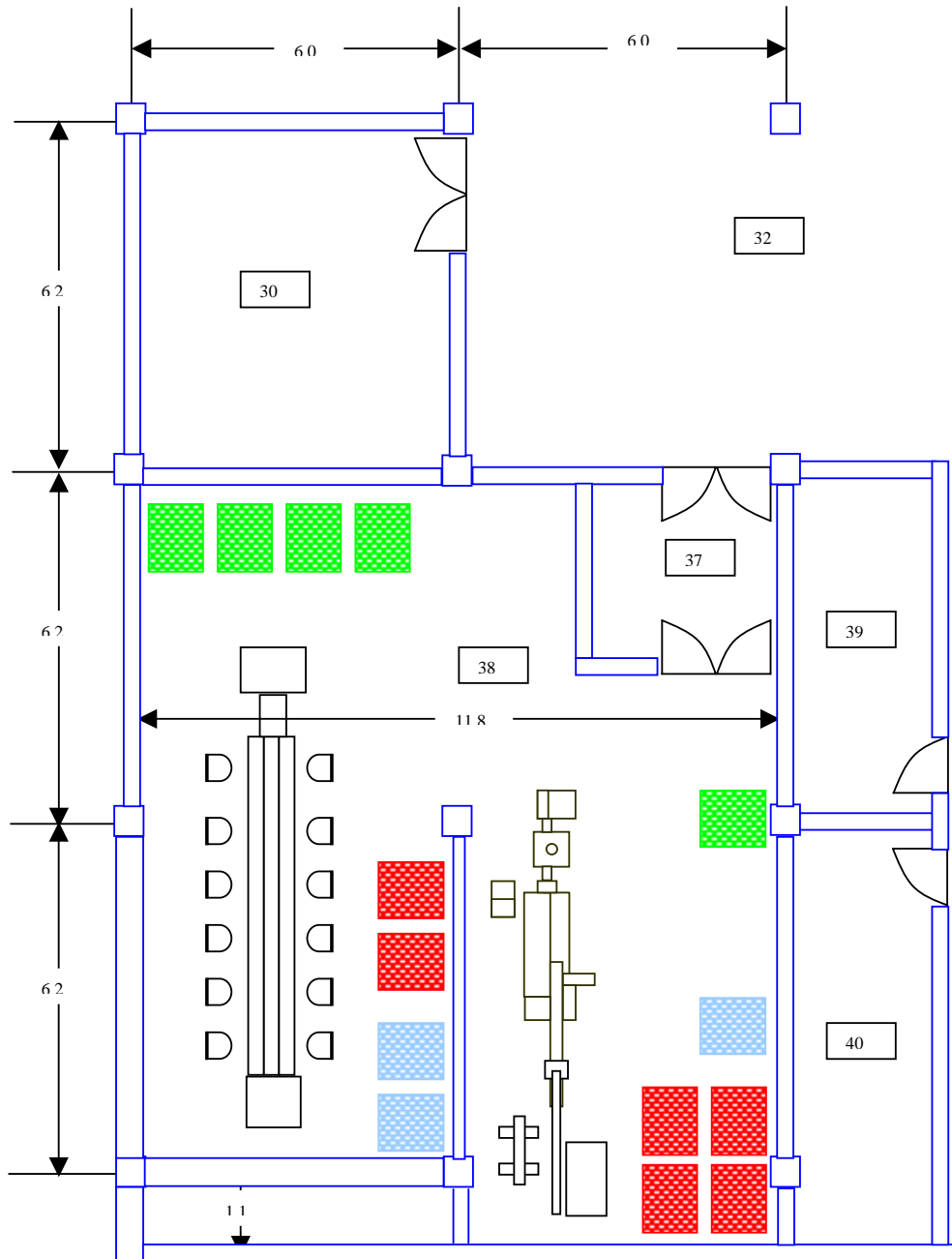
Tabla 5. Comparación condiciones de trabajo actuales y esperadas línea 23.

| CONDICIONES ACTUALES | CONDICIONES ESPERADAS PROPUESTA UNO |
|--|--|
| <p>Área efectiva disponible: 15.37 m² Área efectiva de trabajo: 11.75 m² Suministro energía eléctrica: 220V Aire comprimido: cumple (100 Psi) Materiales empleados: Materia prima Material de empaque primario y secundario. Número de colaboradores: 3 Equipos: Impresora Volpak s-100 Equipos de control en proceso Banda transportadora Condiciones del área: Iluminación: adecuada Ventilación: adecuada Seguridad: Falta guardas de seguridad, pasillos libres de obstáculos, Humedad relativa (HR): No < 20% Temperatura: No < 20°C</p> | <p>Se esperan obtener las mismas condiciones de trabajo en la zona 24, en cuanto áreas disponibles, materiales empleados, equipos y características del área, ya que en esta zona se cuenta con todas las conexiones y dispositivos para el funcionamiento de la línea como tal.</p> <p>Se espera realizar un mejor uso de la zona 24, y dar la posibilidad de contar con espacio suficiente para el libre flujo tanto de los materiales como de los productos.</p> |

5.3.2 Propuesta número 2: Ubicación de la línea de empaque automático en la zona 38 (tercer piso). Esta propuesta se basa principalmente en realizar un emplazamiento de la línea de empaque y demás equipos a ser instalados, de la zona 17 a la Zona 38, que actualmente ofrece disponibilidad de espacio, dentro de esta misma propuesta se tomo en cuenta la posible ubicación de la Zona de retrabajos, ubicada en el sótano a esta misma Zona (38). Los detalles se observan en los Figura 5. dentro de esta propuesta se tuvieron en cuenta: peso total del equipo, método de transporte del equipo, condiciones mínimas de trabajo en cuanto a la parte de suministro de energía y de aire comprimido, condiciones de trabajo para el transporte(fluj) de los materiales que interfieren en el proceso, (material de empaque, insumos, herramientas, material en proceso, productos acabados, desperdicios).

El Figura 6 muestra el flujo de materiales para esta propuesta, la tabla 6 muestra la evaluación de las condiciones actuales versus las condiciones esperadas de la propuesta, para este caso se analizan estas condiciones para la zona 38 ya que es la única que presentaría cambios no en su parte estructural sino en cuanto a suministro y espacio.

Figura 5. Propuesta N° 2



Convenciones:




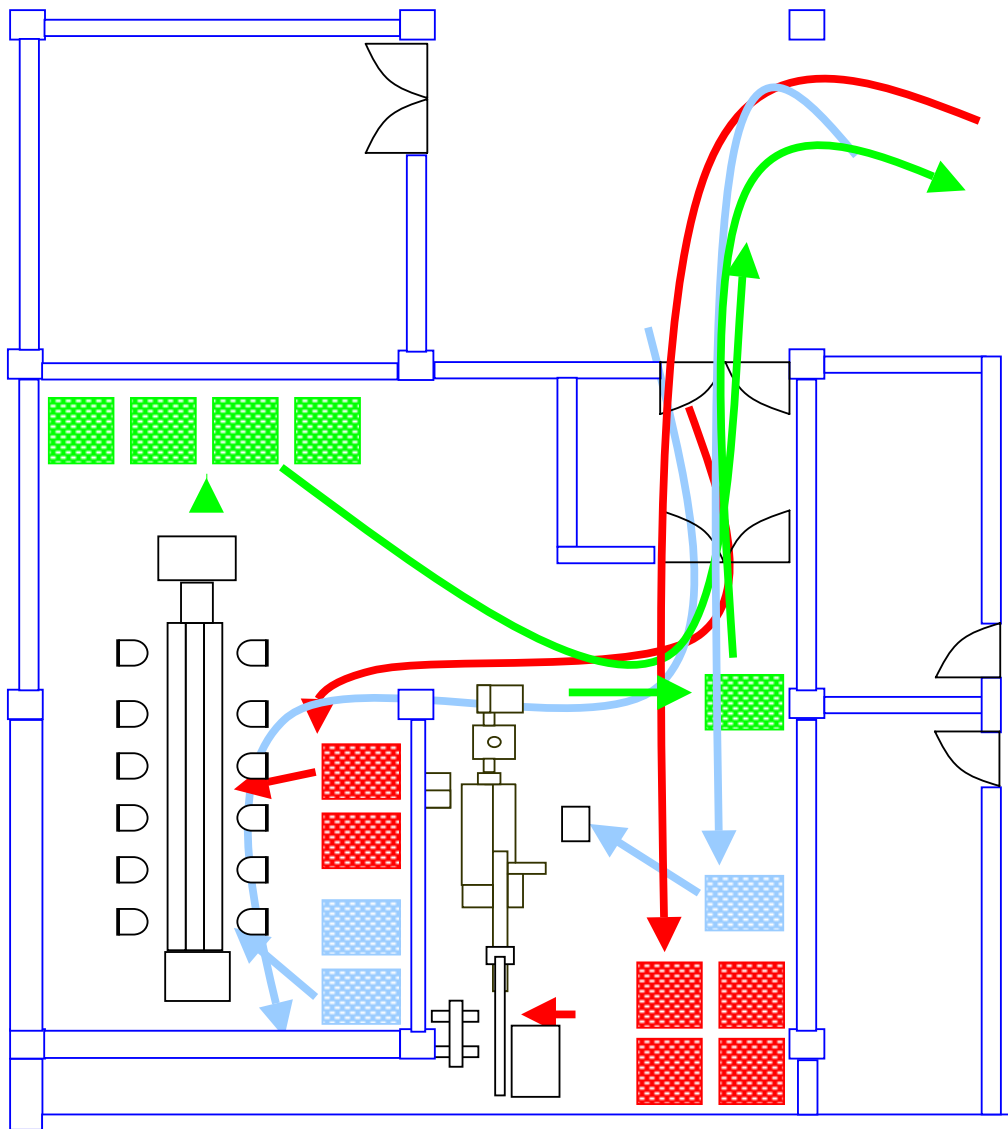



-  Estiba con Material terminado listo para entregar a Bodega
-  Estiba con Material para empaque (Estuches, Insertos, etc)
-  Estiba con Material terminado para empaque en Estuchadora.

Figura 6. Plano flujo de materiales Propuesta N ° 2.



Convenciones:

-  Ruta Material terminado listo para entregar a Bodega
-  Ruta Material para empaque (Estuches, Insertos, etc)
-  Ruta Material terminado para empaque en Estuchadora

5.3.2.1 Actividades a desarrollar para la implementación de la propuesta n ° 2.

- Modificaciones de tipo estructural:
 - Estructuralmente en la zona 38 no hay ninguna modificación por que el espacio es suficiente.

- Traslado de equipos y materiales:
 - Estuchadora
 - Chequeadora de peso.
 - Alimentador de sobres.
 - Mesas de trabajo (empaques, estuches)
 - Impresora .
 - Línea de retrabajos.

- Modificaciones Eléctricas, Alimentación de aire y Succión:
 - Ubicación de punto de alimentación eléctrica para la instalación de la Estuchadora. Peso de equipo 2300 Kg.
 - Dos Puntos nuevos de succión de gases para la injet.
 - Alimentación de aire comprimido.
 - Alimentación eléctrica para la chequeadota de peso y el Nordson.
 - Instalación eléctrica para la nueva banda de retrabajos.
 - Instalación eléctrica de UPS
 - Instalación de 110 V.
 - Dos puntos de 220 V

Tabla 6. Comparación condiciones de trabajo actuales y esperadas zona 38.

| CONDICIONES ACTUALES DEL AREA | CONDICIONES ESPERADAS PROPUESTA DOS |
|---|---|
| <p>Suministro de energía:110V-440V Suministro aire comprimido: no hay conexión actualmente. Succión de gases: No hay conexión Área efectiva: 146.94 m² Flujo de materiales: Constante transporte de materias primas, almacenamiento temporal de materiales de empaque (corrugados, estuches), almacenamiento temporal de producto terminado. Condiciones del área: Iluminación: Fuentes de luz adecuadas en toda el área. Ventilación: Apropiaada para el proceso, y personal. Seguridad: Espacios suficientes para señalización, pasillos de evacuación suficientes, área despejada de mala disposición de materiales.</p> | <p>Suministro de energía:110 V, 220 V, 440 V Suministro aire comprimido: 100 Psi Succión de gases: Área efectiva: 146.94 m² Área de ocupación del equipo K 150/C: 26.6 m² Área de ocupación del equipo Banda de retrabajo: 7.2 m² Flujo de materiales: Material entrante: en un solo sentido, de 1^{ro} a 3^{er} piso. Material en proceso: Independiente de otros procesos ubicados a largas distancias. Productos acabados: Inmediatamente almacenado en el mismo área o despachado a bodega, aprovechamiento de espacio inoficioso. Desperdicios: A la terminación de cada lote, despacho a almacén de desperdicios. Herramientas: Disponibilidad de herramientas en el área.</p> |

Tabla 6. Comparación condiciones de trabajo actuales y esperadas zona 38 (continuación).

| CONDICIONES ACTUALES DEL AREA | CONDICIONES ESPERADAS PROPUESTA DOS |
|--|---|
| <p>Características del área: Altura máxima: 2.50m² Paredes y columnas: Según planos estructurales. Suelo: Soporta pesos por encima del equipo completo. Equipos: (No hay equipos ubicados actualmente en la zona 38).</p> | <p>Condiciones del área: Iluminación: Conservar la iluminación del área. Ventilación: Recomendada en la zona. Seguridad: Espacios suficientes para señalización, pasillos de evacuación suficientes, área despejada de mala disposición de materiales. Disposición de áreas seguras para flujo de personal. Equipos: Estuchadora k150 Chequeadora de peso Dispen. Etiquetas acustomagneticas Alimentador Dispositivos de transporte</p> |

5.3.3 Propuesta n° 3: Ubicación perpendicular de la línea de empaque automático 22; modificación de tipo estructural primer piso, zona 23 y 24. Para esta proposición se tiene el mismo principio de la propuesta número 1, la cual consiste en realizar una modificación de tipo estructural en el primer piso, y movilizar el equipo de la zona 23 a la zona 24, la diferencia radica principalmente en la disposición perpendicular de la Estuchadora con respecto a la ubicación de la línea de sellado 22, estos detalles se pueden observar en el Figura 7 , lo que involucra una diferencia en la ubicación de las áreas destinadas a depositar los materiales con relación a la propuesta 1, una de las principales ventajas de esta propuesta es la viabilidad en cuanto el acondicionamiento del área 24.

El Figura 8, enseña el flujo de materiales para la propuesta , la tabla N° 7 muestra la evaluación de las condiciones actuales versus las condiciones que se esperan tener con esta propuesta para la zona de empaque automático 22 y la zona 23 donde se ubica la línea de producción 23.

Figura 7. Propuesta N ° 3.

