



---

---

## CAPÍTULO 4

### DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y ALTERNATIVAS DE MEJORAS.

#### 4.1 Introducción

El propósito de éste capítulo es revelar el impacto del tiempo improductivo, sea cual sea su causa, a fin de eliminarlo mediante el cumplimiento de normas y métodos propuestos. Por lo cual se presentan y analizan los datos obtenidos del muestreo de trabajo de los operadores y de las máquinas correspondientes al Departamento de Hilatura.

#### 4.2 Descripción de la Situación actual de los Operadores y Máquinas en el Departamento de Hilatura.

##### 4.2.1 Muestreo de trabajo de los operadores antes de la implementación.

Para tener una visión completa del tiempo productivo y del inactivo en el Departamento de Hilatura es necesario observar todas las máquinas y operadores sin interrupción. Dado que esto no es posible, es necesario utilizar herramientas que nos lleven a un estudio cercano a lo que en realidad está ocurriendo. Para esto, se realizó un muestreo de trabajo de cada recurso, operador y maquinaria.

Debido a la falta de estimaciones iniciales, se realizó un muestreo “piloto” para conocer las actividades que realiza el operador en el departamento de Hilatura y de esta forma obtener la proporción de cada una. La finalidad de este muestreo es conocer las causas que



provocan que el departamento de Hilatura tenga un alto número de unidades paradas así como las consecuencias que esto genera una baja productividad.

Se observaron las actividades que desempeña el operador logrando determinar cuáles son las tareas que se repiten con más frecuencia y que le llevan mayor tiempo en realizar. En la Tabla 4.1 se muestran dichas actividades:

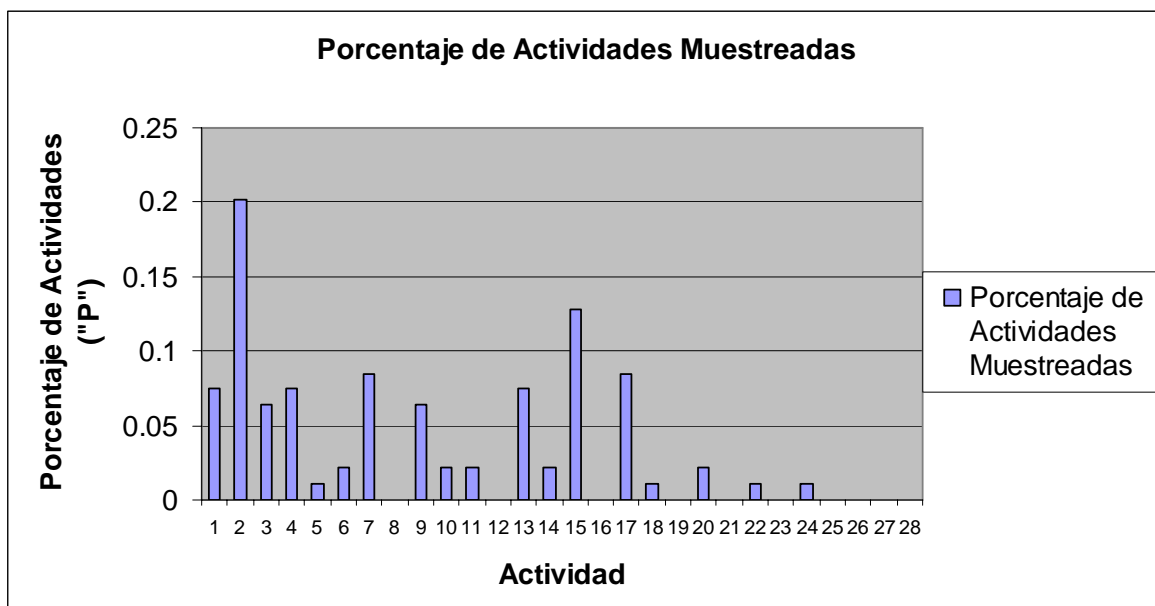
No.	Descripción de Actividades
1	Llenar carro con tambos vacíos
2	Transporte de carro
3	Colocar tambo lleno en carro
4	Descargar tambos llenos
5	Alimentar unidad
6	Buscar hebra en bobina
7	Unir punta
8	Limpieza de máquina
9	Limpieza del rotor
10	Empujar bobinas llenas
11	Cambio de bobina manual
12	Atención al autómata
13	Actividades personales
14	Ocioso
15	Colocar tambos cerca de las unidades
16	Atender falla
17	Colocar bobina vacía en máq. para la colocación de poco hilo
18	Limpieza del área
19	Unir dos botes de material en uno
20	Marcar hilo con gis
21	Limpieza del carro (mantenimiento)
22	Informar al Supervisor
23	Transporte de costal con bobinas
24	Espera de suministros
25	Colocar bobinas llenas para alimentar bobinas vacías
26	Vaciar bobinas vacías del costal al tambo
27	Descargar tambos vacíos del carro
28	Inspección

**Tabla 4.1 Descripción de actividades**

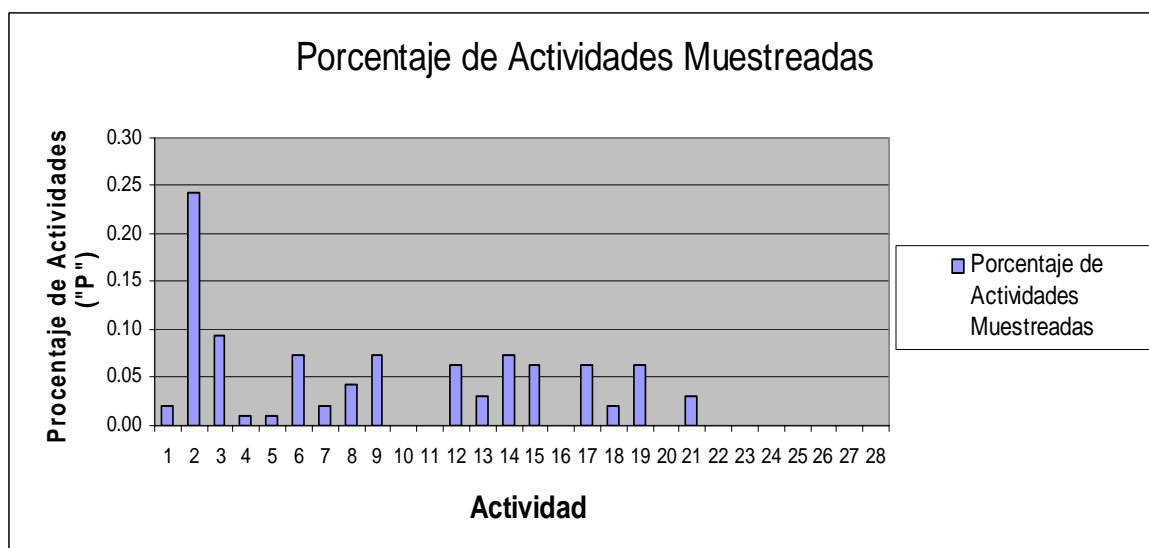


## Capítulo 4

A continuación se muestran los porcentajes que se obtuvieron en el muestreo piloto en la Gráfica 4.1 que se realizó al operador 1 y en la Gráfica 4.2 para el operador 2 que laboran en el departamento de hilatura. Para consultar los datos de donde se obtuvieron dichas gráficas y los resultados de los muestreos realizados en este capítulo, ver el Anexo C.



**Gráfica 4.1: Porcentaje de Actividades Muestreadas Piloto para el Operador 1.**



**Gráfica 4.2: Porcentaje de Actividades Muestreadas Piloto para el Operador 2.**



## Capítulo 4

---

A través de este muestreo se observa claramente que la actividad que tiene el mayor porcentaje de realización es la del transporte de tambos, ya sean vacíos o llenos, en el caso de ambos operadores. Esto es, en el momento que los tambos se vacían el operador tiene que hacer a un lado el tambo vacío y colocar uno lleno en la unidad; el tambo vacío lo deja frente a la máquina, y conforme se van vaciando los tambos el operador realiza esta actividad con cada uno. Cuando tiene la mayor parte de los tambos vacíos, los empieza a colocar en un carrito el cual tiene una capacidad de 6 tambos, pero el operador llena el carro con un promedio de 11 tambos con el fin de llevar más en menos tiempo. Ya llenado el carrito los transporta al departamento de Estirado, en donde tiene que descargar los tambos vacíos para después cargar el carro con 6 tambos llenos, en caso de que no haya tambos llenos se lleva el carrito vacío al departamento de Hilatura.

Basándose en lo anterior, se tomaron los resultados de la actividad de transporte de los dos muestreos pilotos, del operador1 y del operador2 con el fin de obtener un promedio de ésta actividad; dicho promedio se utilizará para calcular el número de observaciones necesarias para comprobar los porcentajes obtenidos del muestreo piloto.

Para poder calcular el número de observaciones necesarias para aplicar el muestreo confirmatorio, se debe aplicar la **Fórmula 4.1**:

$$n = \frac{z^2 * p * (100 - p)}{e^2} \quad \text{Fórmula 4.1}$$

En donde:

$n$ = Número de observaciones o tamaño de la muestra a determinar



## Capítulo 4

---

$z$ = Valor del nivel de confianza

$p$ = Probabilidad de que haya ocurrencia

$q$ = Probabilidad de que no haya ocurrencia (1- $p$ )

$e$ = Error de estimación

El porcentaje ( $p$ ) que se obtuvo al realizar el promedio de ambos operadores, para la actividad de transporte fue del 22%. El valor del nivel de confianza ( $z$ ) que se utiliza en la fórmula fue del 1.96 (obtenido de la Tabla Normal, con 97.5%, Anexo D).

