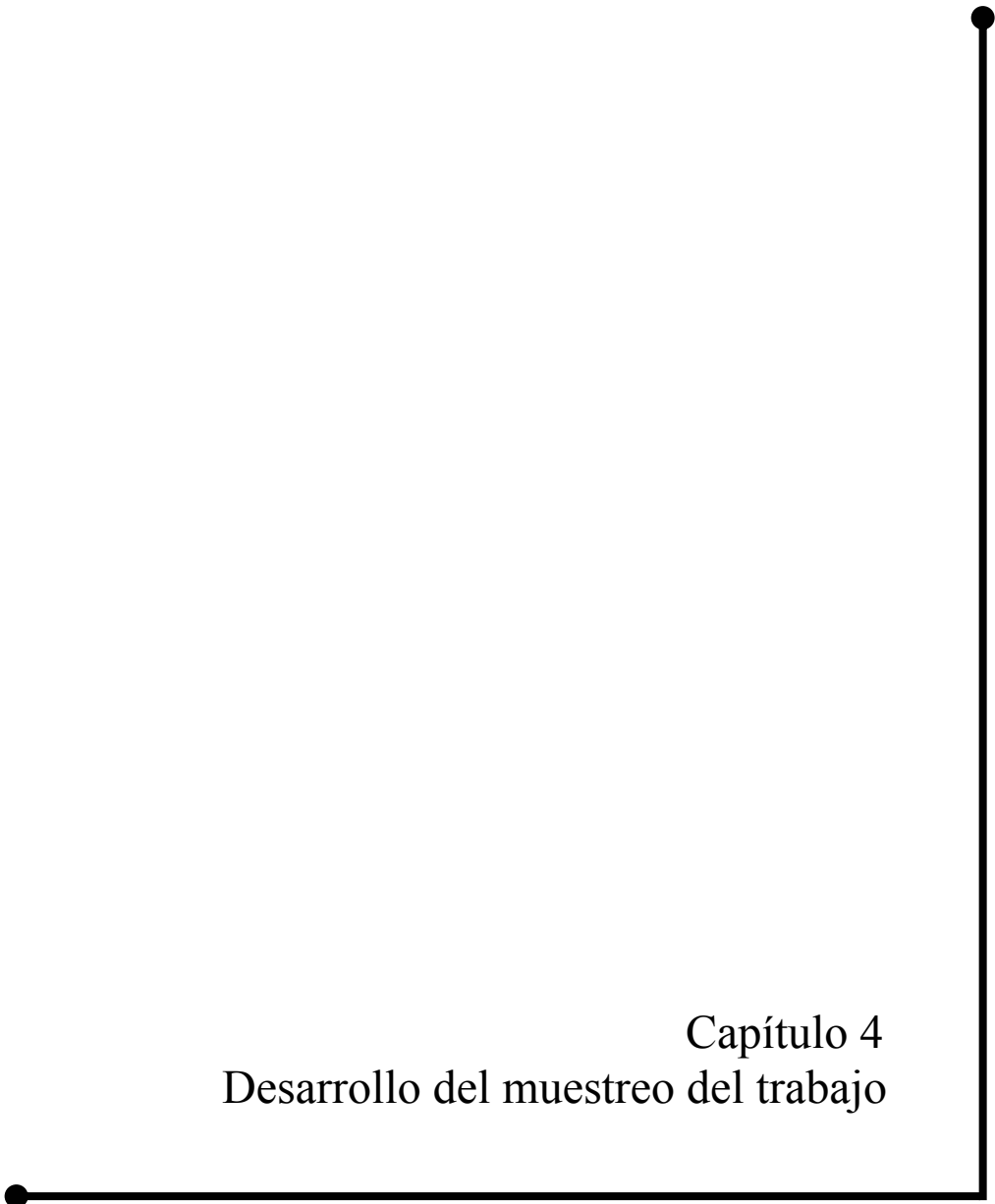


Capítulo 4
Desarrollo del muestreo del trabajo



Capítulo 4

Desarrollo del muestreo del trabajo

4 Introducción

Para comprender porque la tesis se desarrolló en el área de hilatura por anillos a continuación se describe la problemática considerada de oportunidad de mejora, posteriormente se utilizarán los diagramas de causa-efecto para encontrar las causas que afectan el proceso de hilatura por anillos, una vez determinadas éstas, se realizará un análisis de las alternativas de solución.

Para poder determinar las causas más frecuentes por las que las máquinas permanecen paradas se llevará acabo un muestreo del trabajo desarrollando en primera instancia un estudio piloto y posteriormente uno definitivo, finalmente se utilizará el diagrama de Pareto para mostrar las causas más significativas que afectan el proceso de hilatura por anillos.

4.1 Descripción de la problemática considerada de oportunidad de mejora

El hilo fabricado en la hilatura por anillos presenta una gran demanda, tanto interna como externamente, que en muchas ocasiones no puede ser cubierta. La gerencia ha observado que el tiempo que se pierde por cuestiones de paros es considerable.

La necesidad de la empresa por aumentar la producción de hilo en el área de hilatura por anillos nos orientó a desarrollar la tesis en esta sección.

Por tanto la problemática a resolver radica principalmente en encontrar las causas de posibles retrasos en la producción de hilo en el área de hilatura por anillos, reducir estas causas y contar con un mayor tiempo disponible a lo largo del proceso para incrementar la producción.

4.2 Elaboración del diagrama causa-efecto

Paso 1. Decidir cuál es el problema a analizar o la característica de calidad a considerar, para nuestro estudio es incrementar la producción del hilo en el área de hilatura por anillos.

Paso 2. Escribir la característica seleccionada en un recuadro en el lado derecho de una hoja (véase figura 4.2.1).

Figura 4.2.1

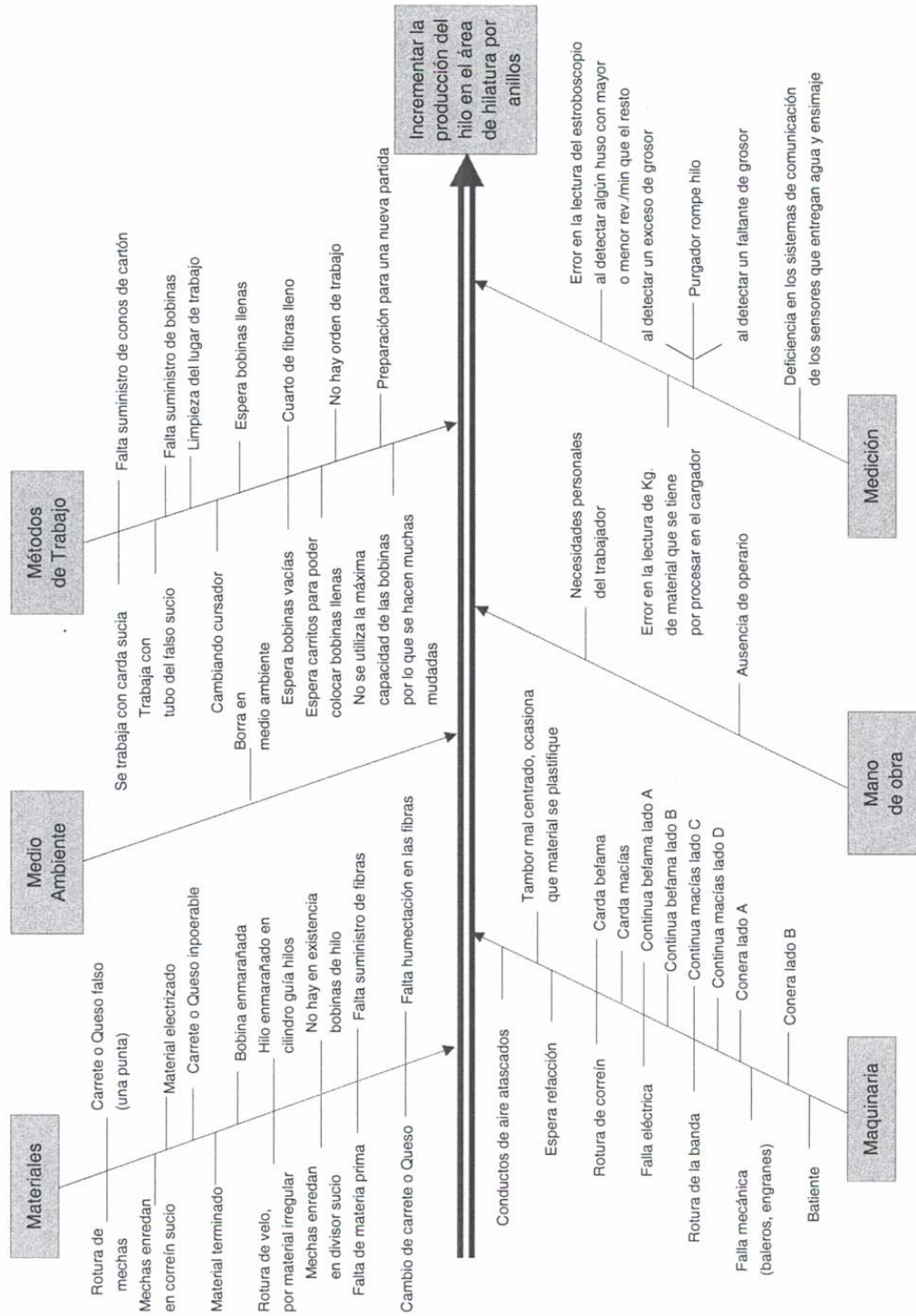
Paso 2. Elaboración del diagrama causa-efecto.



Paso 3. Escribir los factores importantes que se creen podrían estar causando el problema en cuestión de acuerdo con la clasificación ya mencionada de las 6 M.

Paso 4. En cada rama, según la categoría de que se trate, debe escribir con mayor nivel de detalle las causas que se considere podrían estar provocando el problema (véase figura 4.2.2).

Figura 4.2.2 Diagrama causa-efecto. Incrementar la producción del hilo en el área de hilatura por anillos



En la figura **4.2.2** se muestran todas las causas que afectan al proceso de hilatura por anillos en general, para encontrar aquellas causas de paro que involucran a cada etapa o proceso de la hilatura por anillos en particular, se realizaron diagramas causa-efecto en las máquinas que se tienen de la categoría **maquinaria**, (véase figura **4.2.2**), de esta forma se tendrá conocimiento de las causas que provocan los paros en la apertura (batiente), cardado (cardas), hilatura (continuas) y bobinado (conera).

4.3 Elaboración del diagrama causa-efecto de las causas que provocan los paros para cada máquina que interviene en el proceso de hilatura por anillos.

Los pasos para construirlos son los mismos que se han venido empleando en el capítulo **4.2**. Los diagramas causa-efecto de las causas que provocan los paros para cada máquina que interviene en el proceso de hilatura por anillos se pueden apreciar en las figuras **4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5, 4.3.6, 4.3.7, 4.3.8 y 4.3.9**.