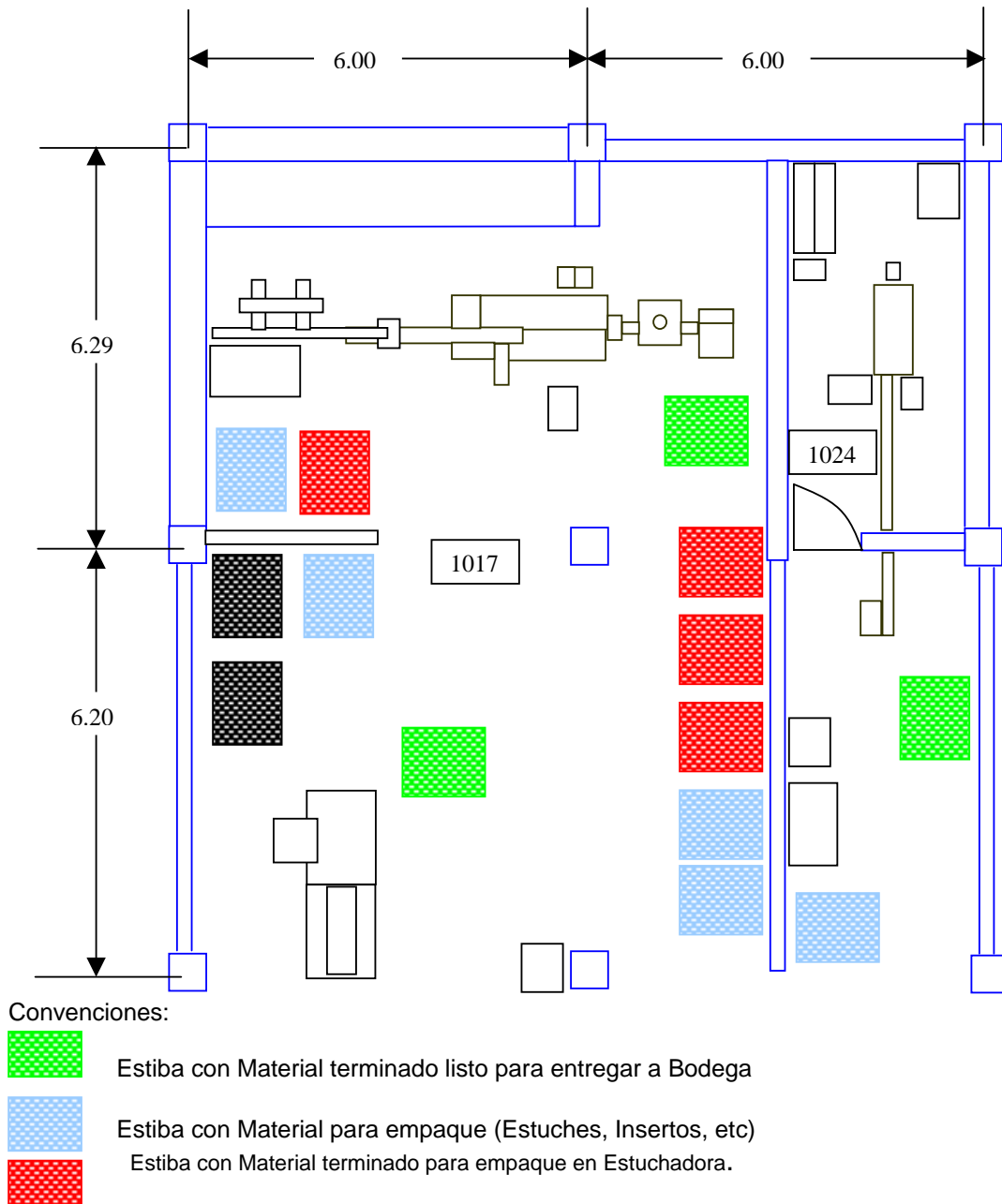
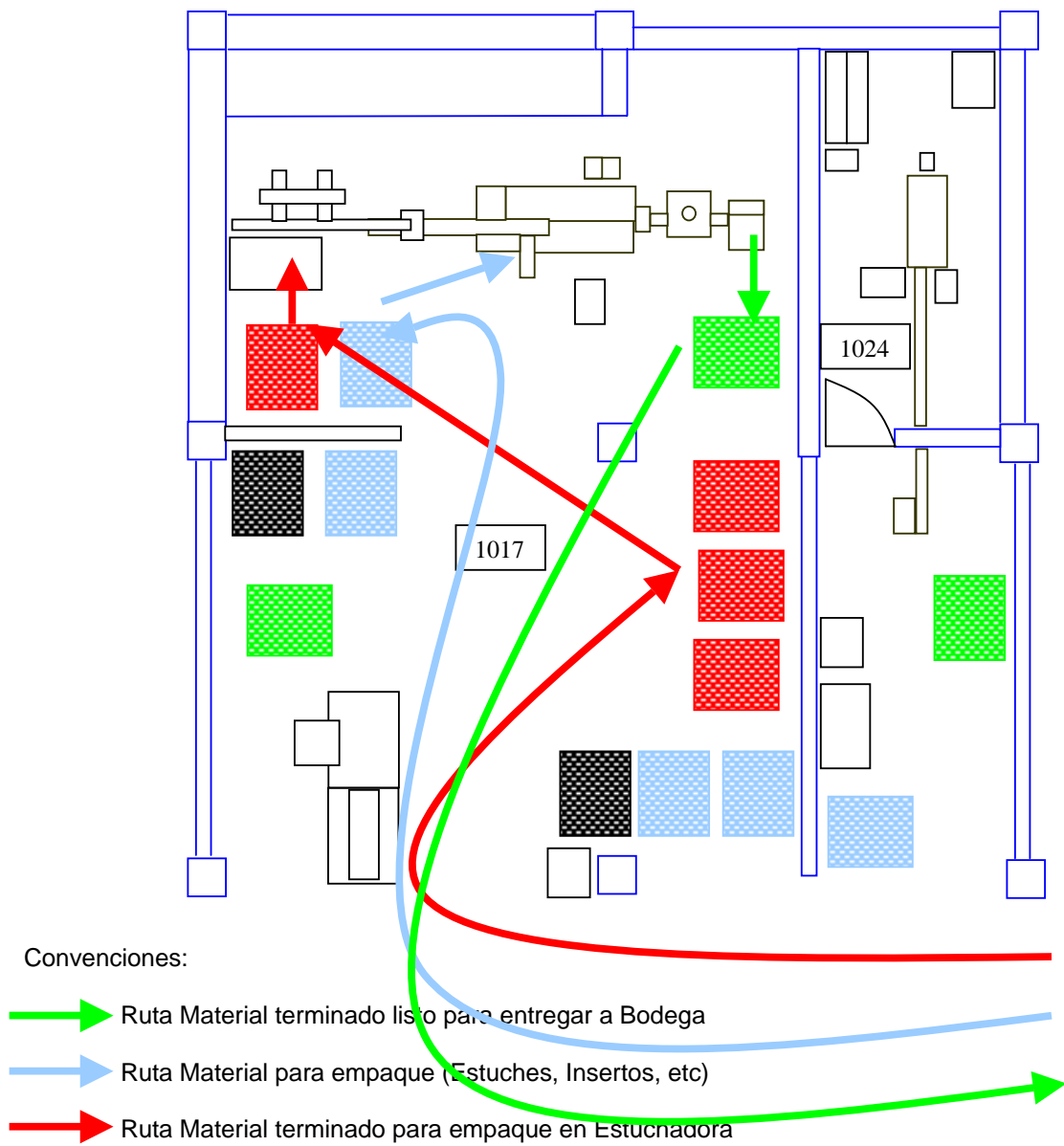


Figura 8. Plano flujo de materiales propuesta N ° 3.



5.3.3.1 Actividades a desarrollar para la implementación de la propuesta n ° 3.

- Modificaciones de tipo estructural:
 - Demoler la pared que separa la Zona 17 de la Zona 23, y la pared frontal que separa la Zona 23 de la Zona 17
 - Quitar el vidrio que separa la Zona 17 de la Zona 23.
 - Tomar el vidrio y ubicarlo de tal manera que separe la línea 17 de la Zona donde va a quedar la Estuchadora.

- Traslado de equipos y materiales:
 - Todos los equipos de la línea de 23 deben ser repicados en la zona 24.
 - Todos los materiales almacenados en la Zona 24 a Zona de reacondicionamiento en el área de RKF correspondiente a Bodega.
 - Materias primas de la línea 22, ubicadas en Zona 17, a la nueva zona.

- Modificaciones Eléctricas, Alimentación de aire y Succión:
 - Traslado de la cometida eléctrica a punto nuevo.
 - Traslado de alimentación de aire comprimido a punto nuevo.
 - Traslado del punto de succión de gases a punto nuevo.
 - Traslado de la ducteria de aire acondicionado de la zona 23 a la zona 24.
 - Instalación de sensores de humedad y temperatura en la zona 24.
 - Traslado de servicios de la zona 23 a la zona 24.

Tabla 7. Comparación condiciones de trabajos actuales y esperados línea de empaque automático 22, propuesta tres.

| CONDICIONES ACTUALES | CONDICIONES ESPERADAS PROPUESTA TRES |
|---|--|
| <p>Las condiciones en las que el área se encuentran actualmente corresponden a las mencionadas en el cuadro número 1, donde se analizó la propuesta correspondiente a la: UBICACIÓN PARALELA DE LA LINEA DE EMPAQUE 22; MODIFICACIÓN ESTRUCTURAL PRIMER PISO, ZONA 23 Y 24.</p> <p>Esto debido a que se trata de la misma propuesta en cuanto la modificación estructural del primer piso, y la única diferencia es la disposición del equipo la cual consiste en ponerla de forma perpendicular a la línea 22.</p> | <p>En cuanto a las condiciones esperadas son las mismas de la propuesta número 1, solo que en esta propuesta se espera contar con un mayor espacio tanto para la línea 22 como para la estuchadora, por que la disposición perpendicular me genera un mayor aprovechamiento del área.</p> <p>Dentro de las ventajas y desventajas se nombrara por que esta propuesta es menos favorable que la propuesta número 1.</p> |

5.4 ANALISIS Y SELECCIÓN DE LA PROPUESTA

En esta etapa del proyecto se procedió a realizar la elección de la propuesta que mejor se ajuste a las necesidades de la compañía, esta respuesta estará basada fundamentalmente en el análisis que se hará por parte de los responsables del área de producción e ingeniería, cada una de las propuestas presenta sus ventajas y desventajas las cuales estarán enfocadas en los factores de distribución.

En la tabla 8 se plantearán las ventajas y desventajas para la propuesta N° 1, en la tabla 9 se plantearán las ventajas y desventajas para la propuesta N° 2 y la tabla 10 las ventajas y desventajas para la propuesta N° 3. Luego en la tabla 11 se podrá observar la comparación entre cada una de las propuestas desde el punto de vista de las ventajas y desventajas desarrolladas en las tablas anteriores, esto con el fin de hacer un análisis global de cada una de las propuestas y de esta manera realizar la elección de la propuesta que mejor se acople a las necesidades de la compañía.

Tabla 8. Ventajas y desventajas propuesta número 1.

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|---|
| <p>FACTOR MATERIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hay mayor fluidez con respecto a los materiales debido a la corta distancia que hay entre los procesos. ➤ Optimización del tiempo de proceso, porque los tiempos de transporte son más cortos. ➤ Secuenciamiento u orden en que se efectúan las operaciones. ➤ Agilidad en los despachos del PT. ➤ Reducción en coste de espera, transporte y mano de obra. ➤ Los materiales están sometidos a las mismas condiciones de trabajo y área. ➤ Hay espacio adecuado para almacenar, el producto para el proceso de empaque en la Estuchadora, de un lote. ➤ La disposición de materiales cuenta con espacios que permiten la fluidez de los mismos. ➤ Cada Tarima con su material (ME, PT, PP) tienen su lugar de asignación, lo cual genera un mayor orden de ubicación de los materiales. ➤ Los materiales de la línea 1022 tiene su correspondiente espacio en la mismo área de la línea. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ La sincronización en el proceso debe ser la más óptima, para evitar la posibilidad de confusión entre los materiales, pérdida de tiempo y exceso de transporte cuando el material entra en proceso de espera por que el equipo no esta en condiciones de operación o por que los materiales no están disponibles, lo cual genera que dicho lote o producto sea enviado a otro lugar mientras se empieza con la producción programada. |

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|---|
| <p>FACTOR MAQUINARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Posición fija de los equipos. ➤ Espacio suficiente para mover aquellos dispositivos especiales que interactúan directamente con el proceso(montacargas, herramientas para mantenimiento, estibas con ME, PT, MP) ➤ Orden de operaciones de acuerdo al método de producción. ➤ Mejor disponibilidad del equipo en cuanto espacio y forma, observándose mayor orden en el área de trabajo. ➤ Se respeta la secuencia lógica con la que trabaja el equipo, no se modifica ningún aspecto directo del mismo, funciona bajo las mismas condiciones. ➤ Las condiciones del área se adaptan al espacio, forma y altura de los equipos tanto transversal como longitudinalmente. ➤ Aumento en la capacidad de la máquina (unid / minuto), con la adaptación de alimentador automático. ➤ Mayor certidumbre en control de peso, con la instalación de la Chequeadora de peso. ➤ Consideración de mas espacio para la instalación de nuevos equipos. <p>FACTOR HOMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Agilidad en la supervisión del proceso. ➤ Espacio justo para la realización de las tareas. ➤ Pasillos libres para caso de emergencias. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ En la reubicación de los equipos que forman parte de la estuchadora no hay ningún tipo de riesgo o modificación que afecte el funcionamiento de los mismos. En cuanto la reubicación de la zona 1.023 a la zona 1.024 se deben tener en cuenta algunos reacondicionamientos los cuales están contemplados en el cuadro de evaluación condiciones actuales y condiciones esperadas del área. |

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mayor confianza en manipulación de los materiales. ➤ Evita la necesidad de alcanzar objetos a largas distancias. ➤ Disminución de esfuerzos por parte de los colaboradores, en cuanto el movimiento de equipos pesados. ➤ Condiciones de bienestar aptas para los colaboradores en cuanto iluminación, ventilación. ➤ Distancia recorridas menores hacia las zonas de servicios sanitarios, oficinas de pⁿ, etc.. ➤ Proceso de adaptación, rápido debido a que el cambio no es traumático y va enfocado a mejorar las condiciones de trabajo. <p>FACTOR MOVIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mayor fluidez en el manejo de los materiales. ➤ El movimiento se concentra en los materiales y no en el equipo, lo cual genera una disminución en los costes de producción. ➤ Permite que los colaboradores se especialicen. ➤ Establecimiento de flujo de ruta para; la entrada de material, Salida de material, Materiales auxiliares, Movimiento de hombre, lo que genera un mayor orden en la línea. ➤ Orden en el proceso. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuando el material entra en proceso de espera, hay ocupación de espacio, y esta se vuelve inadecuado cuando hay más de dos lotes esperando por ser procesado, lo que conlleva a enviar el material a otra zona de almacenaje temporal(tercer piso), generando retransporte, pérdida de tiempo, tiempos de espera, atraso en la producción. |

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--|---|
| <p>FACTOR ESPERA</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ En caso de que el material entre en espera, se cuenta con las precauciones suficientes para el control y cuidado del producto (protección contra fuego, humedad, polvo, suciedad, calor, robo, deterioro etc..) ➤ Se cuenta con espacio de espera de los materiales próximos a entrar en proceso (mismo lote). <p>FACTOR SERVICIO</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se conserva el mismo nivel de servicio en cuanto accesos, espacios de trabajo, limpieza, haciendo que los procesos sean ágiles y que los trabajadores se sientan seguros. ➤ Se garantiza que el trabajo se desarrolla en condiciones y áreas adecuadas y óptimas. ➤ Los pasillos existentes entre el punto de llegada del personal y su lugar de trabajo no presenta obstrucciones. ➤ Las instalaciones para el uso de personal no tienen ningún tipo de alteración o modificación (baños, vestuarios, teléfonos, cafetería etc...), conservan el buen nivel de servicio. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ El espacio obtenido es suficiente para un solo lote, en caso de que halla más de uno, se elevan los costos de manejo de materiales debido a retransporte que se presentan en el momento de llevar los productos semiterminados al tercer piso para el proceso de espera y luego bajarlos para que entre en proceso de acabado. ➤ Mantenimiento cuenta con espacio limitado en el sector donde se encuentra la columna a una distancia muy precisa con respecto a la máquina. |

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se conservaron todos los aspectos que tienen que ver con la protección del personal en cuanto pasillos, rutas de evacuación, protección contra incendios. ➤ La iluminación, ventilación con las que cuenta el área no tiene modificaciones. ➤ Las líneas de servicio se encuentran en disposición elevadas, la cual es fácil de instalar, es accesible, y fácil de empalmar, reparar, reemplazar, pintar o realizar en ella cualquier otra operación de mantenimiento. <p>FACTOR EDIFICIO</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mejores condiciones de trabajo para el personal del segundo piso, debido a la reubicación de la línea 23, lo cual genera el movimiento del contenedor a un espacio que hace más segura las condiciones de trabajo. ➤ Mayor orden en el área de trabajo. ➤ Mayor disposición de espacio. ➤ Optimización de las áreas de trabajo. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Reacondicionamiento de las áreas genera un alto impacto en el lapso de tiempo que se producen las modificaciones, pero las ventajas a mediano plazo son más altas para cumplir el objetivo de mejorar la disposición de las áreas de producción. |

Tabla 9. Ventajas y desventajas propuesta número 2.