A continuación se muestra el cálculo del número de observaciones necesarias ( $n$ ) con diferentes valores del error ( $e$ ):

$$n = \frac{(1.96)^2 * 22 * (100 - 22)}{(1.5)^2} = 2,930 \text{observaciones}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 * 22 * (100 - 22)}{(2)^2} = 1,649 \text{observaciones}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 * 22 * (100 - 22)}{(2.5)^2} = 1,055 \text{observaciones}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 * 22 * (100 - 22)}{(3)^2} = 733 \text{observaciones}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 * 22 * (100 - 22)}{(3.5)^2} = 539 \text{observaciones}$$

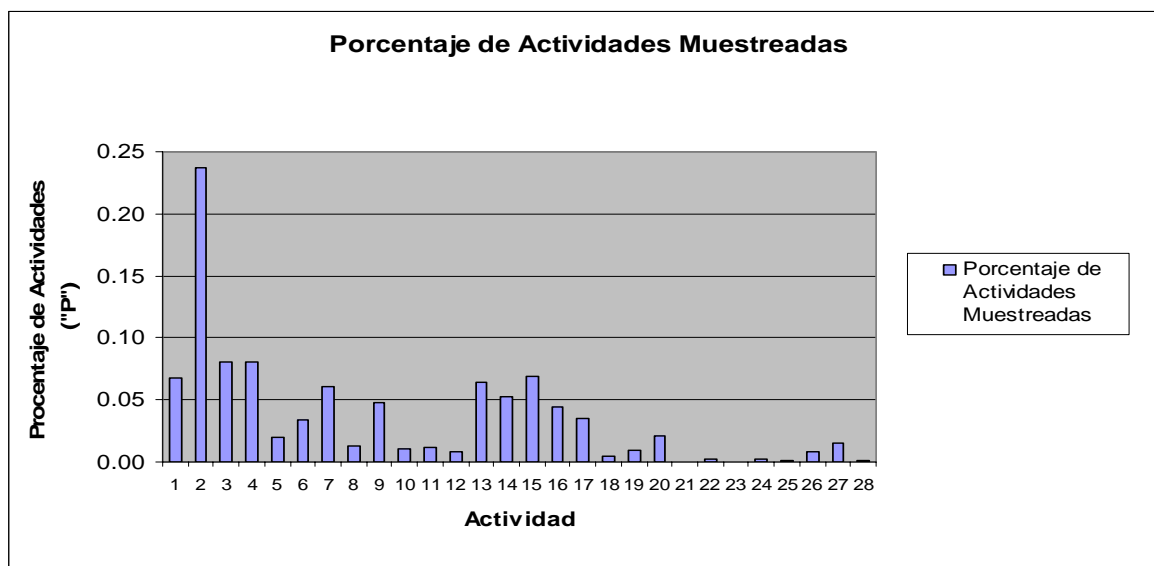
El valor de  $n$  que se decidió utilizar es de 733 observaciones, tomando el error del 3% por cuestiones de tiempo, debido a que el número de muestras recolectadas se realizaban entre 3 y 4 horas diarias de Septiembre a Diciembre del 2003. El número de observaciones diarias varió de acuerdo al número de horas disponibles por día. Calculado



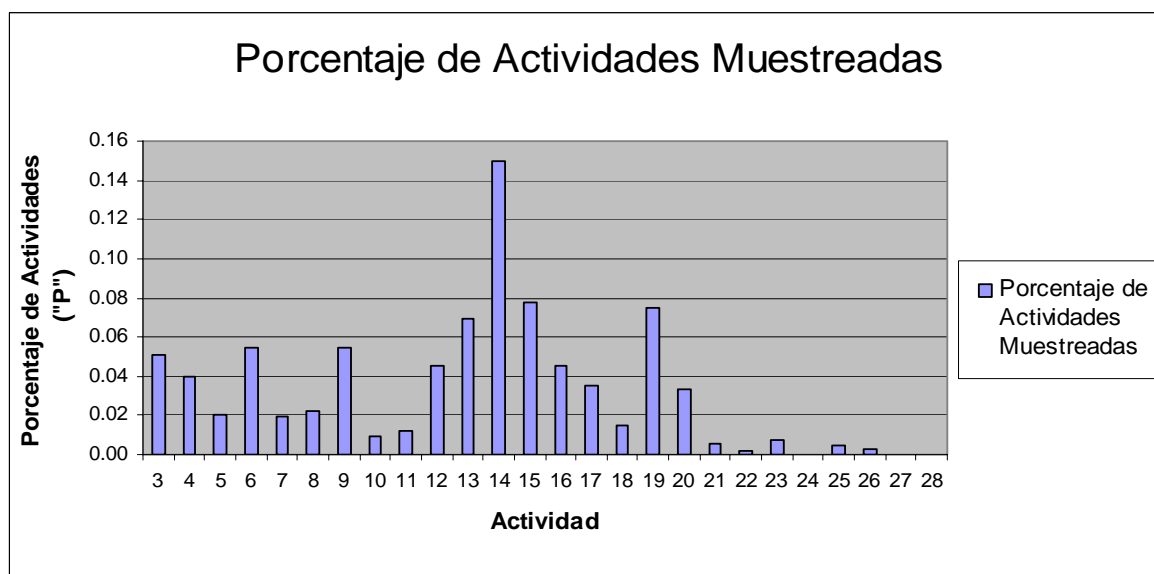
## Capítulo 4

éste dato, el siguiente paso es la comprobación de los resultados obtenidos del muestreo piloto.

Después de haber realizado el muestreo confirmatorio, se presentan a continuación las actividades para el operador 1 en la Gráfica 4.3 y para el operador 2 en la Gráfica 4.4.



**Gráfica 4.3: Porcentaje de Actividades Muestreadas Confirmatorio para el Operador 1.**



**Gráfica 4.4: Porcentaje de Actividades Muestreadas Confirmatorio para el Operador 2.**

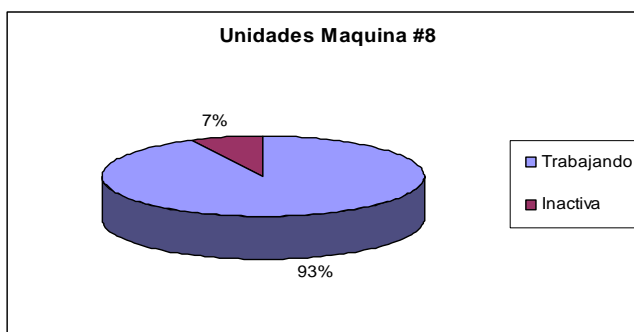


## Capítulo 4

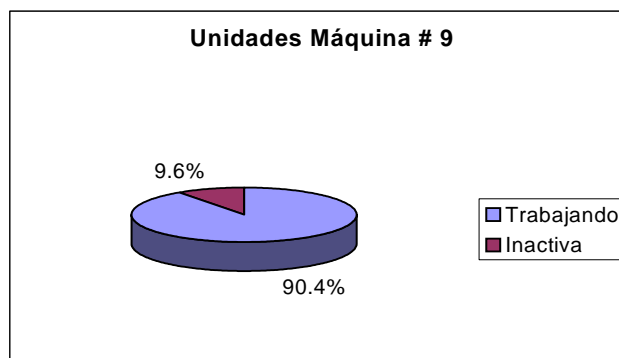
Como se observa en la Gráfica 4.3 y en la Gráfica 4.4, se comprueba que la actividad de mayor porcentaje es la de transporte seguido por la descarga y carga de tambos para el operador 1; en el caso del operador 2 el muestreo no se finalizó ya que la empresa realizó recorte de personal y el operador fue despedido; sirviendo el muestreo como base para comprobar que dicho operador tenía un alto porcentaje de ociosidad.

### 4.2.2 Muestreo de trabajo de las máquinas hiladoras antes de la implementación.

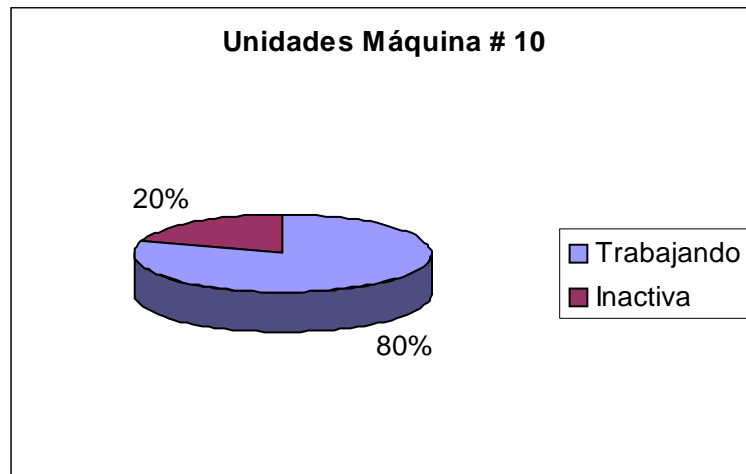
Una vez confirmadas las actividades de los operadores, es necesario realizar un muestreo piloto para las Máquinas Hiladoras 8, 9 y 10, con el fin de comprobar que la falta de atención del operador llega a afectar el estado de cada una. En las Gráficas 4.5, 4.6 y 4.7 se muestran los resultados que se obtuvieron de dicho muestreo:



**Gráfica 4.5: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #8.**



**Gráfica 4.6: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #9.**



**Gráfica 4.7: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #10.**

En las gráficas anteriores se observa que el desempeño de las máquinas 8 y 9 se encuentra por arriba del 90%, mientras que la máquina 10 cuenta con un porcentaje de actividad del 80%; debido a que es un modelo más atrasado.

Durante el muestreo de trabajo piloto se observaron las causas que provocan la inactividad de las máquinas hiladoras. En la Tabla 4.2 se muestran dichas causas:

<b>Descripción</b>
Ruptura del hilo
Bobina llena
Bobina nueva
Falta de Refacciones
Atención del operador
Fallas Mecánica
Espera Suministros
Atención del autómata
Bobina mal colocada
Espera de Bobina

**Tabla 4.2 Causas de inactividad**





## Capítulo 4

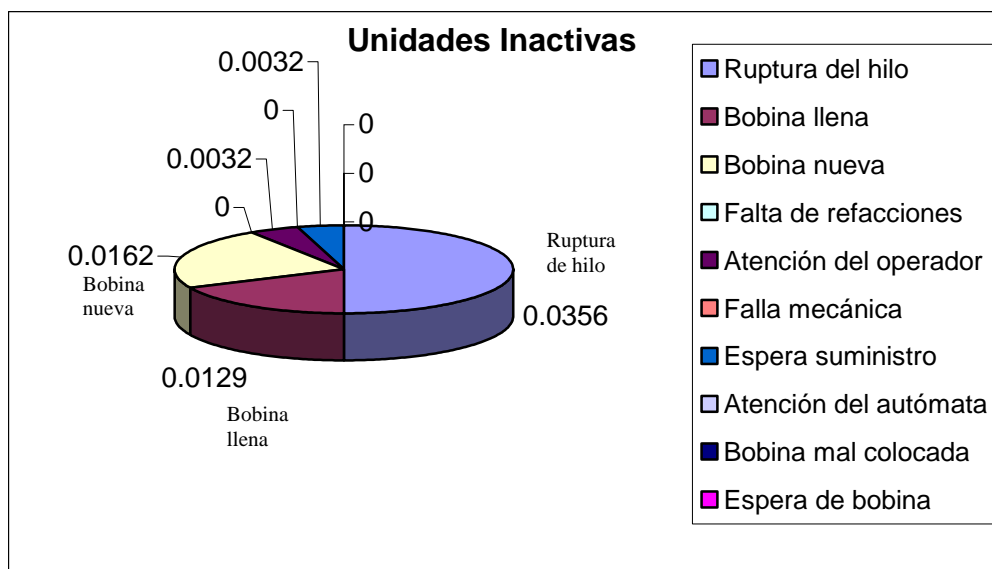
---

Para entender mejor el funcionamiento de las máquinas hiladoras se definirán a continuación el estado en el que se pueden encontrar las unidades:

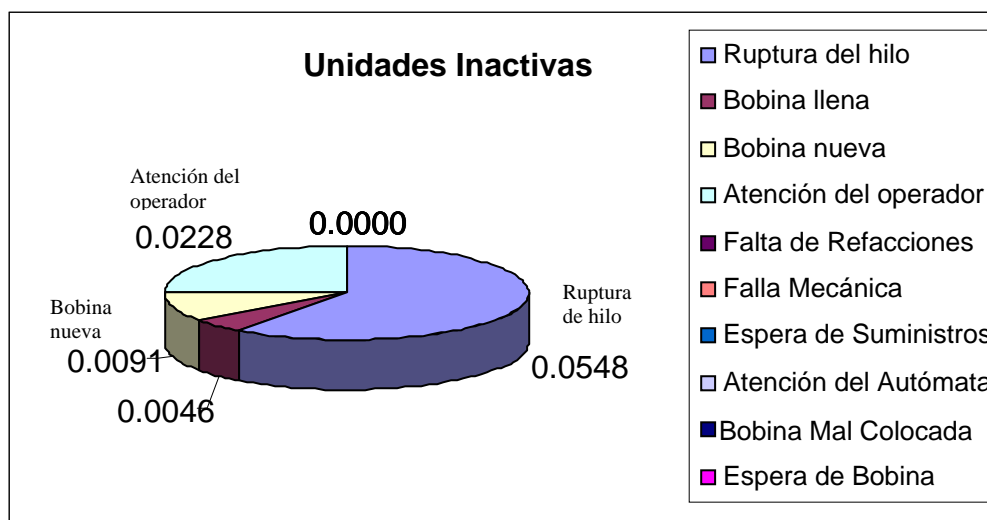
- **Trabajando.**- Se refiere a que la unidad está activa, es decir, sin tiempo de: espera, preparación o falla.
- **Inactiva.**- Es cuando la unidad no esta trabajando debido a diferentes causas, como:
  - Ruptura de hilo.- Es la separación de fibras, ya formado el hilo causando el paro de la unidad.
  - Bobina llena.- La unidad está en espera del mudador ya que la bobina tiene la cantidad requerida de hilo para ser cambiada por una bobina nueva.
  - Bobina Nueva.- La unidad está en espera del autómeta para que empalme el hilo y comienza el llenado de la bobina.
  - Falta de refacciones.- La unidad no puede trabajar debido a que no se cuentan con las refacciones necesarias para se encuentre activa.
  - Atención del operador.- Debido a que el autómeta no realiza el empalme la unidad enciende un foco rojo que indica que el operador tiene que atender la unidad.
  - Falla mecánica.- La máquina hiladora está parada por falta de energía, ruptura de bandas, o alguna causa no determinada.
  - Espera suministros.- La unidad espera a ser alimentada por la mecha de algodón.
  - Atención del autómeta.- Es el momento en el que el autómeta está realizando el empalme.
  - Bobina mal colocada.- Cuando el mudador realiza el cambio de bobina llena a bobina nueva no la coloca en la posición correcta provocando que el autómeta no pueda realizar el empalme.

- Espera de bobina.- Cuando la unidad no tiene bobina nueva para iniciar el proceso de llenado.

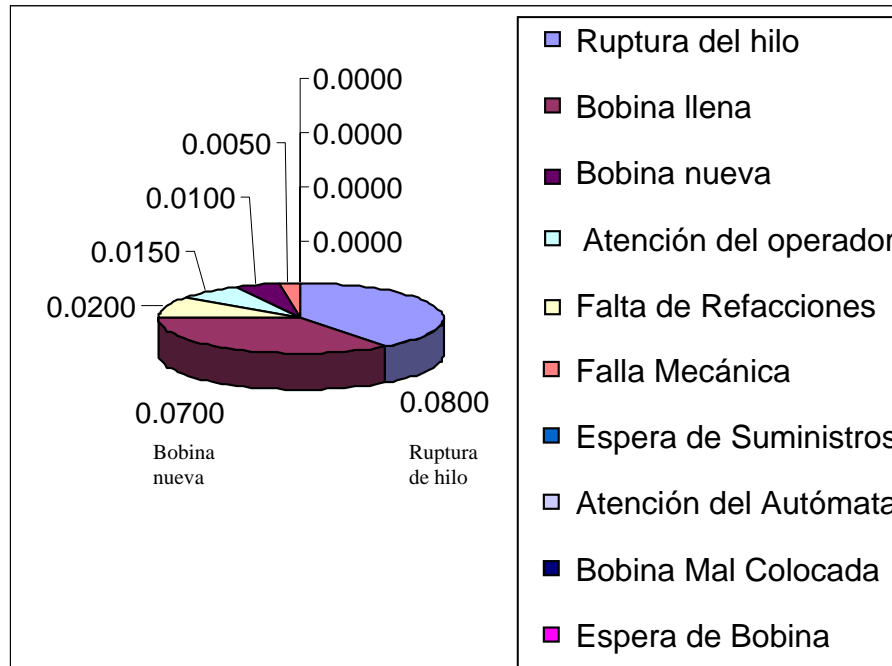
Las proporciones que muestran las causas de la máquina 8, 9 y 10 se presentan en la Gráfica 4.8, Gráfica 4.9 y Gráfica 4.10, respectivamente.



**Gráfica 4.8: Porcentajes de las unidades paradas de la Máquina #8.**



**Gráfica 4.9: Porcentajes de las unidades paradas de la Máquina #9.**



**Gráfica 4.10: Porcentajes de las unidades paradas de la Máquina #10.**

Se puede ver que la causa principal del estado inactivo, para las tres máquinas, es la ruptura del hilo. Para comprobar los resultados del muestreo piloto, también se realizó un muestreo confirmatorio de las tres máquinas hiladoras aplicando la Fórmula 4.1; a continuación se muestran los cálculos realizados para cada máquina en base al porcentaje de ruptura:

Máquina #8:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 3.56 * (100 - 3.56)}{(2.5)^2} = 212 \text{ observaciones}$$

Máquina #9:

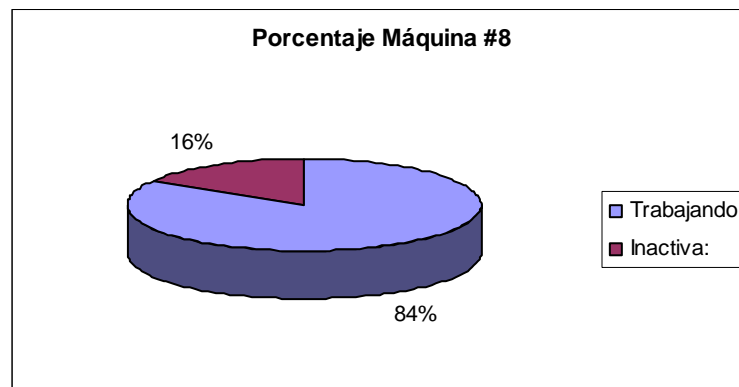
$$n = \frac{(1.96)^2 * 5.48 * (100 - 5.48)}{(2.5)^2} = 319 \text{ observaciones}$$



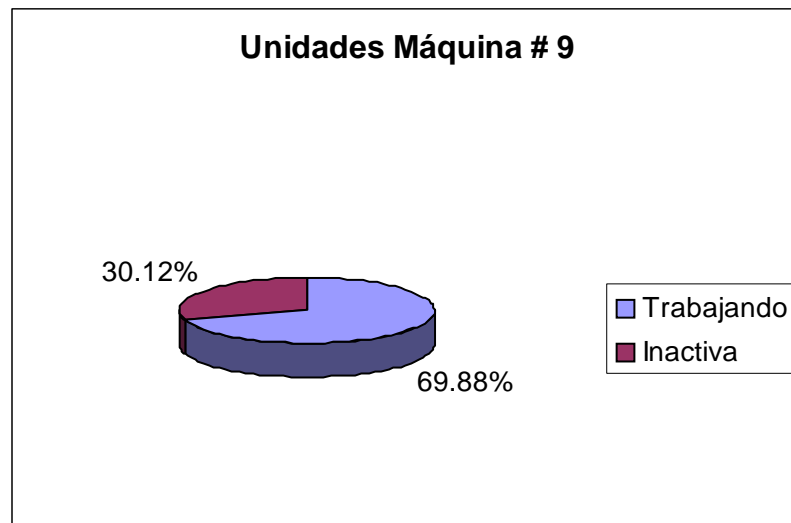
Máquina #10:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 8.0 * (100 - 8.0)}{(2.5)^2} = 453 \text{ observaciones}$$