Figura 4.3.1
Diagrama causa-efecto. Incrementar producción de la Carda Befama

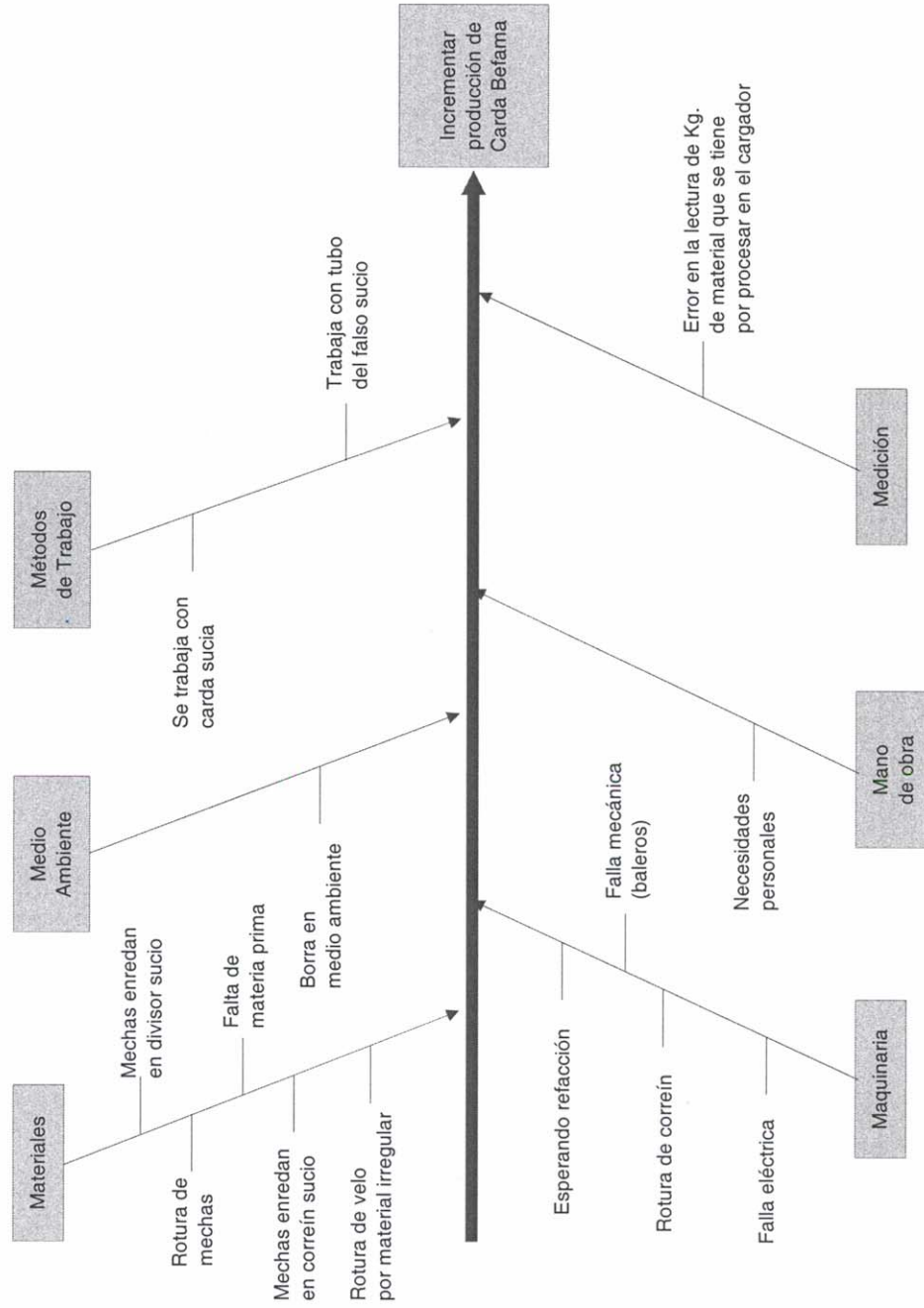


Figura 4.3.2
Diagrama causa-efecto. Incrementar producción de la Carda Macías

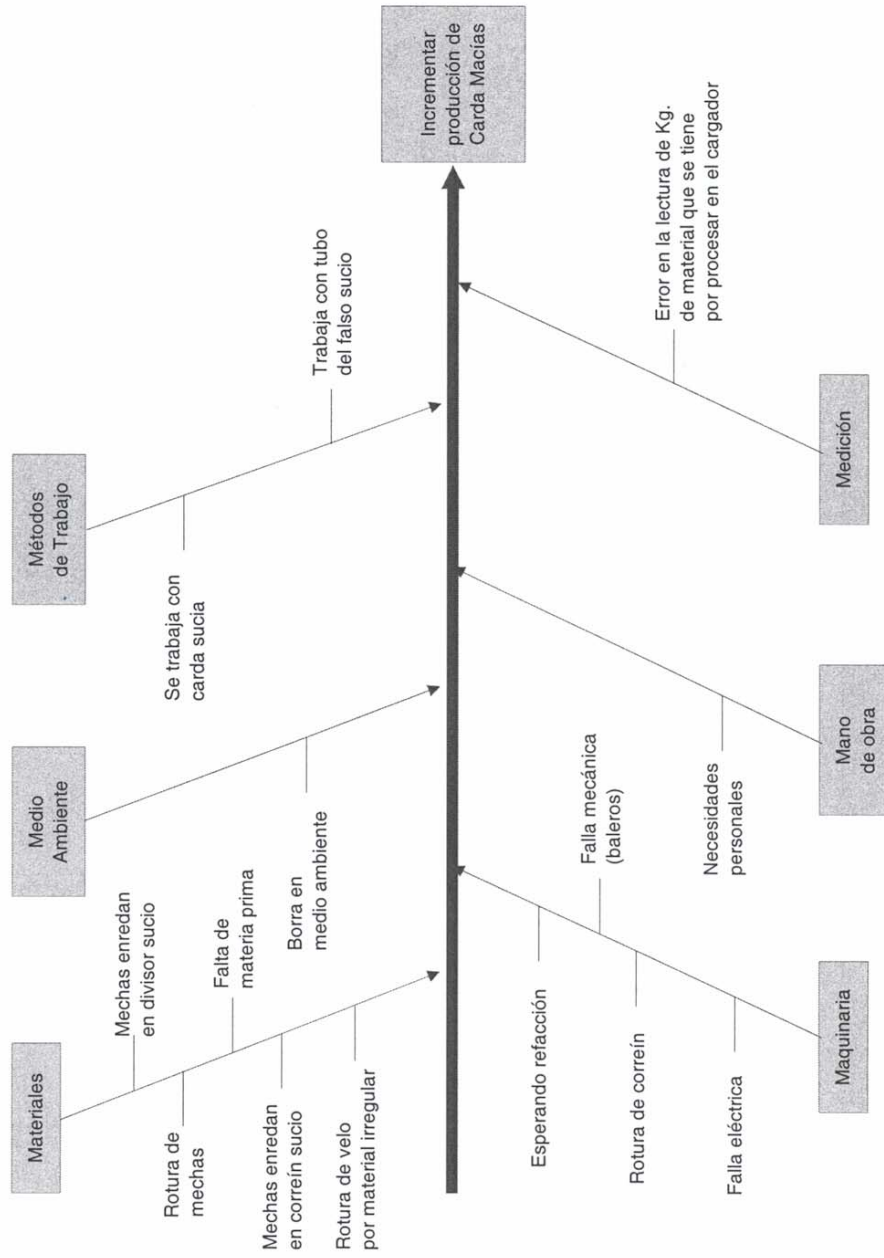


Figura 4.3.3
Diagrama causa-efecto. Incrementar producción de la Continua Befama lado A

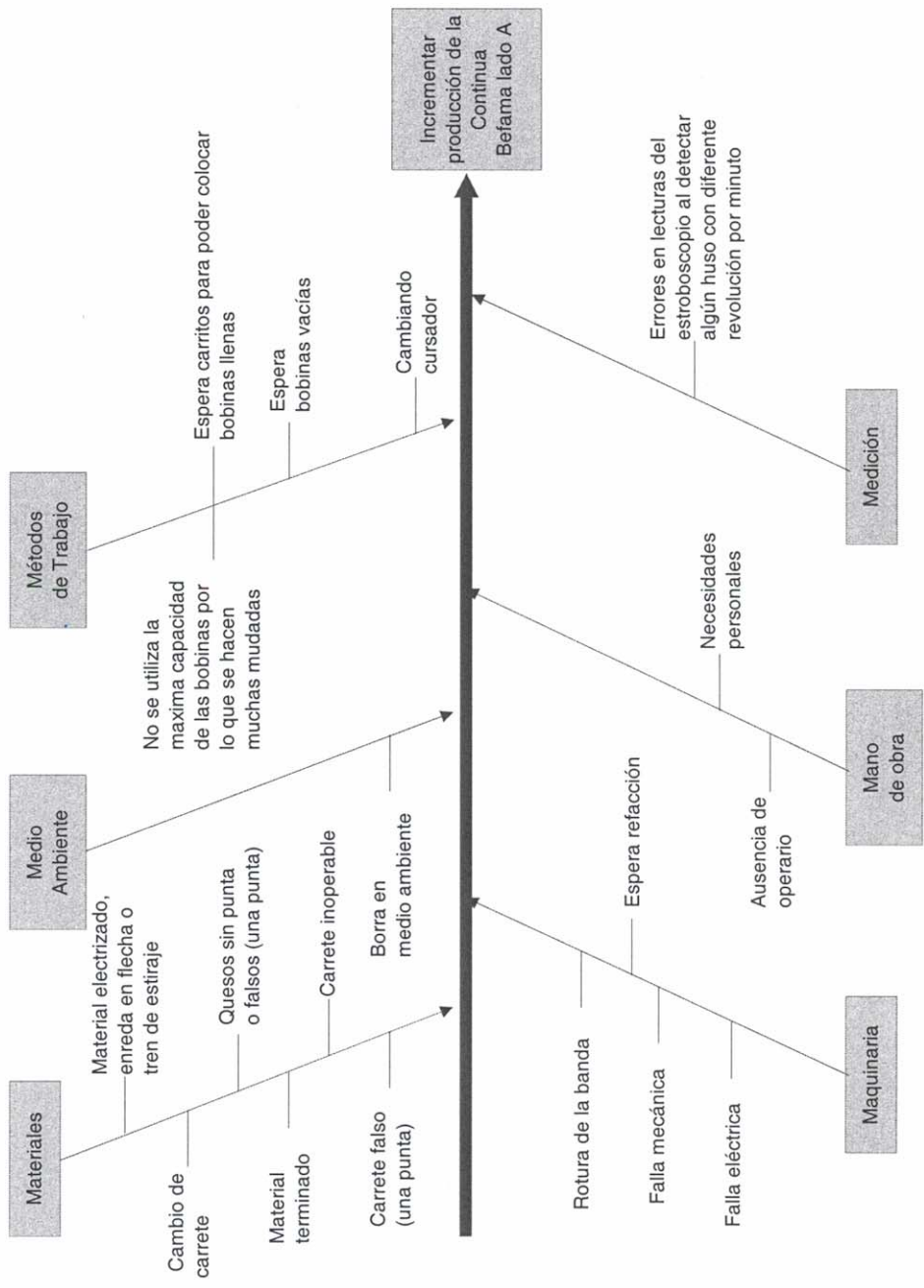


Figura 4.3.4 Diagrama causa-efecto. Incrementar producción de la Continua Befama lado B

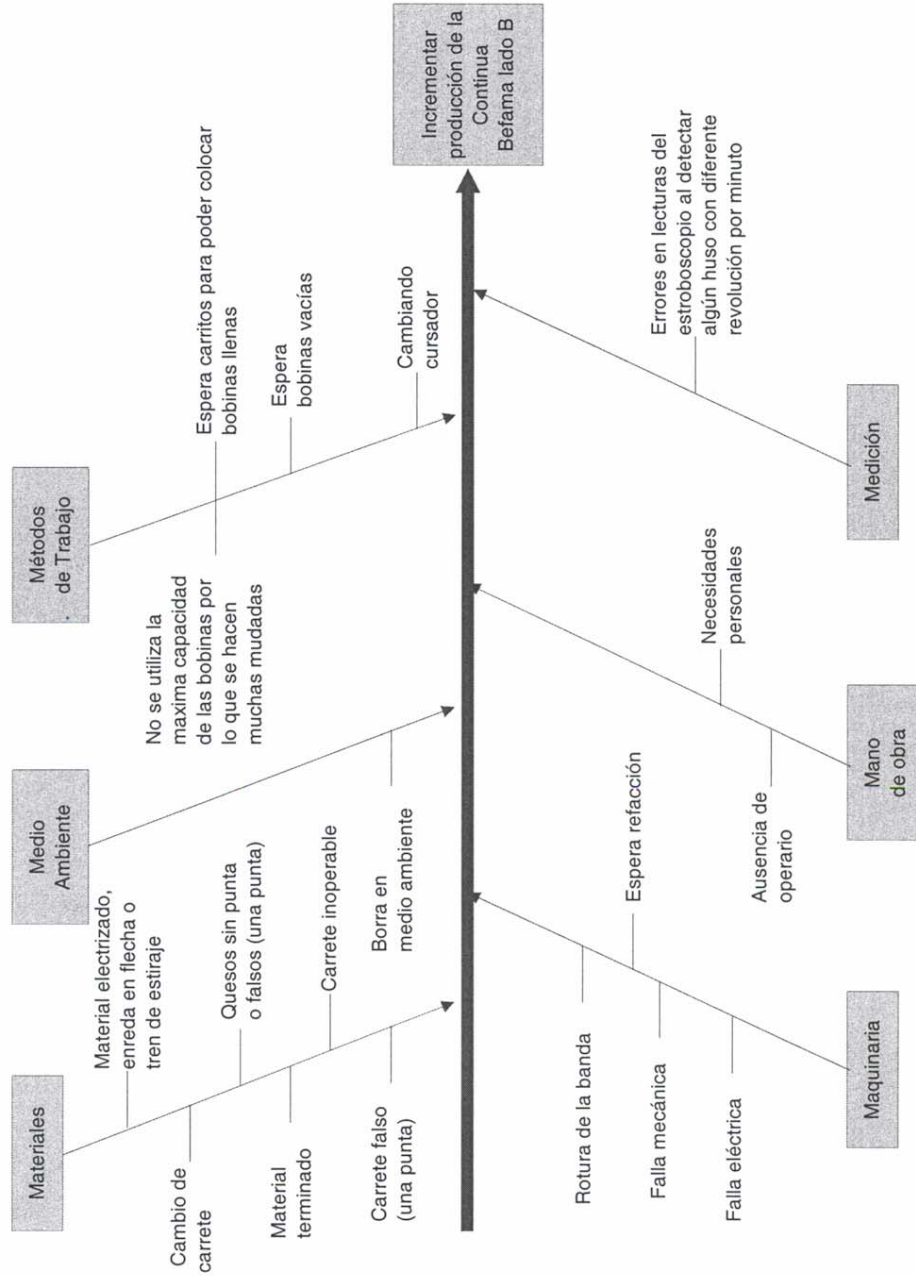


Figura 4.3.5
Diagrama causa-efecto. Incrementar producción de la Continua Macias lado C