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--|---|
| <p>FACTOR MATERIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprovechamiento de espacio para la disposición de materiales de empaque, y producto semiterminado proveniente de la línea 1020 y 1023 por falta de espacio en el primer piso. ➤ Recuperación del espacio para los materiales entrantes, materiales en proceso, producto terminado de la línea 1022. ➤ El tamaño, peso, forma de los materiales son indicados para la manipulación en el área propuesta(zona 3038). ➤ Disminución de tiempo en transporte de material entrante a la Estuchadora k150, debido a que solo se realiza en un sentido y una sola vez. ➤ Se conserva el método de almacenamiento. ➤ Las posibilidades en cuanto mezcla o confusión de materiales se minimiza, debido a que solo se maneja el ME de dos productos con presentación totalmente diferente. ➤ Almacenamiento de producto terminado en el mismo piso, hasta proceso de despacho, con lo cual se reduce la ocupación de espacio en Bodega. ➤ El material tiene el mismo grado de manipulación, lo cual hace que se conserve la calidad del producto. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Para esta propuesta se incurre en elevación de costos de MO, transporte y tiempo, por la razón de que esta zona se encuentra a una distancia considerable del secuenciamiento lógico del proceso. |

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|--|
| <p>FACTOR MAQUINARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mayor espacio para ubicación de la Estuchadora k150, y demás equipos a instalar. ➤ Espacios suficientes para realizar el mantenimiento correspondiente a los equipos. ➤ Las herramientas para el mantenimiento son de fácil transporte, no son pesadas, no son especializados. ➤ No necesita dispositivos especiales para la manipulación del equipo. ➤ Posición fija de la maquinaria. ➤ Mayores espacios de operación de la máquina. ➤ Los equipos operan de manera independiente, con respecto a la línea 1022. ➤ Áreas de operación conforme a las establecidas en el factor hombre en cuanto ergonomía, seguridad, distancias con respecto a la máquina(1m² min.), entre otras. ➤ Aumento en la capacidad de la máquina (unid / minuto), con la adaptación de alimentador automático. ➤ Mayor certidumbre en control de peso, con la instalación de la Chequeadora de peso. <p>FACTOR HOMBRE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ampliación del área de trabajo, por ende mayor flexibilidad en la manipulación de los materiales. ➤ Pasillo libres de obstrucción, evitan posibles incidentes o accidentes. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Transporte del montaje completo a la zona 3038. ➤ Desarme de algunas partes de la máquina. ➤ Taller de utillaje se encuentra a una distancia considerable. ➤ Teniendo en cuenta que la distribución en planta es por producto, no se cumple con el principio de que cada operación debe estar lo más cerca posible de su predecesora. ➤ Realizar el acondicionamiento del área,(alimentación eléctrica, alimentación de aire, succión de gases) para el desempeño de los equipos. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dificultad en el proceso de supervisión debido a la distancia con respecto al resto de las líneas de producción, oficinas, bodega. |

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Acceso adecuado y salidas de emergencia bien señalizadas. ➤ Mejora en condiciones de bienestar para los colaboradores, con respecto a la luz, ruido, vibración. ➤ Flexibilidad del factor hombre, adaptabilidad a las nuevas condiciones de trabajo. ➤ Reducción de costos de MO, debido a la implementación del alimentador. ➤ Optimización de tiempos de operación. <p>FACTOR MOVIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se cuenta con las herramientas de transporte de materiales necesarios. ➤ Conservación del patrón de flujo a través de los procesos que sigue el material, material entrante, material saliente, materiales de servicios o auxiliares, movimiento de herramientas, movimiento del hombre. ➤ Reducción de manejo antieconómico, cuando se refiere al retransporte de materiales de un lugar a otro (Caso actual). ➤ El movimiento de material se efectúa de manera factible hacia su terminación, sobre el mismo equipo, fácilmente, convenientemente el flujo, conforme a su seguridad | <ul style="list-style-type: none"> ➤ En esta propuesta no se cumpliría el principio de la distancia más corta, y el movimiento del equipo a la zona 3.038 es complejo, debido a la dimensiones y peso del mismo. |

Tabla 10. Ventajas y desventajas propuesta número 3.

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|--|
| <p>➤ Para esta propuesta se tienen en cuenta las mismas ventajas que se tomaron para la propuesta número uno, la razón principal radica en que esta propuesta es la misma y solo se diferencia una de la otra por la disposición del equipo, la primera propuesta dispone la maquina y los nuevos dispositivos de forma paralela a la línea 1.022, mientras que la propuesta tres dispone el equipo y sus dispositivos de forma perpendicular a la línea 1.022. Inicialmente se evaluaron todas las ventajas enfocadas a los factores nombrados anteriormente, y se llego a la conclusión de que por ser las mismas ventajas no tenia objeto volver a repetirlas.</p> | <p>➤ Se concluyo que las desventajas están asociadas a las desventajas de la propuesta número uno, y que la principal desventaja de esta propuesta radica en que la disposición en forma perpendicular a la línea 1.022, crea limitaciones para futuras adaptaciones de equipos, dispositivos que mejoren el funcionamiento de la estuchadora.</p> |

Tabla 11. Confrontación propuestas reubicación empaque automático línea 22.

| FACTORES DE DISTRIBUCIÓN | PROPUESTA N° 1 | PROPUESTA N° 2 | PROPUESTA N° 3 |
|--------------------------|---|---|--|
| FACTOR MATERIAL | En esta propuesta el factor material constituye uno de los factores con más ventajas, debido a que el acortamiento de las distancias optimizan el flujo de los materiales y reduce los costos de transporte, espera entre otros. | Representa ventajas significativas, en aspectos como despeje de áreas, mayor utilización del espacio en la zona 38, pero tiene una gran desventaja y es la distancia que hay entre el proceso inmediatamente anterior al proceso de empaque. | Las ventajas de esta propuestas están contenidas en la propuesta número uno. |
| FACTOR MAQUINARIA | La principal ventaja de esta propuesta es el factor maquinaria, debido a que no se tiene que hacer ningún tipo de modificación ni desarme, lo cual crea un alto grado de seguridad en el desempeño posterior del equipo y sus dispositivos. | Para realizar la reubicación de la estuchadora con sus respectivos equipos, se debe proceder al desarme de casi la totalidad del equipo, debido a que su tamaño y peso no es el más apropiado para transportarlo por el único medio que hay (ascensor). | El equipo queda demasiado preciso, y la posibilidad de ensamblar futuros dispositivos al sistema se hace poco factible, o se tendría que proceder a disponer el equipo de otra manera (Ej. en L, en U) . |

| FACTORES DE DISTRIBUCIÓN | PROPUESTA N° 1 | PROPUESTA N° 2 | PROPUESTA N° 3 |
|--------------------------|--|--|---|
| FACTOR HOMBRE | En esta propuesta se puede apreciar la facilidad de adaptación por parte del personal, debido a que las condiciones se conservan y en algunos casos mejoran(ver ventajas propuesta número 1), | El impacto que genera esta propuesta sobre la adaptación del personal es de tipo negativo, puesto que la zona 38 esta muy apartada de las demás zonas como: baños oficinas, etc... | Para esta propuesta se tiene la misma apreciación que para la propuesta número uno. |
| FACTOR MOVIMIENTO | Se espera una mayor fluidez del proceso, menos tiempos de movimiento de materiales y mayor ordenamiento en el área. | La distancia constituye el principal obstáculo del factor movimiento, porque se tiene que contar con dispositivos de transporte, tiempo y MO. Pero con respecto a las otras propuestas en caso de haber más de un lote por procesar se cuenta con el espacio necesario Para la espera, y no se incurre en realizar retransportes de un lugar a otro. | Similitud de condiciones con respecto a la propuesta número uno. |

| FACTORES DE DISTRIBUCIÓN | PROPUESTA N° 1 | PROPUESTA N° 2 | PROPUESTA N° 3 |
|--------------------------|---|---|--|
| FACTOR ESPERA | Se cuenta con espacio para proceso de espera de solo un lote, en caso de tener más de uno se procede a transportarlo a la zona 38, lo cual genera desperdicio de tiempo. | Se cuenta con el espacio suficiente para almacenar más de un lote. | Se presentan las mismas condiciones de almacenamiento que en la propuesta número 1. |
| FACTOR SERVICIO | Se conserva el mismo nivel de servicio en cuanto accesos, espacios de trabajo, limpieza, haciendo que los procesos sean ágiles y que los trabajadores se sientan seguros. | Los pasillos y accesos del punto de llegada del personal hasta el lugar exacto de trabajo se encuentran libres y dispuestos de manera que el movimiento de personal es fluido, pero la distancia es considerablemente larga a los puntos de servicio básico como baños. | Se conservan las mismas condiciones de servicio que en la propuesta 1. |
| FACTOR EDIFICIO | Para esta propuesta el factor edificio es el de mayor impacto, debido a que la magnitud del cambio radica en derribar los muros que separan la zona 17 de la zona 23. | No hay modificaciones considerables con respecto a la parte estructural del edificio, sin embargo hay que realizar un estudio del modo de transporte del equipo, teniendo en cuenta que el equipo por sus dimensiones y peso no caben en el ascensor. | Se realizan las mismas modificaciones de tipo estructural que se realizan en la propuesta 1. |

5.5 ELECCION DE LA PROPUESTA

Evaluando cada una de las propuestas por parte del personal tanto operativo como administrativo se llego a la conclusión que la más viable es la propuesta número uno, porque presenta mayores ventajas para la compañía, integra todos los principios de distribución de mínima distancia, circulación o flujo de materiales, orden y secuencia del proceso, principio de satisfacción y seguridad del personal, principio de condiciones mínimas de operación, y cumple con los objetivos propuestos al inicio del proyecto como lo son: reducción de riesgos y aumento en la seguridad de los colaboradores, optimización del área ocupada, reducción en el tiempo de manejo de materiales, optimización del flujo de proceso, disminución de la congestión y confusión de materiales.

En cuanto a las ventajas y desventajas a pesar de que la propuesta 1 y 3 son muy similares, se eligió la número uno debido a que la disposición del equipo, nos asegura un mayor espacio para la ubicación de otros dispositivos en la línea de empaque automático.

El area disponible para está propuesta es de 113 m², espacio suficiente para la instalación de la línea de empaque con sus nuevos dispositivos.

Después de realizar la elección se procedió por parte de la compañía a realizar la implementación de la propuesta seleccionada.

6. REDUCCIÓN DE INVENTARIOS Y MANEJO DE MATERIALES EN LA LÍNEA DE EMPAQUE AUTOMÁTICO 22

6.1 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN ACTUAL SOBRE EL MANEJO DE LOS MATERIALES.

6.1.1 Siguiendo la metodología planteada, en el área de producción se obtuvo la siguiente información:

- Materiales utilizados en la línea de empaque automático.
 - Materiales de empaque Primario: Son aquellos materiales utilizados para proteger el producto y se le llama primario por que tiene contacto directo con el producto para nuestro caso de análisis el material utilizados es el siguiente:
 - Rollos de aluminio
 - Materiales de empaque secundario: Son aquellos materiales utilizados para el empaque final, no tienen contacto directo con el producto, dependen de la presentación y el país al cual se va a exportar dentro de estos se encuentran:
 - Estuches
 - Corrugados
 - Sensores
 - Instrucciones (papel con información acerca del producto, composición, consumo, cuidados etc...)
 - Display (Caja donde se almacenan varios estuches para principalmente para promociones).

➤ Cantidades utilizadas para cada lote de producción

En la tabla N° 10 se muestran según el producto, la presentación y el país al cual se va a exportar, la información correspondiente a la cantidad de material que se va a utilizar por lote de producción, los espacios en los cuales no se encuentra registrada información es por que para esa presentación no lleva este material.

Siguiendo la tabla N° 12 , la columna con el nombre aluminio tiene la información que producción requiere para un lote y esta dado en kilogramos y en la otra columna la cantidad correspondiente a unidades; La columna con el nombre estuches nos da información sobre las unidades teóricas para un lote con esta cantidad aseguramos tener un colchón de seguridad del 3% en caso de que se presente algunos estuches con defectos; La columna con el nombre sensor, instrucciones y display nos indica que productos tienen incorporado este material, esto depende a que mercado será despachado; la columna con corrugados tiene la información correspondiente a los corrugados utilizados por lote y otra columna con la cantidad de estuches con producto terminado que caben dentro de este corrugado.

La fuente principal de la información recopilada en la tabla 12 fue suministrada por el departamento de producción y por el libro “ Estructura maestra de artículos”, el cual tiene la lista de los materiales utilizados en cada lote de producción con sus correspondientes cantidades estándar.

Tabla 12. Cantidades manejadas en producción.

| LINEA 22 | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|------------|----------|
| PROD. | PRES | PAIS | ALUMINIO | | ESTUCHES | SENSOR | INTRUCC. | DISPLAY | CORRUGADOS | |
| | | | kg/Lo | Rollo/lot | Unid/lote | Unid/lote | Unid/lote | | corr/lot | est/corr |
| X1 | 60 | COL | 188 | 2 | 5040 | - | - | - | 168 | 30 |
| | | ECUA | 188 | 2 | 5040 | - | - | - | 168 | 30 |
| | | PERU | 188 | 2 | 5040 | - | - | - | 168 | 30 |
| | 50 | VENZ | 188 | 2 | 6048 | - | 6048 | - | 252 | 24 |
| | 30 | COL | 188 | 2 | 10080 | 10080 | - | - | 168 | 60 |
| | 14 | COL | 188 | 2 | 21600 | 21600 | - | - | 180 | 120 |
| | | VENZ | 188 | 2 | 21600 | - | 21600 | - | 150 | 144 |
| | 12 | COL | 188 | 2 | 25200 | 25200 | - | - | 168 | 150 |
| | | VENZ | 188 | 2 | 25200 | - | 25200 | - | 175 | 144 |
| | | ECUA | 188 | 2 | 25200 | 25200 | - | - | 168 | 150 |
| PERU | | 188 | 2 | 25200 | - | 25200 | - | 168 | 150 | |
| Y2 | 60 | COL | 206 | 2 | 5460 | - | - | - | 455 | 12 |
| | 30 | COL | 206 | 2 | 10920 | 10920 | - | - | 455 | 24 |
| | | ECUA | 206 | 2 | 10920 | 10920 | - | - | 455 | 24 |
| | 12 | COL | 206 | 2 | 27300 | 27300 | - | - | 455 | 60 |
| ECUA | | 206 | 2 | 27300 | 27300 | - | - | 455 | 60 | |
| Z3 | 50 | COL | 176 | 2 | 5580 | - | 5580 | - | 155 | 36 |
| | | VENZ | 176 | 2 | 5580 | - | 5580 | - | 155 | 36 |
| | | ECUA | 176 | 2 | 5580 | - | - | - | 155 | 36 |
| | | PERU | 176 | 2 | 5580 | - | - | - | 155 | 36 |
| | 12 | COL | 176 | 2 | 23250 | 23250 | 23250 | 4650 | 155 | 150 |
| | | VENZ | 176 | 2 | 23250 | - | 23250 | - | 323 | 72 |
| | 12 | ECUA | 176 | 2 | 23250 | 23250 | - | 4650 | 155 | 150 |

6.1.2 Información suministrada por almacén. En el área de bodega se obtuvo la siguiente información la cual fue suministrada por el responsable de almacén y fue tabulada en la tabla 13, de acuerdo al producto, presentación y país a exportar, las cantidades corresponden a la disposición que le da el personal de bodega en las estibas las cuales ya se encuentran reguladas dependiendo del material.