En la Gráfica 4.11, 4.12 y 4.13 se muestran los resultados de cada máquina



**Gráfica 4.11: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #8.**

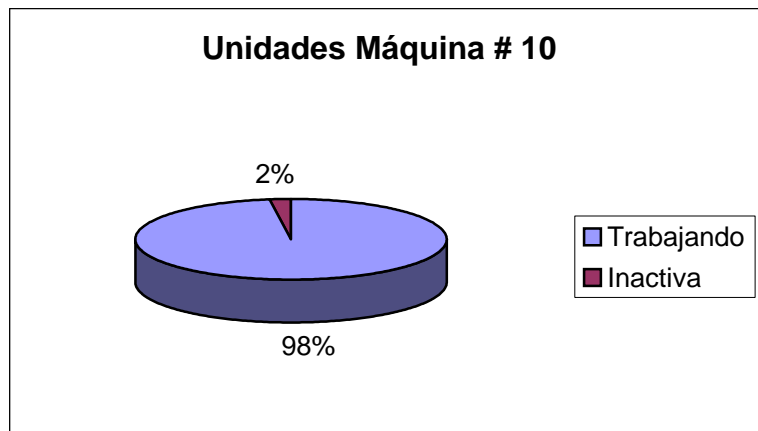


**Gráfica 4.12: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #9.**



## Capítulo 4

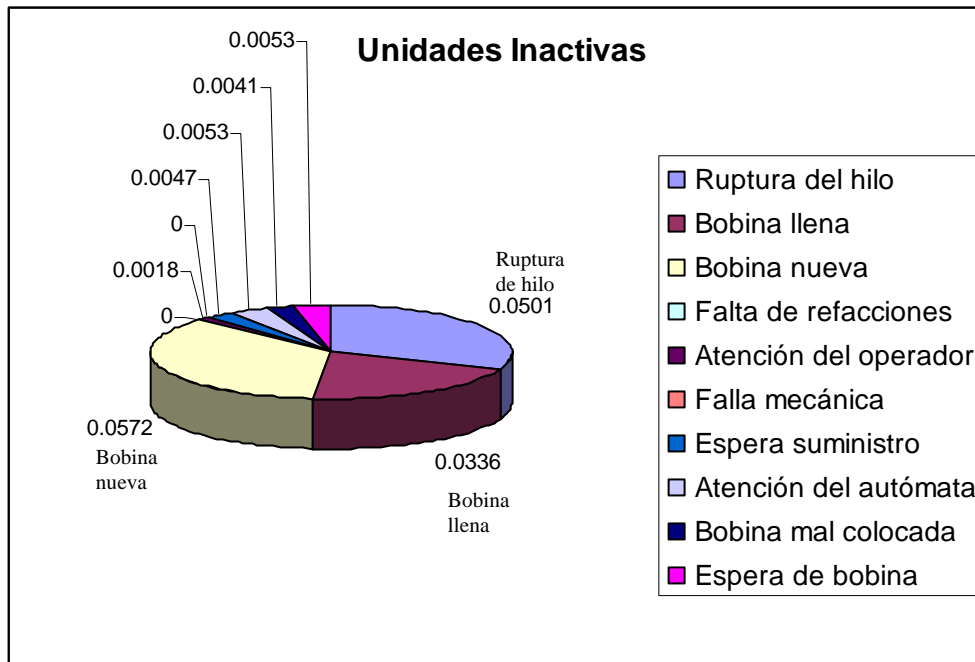
Es importante mencionar que en la gráfica 4.12 se observa un alto porcentaje de unidades paradas, debido a una falla mecánica que se produjo al romperse una banda; provocando el paro total de la máquina.



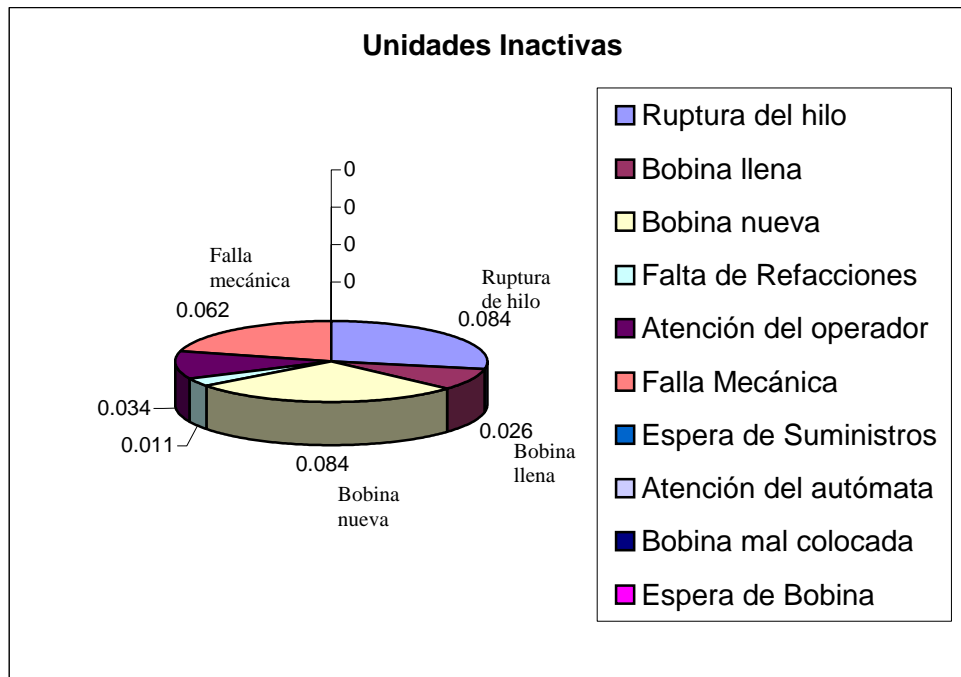
**Gráfica 4.13: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #10.**

Al comparar los porcentajes de actividad del muestreo piloto y el muestreo confirmatorio de la Máquina 10 se aprecia un aumento considerable en la eficiencia; esto se debió a que la Máquina Hiladora 10 tuvo un mantenimiento Preventivo antes de realizar el muestreo confirmatorio.

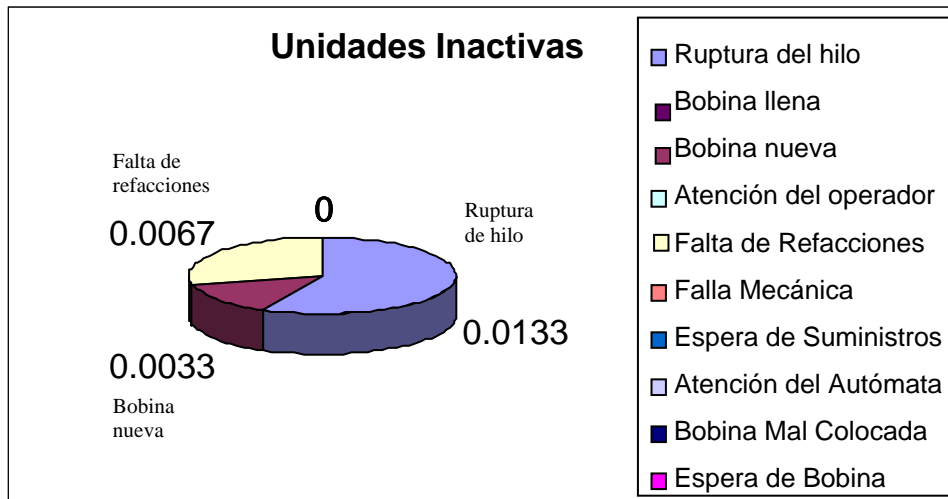
Las Gráficas 4.11 y 4.12 muestran que la eficiencia de las máquinas 8 y 9 bajaron; y en contraste para la máquina 10, su eficiencia subió. Para explicar las causas que provocaron la disminución y el aumento en el desempeño de éstas, se muestran a continuación las Gráficas 4.14, 4.15 y 4.16



Gráfica 4.14: Porcentajes de las unidades paradas de la Máquina #8.



Gráfica 4.15: Porcentajes de las unidades paradas de la Máquina #9.



**Gráfica 4.16: Porcentajes de las unidades paradas de la Máquina #10.**

La máquina 8 disminuyó su eficiencia debido a que tuvo un alto porcentaje de ruptura de hilo así como de bobinas nuevas, provocado por la falta de atención del operador, ya que al estar transportando tambos descuida la máquina. Para la Gráfica 4.15 se observa que la ruptura del hilo y bobina nueva tienen un porcentaje alto; dichas causas provocaron que la eficiencia de la Máquina #9 bajara a 69.88%. En el momento que se estaba realizando el muestreo de la máquina #9 se produjo una falla mecánica que llevó a un paro total.

Después de analizar la información obtenida de los Muestreos de Trabajo Confirmatorios de las tres máquinas hiladoras, se observó que las causas por las que las unidades estaban paradas la mayor parte del tiempo eran la Ruptura del Hilo y la Bobina Nueva. A continuación se presentan los Diagramas Causa-Efecto (Figuras 4.1 y 4.2) que se realizaron para analizar dichas causas:

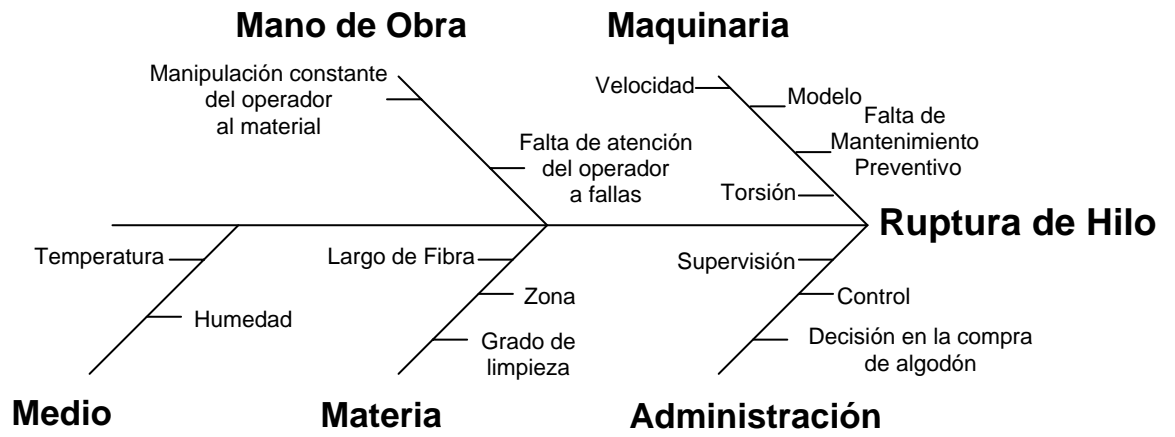


Figura 4.1

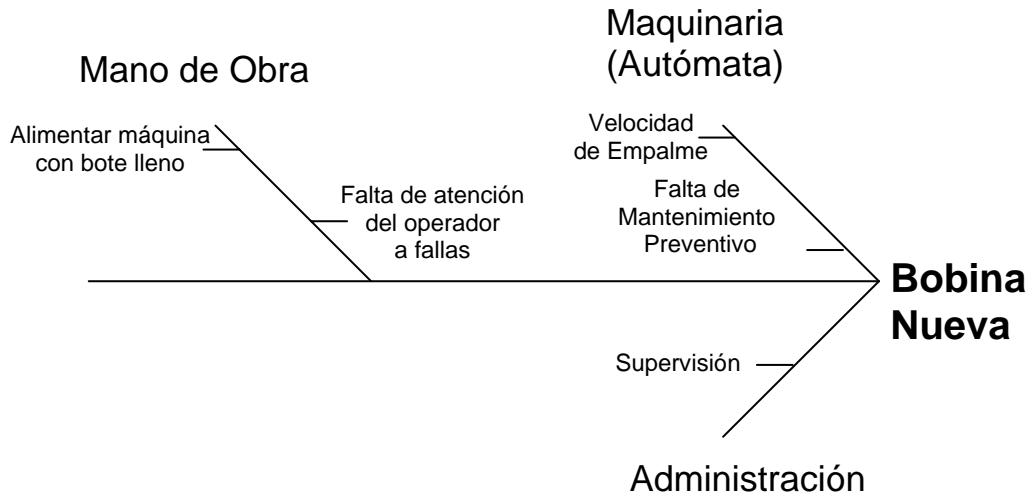


Figura 4.2





### 4.3 Alternativas de Mejora

Al haber analizado las causas, tanto del operador como de la maquinaria, que provocan una baja productividad en el departamento de Hilatura y al comentar estos datos con el Gerente de Producción, se propuso cambiar el método de trabajo de los operadores, ya que la empresa no contempla la posibilidad de que otra persona se encargue del transporte de tambos.