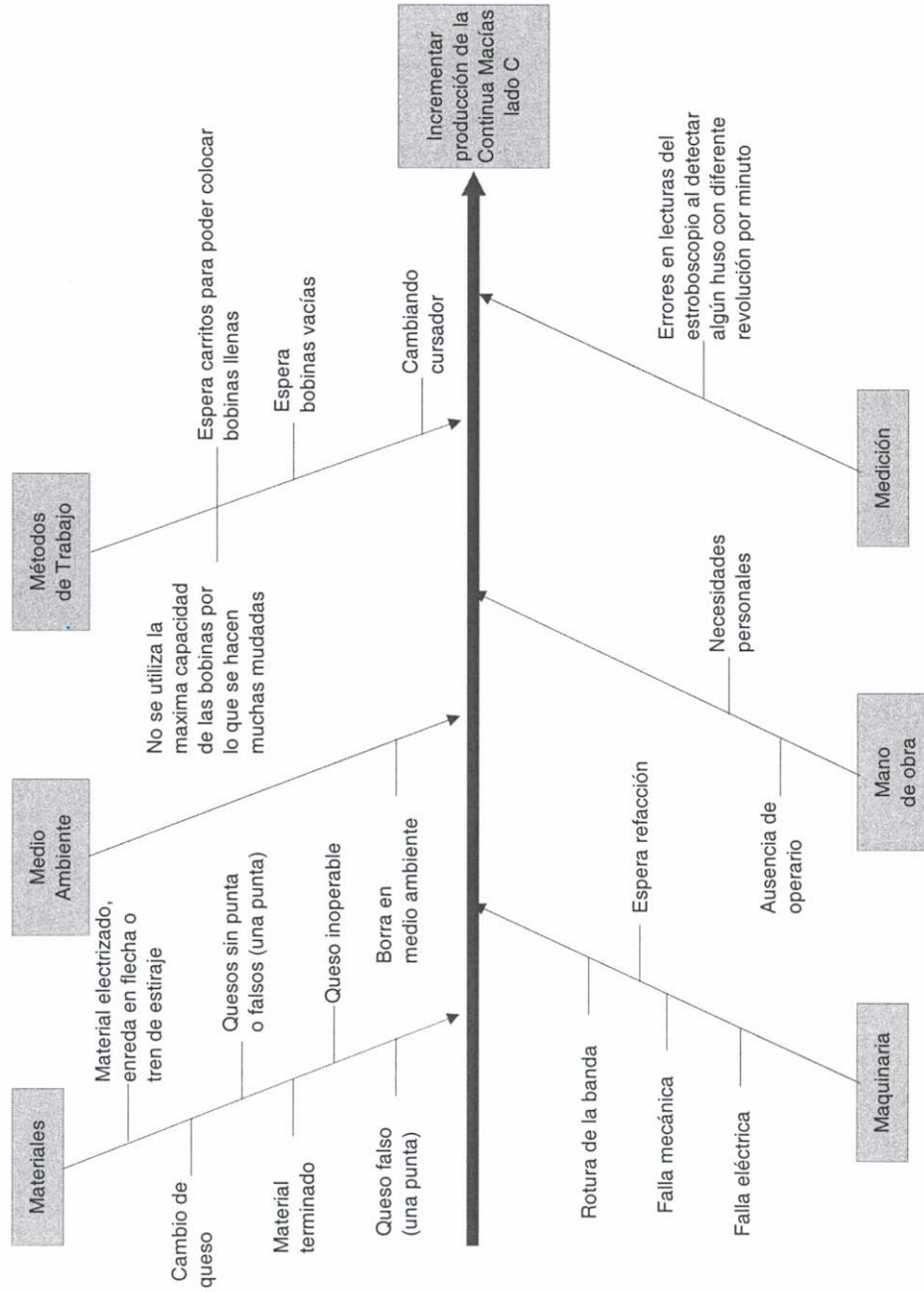


Figura 4.3.6 Diagrama causa-efecto. Incrementar producción de la Continua Macías lado D

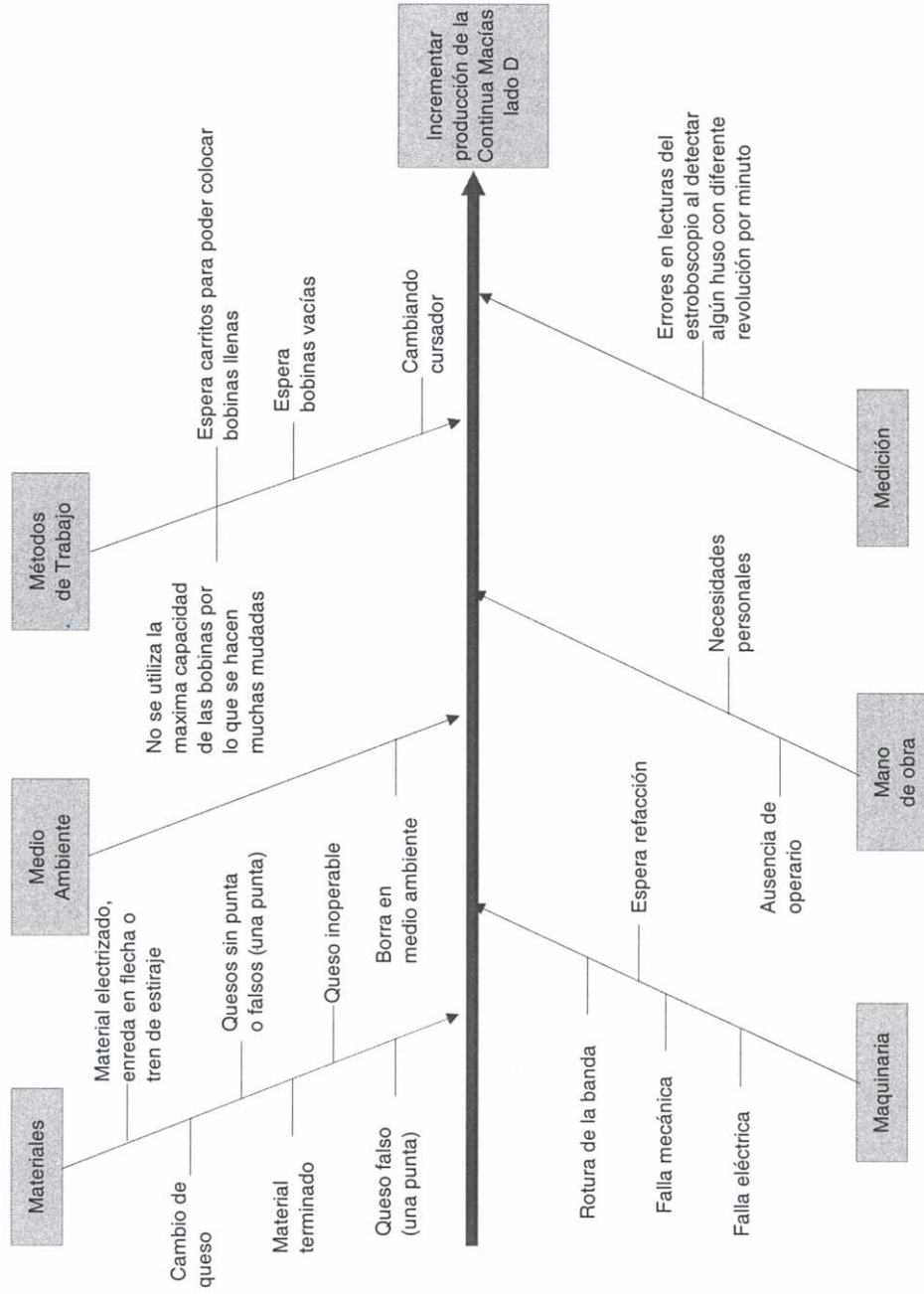


Figura 4.3.7
Diagrama causa-efecto. Incrementar producción de la Conera lado A

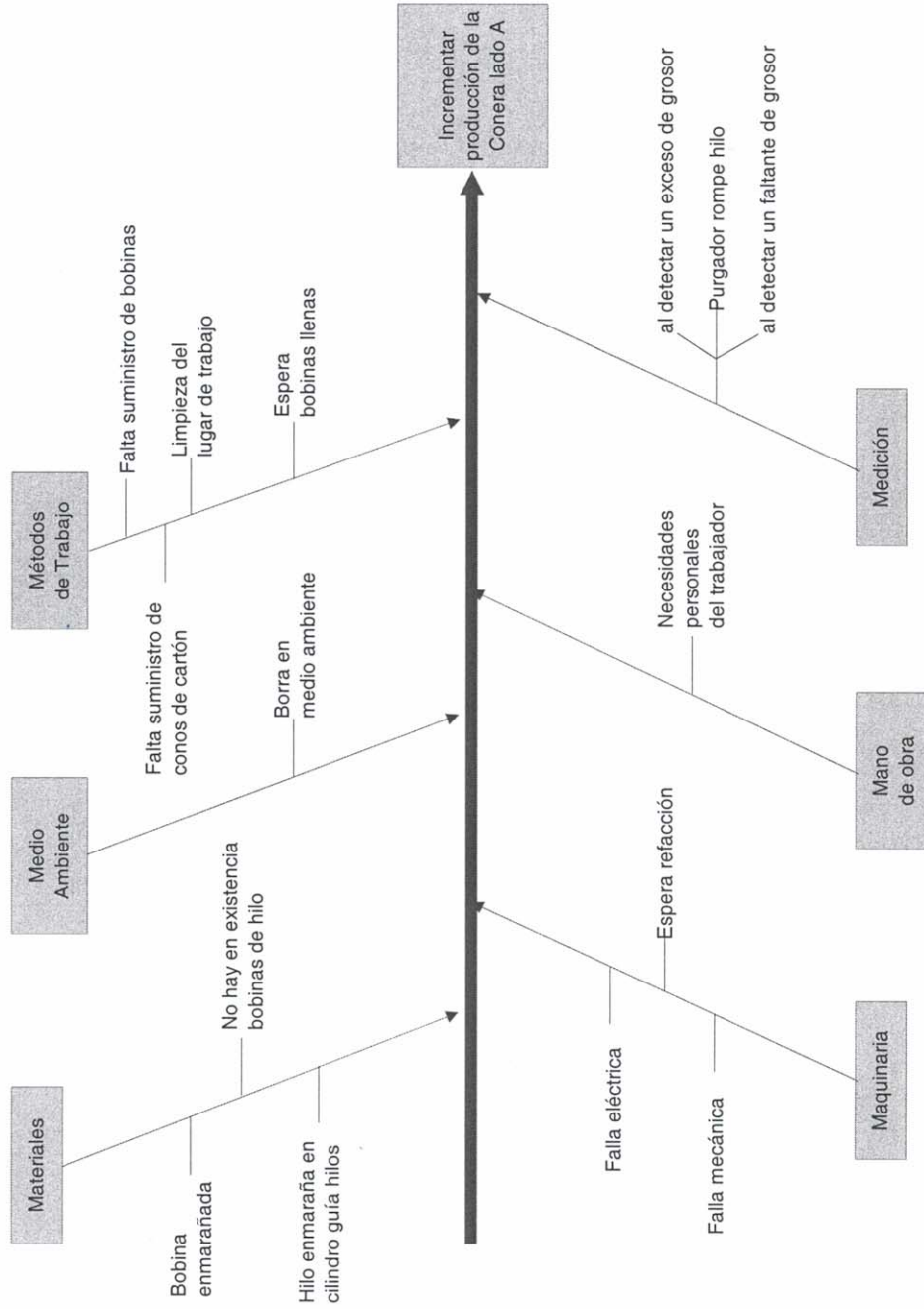


Figura 4.3.8
Diagrama causa-efecto. Incrementar producción de la Conera lado B

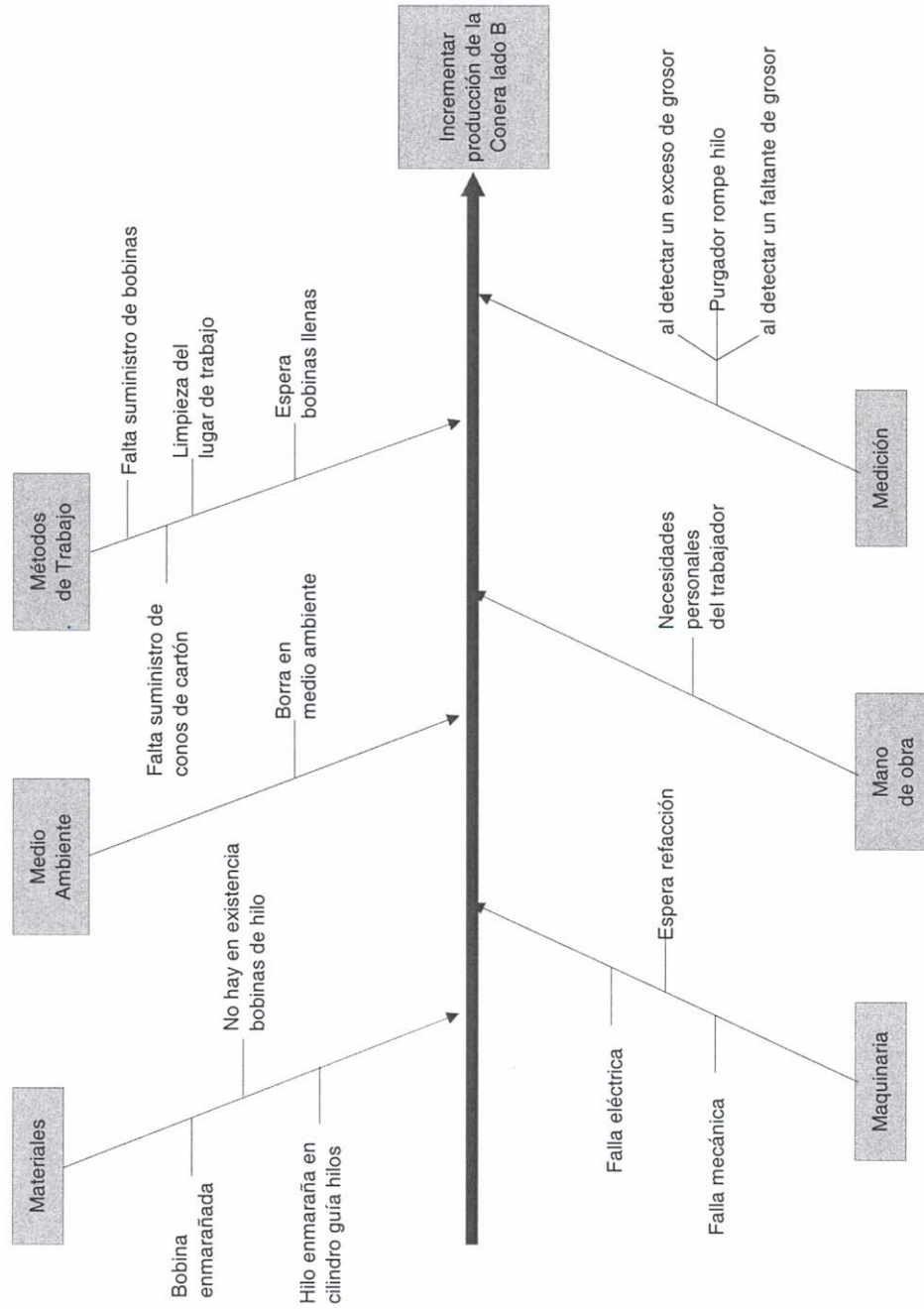
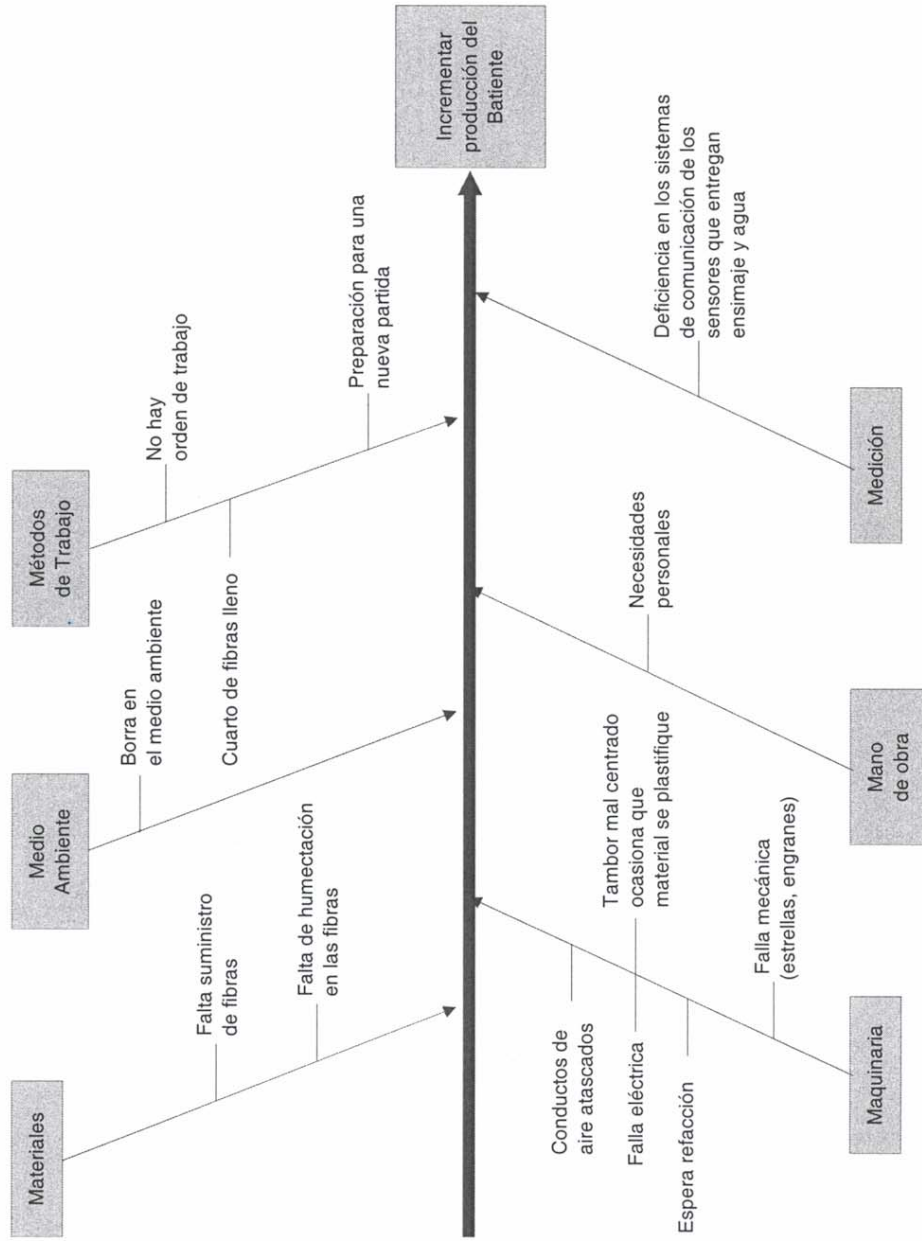