Los materiales se organizan en las estibas, de acuerdo al lote de proveedor (debe ser el mismo lote), la presentación, el país a exportar, el producto y las cantidades son dispuestas de acuerdo a los espacios disponibles en los estantes de la bodega, los datos obtenidos del almacén se clasifican en la tabla 13.

Siguiendo la tabla 13, la columna con el nombre laminación presenta el peso en kilogramos de cada rollo de laminación y en la columna siguiente dice cuantos rollos van en una estiba; La columna con el nombre estuches indica la cantidad de estuches que viene en el corrugado del proveedor y en la columna siguiente la cantidad total de corrugados con estuches que va en la estiba, para así tener una cantidad total de 23250 estuches por estiba; La columna con el nombre sensor e instrucciones indica la cantidad por corrugado del proveedor y en la columna que le sigue indica la cantidad de corrugados que viene por estiba de estos materiales y por ultimo la columna con el nombre corrugado nos indica la cantidad de corrugados que viene en cada estiba.

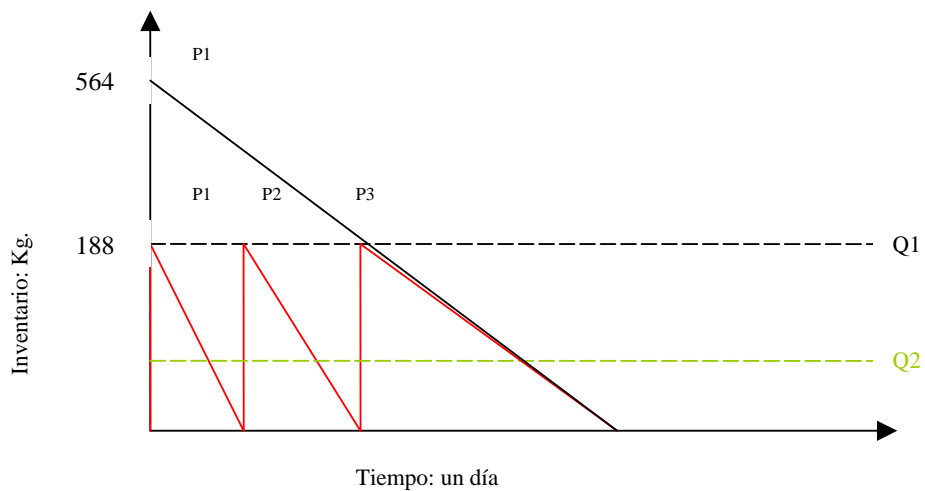
Tabla 13. Cantidades manejadas en bodega.

| PROD. | PRES | PAIS | LAMINACION | | ESTUCHES | | SENSOR | | INSTRUCCIONES | | CORRUGADOS |
|-------|------|------|------------|---------------|-------------|-------------------|-----------|-----------|---------------|------------|-------------|
| | | | kg/rollo | Rollos/estiba | Unid/corrug | corrugados/estiba | Unid/roll | rollo/est | Unid/corrug | corrug/est | Unid/estiba |
| X1 | 60 | COL | 115 | 4 | 840 | 28 | | | | | 300 |
| | | ECUA | 115 | 4 | 840 | 28 | | | | | 300 |
| | | PERU | 115 | 4 | 840 | 28 | | | 30000 | 12 | 300 |
| | 50 | VENZ | 115 | 4 | 800 | 21 | | | 30000 | 12 | 450 |
| | 30 | COL | 115 | 4 | 1320 | 28 | 30000 | 8 | | | 300 |
| | 14 | COL | 115 | 4 | 1450 | 21 | 30000 | 8 | | | 300 |
| | | VENZ | 115 | 4 | 1450 | 21 | | | 30000 | 12 | 300 |
| | 12 | COL | 115 | 4 | 1350 | 25 | 30000 | 8 | | | 300 |
| | | VENZ | 115 | 4 | 1350 | 25 | | | 30000 | 12 | 450 |
| | | ECUA | 115 | 4 | 1350 | 25 | 30000 | 8 | | | 300 |
| | | PERU | 115 | 4 | 1350 | 25 | | | 30000 | 12 | 300 |
| | Y2 | 60 | COL | 115 | 4 | 750 | 36máx | | | | |
| 30 | | COL | 115 | 4 | 1250 | 21 | 30000 | 8 | | | 750 |
| | | ECUA | 115 | 4 | 1250 | 21 | 30000 | 8 | | | 750 |
| 12 | | COL | 115 | 4 | 2200 | 18 | 30000 | 8 | | | 750 |
| | | ECUA | 115 | 4 | 2200 | 18 | | | | | 750 |
| Z3 | 50 | COL | 115 | 4 | 800 | 21 | | | 30000 | 12 | 300 |
| | | VENZ | 115 | 4 | 750 | 21 | | | 30000 | 12 | 300 |
| | | ECUA | 115 | 4 | 750 | 21 | | | | | 300 |
| | | PERU | 115 | 4 | 800 | 21 | | | | | 300 |
| | 12 | COL | 115 | 4 | 1350 | 25 | 30000 | 8 | 30000 | 12 | 300 |
| | | VENZ | 115 | 4 | 1350 | 25 | | | 30000 | 12 | 300 |

6.2 MÉTODO DE ANÁLISIS.

Con la filosofía japonesa del justo a tiempo (JIT, por sus siglas en ingles) se busca encontrar el mínimo inventario necesario para que supla las necesidades de producción y el sistema funcione correctamente con inventario JIT, la cantidad exacta de materiales llegan a la línea en el momento que se necesita. Algunas de las técnicas más usadas en inventario JIT son por ejemplo el método Pull para mover el inventario y reducir el tamaño del lote, lo cual implica aumentar el número de pedidos, en la figura N° 1 se observa la reducción del inventario promedio de Q1 a Q2 de el material aluminio (en kilogramos).

Figura 1. Frecuencia en órdenes del material Aluminio.



Q1 = Cuando el tamaño del lote es de 564 Kg. el inventario promedio es de 460 Kg. para lo cual hay que realizar un sólo pedido.

Q2 = Cuando el tamaño del lote es 188 Kg. el inventario promedio es de 188 kg y se aumenta el número de pedidos a tres.

Una manera de alcanzar tamaños de lote pequeños es utilizando el sistema Kanban que a menudo usa una tarjeta para indicar en que momento del proceso se esta y si se tiene necesidad de otro contenedor, en nuestro caso de otra estiba con material.

6.2.1. Determinación del número de Kanban. Para este caso, determinar el Kanban es determinar el número de estibas necesarias para cubrir un turno de ocho horas de producción, para realizar este calculo es necesario conocer la información de los numerales 6.1.1 (información suministrada por producción) y el numeral 6.1.2 (información suministrada por almacén), la formula tomada de Operation Management de los autores Heizer y Rendell, es la siguiente:

$$K = \left(\frac{\text{Demand during lead time} + \text{Safety stock}}{\text{Size of container}} \right) \quad F(1)$$

$$\text{Demand lead time} = (\text{lead time} \times \text{daily deman})$$

DONDE:

Lead time significa tiempo de fabricación y alistamiento.

Daily demand significa demanda diaria

Safety stock significa inventario de seguridad

Size of container significa tamaño del contenedor y se va a tomar como base para el calculo el tamaño del contenedor manejado por bodega, para tener una relación directa entre las cantidades manejadas por producción y las cantidades manejadas por bodega.

6.2.2. Cálculo de cantidades y tiempos por lote de producción.

- Lote de producción: Está determinada por la capacidad del contenedor que almacena la mezcla de materia prima en Kilogramos y el peso de la tableta, con esta información se puede calcular las unidades de tabletas a fabricar para un lote de producción de forma teórica.

$$\text{unidades por lote} = \left(\frac{\text{Peso de polvo en contenedor / lote}}{\text{Peso / tableta}} \right)$$

$$\text{unidades por lote} = \left(\frac{\frac{\text{gramos}}{\text{lote}}}{\frac{\text{gramos}}{\text{unidad}}} \right) = \left(\frac{\text{unidades}}{\text{lote}} \right) \quad \text{F(2)}$$

Los datos para realizar los cálculos de la fórmula anterior son catalogados como información clasificada, por lo tanto se darán las cantidades de unidades de los productos fabricados en la línea 22.

Para el producto X1 las unidades por lote son de 303.030 unidades.

Para el producto Y2 las unidades por lote son de 329.056 unidades.

Para el producto Z3 las unidades por lote son de 279.252 unidades.

- Tiempo de fabricación por lote de producción: Con la cantidad calculada de unidades por lote y la velocidad de la máquina, se puede calcular el tiempo aproximado de fabricación para cada lote.

$$\text{tiempo por lote} = \left(\frac{\frac{\text{unidades}}{\text{lote}}}{\frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}} \right) = \left(\frac{\frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{\frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}} \right) = \frac{\text{horas}}{\text{lote}} \quad \text{F(3)}$$

La velocidad de la máquina es de 2250 unidades por minuto

Cálculo

$$tiempolote X1 = \left(\frac{303.030 \frac{tab}{lote}}{2250 \frac{tab}{min}} \right) = 134,68 \frac{min}{lote} \approx 2,5 \frac{horas}{lote}$$

Teniendo en cuenta que hay que asignarle tiempo para el proceso de cambio de lote, alistamiento de línea, despeje de línea se tomara un tiempo total de tres horas por lote.

$$tiempolote Y2 = \left(\frac{329.056 \frac{tab}{lote}}{2250 \frac{tab}{min}} \right) = 146,24 \frac{min}{lote} \approx 2,43 \frac{horas}{lote}$$

Teniendo en cuenta que hay que asignarle tiempo para el proceso de cambio de lote, alistamiento de línea, despeje de línea se tomara un tiempo total de dos horas y 40 minutos por lote.

$$tiempolote Z3 = \left(\frac{279.252 \frac{tab}{lote}}{2250 \frac{tab}{min}} \right) = 124,112 \frac{min}{lote} \approx 2,0 \frac{horas}{lote}$$

Teniendo en cuenta que hay que asignarle tiempo para el proceso de cambio de lote, alistamiento de línea, despeje de línea se tomara un tiempo total de dos horas y 30 minutos para el producto Z3.

- Con los cálculos realizados anteriormente contamos con la información suficiente para hallar el Kanban para cada uno de los materiales utilizados para la fabricación de los productos X1, Y2 y Z3 de la siguiente manera:

Tomaremos a manera de ejemplo el cálculo para los materiales del producto X1 presentación de 12' Colombia para un turno en el cual se fabricaran tres lotes.

- Calculo número Kanban para el Aluminio:

Daily demand = (188 Kg x 3 lotes) = 564 Kg por turno (Ver tabla N° 12).

Lead time= 1 turno que corresponde a 8 horas.

Safety stock = corresponde al 3%.

Size of Container = 460 Kg por estiba (Ver tabla N° 13).

$$Numero\ Kanban_{ALUMINIO} = \left(\frac{\left(\left(564\ Kg/turno \right) (1turno) + (16,92) \right)}{460\ Kg/estiba} \right)$$

$$Numero\ Kanban_{ALUMINIO} = 1,26 \approx 2\ estibas.$$

- Calculo número Kanban para los estuches:

Daily demand = (25200 Kg x 3 lotes) = 75600 estuches por turno (Ver tabla N° 12).

Lead time= 1 turno que corresponde a 8 horas.

Safety stock = corresponde al 3%.

Size of Container = 33750 estuches por estiba (Ver tabla N° 13)

$$\text{Numero Kanban}_{ESTUCHES} = \left(\frac{(75600 \text{ estuches/turno})(1 \text{ turno}) + (2268)}{33750 \text{ estuches/estiba}} \right)$$

$$\text{Numero Kanban}_{ESTUCHES} = 2,3 \approx 3 \text{ estibas.}$$

- Calculo número Kanban para Sensores:

Daily demand = (25200 x 3 lotes) = 75600 por turno (Ver tabla N° 12).

Lead time= 1 turno que corresponde a 8 horas.

Safety stock = corresponde al 3%.

Size of Container = 240000 sensores por estiba (Ver tabla N° 13)

$$\text{Numero Kanban}_{SENSORES} = \left(\frac{(75600 \text{ sensores/turno})(1 \text{ turno}) + (2268)}{240000 \text{ sensores/estiba}} \right)$$

$$\text{Numero Kanban}_{SENSORES} = 0,324 \approx 1 \text{ estibas.}$$

- Calculo número Kanban para las instrucciones:

Daily demand = (25200 x 3 lotes)= 75600 instrucciones por turno (Ver tabla N° 12).

Lead time= 1 turno que corresponde a 8 horas.

Safety stock = corresponde al 3%.

Size of Container = 360000 instrucciones por estiba (Ver tabla N° 13).

$$\text{Numero Kanban}_{INSTRUCCIONES} = \left(\frac{(75600 \text{ instrucciones/turno})(1 \text{ turno}) + (2268)}{360000 \text{ instrucciones/estiba}} \right)$$

$$\text{Numero Kanban}_{INSTRUCCIONES} = 0,21 \approx 1 \text{ estibas.}$$

- número Kanban para el corrugado:

Daily demand = (175 x 3 lotes) = 525 corrugados por turno (Ver tabla N° 12).

Lead time= 1 turno que corresponde a 8 horas.

Safety stock = corresponde al 3%.

Size of Container = 450 corrugados por estiba (Ver tabla N° 13).

$$\text{Numero Kanban}_{\text{CORRUGADO}} = \left(\frac{\left(\frac{525 \text{ corrugado}}{\text{turno}} \right) (1 \text{ turno}) + (15,75)}{450 \text{ corrugado} / \text{estiba}} \right)$$

$$\text{Numero Kanban}_{\text{CORRUGADO}} = 1,2 \approx 2 \text{ estibas.}$$

6.3 ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA REDUCCIÓN DE INVENTARIOS EN LINEA

Es importante tener en cuenta que el factor más importante es el capital humano debido a que como ya se menciona la metodología del JIT consiste más en una filosofía de trabajo, es decir en la concientización de las personas por trabajar bajo parámetros que hagan un proceso más eficiente.

El método a seguir esta basado principalmente en la buena disposición de los espacios dentro del area de producción, lo cual requiere que se pedan las cantidades necesarias para producir, exactamente lo requerido por planeación, con esto se apunta a que en el área de producción se deba tener la menor cantidad de estibas por material posible.

6.3.1 Requisición de materiales. La tabla 14 indica según las cantidades manejadas por producción y bodega y los tiempos de fabricación el número de Kanban (estibas) que necesito por cada material en la fabricación de los lotes en un turno de 8 horas.

Las personas encargadas de realizar la requisición de los materiales son directamente los responsables de la línea de producción en este caso la labor se delega a la supernumeraria, la cual con base a la tabla 14 determinará en común acuerdo con el personal de bodega que cantidad de material se solicitara y en que momento se debe realizar el despacho. En el departamento de producción se cuenta con formatos para la requisición de materiales clasificados por línea de producción lo cual facilita los pedidos y evita posibles errores de confusión de materiales. A continuación se mostrara la tabla con la información para los productos X1, Y2 y Z3 con sus respectivas presentaciones.