Figura 4.3.9
Diagrama causa-efecto. Incrementar producción del Batiente



4.4 Causas que provocan los paros para cada máquina que interviene en el proceso de hilatura por anillos.

A continuación se resumen las causas de paro obtenidas de los diagramas causa-efecto para cada una de las máquinas que intervienen en el proceso de hilatura por anillos.

Batiente, causas de paro:

- Preparación para una nueva partida
- Conductos de aire atascados
- Falta suministro de fibras
- Necesidades personales del trabajador
- Cuarto de fibras lleno
- Falta de humectación en las fibras
- No hay orden de trabajo
- Borra superficial
- Quitar material plastificado
- Espera refacción
- Falla mecánica (estrellas, engranes)
- Falla eléctrica

Cardas Befama y Macías, causas de paro:

- Falla mecánica (baleros)
- Cargador vacío
- Rotura de mechas
- Rotura de correín
- Rotura de velo por material irregular
- Tubo del falso sucio
- Mechas enredan en divisor sucio
- Mechas enredan en correín sucio
- Borra superficial
- Esperando refacción
- Necesidades personales
- Falla eléctrica
- Falta de materia prima
- Carda sucia

Continua Befama lado A y B, causas de paro:

- Cambio de mudada
- Cambio de carretes
- Carretes falsos (una punta)
- Cambio de carrete por ser inoperable
- Intercambio de carretes
- Espera carritos para colocar bobinas llenas
- Espera bobinas vacías
- Material electrizado, enreda en flecha / tren de estiraje
- Necesidades personales del trabajador
- Falla mecánica
- Falla eléctrica
- Espera refacción
- Material terminado
- Borra superficial
- Rotura de la banda
- Cambiando cursador
- Ausencia de operario

Continua Macías lado C y D, causas de paro:

- Cambio de mudada
- Cambio de quesos
- Quesos falsos (una punta)
- Cambio de queso por ser inoperable
- Intercambio de quesos
- Espera carritos para colocar bobinas llenas
- Espera bobinas vacías
- Quesos sin punta o falsos (una punta)
- Material electrizado, enreda en flecha / tren de estiraje
- Necesidades personales del trabajador
- Falla mecánica
- Falla eléctrica
- Espera refacción
- Material terminado
- Borra superficial
- Rotura de la banda
- Cambiando cursador
- Ausencia de operario

Conera, causas de paro:

- Limpieza del lugar de trabajo
- Falta de suministro de bobinas
- Faltan conos de cartón
- Cilindro guía hilos enmarañado
- Bobina enmarañada
- Necesidades personales del trabajador
- Borra superficial
- Falla mecánica
- Falla eléctrica
- Espera refacción
- Espera materia prima
- No hay en existencia bobinas de hilo

4.5 Análisis de las alternativas de solución

Para reducir las causas de paro en el área de hilatura por anillos se presentan diversas alternativas, acompañados de una breve descripción de cómo operan y la justificación de porque no son considerados.

4.5.1 Control estadístico de procesos

El control estadístico de procesos se apoya en herramientas estadísticas, principalmente la gráfica de control, que se basa en que todo proceso implica variabilidad y existe aun cuando todo esté bajo control. La gráfica de control es un mecanismo que sirve para detectar con anticipación que existe una alta probabilidad de que en el proceso surja una fuente de variación ajena al mismo, lo cuál afectará su capacidad para cumplir con las especificaciones del producto. Shewart sugiere que si se establecen límites de control a ± 3 veces la desviación estándar del proceso con respecto a la media, en el momento en que el proceso opere fuera de estos límites, o tienda a hacerlo, la probabilidad de que de que ello se deba a causas de variación inherente al proceso es muy baja: 0.27%, por lo cual lo más probable es que algo extraño esté sucediendo, de manera que si se detecta la causa y se establecen las acciones correctivas apropiadas, se puede impedir la elaboración de un producto defectuoso.

Para conocer en qué condiciones está operando un proceso periódicamente se deben tomar muestras y estimarse tanto su media como su desviación estándar mediante algún parámetro estadístico. Si dicho parámetro indica que la media del proceso varía o que la desviación estándar aumenta, es muy probable que exista la presencia de alguna fuente de variación no contemplada en el diseño del proceso; por ejemplo, que se este alimentando de materia prima en malas condiciones, la herramienta de corte se este desgastando, que el ajuste de la máquina no sea el adecuado, etcétera.

Para Scherkenbach el control estadístico de proceso se pone en práctica a través de tres procedimientos: recolección de datos, control del proceso y determinación de la

capacidad del proceso para cumplir con las especificaciones buscando la menor variabilidad.

La recolección de datos debe planearse cuidadosamente antes de que se realice el control del proceso. Además un proceso debe estar bajo control estadístico antes de que pueda evaluarse su capacidad o habilidad. Sólo la gráfica puede mostrar la estabilidad o control un proceso.

Es común que la administración de por hecha la recolección, debido a que es algo mucho más completo que lo que sugiere el nombre. Se deben dar pasos importantes antes de que pueda iniciar la recolección de datos. El primero de ellos es cuestionarse si el ambiente de trabajo es propicio para la implantación del control estadístico de proceso. Un ambiente propicio es aquel en el que las personas conocen la manera de realizar su trabajo, se les evalúa por la calidad del mismo y no por la cantidad. Otro paso previo a la etapa de recolección de datos es la reducción de fuentes obvias de variabilidad, como por ejemplo asegurarse de que todas las máquinas se encuentren en condiciones óptimas de operación, que se cuenta con todos los procedimientos escritos, que existe control sobre la calidad de los insumos, que los operarios están capacitados, etc. En pocas palabras no se puede establecer un mecanismo de control a un sistema que en forma obvia está descontrolado.¹⁸

4.5.2 Dificultades en el proceso de aplicación

No se cumple con lo requerido para la recolección de datos, es decir no se cuenta con procedimientos escritos, ni tampoco se tiene control sobre los insumos, no existe capacitación de operarios.

¹⁸ Cantú Delgado, Humberto, 2000, pp.204-206.

La empresa compra materia prima de malas condiciones, y resulta difícil convencerlos con estos argumentos que cambien a un mejor proveedor. Un control sobre los insumos nos llevaría a rechazar lotes que ya han sido comprados, pagados y se encuentran almacenados, ya que carece de sentido procesar una materia prima en condiciones no aceptables, pues en definitiva es sumar valor a un producto que después será rechazado.

Para considerar la implantación del control estadístico de procesos se debe capacitar a los supervisores en estadística, y a los operarios en la interpretación de las gráficas de control para que puedan tomar decisiones y conocer el estado del proceso.

Se tiene que instruir a los operarios en la manera de hacer su trabajo, además se tiene que contar con todos los procedimientos de manera escrita.

Además se debe tener a todas las máquinas en condiciones óptimas de operación. Todo esto implica tiempo y muchas veces la gerencia no dispone de este.

4.5.3 Las 5 S + 1

Las 5 S (Centro de Calidad, 1999) es una metodología que tiene por objetivo el desarrollar un ambiente de trabajo agradable y eficiente, el cual permita el correcto desempeño de las operaciones diarias, logrando así los estándares de calidad del producto o servicio, precio y condiciones de entrega requeridas por el cliente. Las 5 S se dividen en dos grupos:

- Aquellos orientados a las condiciones de trabajo y en general al entorno físico, que es:

1. *Clasificación (Seiri)*. Consiste en retirar del área de trabajo todos aquellos objetos y herramientas que no son necesarios para realizar las tareas diarias, dejando sólo aquellos que son necesarios para trabajar productivamente y con calidad. Con esto se eliminan desperdicios, se optimizan áreas y, en general, se trabaja más productivamente.
 2. *Organización (Seito)*. Se basa en el principio de colocar cada cosa en su lugar para localizarlas más fácil y rápidamente cuando son requeridos para trabajar, con esto se reduce el tiempo dedicado a buscar herramientas de trabajo, se cuenta con áreas limpias y se promueve un cultura de orden.
 3. *Limpieza (Seiso)*. Mantener el área de trabajo limpia. Se crea un ambiente propicio para la producción de un bien o servicio de calidad y se mantiene un ambiente agradable. Esto ayuda a mejorar el estado de ánimo del personal, las máquinas duran más tiempo y se trabaja en un ambiente más saludable.
- Los conceptos que se orientan a la persona:
 1. *Bienestar personal (Seiketsu)*. Es todo lo relacionado con el estado de salud física y mental que requiere una persona para estar en condiciones óptimas y así poder desempeñar su responsabilidad con calidad. Consiste en aplicar las primeras 3 S al individuo. Sugiere observar hábitos como el aseo personal, vestimenta correcta, uso de equipo de protección, revisión médica, descanso adecuado, actitud positiva en el trabajo, alimentación adecuada, cumplir con las normas de seguridad, etc.
 2. *Disciplina (Shitsuke)*. El efecto de las cuatro primeras S desaparecerá si no se cuenta con la disciplina necesaria que ayude a incorporarlos en los hábitos

diarios. Consiste en fomentar el apego a los estándares establecidos como parte de la aplicación de las otras 4 S. Esto permite tener un mejor auto control en la administración de las actividades diarias, además de los beneficios relacionados con el aseguramiento de la calidad al seguir con disciplina los procedimientos estándar de operación. Es por esto que la disciplina se considera como el elemento integrador de las otras 4 S.

Para la implantación de las 5 S se requiere el compromiso de la dirección, ya que esto implica un cambio cultural. El ejemplo y soporte a los proyectos de 5 S es fundamental para que la idea se vaya internalizando entre el personal. Por otro lado, para que las 5 S permanezcan como cultura se requiere que todo lo desarrollado en cuanto a clasificación, orden, limpieza, y bienestar personal sea estandarizado para que sus efectos puedan ser permanentes y transferibles a otras áreas y/o al personal de reciente ingreso.¹⁹

4.5.4 Dificultades en el proceso de aplicación

Resistencia al cambio por parte de la administración, pero sobre todo de los operarios al prepararlos para que acepten las 5 S. Esta etapa es muy importante, por lo que resulta difícil que los empleados vayan a acatar las normas acordadas en cada paso para que al momento en que lleguen a shitsuke tengan la disciplina para seguir tales normas en su trabajo diario.

El sindicato no colabora e interfiere en la operación.

¹⁹ Cantú Delgado, Humberto, 2000, pp.90-91.