Tabla 14. Número de kanban por material para un turno de producción.

| PRODUCTO | tiempo/lot (horas) | AREA | ALUMINIO kg/lot | ESTUCHES estuches/lot | SENSOR unid/lot | INSTRUC unid/lot | CORRUGADO unid/lot |
|----------|-----------------------|---------------|--------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| X1 x 60' | 3 | PRODUCC. | 188 | 5040 | - | - | 168 |
| | | BODEGA | 460 | 23250 | - | - | 300 |
| | | Número Kanban | 2 | 1 | - | - | 2 |
| X1 x 50' | 3 | PRODUCC. | 188 | 6048 | - | 6048 | 252 |
| | | BODEGA | 460 | 16800 | - | 360000 | 450 |
| | | Número Kanban | 2 | 2 | - | 1 | 2 |
| X1 x 30' | 3 | PRODUCC. | 188 | 10080 | 10080 | - | 168 |
| | | BODEGA | 460 | 36960 | 240000 | - | 300 |
| | | Número Kanban | 2 | 1 | 1 | - | 2 |
| X1 x 14' | 3 | PRODUCC. | 188 | 21600 | 21600 | 21600 | 180 |
| | | BODEGA | 460 | 30450 | 240000 | 360000 | 300 |
| | | Número Kanban | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| X1 x 12' | 3 | PRODUCC. | 188 | 25200 | 25200 | 25200 | 168 |
| | | BODEGA | 460 | 33750 | 240000 | 360000 | 300 |
| | | Número Kanban | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |

Tabla 14. Número de kanban por material para un turno de producción (continuación).

| PRODUCTO | tiempo/lot | AREA | ALUMINIO | ESTUCHES | SENSOR | INSTRUC | CORRUGADO |
|----------|------------|---------------|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | (horas) | | kg/lote | estuches/lote | unid/lote | unid/lote | unid/lote |
| Y2 x 60´ | 3 | PRODUCC. | 206 | 5460 | - | - | 455 |
| | | BODEGA | 460 | 27000 | - | - | 750 |
| | | Número Kanban | 2 | 1 | - | - | 2 |
| Y2 x 30´ | 3 | PRODUCC. | 206 | 10920 | 10920 | - | 455 |
| | | BODEGA | 460 | 26250 | 240000 | - | 750 |
| | | Número Kanban | 2 | 2 | 1 | - | 2 |
| Y2 x 12´ | 3 | PRODUCC. | 206 | 27300 | 27300 | - | 455 |
| | | BODEGA | 460 | 39600 | 240000 | - | 750 |
| | | Número Kanban | 2 | 3 | 1 | - | 2 |
| Z3 x 50´ | 3 | PRODUCC. | 176 | 5580 | - | 5580 | 155 |
| | | BODEGA | 460 | 15750 | - | 360000 | 300 |
| | | Número Kanban | 2 | 2 | - | 1 | 2 |
| Z3 x 12´ | 3 | PRODUCC. | 176 | 23250 | 23250 | 23250 | 155 |
| | | BODEGA | 460 | 33750 | 240000 | 360000 | 300 |
| | | Número Kanban | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |

La requisición¹² se realizara de la siguiente manera para este caso analizaremos el producto X1 por 12´ (color rojo en la tabla 14) para la manufactura de tres lotes en un turno de 8 horas:

KANBAN OPERATIVO

- Tomar el programa de producción y verificar numero de lotes a producir con sus respectivas presentaciones y países a exportar. (QUE PRODUCIR)
- Tomar la tabla N° 14 y observar las cantidades necesarias para producir un lote y las cantidades dispuestas en las estibas por almacén. (CUANTO PRODUCIR).
- Ver el tiempo de fabricación para cada lote (CUANDO PRODUCIR).
- Llenar el formato de requisición para que el personal de bodega sepa cuales son los materiales y las cantidades a utilizar durante el turno.
- Para la solicitud de los materiales se utilizara un Kanban de señales mediante: Tarjetas que sean removibles y que den información clara y concisa de la etapa del proceso, Semáforos que informen la situación en cuanto la disposición de materiales de la línea y Squares (visual) que me indiquen la localización de las estibas con los materiales en la línea de producción y sean llenadas cuando estén vacíos.
- La metodología a seguir será Pull, a medida que sean consumidos los materiales en la línea, la persona encargada de controlar la producción,

¹² Ver anexo 1. Formato de requisición de materiales. p. 96.

- dará un previo aviso antes de que la estiba se acabe por medio de una etiqueta la cual será depositada en la esclusa de documentos la que es revisada constantemente por el personal de bodega y este aviso será complementada por la señal del semáforo la cual transmitirá una luz color amarillo.
- En caso de que los materiales no hayan sido despachados se acudirá al aviso por medio del semáforo (color rojo), el que indicara al personal de bodega que debe despachar de carácter urgente los materiales, para que la línea no pare por falta de ellos, teniendo en cuenta que almacén está muy cerca de producción y que el despacho de materiales se demora aproximadamente 15 minutos.

NOTA: Dentro de una misma requisición se pueden realizar todos los pedidos con sus correspondientes horas de despacho y cantidades, lo cual agiliza la parte de documentación, posibles errores de despacho o pérdida de documentos.

Cada estiba con material debe estar completamente identificada con la siguiente información:

Nombre del material.

Cantidad de material.

Lugar a donde va ser utilizado (línea de producción).

Lote del proveedor.

6.3.2 Despacho de producto terminado. Para cada lote de producción saldrá un número de estibas con producto terminado para nuestro ejemplo el número de estibas es de cuatro, a medida que estas estibas tengan la cantidad de corrugados con producto terminado completo, se procederá a llevarla a muestreo en un área deferente a la línea de producción, la cual se encuentra dentro de la misma zona 17 pero en el pasillo donde se reciben y se despachan los materiales.

Al ser aprobados en un tiempo aproximadamente de 1 hora se procederá a enviarlo a bodega con su correspondiente información en las etiquetas de cada corrugado las cuales tienen la siguiente información: Número de lote, cantidad por corrugado, producto, presentación, país de exportación, código de barras.

Para la estiba debe haber una identificación que corrobore que este producto ya se encuentra aprobado, la cantidad por estiba, el producto, la presentación y el país a ser exportado.

6.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS CON RESPECTO AL SISTEMA ACTUAL

Tabla 15. Ventajas y desventajas con respecto al sistema actual.

| VENTAJAS PROPUESTA BASADOS METODO JIT Y KANBAN | DESVENTAJAS SISTEMA ACTUAL |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Se utiliza un menor espacio de almacenamiento.(se piden las cantidades que se necesitan y tiempos requeridos) - Mayor ordenamiento de las áreas, (cada material tiene su ubicación fija) - Mejor manejo de la información correspondiente a un lote en específico.(poder empezar cualquier operación en cualquier momento) - Disminución de los desperdicios en línea, (las personas se ajustan a las cantidades estándar). - Cero inventarios en la línea de producción (solo lo que se necesita) - Mejora fiabilidad de los operarios en el proceso - Reducción del tiempo de Preparación. -Baja distribución de planta. | <ul style="list-style-type: none"> - Se sub-utiliza el espacio con exceso de material (pedidos excesivos por desconocimiento de cantidades estándar de producción) - Desorden (No hay lugares dispuestos para los materiales lo cual genera confusión y perdida de tiempo en proceso de búsqueda y ubicación en línea). - Por falta de identificación se pierde información importante sobre la continuidad del proceso en línea. - Desperdicios altos debido a los pedidos de más que se hace en cada requisición (esto se hace por inseguridad de las personas a que el proceso se salga de control). - Stock de seguridad grande. - Inseguridad del personal operativo hacia el proceso tanto de la línea como el de gestión. - Programación mejor y más compleja - Alta distribución de planta. |

7. CONCLUSIONES

7.1 CUMPLIMIENTO PRIMERA ETAPA REDISTRIBUCIÓN ZONA DE EMPAQUE AUTOMATICO LÍNEA 22

Utilizando la metodología de distribución en planta para obtener la redistribución del área de empaque automático de la línea 22 se obtuvo una mejora considerable en el area de trabajo la cual se puede medir con el cumplimiento de los siguientes objetivos específicos, la observación del plano N° 3 y 4 y las fotografías del antes y el después.

7.1.1 Optimización del area ocupada. La propuesta seleccionada cumple con el objetivo de optimizar el área ocupada, debido a que se le esta dando uso a un área que no tenia ninguna ocupación productiva y que solo estaba siendo usada para el almacenamiento de materiales auxiliares para las líneas de producción, estos materiales fueron reubicados en una zona destinada por el personal de bodega.

En cuanto el área reestructurada, se logra ver en el plano N° 3 la cantidad de espacio que se logro despejar para la ubicación de los materiales de la línea 22 y los materiales que van a ser utilizados en la línea de empaque automático 22, además hay espacio suficiente para la manipulación de los mismos, es decir el manejo de los montacargas y estibas.

7.1.2 Reducción en tiempo de manejo de materiales. Como se logra ver en el plano 3 y 4, se considero un espacio para la ubicación de los materiales salientes de la línea de sellado 22 en la zona de empaque automático 22, los cuales son equivalentes a tener un lote de producción listo para ser empacado por la estuchadora, la reducción del tiempo de manejo se refleja en que los materiales están ubicados en el mismo área a producir y no como se hace en la actualidad que son almacenados en el área del tercer piso y a medida que se van utilizando son traídos hasta el primer piso para ser utilizados en la estuchadora. Esto genera congestión y demoras en la continuidad del trabajo en la línea, considerando que es una distancia representativa, pues para esto hay que contar con la disponibilidad de la persona encargada del manejo del montacargas y de la ocupación del ascensor en ese momento.

Con el espacio disponible con el que queda el área de empaque automático, se garantiza la continuidad de por lo menos un lote de producción el cual demora entre 5 a 6 horas en terminar.

7.1.3 Optimización del flujo de materiales, disminución de la congestión. Al observar el plano 4, se logra observar el espacio con el cual se cuenta para ubicar las estibas con los materiales y también el espacio que hay para su manejo, en comparación con la situación actual se logra ver una diferencia significativa, pues los montacargas cuentan con espacio suficiente para su movilidad, y no ponen en peligro ni al personal ni a los productos.

Como la bodega se encuentra en la misma zona se facilita la entrega y recepción de materiales, lo que hace menos congestionadas las áreas de trabajo, siempre y

cuando no se dependa de otras actividades ajenas a la producción como tal por ejemplo: muestreos por aseguramiento de calidad, recepción de otras materias primas urgentes, disponibilidad del personal de bodega por otras actividades como exportaciones, entre otras. Esto se puede presentar debido a que solo se cuenta con un canal de entrega y uno de despacho, pero esto se presentan en muy pocas oportunidades debido a que el trabajo se realiza de la forma más sincronizada posible entre los complementos de la producción.

7.1.4 Disminución de riesgos equivalentes a contaminación cruzada. Contaminación cruzada se conoce como la disposición errada de materiales, es decir cuando se usa un material para una presentación, país, producto diferente al que debe ser usado en línea por causa de una mala identificación, ubicación o error humano en la toma del material. Como se observa en los planos N° 3 y N° 4 las áreas destinadas para la disposición de los materiales se encuentran debidamente separadas para evitar este posible riesgo de equivocación, cada color de estiba nos indica que material debe ir ubicado en esa zona.

7.2 CUMPLIMIENTO DISMINUCIÓN DE INVENTARIOS EN LÍNEA 22

Establecer un sistema basado el justo a tiempo y el sistema Kanban para la fabricación y suministro de mercancías, con el objetivo de reducir el stock en las líneas, es un proceso que demanda tiempo y disposición tanto del personal administrativo como el operativo, no obstante este proyecto es el inicio de un cambio significativo en el progreso de la compañía hacia el alcance de niveles de eficiencia y productividad altos.

Esta propuesta fue difundida al personal operativo, el cual se concientizó de la manera en la que venían trabajando no era la más óptima y de las mejoras que la implementación de esta filosofía puede traer a su trabajo y a la compañía.

Estas mejoras iniciales se pueden medir a partir de lo siguiente:

7.2.1 Ordenamiento de las áreas de producción.

7.2.2 Las cantidades exactas de materiales a pedir por medio del cálculo del kanban para cada material.

7.2.3 Concientización del personal sobre la importancia del orden e identificación del lugar de trabajo.

A partir de la difusión acerca del manejo de los materiales a partir de las tablas de datos elaboradas en la propuesta, el personal encargado del manejo de los mismos mantiene las condiciones establecidas de mínima cantidad de materiales en las líneas, para esto se estableció un monitoreo continuo por parte del supervisor y así medir el cumplimiento de este objetivo.

Se mostrará la disposición final de la propuesta por medio de un plano el cual tendrá en cuenta tanto la primera parte (redistribución del área de empaque automático línea 22) del proyecto como la segunda parte (manejo de materiales) y de esta manera ver de forma global el alcance de la propuesta con respecto a las condiciones actuales con las que se venía trabajando.

8. RECOMENDACIONES

Para que el proyecto tenga éxito y cumpla con los objetivos planteados al inicio del proyecto, es necesario conformar un equipo de colaboradores el cual se encargue de monitorear constantemente el cumplimiento de la metodología.

El control y la supervisión juegan un papel definitivo ya que como se menciono anteriormente este es un trabajo que depende de la disposición, formación y conocimiento de las personas que interactúan con el proceso de producción.

9. BIBLIOGRAFIA

BALLOU, Ronald H. Logística: Administración de la cadena de suministros. 5 ed. México: Editorial Pearson educación, 2004. 320 p.

CHASE richard B; AQUILANO Nicholas J. Dirección y administración de la producción y de las operaciones. 6 ed. Wilmington, Delaware: Addison – Wesley Iberoamericana, 1994. 505 p.

HEIZER, Jay. Operation Management. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 20 p.

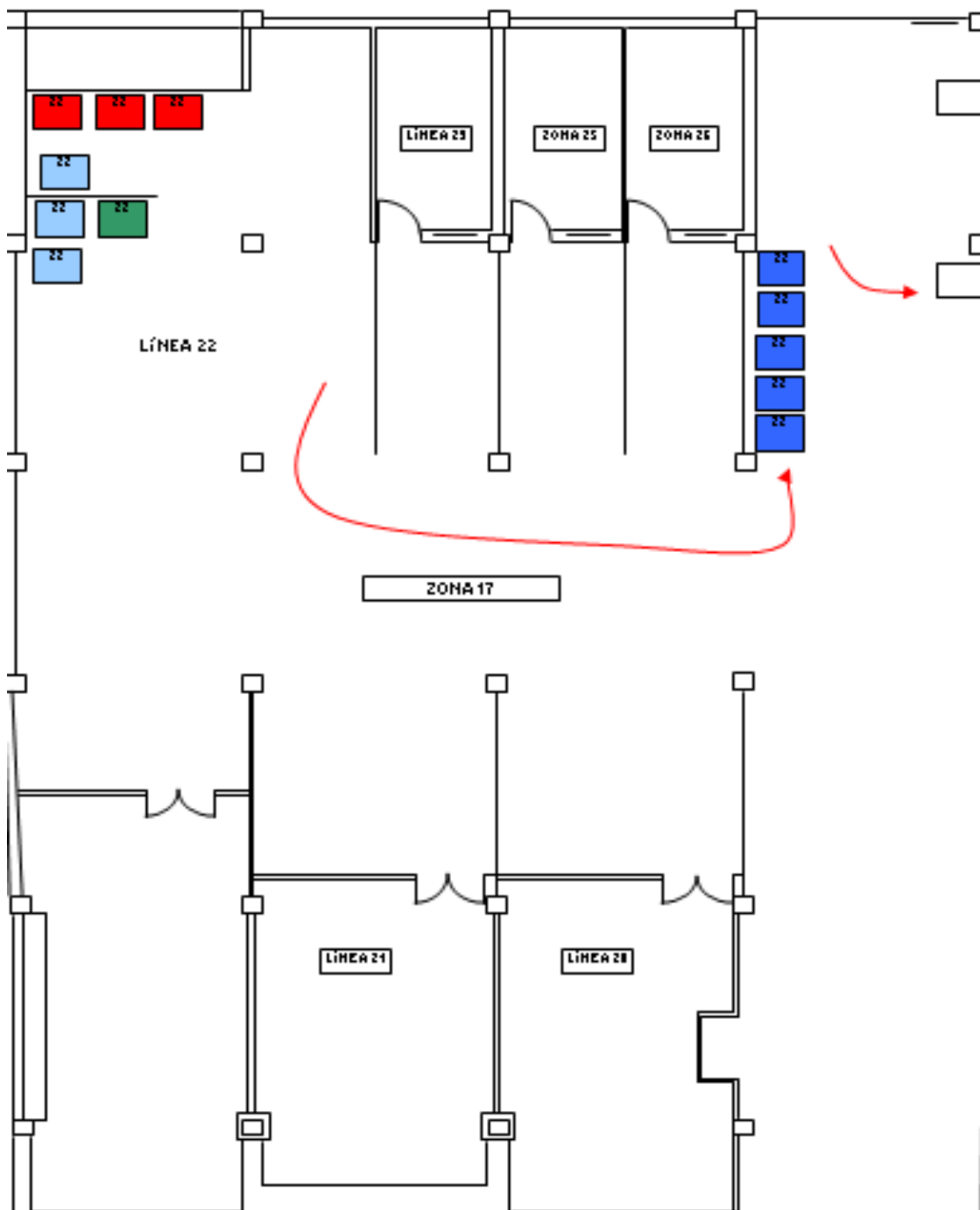
HIROYUKI, Hirano. El jit: Revolución en las fábricas. Madrid: Tecnologías de gerencia y producción, 1992. 100 p.

KOLB, Francois. La logística: Aprovisionamiento, producción, distribución. Bilbao: Ediciones Deusto, 1975. 120 p.

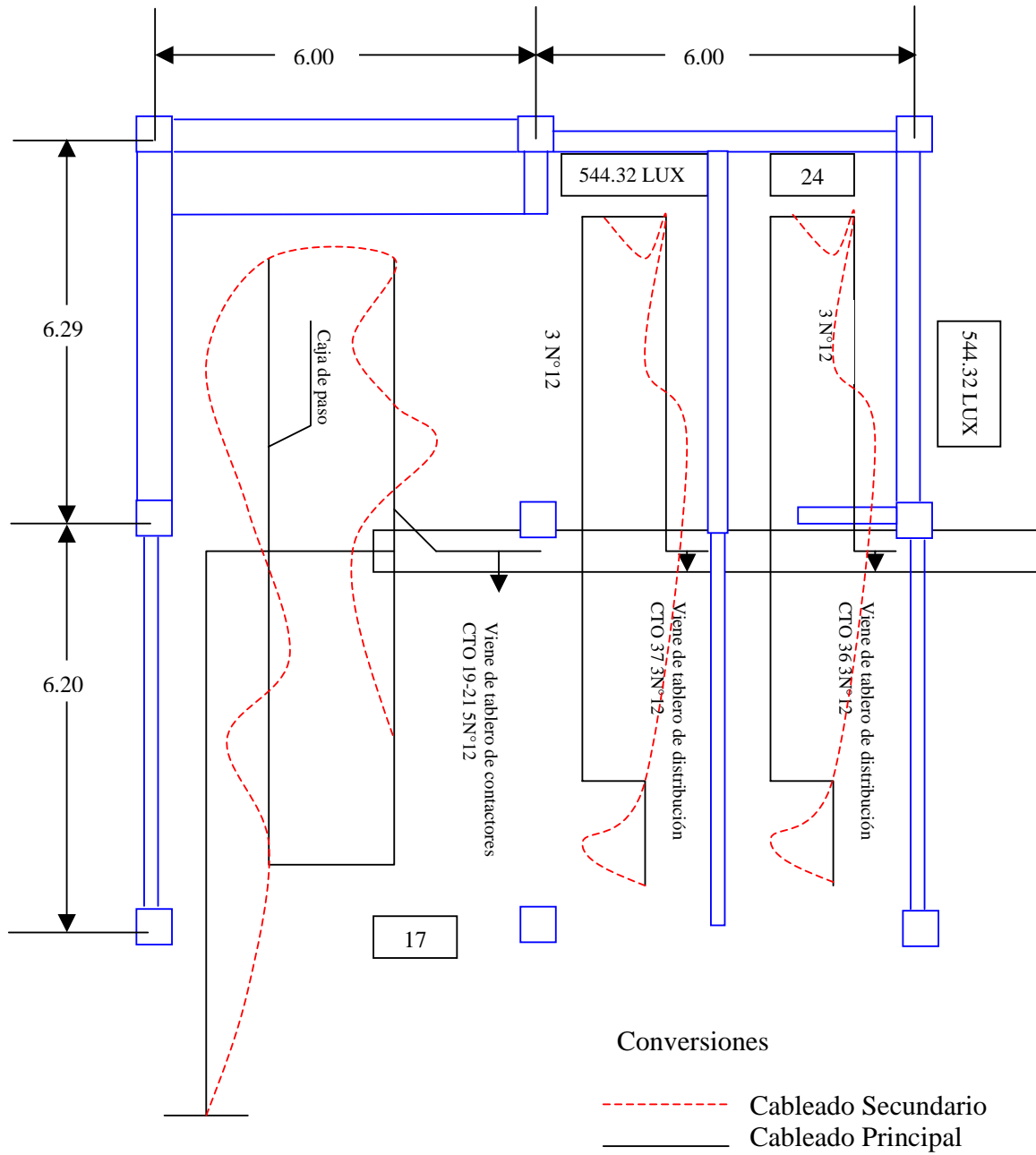
Anexo 1. requisición materiales.

| REQUISICIÓN DE MATERIALES LÍNEA 22 | | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|---------------|------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------|---------|
| CORRUGADOS | CANTIDAD SOLICITADA | NESECITO PARA | | CANTIDAD RECIBIDA | INSPECCIONADO POR | CANTIDAD DEVOLUCION | VERIFICADO POR | |
| | | FECHA | HORA | | | | PRODUCCION | ALMACEN |
| X1 x 60' | | | | | | | | |
| X1 x 50' | | | | | | | | |
| X1 x 30' | | | | | | | | |
| X1 x 14' | | | | | | | | |
| X1 x 12' | | | | | | | | |
| Y2 x 60' | | | | | | | | |
| Y2 x 30' | | | | | | | | |
| Y2 x 12' | | | | | | | | |
| Z3 x 50' | | | | | | | | |
| Z3 x 12' | | | | | | | | |
| ESTUCHES | | | | | | | | |
| X1 x 60' | | | | | | | | |
| X1 x 50' | | | | | | | | |
| X1 x 30' | | | | | | | | |
| X1 x 14' | | | | | | | | |
| X1 x 12' | | | | | | | | |
| Y2 x 60' | | | | | | | | |
| Y2 x 30' | | | | | | | | |
| Y2 x 12' | | | | | | | | |
| Z3 x 50' | | | | | | | | |
| Z3 x 12' | | | | | | | | |
| INSTRUCCIONES | | | | | | | | |
| X1 x 50' | | | | | | | | |
| X1 x 14' | | | | | | | | |

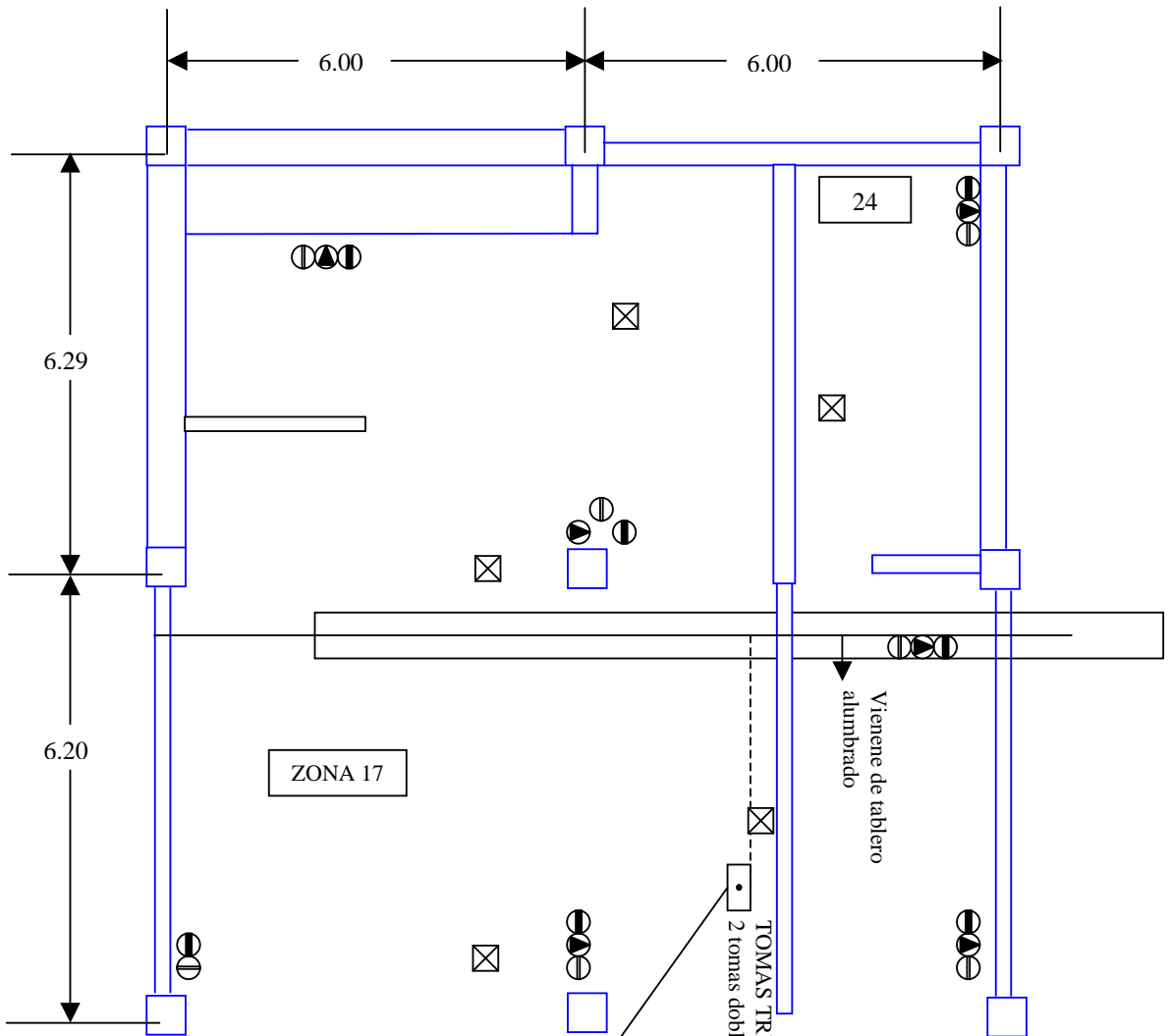
Anexo 2. plano general redistribución y ubicación materiales.



Anexo 3. plano eléctrico zona redistribuida.



Anexo 4. plano conexiones eléctricas y puntos de suministro aire acondicionado zona redistribuida.



Convenciones

- Conexión 110 UPS
- ⊕ Conexión 220 V. AC
- ⊖ Conexión 110 V. A.C
- • Bandeja en acero que contiene Tomas de corriente.
- ⊠ Rejilla suministro aire acondicionado

TOMAS TRIFASICOS
2 tomas doble UPS

Bandeja 2 tomas dobles
110 V AC

Anexo 4. paper formato ifac.

REDISTRIBUCIÓN DEL AREA DE EMPAQUE Y REDUCCIÓN DE INVENTARIOS DE LA LÍNEA 22 EN UNA EMPRESA DEL SECTOR FARMACEUTICO

Karina Prada Sánchez

*Universidad Autónoma de Occidente
karyprada21@hotmail.com
Cali*

Abstract: La compañía en estudio estuvo interesada en realizar un proyecto que integrara dos factores importantes para hacer que los procesos sean más eficientes, el primer factor es el aprovechamiento del espacio y el segundo factor es el manejo y flujo de materiales dentro de estos espacios. El proyecto se apoyó principalmente en los factores y principios de distribución en planta y en los sistemas JIT y Kanban para el control y manejo de los materiales, a lo largo de la elaboración del proyecto se lanzaron algunas propuestas las cuales fueron evaluadas por la compañía para su uso e implementación.

Keywords:

Redistribución: cambios internos y externos que hacen que la distribución inicial se vuelva menos adecuada hasta que llega el momento en que la redistribución se hace necesaria.

JIT: Sistema para fabricar y suministrar mercancías que se necesiten, cuando se necesiten y en las cantidades exactamente necesitadas.

Kanban: Es un sistema de información que controla de modo armónico la fabricación de los productos necesarios en la cantidad y en el tiempo justo.

Material de empaque primario: Es aquel material que tiene contacto directo con el producto (laminación).

Material de empaque secundario: Es aquel material de empaque exterior y no tiene contacto directo con el producto (estuches, corrugados, sensores).

1. INTRODUCCIÓN

El sector farmacéutico es uno de los más competidos, pues alrededor del mundo y a nivel local se cuenta con un sin número de plantas productoras de medicamentos de alta calidad. Con la globalización y el tratado de libre comercio lo que se espera es una competencia mayor, en cuanto a costos del producto terminado, lo cual generara la necesidad de optimizar al máximo los procesos en todas las áreas de las compañías con el fin de bajar al máximo los costos de producción.

Para este propósito la compañía ha decidido realizar un estudio en el cual se logre optimizar las áreas y el flujo de materiales, para lo cual se harán unas propuestas enfocadas a los factores y principios de distribución y por otro lado se disminuya los inventarios en línea por medio de la implementación del sistema JIT y Kanban.

Para el cumplimiento de los objetivos del proyecto se realizaron tres propuestas para las cuales se tendrán en cuenta sus respectivas ventajas y desventajas, y en base a estas se tomara la decisión de que plan se ajusta mejor a las condiciones de la compañía y de esta manera desarrollarla, por otra parte se planteara una propuesta de requisición de materiales de acuerdo a las cantidades por lote de producción, los tiempos en línea de producción, y el número de Kanban de tal forma que se reduzcan los inventarios en línea.

1. JUSTIFICACIÓN

La realización de este proyecto beneficio directamente a la empresa objeto de estudio, los colaboradores y responsables de la línea productiva a optimizar, dado que soluciono problemas como reproceso, repetitividad de operaciones en cuanto documentación, ordenamiento físico de las áreas, reducción de riesgos de seguridad industrial, mayor control de información en cuanto cantidades y ubicación de materiales.

Teniendo en cuenta que la compañía es una multinacional que se rige por las normas de casa matriz en Alemania, la cual evalúa constantemente la efectividad de los procesos de todas sus plantas a nivel mundial y las somete a comparación, era un deber para la compañía optimizar al máximo sus recursos y operaciones para poder ser competitivos a nivel regional, nacional y mundial.

Este proyecto permitió aterrizar los conocimientos teóricos desarrollados a lo largo de la carrera, logrando adquirir una experiencia inicial en el campo, como profesional.

2. REDISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA ZONA DE EMPAQUE AUTOMATICO, DE LA LÍNEA 22

2.1. Recolección y análisis de información actual línea de empaque automático 22.

Se procedió a recolectar toda la información sobre las condiciones sobre las cuales trabajaba la línea de empaque automático 22 en los siguientes aspectos:

Áreas y suministros de la línea de empaque automático 22. Se tomo medidas del area disponible, del area ocupada por los equipos, se tuvo en cuenta el area de operación de los equipos, puntos de suministro de energía y aire comprimido.