El tiempo para la implantación es muy largo, no se puede instituir de un día a otro, se debe hacer un programa anual de planeación en el que se determine con qué frecuencia se debe llevar a cabo seiri, seiton y seiso, y qué personas deben estar involucradas. En la etapa final, la gerencia debe haber establecido los estándares para cada paso de las 5 S, y asegurarse de que el ambiente de trabajo esté siguiendo dichos estándares. Los estándares deben abarcar formas de evaluar el progreso en cada uno de los cinco pasos.

Se requiere de una inversión económica y de tiempo para construir un sistema que asegure la continuidad de las actividades de las 5 S.

Se debe planear organizar y ejecutar con cuidado el proyecto, de lo contrario puede volver a su estado anterior.

La gerencia desea ver el resultado demasiado pronto y pasan por alto un proceso vital. Las 5 S "no son una moda" ni el "programa" del mes, sino una conducta de la vida diaria. Por tanto, todo proyecto de mejora necesita incluir pasos de seguimiento.

Como podemos ver la implantación de las 5 S requiere de un compromiso total por parte de la gerencia, ya que se necesita tiempo, una programación y seguimiento de la metodología así como un gran conocimiento de esta.

4.5.5 Programas de educación/capacitación

El programa de calida requiere de un soporte educativo muy fuerte que permita que su personal, desde la alta administración hasta el personal operativo, adquieran una mentalidad de competitividad, del cumplimiento con los requisitos del cliente interno y de orientación hacia el usuario del producto o servicio que la empresa elabora u ofrece.

El entrenamiento de los trabajadores de la línea requiere de adaptaciones a las costumbres y antecedentes escolares del grupo de trabajadores. Por ello, hay que considerar que México muestra cinco años de promedio de estudio, aunque en zonas altamente urbanizadas suele ascender a 8 o 9 años, sobre todo en el grupo poblacional de entre 18 y 25 años.

Lo más importante para los trabajadores de línea es que puedan aplicar procedimientos estándar de trabajo para ayudarse en las decisiones de su propio proceso. Puede ser desmotivante darles un entrenamiento muy complejo.

Por otro lado, los supervisores de línea son un elemento fundamental en el entrenamiento, por lo cual es necesario cuidar los siguientes aspectos:

- El supervisor necesita conocer cómo sacar ventaja del talento adquirido a lo largo de los años de experiencia e intuición.
- Nadie quiere que se incremente su carga de trabajo. El primer paso al educar a un supervisor consiste en demostrarle la forma en que los procedimientos tradicionales son ineficientes y que los de calidad pueden aligerar su carga de trabajo, además de hacerla más productiva.
- El supervisor debe entender la importancia del rol que desempeña en el éxito de un programa de calidad.
- La mayoría de los supervisores no piensan en términos estadísticos.
- La instrucción de calidad no debe degenerar en simples instrucciones y procedimientos.
- Se debe aclarar la importancia y el rol de los estándares de trabajo.

- Debe conocer el éxito de la aplicación de los procedimientos de calidad en otras empresas.
- Se debe utilizar un lenguaje claro, directo y sencillo.
- Convencerlos de que la empresa y la alta administración toman en serio la implantación del programa de calidad.

La capacitación debe de ser en parte teórica, pero es muy importante que desde que está comience, se utilicen los procedimientos de solución a problemas reales que viva la empresa.

A continuación se menciona un método que ayuda al cambio.

- Método de Lewis. Este método se basa en una metodología muy simple que involucra los siguientes pasos:
 1. *Descongelamiento*. En este paso se prepara al grupo de enfoque o a la organización en su conjunto para entrar al cambio mediante la explicación del problema o la situación que se enfrenta. En esta etapa, el aspecto clave es que los miembros del equipo sientan que el problema es parte de ellos, y no que les es asignado.
 2. *Movimiento*. En esta parte del proceso, los individuos efectúan el cambio necesario, guiados por la dirección. Este cambio se debe hacer en dos niveles culturales: el de aceptación y el de valoración del cambio, lo que incluye los supuestos base de la organización, así como la adopción de nuevos hábitos de trabajo.
 3. *Recongelamiento*. Los hábitos introducidos en el punto anterior, al ser asimilados lentamente por los miembros del equipo, se internalizan y se vuelven parte de la cultura. La responsabilidad de la dirección es reforzar este cambio mediante la adopción de políticas y procedimientos de evaluación y reconocimiento del

desempeño humano que asegure los nuevos hábitos de trabajo. Esto es esencial, pues en caso de que se pierda, el cambio puede ser ineficaz o poco duradero.

▪ **Fallas comunes en los procesos de cambio hacia la calidad.**

- a. *Sobrevaluación del enfoque racional.* Muchas veces se supone que con el solo hecho de explicar las razones para cambiar la gente lo hará, lo cual no es posible, pues el cambio de hábitos implica un contenido emocional que conlleva su propio proceso y debe ser controlado. En estos casos se requiere de mejor planeación, de definir mejores objetivos, así como de un mayor conocimiento de la naturaleza de los cambios personales.
- b. *Objetivos mal definidos.* Por no tener una guía clara de las razones del cambio ni de los resultados deseados. Esto conduce a resultados ambiguos que, al no tener una dirección, pueden frustrar el cambio y causar problemas adicionales.
- c. *Problemas mal definidos.* Cuando se desea realizar una modificación cultural, si no se tiene bien determinada la razón del aspecto que se desea modificar, se puede generar un serio problema, pues las diversas perspectivas existentes sobre el mismo aparecerán durante el proceso, lo cual dificultará el cambio planeado.
- d. *Importancia de los individuos.* Para cambiar la cultura de los integrantes de una organización, no solo se requiere un cambio en los individuos: también se requiere que cambie el entorno de la persona. Si se desea mayor iniciativa por parte de los empleados, se les reeduca para ello, pero si las prácticas de supervisión no son las adecuadas, los esfuerzos fracasarán.²⁰

²⁰ Cantú Delgado, Humberto, 2000, pp.84-86, 328-331.

4.5.6 Dificultades en el proceso de aplicación

Se requiere de una inversión económica y de tiempo considerable.

La maquinaria y procesos que se tienen no tan complejos, por lo que no se requiere mano de obra altamente calificada.

El personal siente que se les asigna un problema.

Puede ser desmotivante darles un entrenamiento muy complejo.

El sindicato debe colaborar y no intervenir.

Los trabajadores piensan que se les asigna una carga de trabajo.

Es difícil lograr que todos los empleados se comprometan a realizar las acciones que se requieren para mejorar la calidad en el trabajo ya que sobre todo la gente mayor se resiste a la idea del cambio.

No se puede Constituir un grupo de trabajo responsable de la planeación, instrumentación y evaluación de la educación, capacitación y difusión ya que se tiene saturado de trabajo a los empleados, por ejemplo, el encargado de producción también se encarga de los recursos humanos y algunas veces de las ventas.

Para inculcar al personal nuevos hábitos de trabajo se deben:

Definir los recursos y tiempos necesarios para desarrollar las actividades de educación, capacitación y difusión.

Determinar los temas para la sensibilización y capacitación.

Elaborar los contenidos de los cursos y talleres.

Determinar los aspectos y elementos esenciales para la difusión del programa diseñar y elaborar los medios de difusión (trípticos, escritos, carteles, etc.).

Realizar los cursos y talleres.

Todo esto requiere del apoyo, compromiso y soporte educativo muy fuerte por parte de la alta dirección para apoyar en todos los aspectos el proceso de capacitación.

Como se necesita una inversión económica y de tiempo, la gerencia quiere ver los resultados de forma inmediata.

4.5.7 Procedimientos para la distribución de la planta

Los procedimientos se pueden clasificar en dos grandes categorías:

- Tipo constructivo: Básicamente involucran desarrollar la distribución partiendo desde cero.
- Tipo mejora: Generan distribuciones alternativas basadas en una distribución existente.

Los tipos básicos de distribución de planta son: distribución enfocada al producto y distribución enfocada al proceso.²¹

Distribución enfocada al producto

Ventajas	Limitaciones
1. Flujo simple, lógico y directo 2. Pequeñas cantidades de trabajo en proceso 3. El tiempo total de producción por unidad es muy corto 4. Se reducen los requerimientos de manejo de materiales 5. No se requiere mano de obra altamente calificada 6. El control de producción es simple 7. Se puede usar equipo especializado	1. La falla de una máquina para la línea 2. Cambio en el diseño del producto causan que la distribución sea obsoleta 3. La estación más lenta establece la velocidad de producción 4. Requiere supervisión general 5. La inversión en equipo es generalmente alta

²¹ Tompkins, White, Bozer, Frazelle, Tanchoco, Treviño, pp. 70-74.

Distribución enfocada al proceso

Ventajas	Limitaciones
1. Se puede usar maquinaria de propósito general 2. Es altamente flexible en cuanto a cambios en productos, mezcla de producción y demanda 3. El personal ejecuta una diversidad de tareas 4. Altamente flexible para asignar personal y equipo	1. Se incrementa el manejo de material 2. El control de producción es más complicado 3. Se incrementa el trabajo en proceso y el tiempo de producción 4. Requiere personal capacitado para realizar diversidad de tareas 5. baja utilización de la maquinaria

4.5.8 Dificultades en el proceso de aplicación

En la figura 1.3.1 se puede observar que la distribución que actualmente tiene la planta tiende a la de producto, de hecho es la mejor opción para la fábrica, por lo tanto es importante la colocación de la maquinaria en base a la secuencia de las operaciones en la elaboración del producto.

Para cumplir con lo anterior se hace necesaria la reubicación de la carda y continua Macías a la bodega de hilo Nm1/4 y 1/2.5 y viceversa para reducir el tiempo de transporte de materiales de las continuas a la conera, así como la fatiga del operario.

Este cambio necesita de un tiempo considerable mientras se hace la reubicación y se vuelve a nivelar la producción.

La gerencia no cuenta con tiempo ni hilo almacenado para surtir a sus clientes internos y externos mientras se realiza este cambio.

El cambio no asegura que las demás causas de paro detectadas en los diagramas causa-efecto van a disminuir.

4.5.9 Muestreo del trabajo

El muestreo del trabajo es una técnica para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de determinada actividad.

El muestreo del trabajo (conocido también por «muestreo de actividades», «método de observaciones instantáneas», «método de observaciones aleatorias» y «control estadístico de actividades») es una técnica que, como su nombre lo indica, se basa en el muestreo. Veamos ante todo porqué resulta necesaria.

Para obtener una visión completa y exacta del tiempo productivo y del tiempo inactivo de todas las máquinas en una zona dada de producción, será necesario observar continuamente cada una de las máquinas de dicha zona y registrar el momento y la causa de cada interrupción. Pero es algo evidentemente imposible de realizar, a menos que una multitud de trabajadores se dedicara exclusivamente a esa tarea, lo que sería absurdo en la práctica.

Sin embargo, si fuera posible observar de una ojeada qué hace cada máquina de una fábrica en determinado momento, quizá se descubriera que, por ejemplo, 80 por ciento de las máquinas están funcionando y 20 por ciento están paradas. Si se hiciera lo mismo veinte veces más a distintas horas del día, y si cada vez la proporción de máquinas que estuviera funcionando fuera de 80 por ciento, podría decirse con cierta seguridad que en todo momento hay 80 por ciento de las máquinas en funcionamiento.

Como generalmente tampoco es posible aplicar esta técnica, hay que optar por la que le sigue en orden de preferencia: se hace una serie de recorridos del taller a intervalos

aleatorios observando las máquinas que funcionan, las que están paradas y la causa de cada inmovilización. He aquí la base de la técnica de **muestreo del trabajo**. Si el tamaño de la muestra es suficientemente grande y las observaciones se efectúan realmente al azar, existe una buena probabilidad de que dichas observaciones reflejen la situación real, con un margen determinado de error por exceso o por defecto.²²

4.5.10 Ventajas en el proceso de aplicación

A diferencia del costoso y poco práctico método de observación continua, el muestreo del trabajo se basa principalmente en la **ley de probabilidades**. La probabilidad se ha definido como «el grado de probabilidad de que se produzca un acontecimiento».

Para efectos de la tesis se utilizará el muestreo del trabajo considerando las ventajas siguientes en relación a los procedimientos ya mencionados anteriormente. Tales ventajas son:

- * No requiere observación continua durante un período de tiempo largo.
- * El tiempo de trabajo en papeleo disminuye.
- * El tiempo necesario para la obtención de datos es menor.
- * El operario no está expuesto a largos períodos de observaciones cronométricas.
- * Se puede realizar la observación de forma individual o grupal.
- * No se necesita de una inversión económica.
- * Detecta las causas más significativas que afectan el proceso.

²² Kanawaty, George, 1986, pp.199-200.

4.6 Elaboración del muestreo del trabajo

En este estudio se determinarán las causas más frecuentes (obtenidas del diagrama causa-efecto para las máquinas que intervienen en el proceso de hilatura por anillos) que provocan el mayor número de paros, una vez que se identifiquen se podrán determinar que acciones tomar par reducir las causas por las que se presentan los problemas más importantes. Posteriormente se utilizó el principio de Pareto en donde se considera que los problemas de cualquier proceso son provocados por muy pocas causas, se dice que el 20% de estas causas provocan el 80% de los problemas.

Es importante señalar que se muestrearon la totalidad de las máquinas, tanto en el estudio piloto como en el definitivo. En el primero se tomaron 10 observaciones por día y por máquina ya que se muestreaba 9 horas de Lunes a Viernes durante 2 semanas, mientras en el segundo se tomaron 8 observaciones por día y por máquina debido a que se muestreaba de Lunes a Sábado 7 horas durante 9 semanas.

4.7 Estimación de la proporción

Para determinar la proporción inicial para calcular el número de observaciones necesarias, se realizó un estudio piloto para cada máquina. Cada uno de ellos en base a 100 observaciones.

4.8 Estudio piloto

Se realizó un estudio piloto de 100 observaciones distribuidas aleatoriamente, en 10 días (dos semanas de Lunes a Viernes); por lo tanto en 1 día se realizaron 10 observaciones.