Materiales requeridos en la línea de empaque automático 22. Se tuvo en cuenta los materiales que fluyen en la línea de producción los cuales son: material de empaque primario y materiales de empaque secundario.

También se tuvo en cuenta el personal que laboraba en la línea, los equipos utilizados y las condiciones del area. Las condiciones de la línea se resumen con la siguiente figura.

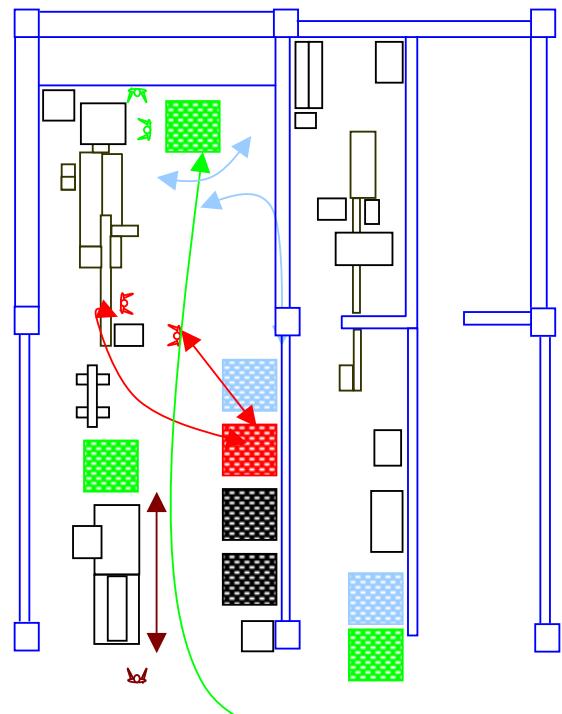


Fig.1 Situación inicial del area ocupada por la línea de empaque automático 22.

2.2 Determinación del método de trabajo.

Para la determinación del área de trabajo se necesitó tener en cuenta los principios fundamentales de ubicación en planta y los factores de distribución:

Principios de distribución

- Principio de la Integración de conjunto.
- Principio de la mínima distancia recorrida.
- Principio de la circulación o flujo de materiales.
- Principio de espacio cúbico.
- Principio de la satisfacción y de la seguridad.
- Principio de la flexibilidad.

Factores de distribución.

Factor material, factor maquinaria, factor hombre, factor edificio, factor espera, factor movimiento y factor servicio.

2.3 Diseño y elaboración de las propuestas.

Esta parte del proyecto estuvo constituido por tres propuestas las cuales como ya se menciono anteriormente estuvieron basados en los factores y principios de distribución.

Propuesta número uno: ubicación paralela de línea de empaque 22 a línea se sellado 22; modificación estructural primer piso, zona 23 y 24. Esta propuesta constó principalmente de realizar una reestructuración del area 17 y la línea 24 de tal modo que se aprovechara una zona en des-uso (zona 23) y se a ampliara la zona donde funcionaba el empaque automático de la línea 22. Las actividades a desarrollar para llevar la propuesta a cabo serian las siguientes: Modificaciones de tipo estructural, Traslado de equipos y materiales e instalación de suministros eléctrico, de aire y succión, tanto a la zona 24 como a la zona 17 donde quedara reubicada la línea 22 de empaque automático.

Propuesta número dos: ubicación de la línea de empaque automático en la zona 38 (tercer piso). Esta propuesta consistió principalmente en trasladar todo lo que constituia la zona de empaque automático de la línea 22 ubicada a la zona 17 a la zona 38 ubicada en el tercer piso, ya que esta cuenta con un espacio significativamente amplio e inutilizado.

Propuesta número tres: ubicación perpendicular de la línea de empaque automático 22; modificación de tipo

estructural primer piso, zona 23 y 24. La propuesta tres es similar a la propuesta número uno en cuanto a las modificaciones que se debian realizar en el área, solo la diferenciaba la posición de la máquina empacadora.

2.4 Análisis y selección de la propuesta

La elección de la propuesta que mejor se ajustó a las necesidades de la compañía fue realizada por los responsables del departamento de producción e ingeniería y esta decisión se tomo en base a la comparación de las ventajas y desventajas de cada una de las propuestas con respecto a cada factor de distribución.

2.5 Elección de la propuesta

Evaluando cada una de las propuestas por parte del personal tanto operativo como administrativo se llego a la conclusión que la más viable era la propuesta número uno, porque presentaba mayores ventajas para la compañía, ya que integra todos los principios de distribución de mínima distancia, circulación o flujo de materiales, orden y secuencia del proceso, principio de satisfacción y seguridad del personal, principio de condiciones mínimas de operación, y cumplia con los objetivos propuestos al inicio del proyecto como lo son: reducción de riesgos y aumento en la seguridad de los colaboradores, optimización del área ocupada, reducción en el tiempo de manejo de materiales, optimización del flujo de proceso, disminución de la congestión y confusión de materiales.

En cuanto a las ventajas y desventajas a pesar de que la propuesta 1 y 3 son muy similares, se eligió la número uno debido a que la disposición del equipo, nos aseguraba un mayor espacio para la ubicación de otros dispositivos en la línea de empaque automático, a un mediano plazo, a continuación se mostrara el plano de la propuesta seleccionada.

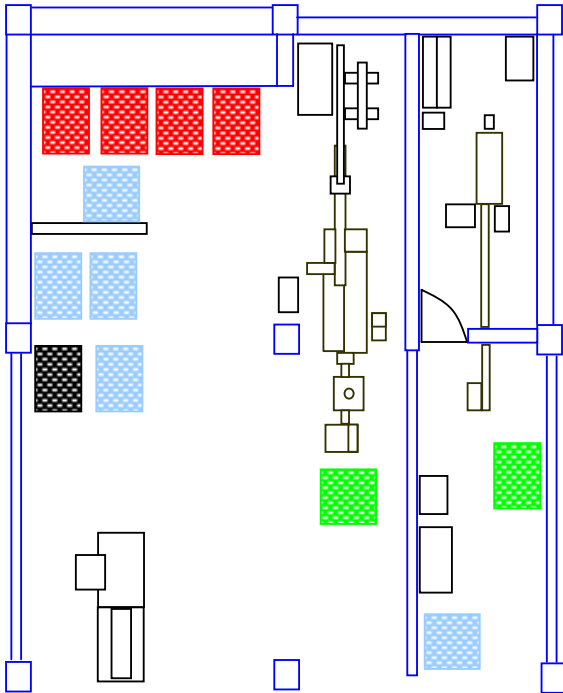


Fig.2 Propuesta uno seleccionada, condiciones esperadas.

3. REDUCCIÓN DE INVENTARIOS Y MANEJO DE MATERIALES EN LA LÍNEA DE EMPAQUE AUTOMÁTICO 22

3.1 Recolección y análisis de información situación actual.

La información recolectada se dividió en dos partes la suministrada por el área de producción y la suministrada por el personal de bodega, debido a que las cantidades de material son manejadas de manera distinta por los dos departamentos.

Producción .Materiales utilizados para un lote de producción: Empaque primario y empaque secundario, Cantidades estándar de materiales (ver cuadro 1), tiempos de fabricación para esta línea son de aproximadamente tres horas.

Tabla 1. Cantidades manejadas en un lote de producción

| LINEA 22 - PRODUCCION | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|----------|-----------|----------|----------|----------|---------|------------|-----|
| PROD. | PRES | PAIS | ALUMINIO | | ESTUCHES | | SENSOR | | CORRUGADOS | |
| | | | kg/lot | Rolls/lot | Unid/lot | Unid/lot | Unid/lot | com/lot | est/lot | |
| X1 | 60 | COL | 188 | | 5.040 | | | | 188 | 30 |
| | | ECUA | 188 | | 5.040 | | | | 188 | 30 |
| | | PERU | 188 | | 5.040 | | | | 188 | 30 |
| | 30 | VENZ | 188 | | 6.048 | | 6.048 | | 232 | 24 |
| | | COL | 188 | | 10.080 | 10.080 | | | 188 | 60 |
| | 14 | COL | 188 | | 21.800 | 21.800 | | | 180 | 120 |
| | | VENZ | 188 | | 21.800 | 21.800 | 21.800 | | 150 | 144 |
| | | COL | 188 | | 25.200 | 25.200 | 25.200 | | 188 | 150 |
| | 12 | VENZ | 188 | | 25.200 | 25.200 | 25.200 | | 175 | 144 |
| | | ECUA | 188 | | 25.200 | 25.200 | 25.200 | | 188 | 150 |
| | | PERU | 188 | | 25.200 | 25.200 | 25.200 | | 188 | 150 |
| | Y2 | 60 | COL | 206 | | 5.460 | | | | 455 |
| 30 | | COL | 206 | | 10.920 | 10.920 | | | 455 | 24 |
| | | ECUA | 206 | | 10.920 | 10.920 | | | 455 | 24 |
| 14 | | COL | 206 | | 23.400 | 23.400 | | | 195 | 120 |
| Z2 | 12 | COL | 206 | | 27.300 | 27.300 | | | 455 | 60 |
| | | ECUA | 206 | | 27.300 | 27.300 | | | 455 | 60 |
| | 50 | COL | 178 | | 5.900 | | 5.900 | | 155 | 36 |
| | | VENZ | 178 | | 5.900 | | 5.900 | | 155 | 36 |
| ECUA | | 178 | | 5.900 | | 5.900 | | 155 | 36 | |
| 14 | PERU | 178 | | 5.900 | | 5.900 | | 155 | 36 | |
| | COL | 178 | | 19.800 | 19.800 | 19.800 | | 132 | 150 | |
| | COL | 178 | | 23.250 | 23.250 | 23.250 | | 155 | 150 | |
| 12 | VENZ | 178 | | 23.250 | 23.250 | 23.250 | | 322 | 72 | |
| | ECUA | 178 | | 23.250 | 23.250 | 23.250 | | 155 | 150 | |

Bodega. Se recopiló información correspondiente a las cantidades y materiales dispuestos por estiba, la información se encuentra recopilada en la tabla N° 2.

Tabla 2. Materiales y Cantidades por estiba manejadas por almacén

| LINEA 22 - ALMACEN | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------------|-----------|----------|---------|----------|-----------|----------|---------|-----------|----------|
| PROD. | PRES | PAIS | LAMINACION | | ESTUCHES | | SENSOR | | INST. | | CORRUGADO | |
| | | | kg/roll | Rolls/est | Unid/lot | com/est | Unid/lot | Rolls/est | Unid/lot | com/est | Unid/est | Unid/est |
| X1 | 60 | COL | 115 | 4 | 840 | 28 | | | | | 30 | 300 |
| | | ECUA | 115 | 4 | 840 | 28 | | | | | 30 | 300 |
| | | PERU | 115 | 4 | 840 | 28 | | | 30000 | 12 | 30 | 300 |
| | 30 | VENZ | 115 | 4 | 800 | 21 | | | 30000 | 12 | | 450 |
| | | COL | 115 | 4 | 1320 | 28 | 30000 | 8 | | | 30 | 300 |
| | 14 | COL | 115 | 4 | 1440 | 21 | 30000 | 8 | | | | 300 |
| | | VENZ | 115 | 4 | 1440 | 21 | | | 30000 | 12 | | 300 |
| | | COL | 115 | 4 | 1320 | 25 | 30000 | 8 | | | | 300 |
| | 12 | VENZ | 115 | 4 | 1320 | 25 | | | 30000 | 12 | | 450 |
| | | ECUA | 115 | 4 | 1320 | 25 | 30000 | 8 | | | | 300 |
| | | PERU | 115 | 4 | 1320 | 25 | | | 30000 | 12 | | 300 |
| | Y2 | 60 | COL | 115 | 4 | 750 | 30max | | | | | |
| COL | | | 115 | 4 | 1200 | 21 | 30000 | 8 | | | | 750 |
| 30 | | ECUA | 115 | 4 | 1200 | 21 | 30000 | 8 | | | | 750 |
| | | COL | 115 | 4 | / | / | 30000 | 8 | | | | 300 |
| 12 | COL | 115 | 4 | 2200 | 18 | 30000 | 8 | | | | 750 | |
| | ECUA | 115 | 4 | 2200 | 18 | | | | | | 750 | |
| Z2 | 50 | COL | 115 | 4 | 800 | 21 | | | 30000 | 12 | | 300 |
| | | VENZ | 115 | 4 | 750 | 21 | | | 30000 | 12 | | 300 |
| | | ECUA | 115 | 4 | 750 | 21 | | | | | | 300 |
| | 14 | PERU | 115 | 4 | 800 | 21 | | | | | | 300 |
| | | COL | 115 | 4 | / | / | 30000 | 8 | 30000 | 12 | / | / |
| | | COL | 115 | 4 | 1320 | 25 | 30000 | 8 | 30000 | 12 | | 300 |
| 12 | VENZ | 115 | 4 | 1320 | 25 | | | 30000 | 12 | | 300 | |
| | ECUA | 115 | 4 | 1900 | 24 | 30000 | 8 | | | | 300 | |

2 Método de análisis

Con la filosofía japonesa del justo a tiempo (JIT, por sus siglas en inglés) se busco encontrar el mínimo inventario necesario para que supla las necesidades de producción y el sistema funcione correctamente con inventario JIT, la cantidad exacta de materiales llegan a la línea en el momento que se necesita. Algunas de las técnicas más usadas en inventario JIT son por ejemplo el metodo pull para mover el inventario y reducir el tamaño del lote, lo

cual implica aumentar el número de pedidos observar la figura N° 1.

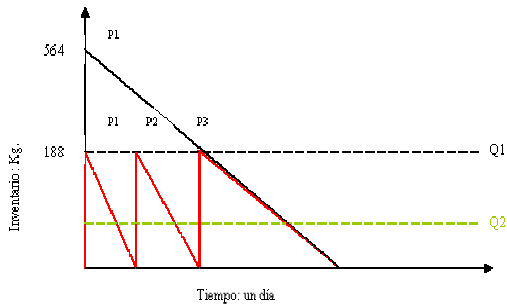


Figura 1. Frecuencia en órdenes del material Aluminio.

Q1 = Cuando el tamaño del lote es de 200 el inventario promedio es de 100 para lo cual hay que realizar cuatro pedidos.

Q2 = Cuando el tamaño del lote es 100 el inventario promedio es de 50 y se aumenta el número de pedido.

Una manera de alcanzar tamaños de lote pequeños es utilizando el sistema Kanban que a menudo usa una tarjeta para indicar en que momento del proceso estoy y si tengo necesidad de otro contenedor en nuestro caso de otra estiba con material.

Determinación del número de Kanban: Para este caso determinar el Kanban fue determinar el número de estibas necesarias para cubrir un turno de ocho horas de producción, para realizar este calculo fue necesario conocer la información de las tablas N° 1 y N° 2. La formula es la siguiente

$$K = \left(\frac{\text{Demand during lead time} + \text{Safety stock}}{\text{Size of container}} \right) \quad (3)$$

$$\text{Demand lead time} = (\text{lead time} \times \text{daily deman})$$

DONDE:

Lead time significa tiempo a evaluar (1turno=8 horas)

Daily demand significa demanda diaria

Safety stock significa inventario de seguridad

Size of container significa tamaño del contenedor.

Lote de producción: Está determinada por la capacidad del contenedor que almacena la mezcla de materia prima en Kilogramos y el peso de la tableta, con esta información se pudo calcular las unidades de tabletas a fabricar para un lote de producción de forma teórica.

$$\text{unidades por lote} = \left(\frac{\text{gramos}}{\frac{\text{lote}}{\frac{\text{gramos}}{\text{unidad}}}} \right) = \left(\frac{\text{unidades}}{\text{lote}} \right)$$

Los datos para realizar los cálculos de la formula anterior son catalogados como información clasificada, por lo tanto las cantidades de unidades de los productos fabricados en la línea 22 son los siguientes:

- Para el producto X1 las unidades por lote son de 303.030 unidades.
- Para el producto Y2 las unidades por lote son de 329.056 unidades.
- Para el producto Z3 las unidades por lote son de 279.252 unidades.

Tiempo de fabricación por lote de producción: Con la cantidad calculada de unidades por lote y la velocidad de la máquina, se pudo calcular el tiempo aproximado de fabricación para cada lote.

$$\text{tiempo por lote} = \left(\frac{\text{unidades}}{\frac{\text{lote}}{\frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}}} \right) = \left(\frac{\frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{\frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}} \right) = \frac{\text{horas}}{\text{lote}}$$

La velocidad de la máquina es de 2250 unidades por minuto, los resultados son los siguientes para cada producto:

- Para el producto X1 el tiempo por lote es de tres horas.
- Para el producto Y2 el tiempo por lote es de dos horas cuarenta minutos.
- Para el producto Z3 el tiempo por lote es de dos horas y treinta minutos.

Con la información anterior se calculo el número de kanban (estibas) para cada material de la siguiente manera:

Se tomo a manera de ejemplo el cálculo para los materiales del producto X1 presentación de 12' Colombia para un turno en el cual se fabricaran tres lotes.

Cálculo número de Kanban para el Aluminio:

Daily demand = (188 Kg x 3 lotes) = 564 Kg por turno (Ver tabla N° 1).

Lead time= 1 turno que corresponde a 8 horas.

Safety stock = corresponde al 3%.

Size of Container = 460 Kg por estiba (Ver tabla N° 2).

$$\text{Numero de Kanban}_{\text{ALUMINIO}} = \left(\frac{\left(\frac{564 \text{ Kg}}{\text{turno}} \right) (1 \text{ turno}) + (16,92)}{460 \text{ Kg/estiba}} \right)$$

Numero de Kanban_{ALUMINIO} = 1,26 ≈ 2 estibas.

Cálculo número de Kanban para los estuches:

Daily demand = (25200 Kg x 3 lotes) = 75600 estuches por turno (Ver tabla N° 1).

Lead time= 1 turno que corresponde a 8 horas.

Safety stock = corresponde al 3%.

Size of Container = 33750 estuches por estiba (Ver tabla N° 2).

$$\text{Numero de Kanban}_{\text{ESTUCHES}} = \left(\frac{\left(\frac{75600 \text{ estuches}}{\text{turno}} \right) (1 \text{ turno}) + (2268)}{33750 \text{ estuches/estiba}} \right)$$

Numero de Kanban_{ESTUCHES} = 2,3 ≈ 3 estibas.

Número de Kanban para el corrugado:

Daily demand = (175 x 3 lotes) = 525 corrugados por turno (Ver tabla N° 1).

Lead time= 1 turno que corresponde a 8 horas.

Safety stock = corresponde al 3%.

Size of Container = 450 corrugados por estiba (Ver tabla N° 2)

$$\text{Numero de Kanban}_{\text{CORRUGADO}} = \left(\frac{\left(\frac{525 \text{ corrugado}}{\text{turno}} \right) (1 \text{ turno}) + (15,75)}{450 \text{ corrugado/estiba}} \right)$$

Numero de Kanban_{CORRUGADO} = 1,2 ≈ 2 estibas.

De esta manera se calculo para todos los materiales de cada uno de los productos, estos datos están registrados en la tabla N° 3.

Tabla 3. Número de Kanban para cada material para manufactura de los productos X1, Y2 y Z3

| PRODUCTO | tiempo/lot (horas) | AREA | ALUMINIO kg/lot | ESTUCHES estuches/lot | SENSOR unid/lot | INSTRUC unid/lot | CORRUGADO unid/lot |
|----------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| X1 x 60' | 3 | PRODUCC. | 188 | 5040 | - | - | 168 |
| | | BODEGA | 460 | 23250 | - | - | 300 |
| | | Número de Kanban | 2 | 1 | - | - | 2 |
| X1 x 50' | 3 | PRODUCC. | 188 | 6048 | - | 6048 | 252 |
| | | BODEGA | 460 | 16800 | - | 36000 | 450 |
| | | Número de Kanban | 2 | 2 | - | 1 | 2 |
| X1 x 30' | 3 | PRODUCC. | 188 | 10080 | 10080 | - | 168 |
| | | BODEGA | 460 | 36960 | 240000 | - | 300 |
| | | Número de Kanban | 2 | 1 | 1 | - | 2 |
| X1 x 14' | 3 | PRODUCC. | 188 | 21600 | 21600 | 21600 | 180 |
| | | BODEGA | 460 | 30450 | 240000 | 360000 | 300 |
| | | Número de Kanban | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| X1 x 12' | 3 | PRODUCC. | 188 | 25200 | 25200 | 25200 | 168 |
| | | BODEGA | 460 | 33750 | 240000 | 360000 | 300 |
| | | Número de Kanban | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |

| PRODUCTO | tiempo/lot (horas) | AREA | ALUMINIO kg/lot | ESTUCHES estuches/lot | SENSOR unid/lot | INSTRUC unid/lot | CORRUGADO unid/lot |
|----------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| Y2 x 60' | 3 | PRODUCC. | 206 | 5460 | - | - | 455 |
| | | BODEGA | 460 | 27000 | - | - | 750 |
| | | Número de Kanban | 2 | 1 | - | - | 2 |
| Y2 x 30' | 3 | PRODUCC. | 206 | 10920 | 10920 | - | 455 |
| | | BODEGA | 460 | 26250 | 240000 | - | 750 |
| | | Número de Kanban | 2 | 2 | 1 | - | 2 |
| Y2 x 12' | 3 | PRODUCC. | 206 | 27300 | 27300 | - | 455 |
| | | BODEGA | 460 | 36600 | 240000 | - | 750 |
| | | Número de Kanban | 2 | 3 | 1 | - | 2 |
| Z3 x 50' | 3 | PRODUCC. | 176 | 5580 | - | 5580 | 155 |
| | | BODEGA | 460 | 15750 | - | 360000 | 300 |
| | | Número de Kanban | 2 | 2 | - | 1 | 2 |
| Z3 x 12' | 3 | PRODUCC. | 176 | 23250 | 23250 | 23250 | 155 |
| | | BODEGA | 460 | 33750 | 240000 | 360000 | 300 |
| | | Número de Kanban | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |

3.3 elaboración propuesta reducción de inventarios en línea.

Requisición de materiales. El método a seguir estará basado principalmente en la buena disposición de los espacios dentro del área de producción, lo cual lleva a la conclusión que se debe pedir lo necesario (JIT) para producir, con esto se apunta a que en el área de producción se deba tener la menor cantidad de estibas por material posible, esta información está registrada en la tabla N° 3 con sus respectivos tiempos de fabricación de cada lote.

Las personas encargadas de realizar la requisición de los materiales son directamente los responsables de la línea de producción en este caso la labor se delega a la supernumeraria, la cual en base a la tabla N° 3 determinara en común acuerdo con el personal de bodega que cantidad de material se solicitará y en que momento se debe realizar el despacho.

En el departamento de producción se cuenta con formatos para la requisición de materiales, clasificados por línea de producción lo cual facilita los pedidos y evita posibles errores de confusión de materiales.

La requisición se debe realizar de la siguiente manera para este caso analizaremos el producto X1 por 12', para la manufactura de tres lotes en un turno:

PASOS

- Tomar el programa de producción y verificar número de lotes a producir con sus respectivas presentaciones y países a exportar.
- Tomar la tabla N° 3 y observar las cantidades necesarias para producir un lote y las cantidades dispuestas en las estibas por almacén.
- Ver el tiempo de fabricación (Tener en cuenta que para la línea 22 los tiempos de fabricación son aproximadamente los mismos lo cual facilita el establecimiento de los tiempos de despacho por bodega).
- Llenar el formato de requisición el cual tiene identificados los materiales por línea de producción.
- Para solicitar Aluminio: Calculado el número de Kanban se sabe que se necesitan dos estibas para cubrir el turno, (ver tabla N° 3), con este dato y sabiendo que cada lote dura aproximadamente tres horas realizo el primer pedido el cual será el siguiente: 460 kg (1estiba) a primera hora (

07:00am) y el segundo pedido para completar el tercer lote lo hago de 188 Kg a la 12:00 a.m. para evitar posible parada por falta de material.

- Solicitud de Estuches: Con el número de kanban igual a tres (ver tabla N° 3) se debe realizar tres pedidos. Hay que tener en cuenta si los productos van para el mismo país de exportación pues esto me indicaría que debo pedir diferentes estuches para cada lote. Suponiendo que es así la cantidad de estuches no varía solo el número de lote del proveedor. El pedido se realizara de la siguiente manera: 25200 estuches (1 estiba) a primera hora (07:00 a.m), segundo pedido 25200 estuches (1 estiba) a las 10:00 a.m, tercer pedido 25200 estuches (1 estiba) a la 13:00 p.m.
- Solicitud de Sensores e instrucciones: El número de kanban es de una estiba para cubrir el turno (ver tabla N° 3), como son tres lotes se realiza un pedido por 75600 sensores y por la misma cantidad de instrucciones, para que sea despachado a primera hora (07:00 a.m).
- Solicitud de corrugados: El número de kanban para los corrugados es de dos (estibas) ver tabla N° 12, como son tres lotes el primer pedido lo realizo por 450 corrugados a primera hora (07:00 a.m) y el segundo pedido lo realizo por 75 corrugados con hora de llegada 13:00 p.m.

NOTA: Dentro de una misma requisición se pueden realizar todos los pedidos con sus correspondientes horas de despacho y cantidades, lo cual agiliza la parte de documentación, posibles errores de despacho o pérdida de documentos.

Despacho de producto terminado. Para cada lote de producción saldrá un número de estibas con producto terminado para nuestro ejemplo el número de estibas es de cuatro, a medida que estas estibas tengan la cantidad de corrugados con producto terminado completo, se procederá a llevarla a muestreo en un área diferente a la línea de producción, la cual se encuentra dentro de la misma zona 17 pero en el pasillo donde se reciben y se despachan los materiales.

Al ser aprobados en un tiempo aproximadamente de 1 hora se procederá a enviarlo a bodega con su correspondiente información en las etiquetas de cada corrugado las cuales tienen la siguiente información: Número de lote, cantidad por corrugado, producto, presentación, país de exportación, código de barras.

Para la estiba debiera tener una identificación que corrobore que este producto ya se encuentra aprobado, la cantidad por estiba, el producto, la presentación y el país a ser exportado.

4. CONCLUSIONES

4.1. Cumplimiento primera etapa redistribución zona de empaque automático línea 22

Utilizando la metodología de distribución en planta para obtener la redistribución del área de empaque automático de la línea 22 se obtuvo una mejora considerable en el área de trabajo la cual se puede medir con el cumplimiento de los siguientes objetivos específicos, la observación del plano N° 2.

Optimización del área ocupada. La propuesta seleccionada cumple con el objetivo de optimizar el área ocupada, debido a que se le está dando uso a un área que no tenía ninguna ocupación productiva y que solo estaba siendo usada para el almacenamiento de materiales auxiliares para las líneas de producción, estos materiales fueron reubicados en una zona destinada por el personal de bodega.

En cuanto al área reestructurada, se logra ver en el plano N°2 la cantidad de espacio que se logra despejar para la ubicación de los materiales de la línea 22 y los materiales que van a ser utilizados en la línea de empaque automático 22, además queda espacio suficiente para la manipulación de los mismos, es decir el manejo de los montacargas y estibas.

Reducción en tiempo de manejo de materiales. Como se logra ver en el plano N°2 se considero un espacio para la ubicación de los materiales salientes de la línea de sellado 22 en la zona de empaque automático 22, los cuales son equivalentes a tener un lote de producción listo para ser empacado por la estuchadora, la reducción del tiempo de manejo se refleja en que los materiales están ubicados en el mismo área a producir y no como se hacía anteriormente que eran almacenados en el área del tercer piso y a medida que se iban utilizando eran traídos hasta el primer piso para ser utilizados en la estuchadora. Esto generaba congestión y demoras en la continuidad del trabajo de la línea, considerando que era una distancia representativa, pues para esto había que contar con la disponibilidad de la persona encargada del manejo de la montacargas y de la ocupación del ascensor en ese momento.

Con el espacio disponible con el que quedo el área de empaque automático, se garantiza la continuidad de por

lo menos un lote de producción el cual demora entre 5 a 6 horas en terminar.

Optimización del flujo de materiales, disminución de la congestión. Al observar el plano N° 2, se logra observar el espacio con el cual se cuenta para ubicar las estibas con los materiales y también el espacio que hay para su manejo, en comparación con la situación anterior se logra ver una diferencia significativa, pues los montacargas cuentan con espacio suficiente para su movilidad, y no ponen en peligro ni al personal ni a los productos.

Como la bodega se encuentra en la misma zona se facilita la entrega y recepción de materiales, lo que hace menos congestionadas las áreas de trabajo, siempre y cuando no se dependa de otras actividades ajenas a la producción como tal por ejemplo: muestreos por aseguramiento de calidad, recepción de otras materias primas urgentes, disponibilidad del personal de bodega por otras actividades como exportaciones, entre otras. Esto se puede presentar debido a que solo se cuenta con un canal de entrega y uno de despacho.

Disminución de riesgos equivalentes a contaminación cruzada. Contaminación cruzada se conoce como la disposición errada de materiales, es decir cuando se usa un material para una presentación, país, producto diferente al que debe ser usado en línea por causa de una mala identificación, ubicación o error humano en la toma del material. Como se observa en el plano N° 2, las áreas destinadas para la disposición de los materiales se encuentran debidamente separadas para evitar este posible riesgo de equivocación.

4.2 Cumplimiento disminución de inventarios en línea 22

Establecer un sistema basado en el justo a tiempo y el sistema Kanban para la fabricación y suministro de mercancías, con el objetivo de reducir el stock en las líneas, fue un proceso que demandó tiempo y disposición tanto del personal administrativo como el operativo, no obstante este proyecto fue el inicio de un cambio significativo en el progreso de la compañía hacia el alcance de niveles de eficiencia y productividad altos.

Esta propuesta fue difundida al personal operativo, el cual se concientizó de la manera en la que venían trabajando no era la más óptima y de las mejoras que la implementación de esta filosofía puede traer a su trabajo y a la compañía.

Estas mejoras iniciales se pueden medir a partir de lo siguiente:

- *Ordenamiento de las áreas de producción.*

- *Las cantidades exactas de materiales a pedir por medio del cálculo del kanban para cada material.*
- *Concientización del personal sobre la importancia del orden e identificación del lugar de trabajo.*

A partir de la difusión acerca del manejo de los materiales y las tablas de datos elaboradas en la propuesta, el personal encargado del manejo de los mismos mantiene las condiciones establecidas de mínima cantidad de materiales en las líneas, para esto se estableció un monitoreo continuo por parte del supervisor y así medir el cumplimiento de este objetivo.

5. REFERENCIAS

BALLOU, Ronald H. Logística: Administración de la cadena de suministros. 5 ed. México: Editorial Pearson educación, 2004. 320 p.

CHASE richard B; AQUILANO Nicholas J. Dirección y administración de la producción y de las operaciones. 6 ed. Wilmington, Delaware: Addison – Wesley Iberoamericana, 1994. 505 p.

HEIZER, Jay. Operation Management. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 20 p.

HIROYUKI, Hirano. El jit: Revolución en las fábricas. Madrid: Tecnologías de gerencia y producción, 1992. 100 p.

KOLB, Francois. La logística: Aprovisionamiento, producción, distribución. Bilbao: Ediciones Deusto, 1975. 120 p.