El estudio piloto se efectuó en el salón A que tiene a la Carda y Continua Befama, el B en el cual esta la Carda y Continua Macías, en parte del C donde se ubica la Conera y en el Cuarto del Batiente.

Estas observaciones se tomaron dentro de un horario de 8:00am - 15:30pm. y de 17:00pm a 19:00pm. Cabe mencionar que no se realizaron observaciones dentro del período de desayuno (9:30am - 10:00am).

En la **Tabla 4.8.1** se puede apreciar que para el estudio de la Carda Befama, la proporción más frecuente de paro fue la de Carda sucia con un 31%, esto significa que de 100 paros de la máquina, en 31 de ellos la causa fue porque la Carda estaba sucia. Utilizando esta proporción se procedió a calcular el número de observaciones para el estudio definitivo.

Tabla 4.8.1*

Proporciones del estudio piloto Carda Befama

<i>Causas de paro</i>	<i>Porcentaje</i>
Carda sucia	31 %
Falla mecánica (baleros)	19 %
Rotura de correín	10 %
Tubo del falso sucio	8 %
Rotura de velo por material irregular	7 %
Borra superficial	6 %
Mechas enredan en divisor sucio	5 %
Rotura de mechas	5 %
Mechas enredan en correín sucio	4 %
Cargador vacío	2 %
Esperando refacción	2 %
Necesidades personales	1 %
TOTAL	100 %

En la **Tabla 4.8.2** se aprecian los resultados del estudio piloto para la Carda Macías, la proporción más frecuente de paro fue Carda sucia con un 44%, esto significa que de 100 paros de la máquina, en 44 de ellos la causa fue porque la Carda estaba sucia. Utilizando esta proporción se procedió a calcular el número de observaciones para el estudio definitivo.

Es importante señalar que en ambos estudios, la proporción más significativa por la que una Carda permanece parada se debió a que la Carda estaba sucia y se estaba limpiando. Esto puede interpretarse como que el problema puede ser el mismo en ambas máquinas. Esto podrá corroborarse una vez realizado el estudio definitivo.

Tabla 4.8.2*

Proporciones del estudio piloto Carda Macías

<i>Causas de paro</i>	<i>Porcentaje</i>
Carda sucia	44 %
Falla mecánica (baleros)	16 %
Rotura de correín	8 %
Rotura de velo por material irregular	8 %
Borra superficial	8 %
Mechas enredan en divisor sucio	7 %
Necesidades personales	5 %
Rotura de mechas	4 %
TOTAL	100 %

En la **Tabla 4.8.3** se puede apreciar que para el estudio de la Continua Befama lado A, la proporción más frecuente de paro fue la de Cambio de mudada con un 36%, esto significa que de 100 paros de la máquina, en 36 de ellos la causa fue porque se estaba realizando el Cambio de mudada. Utilizando esta proporción se procedió a calcular el número de observaciones para el estudio definitivo.

Tabla 4.8.3*

Proporciones del estudio piloto Continua Befama lado A

<i>Causa de paro</i>	<i>Porcentaje</i>
Cambio de mudada	36 %
Cambio de carretes	25 %
Material terminado	20 %
Ausencia de operario	7 %
Carretes o Quesos falsos (una punta)	4 %
Material electrizado	2 %
Intercambio de carretes	2 %
Rotura de la banda	1 %
Borra superficial	1 %
Cambiando cursador	1 %
Necesidades personales del trabajador	1 %
TOTAL	100 %

En la **Tabla 4.8.4** se aprecian los resultados del estudio piloto para la Continua Befama lado B, la proporción más frecuente de paro fue la de Cambio de mudada con un 44%, esto significa que de 100 paros de la máquina, en 44 de ellos la causa fue porque se estaba realizando el Cambio de mudada en la máquina. Utilizando esta proporción se procedió a calcular el número de observaciones para el estudio definitivo.

Tabla 4.8.4*
Proporciones del estudio piloto Continua Befama lado B

<i>Causas de paro</i>	<i>Porcentaje</i>
Cambio de mudada	44 %
Cambio de carretes	21 %
Material terminado	16 %
Carretes falsos (una punta)	9 %
Borra superficial	6 %
Ausencia de operario	3 %
Rotura de la banda	1 %
TOTAL	100 %

En la **Tabla 4.8.5** se puede apreciar que para el estudio de la Continua Macías lado C, la proporción más frecuente de paro fue la de Cambio de mudada con un 63%, esto significa que de 100 paros de la máquina, en 63 de ellos la causa fue porque se estaba realizando el Cambio de mudada. Utilizando esta proporción se procedió a calcular el número de observaciones para el estudio definitivo.

Tabla 4.8.5*
Proporciones del estudio piloto Continua Macías lado C

<i>Causas de paro</i>	<i>Porcentaje</i>
Cambio de mudada	63 %
Material terminado	17 %
Cambio de quesos	7 %
Espera carritos para colocar bobinas llenas	5 %
Ausencia de operario	2 %
Quesos falsos (una punta)	1 %
Borra superficial	1 %
Cambiando cursador	1 %
Quesos sin punta o falsos (una punta)	1 %
Falla mecánica	1 %
Intercambio de quesos	1 %
TOTAL	100 %

En la **Tabla 4.8.6** se aprecian los resultados del estudio piloto para la Continua Befama lado B, la proporción más frecuente de paro fue la de Cambio de mudada con un 65%, esto significa que de 100 paros de la máquina, en 65 de ellos la causa fue porque se estaba realizando el Cambio de mudada en la máquina. Utilizando esta proporción se procedió a calcular el número de observaciones para el estudio definitivo.

Tabla 4.8.6*

Proporciones del estudio piloto Continua Macías lado D

<i>Causas de paro</i>	<i>Porcentaje</i>
Cambio de mudada	65 %
Material terminado	16 %
Cambio de quesos	8 %
Quesos falsos (una punta)	3 %
Ausencia de operario	2 %
Cambiando cursador	2 %
Borra superficial	1 %
Quesos sin punta o falsos (una punta)	1 %
Falla mecánica	1 %
Necesidades personales del trabajador	1 %
TOTAL	100 %

Es importante señalar que en estos últimos cuatro estudios, la proporción más significativa por la que una Continua permanece parada se debió a que las Continuas Befama y Macías habían llenado de hilo las bobinas y estaban siendo reemplazadas por malacates vacíos, la operación involucra también corregir las roturas de pabilos antes de reactivar la máquina. Esto puede interpretarse como que el problema puede ser el mismo en ambas máquinas. Esto podrá corroborarse una vez realizado el estudio definitivo.

En la **Tabla 4.8.7** se aprecian los resultados del estudio piloto para la Conera lado A, la proporción más frecuente de paro fue la de No hay en existencia bobinas de hilo con un 45%, esto significa que de 100 paros de la máquina, en 45 de ellos la causa fue porque no se tenían bobinas de hilo para seguir enconando. Utilizando esta proporción se procedió a calcular el número de observaciones para el estudio definitivo.

Tabla 4.8.7*

Proporciones del estudio piloto Conera lado A

<i>Causas de paro</i>	<i>Porcentaje</i>
No hay en existencia bobinas de hilo	45 %
Cilindro guía hilos enmarañado	40 %
Necesidades personales	10 %
Falta de suministro de bobinas	5 %
TOTAL	100 %

En la **Tabla 4.6.8** se aprecian los resultados del estudio piloto para la Conera lado B, la proporción más frecuente de paro fue la de Cilindro guía hilos enmarañado con un 64%, esto significa que de 100 paros de la máquina, en 64 de ellos la causa fue porque se había enmarañado el cilindro guía hilos. Utilizando esta proporción se procedió a calcular el número de observaciones para el estudio definitivo.

Tabla 4.8.8*

Proporciones del estudio piloto Conera lado B

<i>Causas de paro</i>	<i>Porcentaje</i>
Cilindro guía hilos enmarañado	64 %
Falta de suministro de bobinas	17 %
Necesidades personales	13 %
No hay en existencia bobinas de hilo	6 %
TOTAL	100 %

En la **Tabla 4.8.9** se aprecian los resultados del estudio piloto para el Batiente, la proporción más frecuente de paro fue la de Preparación para una nueva partida con un 30%, esto significa que de 100 paros de la máquina, en 30 de ellos la causa fue porque se estaba preparando una nueva partida de material. Utilizando esta proporción se procedió a calcular el número de observaciones para el estudio definitivo.

Tabla 4.8.9*

Proporciones del estudio piloto Batiente

<i>Causas de paro</i>	<i>Porcentaje</i>
Preparación para una nueva partida	30 %
Quitar material plastificado	14 %
Cuarto de fibras lleno	14 %
Falta suministro de fibras	13 %
Conductos de aire atascados	7 %
No hay orden de trabajo	6 %
Falla eléctrica	6 %
Borra superficial	5 %
Falla mecánica (estrellas, engranes)	3 %
Necesidades personales	2 %
TOTAL	100 %

* Las causas de paro obtenidas de los diagramas causa-efecto para cada una de las máquinas que intervienen en el proceso de hilatura por anillos que no aparecen en sus respectivas tablas de resultados del muestreo del trabajo, se debe a que durante el estudio piloto no se presentó ninguna observación, es decir tiene un porcentaje de cero.

4.9 Determinación del tamaño de muestra

Utilizando las proporciones obtenidas en el estudio piloto para cada una de las máquinas, se procede a calcular el tamaño de muestra adecuado. Si el tamaño de la muestra es suficientemente grande y las observaciones se efectúan realmente al azar, existe una buena probabilidad de que dichas observaciones reflejen la situación real, con un margen determinado de error por exceso o por defecto. Se tomo un error de estimación del 5 % y un nivel de confianza del 95 %.

La formula ya descrita en el capítulo 5 para obtener el número de observaciones es la siguiente:

$$n = 4 p (1 - p) / A^2$$

En donde:

A = Error de estimación.

p = Proporción obtenida del estudio piloto.

n = Número total de observaciones.

En el caso del estudio piloto para la Carda Befama, la proporción más frecuente de paro fue la de Carda sucia con un 31 %, de esta forma se utiliza la información en la fórmula:

$$n = \frac{4 (0.31) (1 - 0.31)}{(0.05)^2}$$

$$n = 342.24 \text{ observaciones}$$

En e caso del estudio piloto para la Carda Macías, la proporción más frecuente de paro fue la de Carda sucia con un 44%, de esta forma se vacía la información en la formula:

$$n = \frac{4 (0.44) (1 - 0.44)}{(0.05)^2}$$

$$n = 394.24 \text{ observaciones}$$

En el caso del estudio piloto para la Continua Befama lado A, la proporción más frecuente de paro fue la de Cambio de mudada con un 39 %, de esta forma se utiliza la información en la fórmula:

$$n = \frac{4 (0.39) (1 - 0.39)}{(0.05)^2}$$

$$n = 380.64 \text{ observaciones}$$

En el caso del estudio piloto para la Continua Befama lado B, la proporción más frecuente de paro fue la de Cambio de mudada con un 44%, de esta forma se vacía la información en la formula:

$$n = \frac{4 (0.44) (1 - 0.44)}{(0.05)^2}$$

n = 394.24 observaciones

En el caso del estudio piloto para la Continua Macías lado C, la proporción más frecuente de paro fue la de Cambio de mudada con un 63%, de esta forma se utiliza la información en la fórmula:

$$n = \frac{4 (0.63) (1 - 0.63)}{(0.05)^2}$$

n = 372.96 observaciones

En el caso del estudio piloto para la Continua Macías lado D, la proporción más frecuente de paro fue la de Cambio de mudada con un 65%, de esta forma se vacía la información en la formula:

$$n = \frac{4 (0.65) (1 - 0.65)}{(0.05)^2}$$

n = 364 observaciones

En el caso del estudio piloto para la Conera lado A, la proporción más frecuente de paro fue la de No hay en existencia bobinas de hilo con un 45%, de esta forma se utiliza la información en la fórmula:

$$n = \frac{4 (0.45) (1 - 0.45)}{(0.05)^2}$$

n = 396 observaciones

En el caso del estudio piloto para la Conera lado B, la proporción más frecuente de paro fue la de Cilindro guía hilos enmarañado con un 64%, de esta forma se vacía la información en la fórmula:

$$n = \frac{4 (0.64) (1 - 0.64)}{(0.05)^2}$$

n = 368.64 observaciones

En el caso del estudio piloto para el Batiente, la proporción más frecuente de paro fue la de Preparación para una nueva partida con un 30%, de esta forma se utiliza la información en la fórmula:

$$n = \frac{4 (0.30) (1 - 0.30)}{(0.05)^2}$$

n = 336 observaciones

Para facilitar los estudios se decidió realizarlos con un tamaño de muestra de 400 observaciones, cabe mencionar que de esta forma se asegura también el mayor tamaño de muestra posible con un error de estimación del 5%.

Es importante mencionar que las observaciones fueron tomadas únicamente en caso de encontrar la máquina parada.

4.10 Determinación de la frecuencia de las observaciones

Una vez determinado el tamaño de muestra se procedió a distribuir las 400 observaciones entre el número de días y de horas en las que se realizó el estudio definitivo.

En este estudio se determinó realizar las observaciones en un período de 9 semanas durante 50 días. Se muestreo de Lunes a Sábado, dentro de un horario de 07:20 a 15:20 horas, de esta forma se evitaron observaciones hechas en la noche, entre cambio de turnos y descansos para comidas (9:30 a 10:00 horas.), buscando así realizar las observaciones, cuando los trabajadores se encuentran laborando. Esto implicó un total de 8 horas por día.

Ahora calculamos el número de observaciones a realizar por día y por máquina:

$400 \text{ observaciones por máquina} / 50 \text{ días} = 8 \text{ observaciones diarias por máquina.}$

Es decir se tomaron 8 observaciones para la Carda Befama en un día y otras 8 para la Carda Macías en el mismo día al igual que para el resto de las máquinas (Continua

Befama lado A, Continua Befama lado B, Continua Macías lado C, Continua Macías lado D, Conera lado A, Conera lado B, y Batiente) durante 50 días, hasta completar las 400 observaciones por máquina.

Una vez determinadas las observaciones por día se calcularon las que se debían tomar por hora para cada máquina:

8 observaciones diarias por máquina / 8 hrs. de muestreo por día = 1 observación por hora para cada máquina

El resultado arrojó 1 observación por hora para cada máquina, o dicho de otra manera en 1 hora se debe recabar 1 observación por máquina para totalizar 9 observaciones (9 máquinas) en 1 hora.

4.11 Estudio definitivo

Este estudio tuvo una duración de 9 semanas. Muestreando de Lunes a Sábado, 50 días en total. Una vez reunidas las 400 observaciones de cada máquina se construyeron sus correspondientes tablas. Ver **Tablas 4.11.1, 4.11.2, 4.11.3, 4.11.4, 4.11.5, 4.11.6, 4.11.7, 4.11.8 y 4.11.9**. En ellas se pueden apreciar las observaciones por categoría., así como el porcentaje total de cada una.

Tabla 4.11.1*

RESULTADOS FINALES DEL ESTUDIO PARA LA CARDA BEFAMA

<i>Causas de paro</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Porcentaje</i>
Carda sucia	102	26 %
Falla mecánica (baleros)	60	15 %
Rotura de velo por material irregular	49	12 %
Rotura de correín	45	11 %
Tubo del falso sucio	34	9 %
Mechas enredan en divisor sucio	31	8 %
Borra superficial	23	6 %
Rotura de mechas	19	5 %
Mechas enredan en correín sucio	15	4 %
Cargador vacío	10	3 %
Esperando refacción	8	2 %
Necesidades personales	2	1 %
Falla eléctrica	2	1 %
TOTAL	400	100 %

Tabla 4.11.2*

RESULTADOS FINALES DEL ESTUDIO PARA LA CARDA MACÍAS

<i>Causas de paro</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Porcentaje</i>
Carda sucia	152	38 %
Falla mecánica (baleros)	54	14 %
Rotura de correín	51	13 %
Rotura de velo por material irregular	43	11 %
Borra superficial	27	7 %
Mechas enredan en divisor sucio	22	6 %
Rotura de mechas	20	5 %
Mechas enredan en correín sucio	12	3 %
Cargador vacío	7	2 %
Esperando refacción	6	2 %
Necesidades personales	5	1 %
Falla eléctrica	1	0 %
TOTAL	400	100 %

Tabla 4.11.3*

RESULTADOS FINALES DEL ESTUDIO PARA CONTINUA BEFAMA LADO A

<i>Causas de paro</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Porcentaje</i>
Cambio de mudada	154	39 %
Cambio de carretes	98	25 %
Material terminado	54	14 %
Material electrizado, enreda en flecha / tren est.	32	8 %
Rotura de la banda	22	6 %
Borra superficial	13	3 %
Carretes falsos (una punta)	10	3 %
Ausencia de operario	9	2 %
Intercambio de carretes	4	1 %
Cambiando cursador	2	1 %
Necesidades personales del trabajador	2	1 %
TOTAL	400	100 %

Tabla 4.11.4*

RESULTADOS FINALES DEL ESTUDIO PARA CONTINUA BEFAMA LADO B

<i>Causas de paro</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Porcentaje</i>
Cambio de mudada	170	43 %
Cambio de carretes	90	23 %
Material terminado	48	12 %
Carretes falsos (una punta)	39	10 %
Borra superficial	22	6 %
Ausencia de operario	9	2 %
Intercambio de carretes	7	2 %
Cambio de carrete por ser inoperable	7	2 %
Material electrizado, enreda en flecha / tren est.	3	1 %
Rotura de la banda	3	1 %
Necesidades personales del trabajador	2	1 %
TOTAL	400	100 %

Tabla 4.11.5*

RESULTADOS FINALES DEL ESTUDIO PARA CONTINUA MACÍAS LADO C

<i>Causas de paro</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Porcentaje</i>
Cambio de mudada	225	56 %
Material terminado	59	15 %
Ausencia de operario	52	13 %
Cambio de quesos	25	6 %
Espera carritos para colocar bobinas llenas	18	5 %
Quesos falsos (una punta)	7	2 %
Borra superficial	4	1 %
Cambiando cursador	4	1 %
Falla mecánica	2	1 %
Quesos sin punta o falsos (una punta)	2	1 %
Intercambio de quesos	2	1 %
TOTAL	400	100 %

Tabla 4.11.6*

RESULTADOS FINALES DEL ESTUDIO PARA CONTINUA MACÍAS LADO D

<i>Causas de paro</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Porcentaje</i>
Cambio de mudada	220	55 %
Material terminado	57	14 %
Ausencia de operario	53	13 %
Cambio de Quesos	29	7 %
Espera carritos para colocar bobinas llenas	14	4 %
Quesos falsos (una punta)	11	3 %
Cambiando cursador	6	2 %
Borra superficial	4	1 %
Quesos sin punta o falsos (una punta)	2	1 %
Necesidades personales del trabajador	2	1 %
Falla mecánica	2	1 %
TOTAL	400	100 %

Tabla 4.11.7*

RESULTADOS FINALES DEL ESTUDIO PARA LA CONERA LADO A

<i>Causas de paro</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Porcentaje</i>
No hay en existencia bobinas de hilo	167	42 %
Cilindro guía hilos enmarañado	150	38 %
Falta suministro de bobinas	33	8 %
Necesidades personales	17	4 %
Faltan conos de carton	17	4 %
Limpieza del lugar de trabajo	16	4 %
TOTAL	400	100 %

Tabla 4.11.8*

RESULTADOS FINALES DEL ESTUDIO PARA LA CONERA LADO B

<i>Causas de paro</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Porcentaje</i>
Cilindro guía hilos enmarañado	272	68 %
Falta de suministro de bobinas	56	14 %
No hay en existencia bobinas de hilo	40	10 %
Necesidades personales	16	4 %
Limpieza del lugar de trabajo	8	2 %
Bobina enmarañada	8	2 %
TOTAL	400	100 %

Tabla 4.11.9*

RESULTADOS FINALES DEL ESTUDIO PARA EL BATIENTE

<i>Causas</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Porcentaje</i>
Preparación para una nueva partida	184	31 %
Falta suministro de fibras	108	18 %
Quitar material plastificado	92	16 %
Conductos de aire atascados	80	14 %
Cuarto de fibras lleno	36	6 %
Falla mecánica (estrellas, engranes)	22	4 %
Necesidades personales	20	3 %
No hay orden de trabajo	18	3 %
Borra superficial	12	2 %
Falla eléctrica	12	2 %
Falta de humectación en el material	2	0 %
TOTAL	586	100 %

* Las causas de paro obtenidas de los diagramas causa-efecto para cada una de las máquinas que intervienen en el proceso de hilatura por anillos que no aparecen en sus respectivas tablas de resultados del muestreo del trabajo, se debe a que durante el estudio piloto no se presentó ninguna observación, es decir tiene un porcentaje de cero.

4.12 Elaboración del diagrama de Pareto

Una vez terminado el estudio definitivo se vaciaron todas las observaciones realizadas por categoría, de esta forma se construyeron las **Tablas 4.12.1, 4.12.2, 4.12.3, 4.12.4, 4.12.5, 4.12.6, 4.12.7, 4.12.8 y 4.12.9** mismas que se utilizaron para la elaboración del diagrama de Pareto.

En la **tabla 4.12.1** para la Carda Befama se puede apreciar que las causas más significativas por las que la máquina permanece paradas es debido a la Carda sucia con un 26% del tiempo, en segundo lugar se encuentra la categoría de Falla mecánica (baleros) con un 15%, en tercer lugar se encuentra la Rotura de velo por material irregular con un 12% y finalmente en cuarto lugar tenemos la Rotura de correín con 11%.

En la **tabla 4.12.2** para la Carda Befama se puede apreciar que las causas más significativas por las que la máquina permanece paradas es debido a la Carda sucia con un 38% del tiempo, en segundo lugar se encuentra la categoría de Falla mecánica (baleros) con un 14%, en tercer lugar se encuentra la Rotura de correín con un 12% y finalmente en cuarto lugar tenemos la Rotura de velo por material irregular con 11%.

Tabla 4.12.1**Datos para el diagrama de Pareto (Estudio Carda Befama)**

<i>Causa de paro</i>	<i># de Paros</i>	<i>Total Acum.</i>	<i>% Total</i>	<i>% Acum.</i>
Carda sucia	102	102	26 %	26 %
Falla mecánica (baleros)	60	162	15 %	41 %
Rotura de velo por material irregular	49	211	12 %	53 %
Rotura de correín	45	256	11 %	64 %
Tubo del falso sucio	34	290	9 %	73 %
Mechas enredan en divisor sucio	31	321	8 %	80 %
Borra superficial	23	344	6 %	86 %
Rotura de mechas	19	363	5 %	91 %
Mechas enredan en correín sucio	15	378	4 %	95 %
Cargador vacío	10	388	3 %	97 %
Esperando refacción	8	396	2 %	99 %
Necesidades personales	2	398	1 %	100 %
Falla eléctrica	2	400	1 %	100 %

Tabla 4.12.2**Datos para el diagrama de Pareto (Estudio Carda Macías)**

<i>Causa de paro</i>	<i># de Paros</i>	<i>Total Acum.</i>	<i>% Total</i>	<i>% Acum.</i>
Carda sucia	152	152	38 %	38 %
Falla mecánica (baleros)	54	206	14 %	52 %
Rotura de correín	51	257	13 %	64 %
Rotura de velo por material irregular	43	300	11 %	75 %
Borra superficial	27	327	7 %	82 %
Mechas enredan en divisor sucio	22	349	6 %	87 %
Rotura de mechas	20	369	5 %	92 %
Mechas enredan en correín sucio	12	381	3 %	95 %
Cargador vacío	7	388	2 %	97 %
Esperando refacción	6	394	2 %	99 %
Necesidades personales	5	399	1 %	100 %
Falla eléctrica	1	400	0 %	100 %

Es primordial señalar que las causas significativas por las que una Carda permanece parada son las mismas en ambas máquinas, Befama y Macías. Esto indica que los problemas que provocan estos paros tienen el mismo origen o provienen del mismo proceso.

En la segunda (Carda sucia), tercera (Rotura de velo por material irregular) y en la cuarta causa (Rotura de correín) los porcentajes de ambas Cardas son muy similares, en la Befama se tiene un 15% y en la Macías un 14% sólo un 1% de diferencia. En cuanto a tercera causa se tiene un 12% y un 11%, la diferencia es de 1%. Finalmente en la cuarta causa (Rotura de correín) se tiene para la Befama un 11% y en la Macías un 13%, sólo un 2% de diferencia.

Se puede apreciar una diferencia mayor en la primera categoría en la Carda Befama se obtuvo un 26% y en el segundo un 38%. Esta diferencia se hace notoria ya que es un 12%.

Esta diferencia se debe básicamente a que en la Carda Macías se trabaja con una fibra que contiene más arenilla que la designada para la Befama, la tierra al estar en contacto con los tambores se queda impregnada y se vuelve más difícil y tardada su extracción cuando se realiza la limpieza de la Carda sucia.

En la **tabla 4.12.3** para la Continua Befama lado A se puede apreciar que las causas más significativas por las que la máquina permanece paradas es debido al Cambio de mudada con un 34% del tiempo, en segundo lugar se encuentra la categoría de Cambio de

carretes con un 25%, en tercer lugar se encuentra el Material terminado con un 14% y finalmente en cuarto lugar tenemos al Material electrizado, enreda en flecha con 9%.

En la **tabla 4.12.4** para la Continua Befama lado B se puede apreciar que las causas más significativas por las que la máquina permanece paradas es debido al Cambio de mudada con un 43% del tiempo, en segundo lugar se encuentra la categoría de Cambio de carretes con un 23%, en tercer lugar se encuentra el Material terminado con un 12% y finalmente en cuarto lugar tenemos Carretes falsos (una punta) con 10%.

Tabla 4.12.3

Datos para el diagrama de Pareto (Estudio Continua Befama lado A)

<i>Causa de paro</i>	<i># de Paros</i>	<i>Total Acum</i>	<i>% Total</i>	<i>% Acum</i>
Cambio de mudada	154	154	39 %	39 %
Cambio de carretes	98	252	25 %	63 %
Material terminado	54	306	14 %	77 %
Material electrizado, enreda en flecha /tren est	32	338	8 %	85 %
Rotura de la banda	22	360	6 %	90 %
Borra superficial	13	373	3 %	93 %
Carretes falsos (una punta)	10	383	3 %	96 %
Ausencia de operario	9	392	2 %	98 %
Intercambio de carretes	4	396	1 %	99 %
Cambiando cursador	2	398	1 %	100 %
Necesidades personales del trabajador	2	400	1 %	100 %

Tabla 4.12.4

Datos para el diagrama de Pareto (Estudio Continua Befama lado B)

<i>Causa de paro</i>	<i># de Paros</i>	<i>Total Acum</i>	<i>% Total</i>	<i>% Acum</i>
Cambio de mudada	170	170	43 %	43 %
Cambio de carretes	90	260	23 %	65 %
Material terminado	48	308	12 %	77 %
Carretes falsos (una punta)	39	347	10 %	87 %
Borra superficial	22	369	6 %	92 %
Ausencia de operario	9	378	2 %	95 %
Intercambio de carretes	7	385	2 %	96 %
Cambio de carrete por ser inoperable	7	392	2 %	98 %
Material electrizado, enreda en flecha /tren est	3	395	1 %	99 %
Rotura de la banda	3	398	1 %	100 %
Necesidades personales del trabajador	2	400	1 %	100 %

Es primordial señalar que las causas significativas por las que una Continua Befama permanece parada son las mismas en ambos lados, A y B. Esto indica que los problemas que provocan estos paros tienen el mismo origen o provienen del mismo proceso.

En la segunda (Cambio de carretes), y tercera (Material terminado) los porcentajes de ambos lados son muy similares, en el A se tiene un 25% y en B un 23% sólo un 2% de diferencia. En cuanto a tercera causa se tiene un 14% y un 12%, la diferencia es de 2%.

Se puede apreciar que la diferencia en la primera categoría entre ambos lados fue de sólo un 4%.

En la **tabla 4.12.5** para la Continua Macías lado C se puede apreciar que las causas más significativas por las que la máquina permanece paradas es debido al Cambio de mudada con un 56% del tiempo, en segundo lugar se encuentra la categoría de Material terminado con un 15%, en tercer lugar se encuentra la Ausencia de operario con un 13% y finalmente en cuarto lugar tenemos el Cambio de Quesos con 6%.

En la **tabla 4.12.6** para la Continua Macías lado D se puede apreciar que las causas más significativas por las que la máquina permanece paradas es debido al Cambio de mudada con un 55% del tiempo, en segundo lugar se encuentra la categoría de Material terminado con un 14%, en tercer lugar se encuentra la Ausencia de operario con un 13% y finalmente en cuarto lugar tenemos el Cambio de Quesos con 7%.

Tabla 4.12.5

Datos para el diagrama de Pareto (Estudio Continua Macías lado C)

<i>Causa de paro</i>	<i># de Paros</i>	<i>Total Acum</i>	<i>% Total</i>	<i>% Acum</i>
Cambio de mudada	225	225	56 %	56 %
Material terminado	59	284	15 %	71 %
Ausencia de operario	52	336	13 %	84 %
Cambio de quesos	25	361	6 %	90 %
Espera carritos para colocar bobinas llenas	18	379	5 %	95 %
Quesos falsos (una punta)	7	386	2 %	97 %
Borra superficial	4	390	1 %	98 %
Cambiando cursador	4	394	1 %	99 %
Falla mecánica	2	396	1 %	99 %
Quesos sin punta o falsos (una punta)	2	398	1 %	100 %
Intercambio de quesos	2	400	1 %	100 %

Tabla 4.12.6

Datos para el diagrama de Pareto (Estudio Continua Macías lado D)

<i>Causa de paro</i>	<i># de Paros</i>	<i>Total Acum</i>	<i>% Total</i>	<i>% Acum</i>
Cambio de mudada	220	220	55 %	55 %
Material terminado	57	277	14 %	69 %
Ausencia de operario	53	330	13 %	83 %
Cambio de quesos	29	359	7 %	90 %
Espera carritos para colocar bobinas llenas	14	373	4 %	93 %
Quesos falsos (una punta)	11	384	3 %	96 %
Cambiando cursador	6	390	2 %	98 %
Borra superficial	4	394	1 %	99 %
Quesos sin punta o falsos (una punta)	2	396	1 %	99 %
Necesidades personales del trabajador	2	398	1 %	100 %
Falla mecánica	2	400	1 %	100 %

Como se puede apreciar las causas que originan los paros son las mismas, pero además no existe una diferencia en cuanto a los porcentajes de ambos lados, esto se debe a que la máquina tiene un solo motor para el lado C y D, por lo que detener uno implica parar el otro lado.

Podemos ver que la causa significativas por las que las Continua Befama y Macías permanece parada son las mismas en ambas máquinas. Esto indica que los problemas que provocan estos paros tienen el mismo origen o provienen del mismo proceso.

Se puede observar una gran diferencia de alrededor del 13% entre los porcentajes por Cambio de mudadas de la Carda Befama y la Macías.

Esta diferencia se debe principalmente a que en la Continua Macías (ambos lados) al momento de parar la maquina para hacer la mudada, se rompen o ya se habían roto algunos pabilos de los quesos, por lo que además de reemplazar las bobinas antes de activar la máquina también se tienen que corregir la rotura de los pabilos, esto demora aún más el cambio de mudada. En la Continua Befama (ambos lados) también se presenta esta situación pero no es tan frecuente debido a que la calidad de los pabilos provenientes de la Carda es un poco mejor.

En la **tabla 4.12.7** para la Conera lado A se puede apreciar que las causas más significativas por las que la máquina permanece paradas es debido a que No hay en existencia bobinas de hilo con un 42% del tiempo, en segundo lugar se encuentra la categoría de Cilindro guía hilos enmarañado con un 38%, en tercer lugar se encuentra las Necesidades personales con un 8% y finalmente en cuarto lugar tenemos la Falta de suministro de bobinas con 4%.

En la **tabla 4.12.8** para la Conera lado B se puede apreciar que las causas más significativas por las que la máquina permanece paradas es por el Cilindro guía hilos enmarañado con un 68% del tiempo, en segundo lugar se encuentra la categoría de Falta de suministro de bobinas con un 14%, en tercer lugar se encuentra las Necesidades personales con un 10% y finalmente en cuarto lugar tenemos la de No hay en existencia bobinas de hilo con 4%.

Tabla 4.12.7

Datos para el diagrama de Pareto (Estudio de Conera lado A)

<i>Causa de paro</i>	<i># de Paros</i>	<i>Total Acum.</i>	<i>% Total</i>	<i>% Acum.</i>
No hay en existencia bobinas	167	167	42 %	42 %
Cilindro guía hilos enmarañado	150	317	38 %	79 %
Falta suministro de bobinas	33	350	8 %	88 %
Necesidades personales	17	367	4 %	92 %
Faltan conos de cartón	17	384	4 %	96 %
Limpieza del lugar de trabajo	16	400	4 %	100 %

Tabla 4.12.8

Datos para el diagrama de Pareto (Estudio Conera lado B)

<i>Causa de paro</i>	<i># de Paros</i>	<i>Total Acum.</i>	<i>% Total</i>	<i>% Acum.</i>
Cilindro guía hilos enmarañado	272	272	68 %	68 %
Falta de suministro de bobinas	56	328	14 %	82 %
No hay en existencia bobinas	40	368	10 %	92 %
Necesidades personales	16	384	4 %	96 %
Limpieza del lugar de trabajo	8	392	2 %	98 %
Bobinas enmarañadas	8	400	2 %	100 %

Es primordial señalar que las causas significativas por las que la Conera permanece parada son las mismas en ambos lados, A y B. Esto indica que los problemas que provocan estos paros tienen el mismo origen o provienen del mismo proceso.

Las cuatro primeras causas de paro en la Conera del lado A son las mismas que en el lado B, pero al darles prioridad ocupan diferente importancia.

Se puede apreciar una gran diferencia de porcentaje entre las causas que provocan el paro del la Conera lado A respecto a las del lado B.

Esta diferencia se debe básicamente a que la Conera lado A esta destinada a bobinar hilo Nm1/4, mientras que para el lado B se encona hilo Nm1/2.5 que tiene menos torsión y en consecuencia resistencia al momento de bobinarse por lo que se enmaraña en el cilindro guía hilos con mayor frecuencia.

En la **tabla 4.12.9** para el Batiente se puede apreciar que las causas más significativas por las que la máquina permanece paradas es por la Preparación para una nueva partida con un 68% del tiempo, en segundo lugar se encuentra la categoría de Falta de suministro de fibras con un 14%, en tercer lugar se encuentra Quitar material plastificado con un 10% y finalmente en cuarto lugar tenemos cuarto de fibras lleno con 4%.

Tabla 4.12.9
Datos para el diagrama de Pareto (Estudio Batiente)

<i>Causa de paro</i>	<i># de Paros</i>	<i>Total Acum.</i>	<i>% Total</i>	<i>% Acum.</i>
Preparación para una nueva partida	184	184	31 %	31 %
Falta suministro de fibras	108	292	18 %	50 %
Quitar material plastificado	92	384	16 %	66 %
Conductos de aire atascados	80	464	14 %	79 %
Cuarto de fibras lleno	36	500	6 %	85 %
Falla mecánica (estrellas, engranes)	22	522	4 %	89 %
Necesidades personales	20	542	3 %	92 %
No hay orden de trabajo	18	560	3 %	96 %
Borra superficial	12	572	2 %	98 %
Falla eléctrica	12	584	2 %	100 %
Falta de humectación en el material	2	586	0 %	100 %

También en estas 9 tablas se pueden observar los resultados de forma acumulada. Esto permitirá utilizar el principio de Pareto en donde el 20% de las causas provoca el 80% de los paros. En el **apéndice E** se puede apreciar el diagrama de Pareto para las 9 máquinas.

En estos diagramas se puede apreciar claramente cuales son las causa de paro que más se presentan de manera significativa.

Utilizando las **tablas 4.12.1 a 4.12.9** se construyo lo siguiente para el estudio de las Cardas, Continuas, Conera y Batiente.

Tabla 4.12.10

Causas más significativas de paro en el estudio de la Carda Befama

<i>Causa de paro</i>	<i>Porcentaje total</i>	<i>Porcentaje acum.</i>
Carda sucia	26 %	26 %
Falla mecánica (baleros)	15 %	41 %
Rotura de velo por material irregular	12 %	53 %
Rotura de correín	11 %	64 %

Se observa que dentro de las cuatro primeras causas, se acumulo el 64% del tiempo ocioso de la Carda Befama.

Del mismo modo se determinó para la Carda Macías lo siguiente

Tabla 4.12.11

Causas más significativas de paro en el estudio de la Carda Macías

<i>Causa de paro</i>	<i>Porcentaje total</i>	<i>Porcentaje acum.</i>
Carda sucia	38 %	38 %
Falla mecánica (baleros)	14 %	52 %
Rotura de correín	13 %	64 %
Rotura de velo por material irregular	11 %	75 %

Como se puede apreciar dentro de las cuatro primeras causas se acumuló el 75% del tiempo ocioso en la Carda Macías.

De igual forma se obtuvo para la Continua Befama lado A lo siguiente:

Tabla 4.12.12

Causas más significativas de paro en el estudio de la Continua Befama lado A

<i>Causa de paro</i>	<i>Porcentaje total</i>	<i>Porcentaje acum.</i>
Cambio de mudada	39 %	39 %
Cambio de carretes	25 %	64 %
Material terminado	14 %	78 %
Material electrizado, enreda en flecha	8 %	86 %

Podemos notar que dentro de las primeras cuatro causas, se acumuló el 86% del tiempo ocioso de la Continua Befama lado A.

De la misma manera se obtuvo para la Continua Befama lado B lo siguiente:

Tabla 4.12.13

Causas más significativas de paro en el estudio de la Continua Befama lado B

<i>Causa de paro</i>	<i>Porcentaje total</i>	<i>Porcentaje acum.</i>
Cambio de mudada	43 %	43 %
Cambio de carretes	23 %	66 %
Material terminado	12 %	78 %
Carretes falsos (una punta)	10 %	88 %

Se observa que dentro de las cuatro primeras causas, se acumulo el 88% del tiempo ocioso de la Continua lado B.

Del mismo modo se determinó para la Continua Macías lado C lo siguiente:

Tabla 4.12.14

Causas más significativas de paro en el estudio de la Continua Macías lado C

<i>Causa de paro</i>	<i>Pocentaje total</i>	<i>Porcentaje acum.</i>
Cambio de mudada	56 %	56 %
Material terminado	15 %	71 %
Ausencia de operario	13 %	84 %
Cambio de quesos	6 %	90 %

Como se puede apreciar dentro de las cuatro primeras causas se acumuló el 90% del tiempo ocioso en la Continua Macías lado C.

De igual forma se obtuvo para la Continua Macías lado D lo siguiente:

Tabla 4.12.15

Causas más significativas de paro en el estudio de la Continua Macías lado D

<i>Causa de paro</i>	<i>Pocentaje total</i>	<i>Porcentaje acum.</i>
Cambio de mudada	55 %	55 %
Material terminado	14 %	69 %
Ausencia de operario	13 %	83 %
Cambio de quesos	7 %	90 %

Podemos notar que dentro de las primeras cuatro causas, se acumuló el 90% del tiempo ocioso de Continua Macías lado D.

De la misma manera se obtuvo para la Conera lado A lo siguiente:

Tabla 4.12.16

Causas más significativas de paro en el estudio de la Conera lado A

<i>Causa de paro</i>	<i>Porcentaje total</i>	<i>Porcentaje acum.</i>
No hay en existencia bobinas	42 %	42 %
Cilindro guía hilos enmarañado	38 %	80 %
Falta de suministro de bobinas	8 %	88 %

Se observa que dentro de las tres primeras causas, se acumulo el 88% del tiempo ocioso de la Conera lado A.

Del mismo modo se determinó para la Conera lado B lo siguiente:

Tabla 4.12.17

Causas más significativas de paro en el estudio de la Conera lado B

<i>Causa de paro</i>	<i>Porcentaje total</i>	<i>Porcentaje acum.</i>
Cilindro guía hilos enmarañado	68 %	68 %
Falta de suministro de bobinas	14 %	82 %
No hay en existencia bobinas	10 %	92 %

Como se puede apreciar dentro de las tres primeras causas se acumuló el 92% del tiempo ocioso en la Conera lado B.

De igual forma se determinó para el Batiente lo siguiente:

Tabla 4.12.18

Causas más significativas de paro en el estudio del Batiente

<i>Causa de paro</i>	<i>Porcentaje total</i>	<i>Porcentaje acum.</i>
Preparación para una nueva partida	31 %	31 %
Falta suministro de fibras	18 %	49 %
Quitar material plastificado	16 %	65 %
Conductos de aire atascados	14 %	79 %

Podemos notar que dentro de las primeras cuatro causas, se acumuló el 79% del tiempo ocioso en el Batiente.

A continuación se analizarán los métodos de trabajo utilizados actualmente en las causas de paro más significativas para cada una de las máquinas que intervienen en el proceso de hilatura por anillos, de esta forma se podrán recomendar nuevos métodos de trabajo que ayuden a disminuir las causas de paro, para tener más tiempo trabajando a las máquinas.