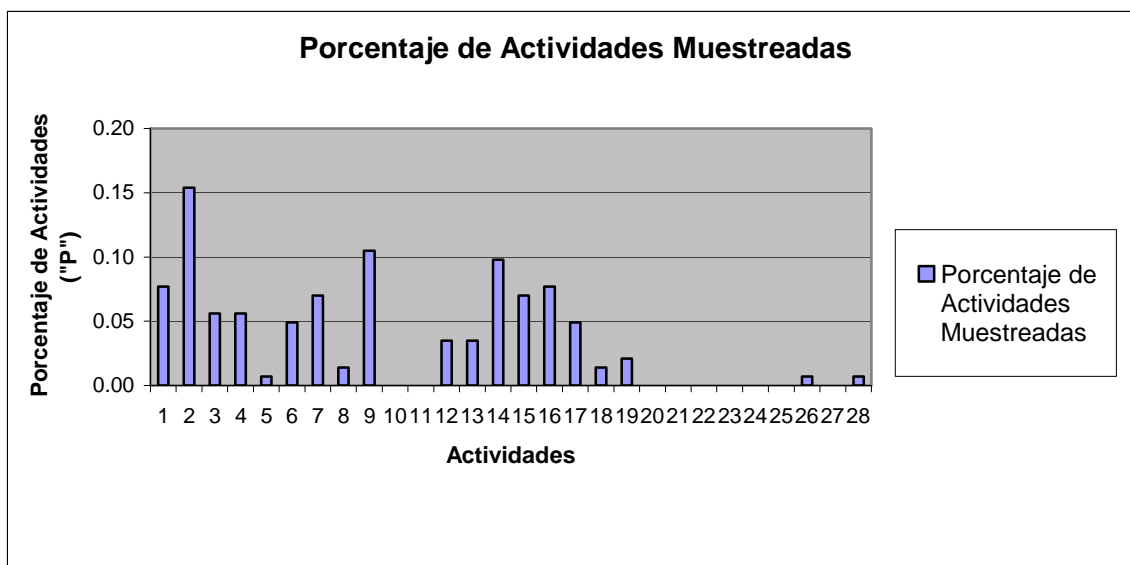
Como se mencionó anteriormente, el problema radica en la actividad del transporte que el operador realiza con el método actual en aproximadamente tres horas seguidas; por lo que se propone distribuir el porcentaje de ésta actividad a lo largo de su jornada laboral, a través del escalonamiento de los tambos a tres niveles de llenado que alimentan a cada una de las unidades de la maquinaria en forma seriada; esto es, la primera unidad de la máquina tendrá un tambo completamente lleno, la segunda unidad tendrá un tambo a tres cuartas partes y la tercera tendrá un tambo a la mitad; en la cuarta unidad se pondrá nuevamente un tambo completamente lleno y así sucesivamente hasta tener toda la máquina escalonada.

Con la implementación de este nuevo método de trabajo, se pretende que el operador distribuya el transporte de tambos en su jornada con el fin de que preste mayor atención a la máquina, realizando recorridos que le permitan ver el estado de cada unidad.

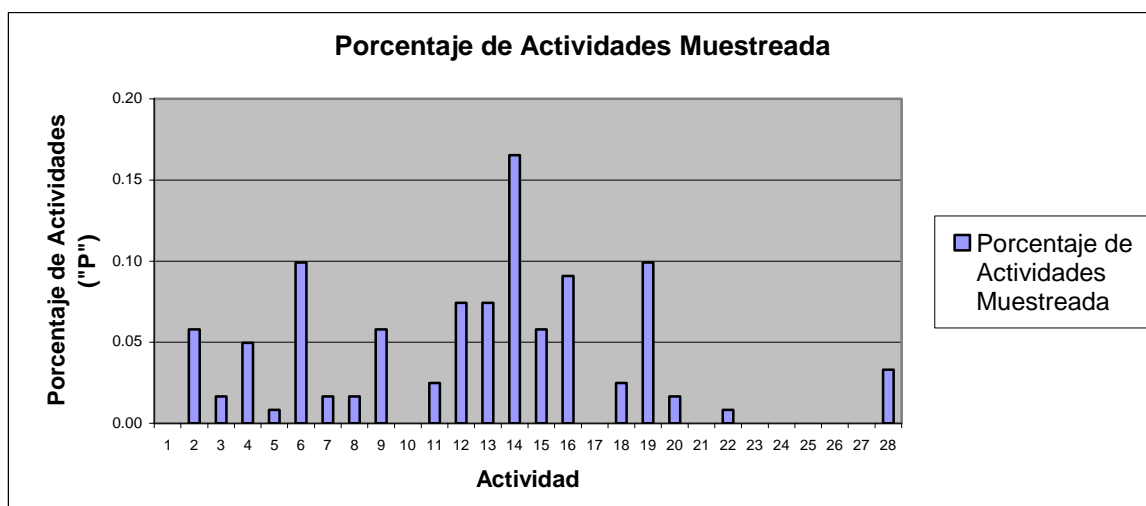
En el siguiente punto se mostrará la implementación del nuevo método de trabajo permitiendo comparar los resultados de la forma actual contra la propuesta.

### 4.3.1 Muestreo de trabajo de los operadores después de la implementación.

Para estudiar los resultados que proporcione el nuevo método de trabajo es necesario, al igual que el punto 4.2, desarrollar un muestreo piloto con el fin de conocer de forma general el porcentaje de actividades que realiza el operador. En las Gráficas 4.17 y 4.18 se presentan dichos porcentajes del operador 1 y del operador 2 respectivamente:



**Gráfica 4.17: Porcentaje de Actividades Muestreadas Piloto para el Operador 1.**



**Gráfica 4.18: Porcentaje de Actividades Muestreadas Piloto para el Operador 2.**



## Capítulo 4

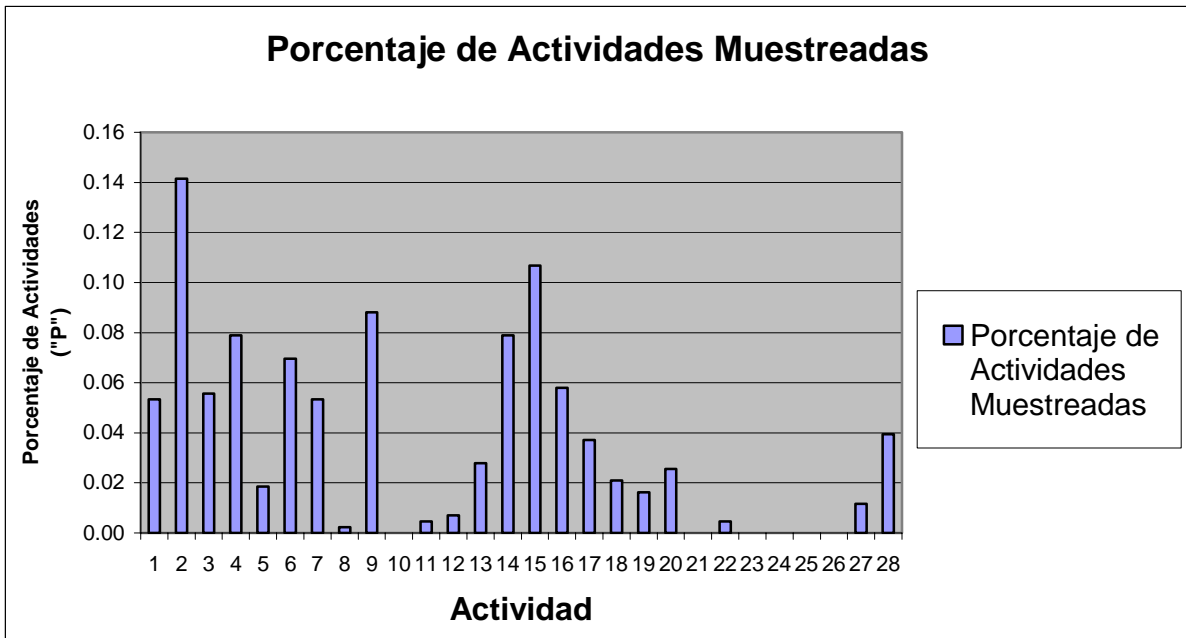
Se observa que el porcentaje de transporte disminuyó de un promedio de 22% a un promedio de 10.58%; esto provoca que las otras actividades hayan aumentado, llevando a una mejor atención del operador a las máquinas. Por lo tanto, es necesario desarrollar un muestreo confirmatorio para comprobar dicho porcentaje. Para esto, hay que calcular el número de observaciones, es decir el valor de “ $n$ ”, aplicando nuevamente la fórmula 4.1:

$$n = \frac{z^2 * p * (100 - p)}{e^2} \quad \text{Fórmula 4.1}$$

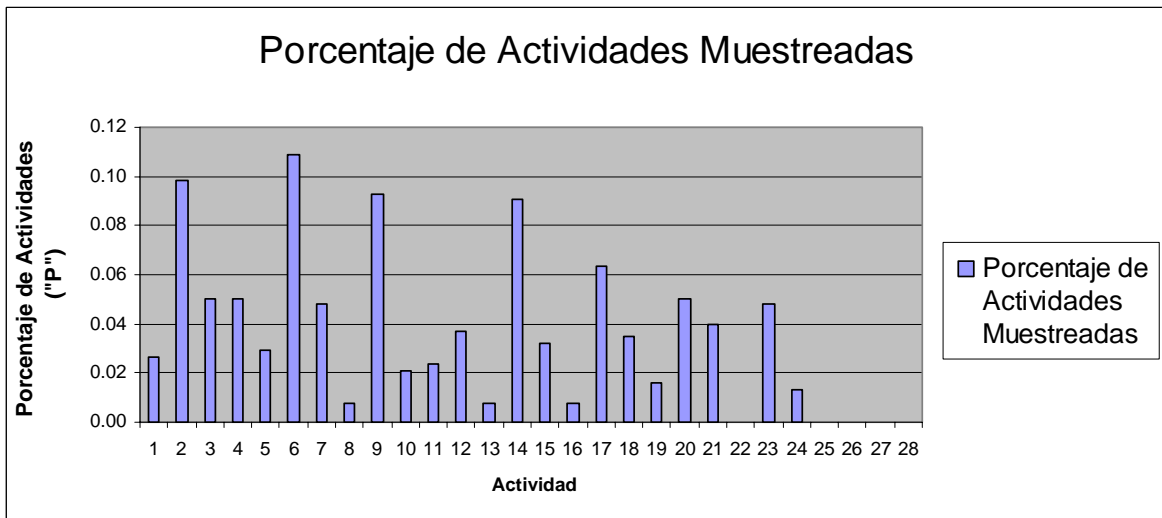
Se sustituyen los mismos valores para el nivel de confianza “ $z$ ” (del 97.5% equivalente a 1.96) y el error “ $e$ ” (3%), el único valor que cambia es el de “ $p$ ”, ya que se puede ver que el porcentaje del transporte se vio afectado con el cambio realizado en el método de trabajo. Para calcular el valor de “ $p$ ” se obtiene el promedio de dicha actividad de los 2 operadores, el cual es de **10.58%**, por lo tanto el valor de “ $n$ ” obtenido es de 404 observaciones que se realizarán en los meses de Enero a Marzo, a continuación se presenta el cálculo:

$$n = \frac{1.96^2 * 10.58 * (100 - 10.58)}{3^2} = 404 \text{ observaciones}$$

En las Gráficas 4.21 y 4.22 se muestran los resultados de los muestreos confirmatorios que se presentaron con la implementación del método de escalonado de tambos, tanto del operador 1 como del operador 2:



**Gráfica 4.21: Porcentaje de Actividades Muestreadas Confirmatorio para el Operador 1.**



**Gráfica 4.22: Porcentaje de Actividades Muestreadas Confirmatorio para el Operador 2.**

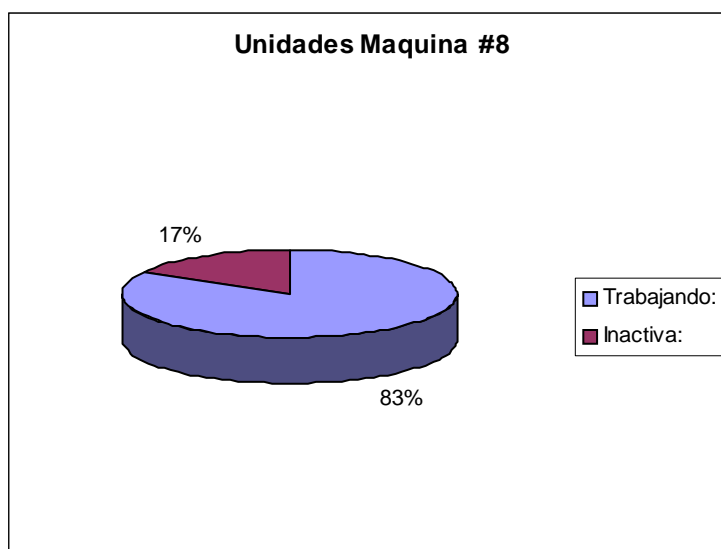
Los resultados que se pueden apreciar indican que el transporte, nuevamente, es la actividad con mayor frecuencia, pero también se puede observar que disminuyó a



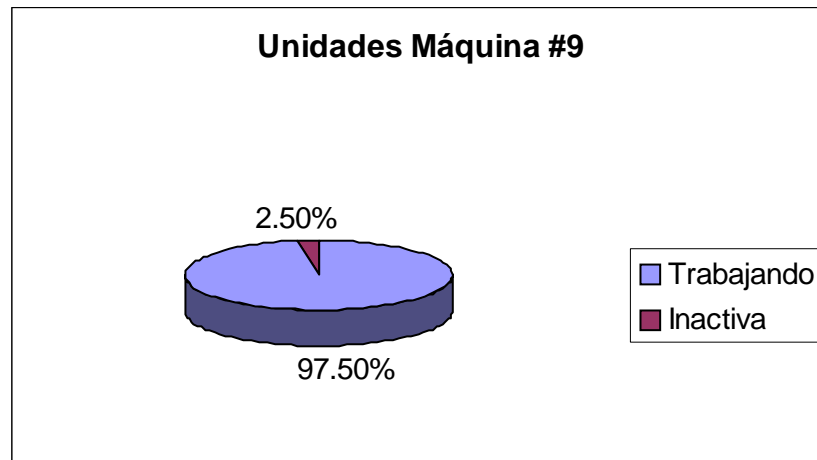
comparación del método de trabajo que utilizaban anteriormente, en consecuencia las otras actividades aumentaron su porcentaje, lo cual indica que el operador ya permanece más tiempo en su área de trabajo. El resultado de esta nueva forma de trabajo también se verá reflejado, más adelante, en la eficiencia de las máquinas.

#### 4.3.2 Muestreo de trabajo de las máquinas hiladoras después de la implementación.

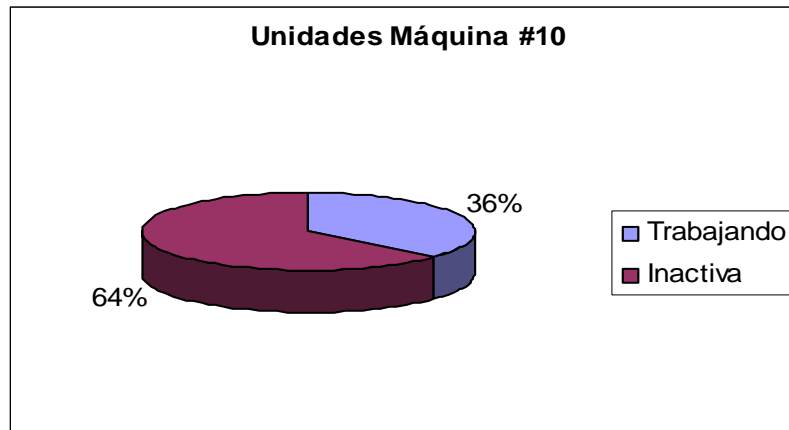
Se realizó un nuevo muestreo de trabajo para conocer el comportamiento de las máquinas hiladoras ante la implementación del nuevo método de trabajo. Es importante mencionar que se tiene que hacer otro muestreo piloto de las máquinas hiladoras, ya que las condiciones en las cuales están trabajando han cambiado; debido a lo anterior se muestran en las Gráficas 4.23, 4.24 y 4.25 los resultados de dichos muestreos pilotos:



Gráfica 4.23: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #8.

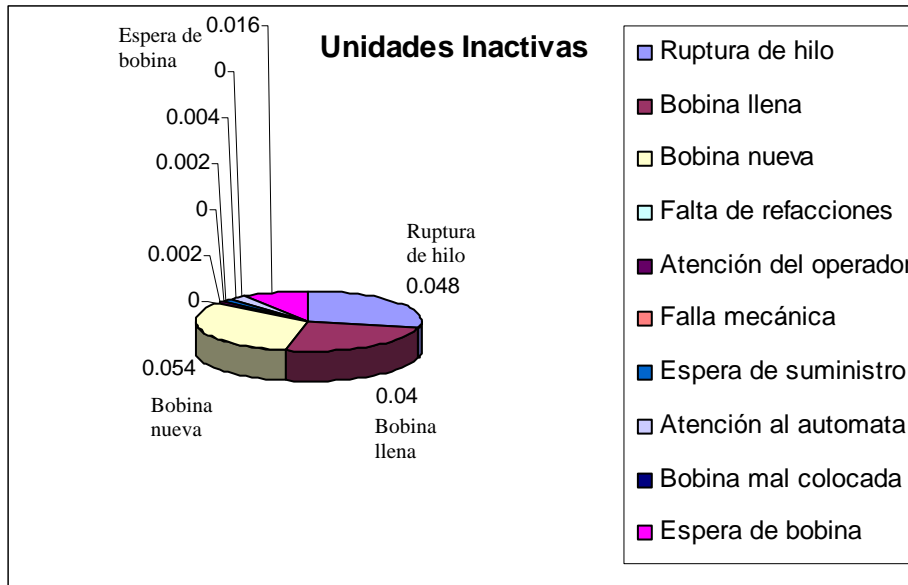


**Gráfica 4.24: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #9.**

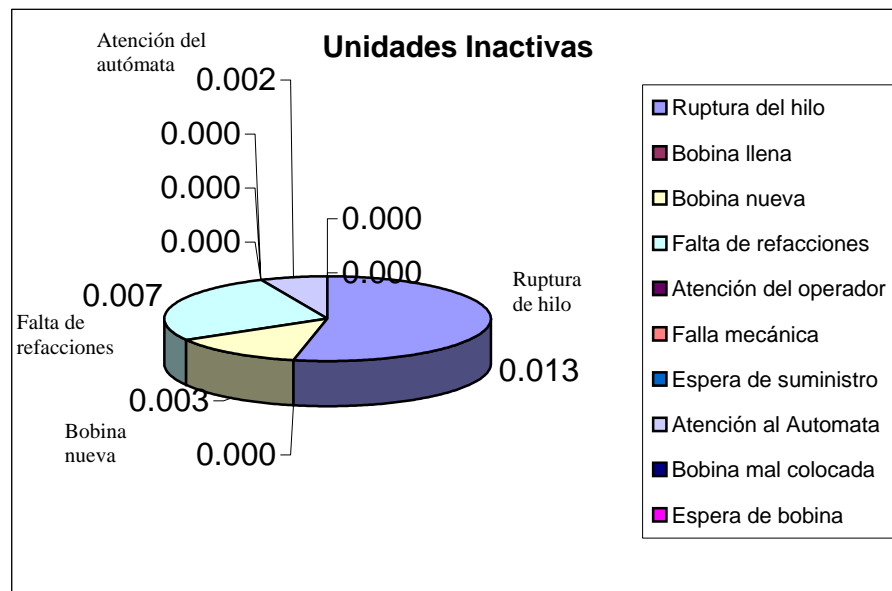


**Gráfica 4.25: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #10.**

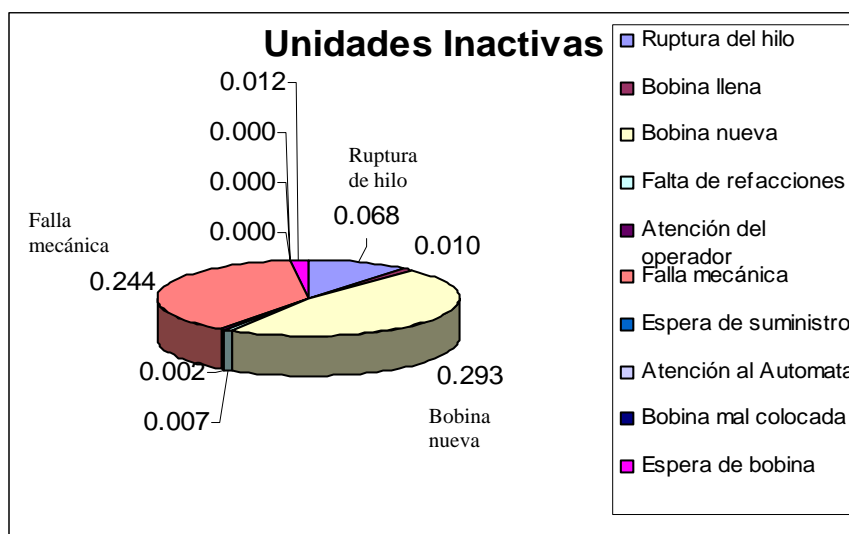
Se puede observar en la Gráfica 4.25 un alto porcentaje de inactividad; por lo que se presentan a continuación en las Gráficas 4.26, 4.27 y 4.28 las causas que provocaron la inactividad en las unidades de las máquinas 8, 9 y 10 respectivamente:



**Gráfica 4.26: Porcentajes de las unidades paradas de la Máquina #8.**



**Gráfica 4.27: Porcentajes de las unidades paradas de la Máquina #9.**



**Gráfica 4.28: Porcentajes de las unidades paradas de la Máquina #10.**

El porcentaje de Bobina Nueva de la máquina #10 es muy alto; dicho porcentaje se debió a que el autómata que atiende las unidades de la 1 a la 108 no funcionaba, a consecuencia de una falla eléctrica, lo que causó que no empalmará y que se provocará un alto porcentaje de inactividad.

Nuevamente se puede ver que la causa principal del estado inactivo para la máquina 9 es la ruptura del hilo; y para la máquina 8 y 10 la causa principal de inactividad fue Bobina nueva. Para comprobar los resultados del muestreo piloto se realizó un muestreo confirmatorio de las tres máquinas hiladoras aplicando la Fórmula 4.1:

Máquina #8:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 5.4 * (100 - 5.4)}{(2.5)^2} = 314 \text{ observaciones}$$



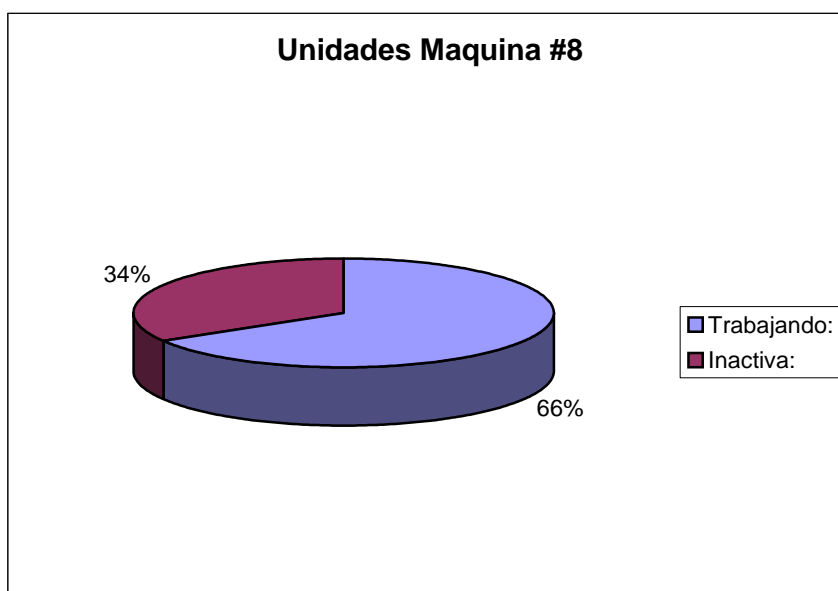
Máquina #9:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 1.33 * (100 - 1.33)}{(2.5)^2} = 81 \text{ observaciones}$$

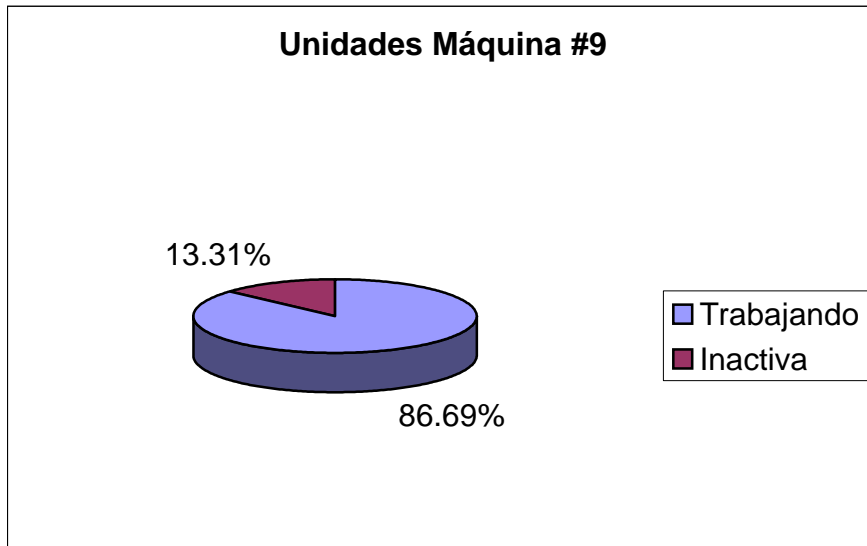
Máquina #10:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 29.3 * (100 - 29.3)}{(2.5)^2} = 1274 \text{ observaciones}$$

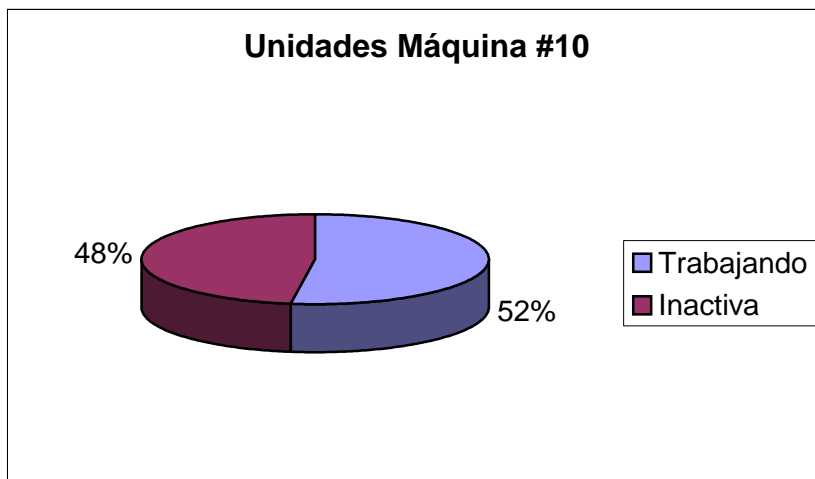
Una vez calculado el número de observaciones, se efectuó el muestreo comprobatorio con el fin de verificar los resultados obtenidos del muestreo piloto. En las Gráficas 4.29, 4.30 y 4.31 se muestran los datos obtenidos:



**Gráfica 4.29: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #8.**

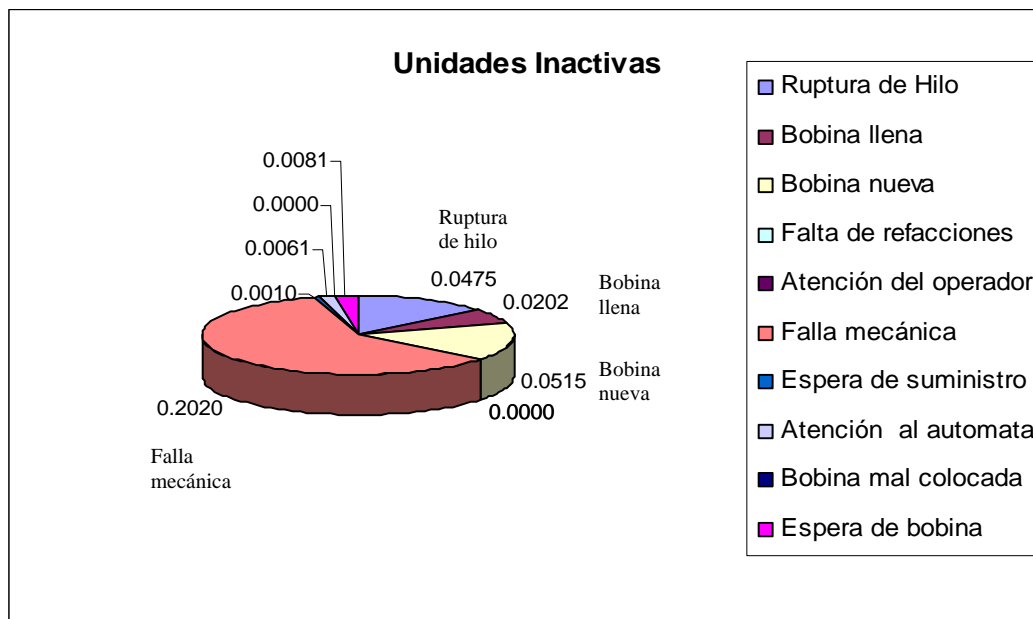


**Gráfica 4.30: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #9.**

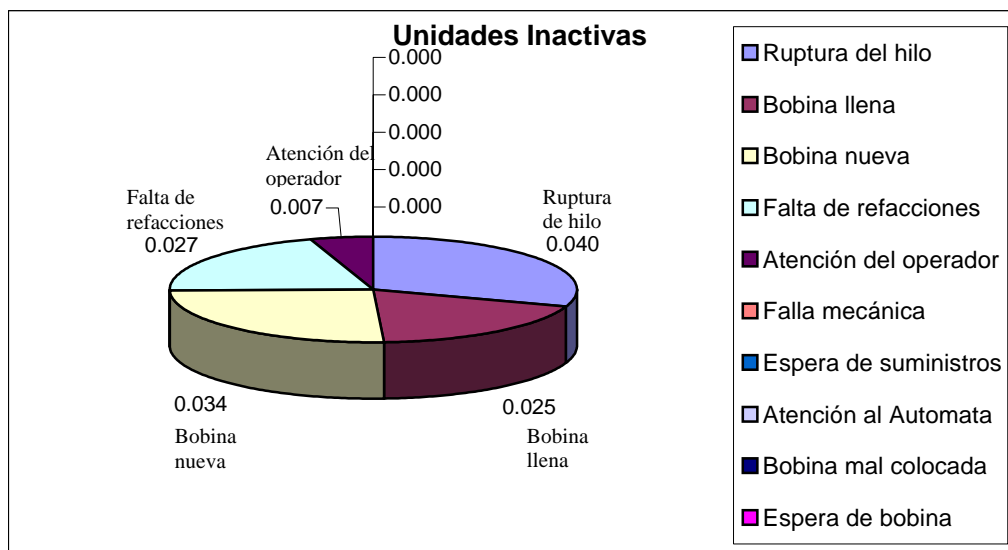


**Gráfica 4.31: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #10.**

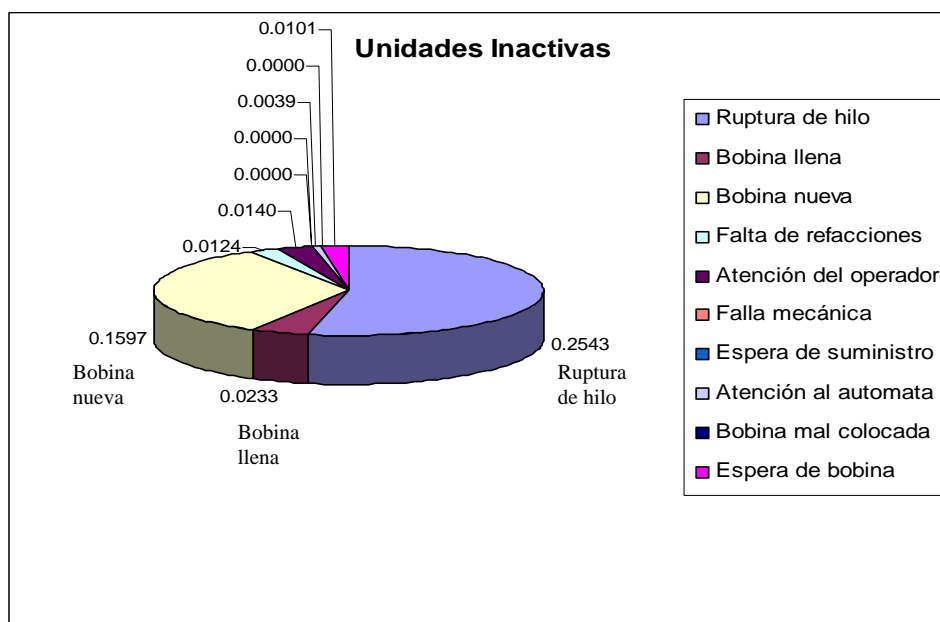
Se observa que la máquina 10 sigue con un porcentaje de inactividad alto; por lo que se presentan a continuación las Gráficas 4.32, 4.33 y 4.34 que muestran las causas que provocaron la inactividad en las máquinas hiladoras:



**Gráfica 4.32: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #8.**



**Gráfica 4.33: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina #9.**



**Gráfica 4.34: Porcentaje de las unidades activas e inactivas de la Máquina # 10.**

Los resultados no muestran el efecto que tuvo la implementación del nuevo método en el estado de las máquinas, ya que como se observa en las gráficas anteriores, hubo fallas mecánicas que provocaron el aumento de la inactividad; para la máquina 8 fue la ruptura de una banda y ruptura de la flecha que mueve a los alimentadores, para la máquina 10 el porcentaje de inactividad aumentó, ya que uno de los autómatas seguía sin función debido a la falla eléctrica, en contraste, para la máquina 9 disminuyó el porcentaje de inactividad después de la implementación del método de trabajo.

#### 4.3.2.1 Límites de Control Estadístico para el muestreo confirmatorio del operador y de las máquinas.

Es necesario analizar los datos obtenidos de los muestreos confirmatorios de los operadores y de las máquinas hiladoras después de la implementación y ver si se encuentran dentro de los límites de control establecidos. A continuación se presentan las



## Capítulo 4

fórmulas para calcular los límites de control superior e inferior en base a la información obtenida de los muestreos pilotos (Fórmulas 4.2 y 4.3):

$$LCS = p + 3 * \sqrt{\frac{p * q}{n}}$$

**Fórmula 4.2**  
Límite de Control Superior

$$LCI = p - 3 * \sqrt{\frac{p * q}{n}}$$

**Fórmula 4.3**  
Límite de Control Inferior

Donde:

$LCS$ = Límites de Control Superior

$LCI$ = Límite de Control Inferior

$p$ = Probabilidad de que haya ocurrencia

$q$ = Probabilidad de que no haya ocurrencia (1-p)

$n$ = Número de observaciones Total

Como ya se mencionó, se aplican los límites de control para conocer las desviaciones que se presentan en los datos a observar. En el caso de los operadores, aunque tienen las mismas habilidades, se realizarán los análisis de cada uno por separado; así como de la actividad que realizan con mayor frecuencia. En el Anexo E se muestran los resultados que se obtuvieron así como las causas asignables.

En la Tabla 4.3 se presenta la tabla comparativa de los resultados de los muestreos de trabajo realizados a los operadores; se puede observar claramente que la actividad 2, que es el transporte de carros, disminuyó en los dos operadores; esto no significa que el número de tambos transportados haya disminuido, sino que la actividad de transporte se distribuyó a lo largo de la jornada. Lo anterior se debió a que al haber un número menor de tambos



## Capítulo 4

vacíos por transportar y al evitar que quitara los tambos con un cuarto de su capacidad, permaneciera mayor tiempo en el área de la maquinaria logrando así que recorra continuamente la máquina para atender las unidades y mantener los niveles de los tambos escalonados.

De igual forma se puede observar el aumento de ciertas actividades tales como: buscar hebra en la bobina (actividad 6), limpieza del rotor (actividad 9), atender falla (actividad 16) e inspección (actividad 28); evitan la presencia de fallas que provocan la inactividad de las unidades que dependen de la atención del operador.

No.	Descripción de Actividades	OPERADOR 1		OPERADOR 2	
		Antes	Después	Antes	Después
		P	P	P	P
1	Llenar carro con tambos vacíos	0.0673	0.0534	0.0337	0.0266
<b>2</b>	<b>Transporte de carro</b>	<b>0.2367</b>	<b>0.1415</b>	<b>0.1173</b>	<b>0.0984</b>
3	Colocar tambo lleno en carro	0.0802	0.0557	0.0513	0.0505
4	Descargar tambos llenos	0.0802	0.0789	0.0396	0.0505
5	Alimentar unidad	0.0194	0.0186	0.0205	0.0293
6	Buscar hebra en bobina	0.0336	0.0696	0.0543	0.1090
7	Unir punta	0.0608	0.0534	0.0191	0.0479
8	Limpieza de máquina	0.0129	0.0023	0.0220	0.0080
9	Limpieza del rotor	0.0479	0.0882	0.0543	0.0931
10	Empujar bobinas llenas	0.0103	0.0000	0.0088	0.0213
11	Cambio de bobina manual	0.0116	0.0046	0.0117	0.0239
12	Atención al autómeta	0.0078	0.0070	0.0455	0.0372
13	Actividades personales	0.0647	0.0278	0.0689	0.0080
14	Ocioso	0.0530	0.0789	0.1496	0.0904
15	Colocar tambos cerca de las unidades	0.0686	0.1067	0.0777	0.0319
16	Atender falla	0.0440	0.0580	0.0455	0.0638
17	Colocar bobina vacía en máq. para la colocación de poco hilo	0.0349	0.0371	0.0352	0.0346
18	Limpieza del área	0.0052	0.0209	0.0147	0.0160
19	Unir dos botes de material en uno	0.0091	0.0162	0.0748	0.0505
20	Marcar hilo con gis	0.0207	0.0255	0.0337	0.0399
21	Limpieza del carro (mantenimiento)	0.0000	0.0000	0.0059	0.0000
22	Informar al Supervisor	0.0026	0.0046	0.0015	0.0133
23	Transporte de costal con bobinas	0.0000	0.0000	0.0073	0.0000
24	Espera de suministros	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000
25	Colocar bobinas llenas para alimentar bobinas vacías	0.0013	0.0000	0.0044	0.0000
26	Vaciar bobinas vacías del costal al tambo	0.0078	0.0000	0.0029	0.0000
27	Descargar tambos vacíos del carro	0.0155	0.0116	0.0000	0.0080
28	Inspección	0.0013	0.0394	0.0000	0.0479

**Tabla 4.3 Tabla Comparativa de los muestreos realizados a los operadores.**



## Capítulo 4

Una causa de inactividad de las unidades es la de atención del operador, después de la implementación del método de trabajo dicha causa se redujo para la máquina 8 y 9; en la máquina 10 no se obtuvieron los resultados esperados debido a la presencia continua de fallas mecánicas y de ruptura de hilo que no dependen de las actividades que desempeña el operador.

A continuación se presentan en la tabla comparativa 4.4 los resultados obtenidos de las causas principales de inactividad en las máquinas hiladoras:

No.	Descripción	MÁQUINA 8		MÁQUINA 9		MÁQUINA 10	
		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
		P	P	P	P	P	P
1	Ruptura del hilo	0.0501	0.0475	0.084	0.0400	0.0001	0.2543
2	Bobina llena	0.0336	0.0202	0.026	0.0250	0.0000	0.0233
3	Bobina nueva	0.0572	0.0515	0.084	0.0340	0.0001	0.1597
4	Falta de Refacciones	0.0000	0.0000	0.011	0.0270	0.0000	0.0124
5	Atención del operador	0.0018	0.0000	0.034	0.0070	0.0000	0.0140
6	Fallas Mecánica	0.0000	0.2020	0.062	0.0000	0.0000	0.0000
7	Espera Suministros	0.0047	0.0010	0.000	0.0000	0.0000	0.0000
8	Atención del autómeta	0.0053	0.0061	0.000	0.0000	0.0000	0.0039
9	Bobina mal colocada	0.0041	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000
10	Espera de Bobina	0.0053	0.0081	0.000	0.0000	0.0000	0.0101

**Tabla 4.4 Tabla Comparativa de las causas de inactividad de las máquinas hiladoras.**

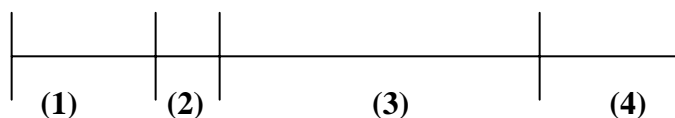
Es importante mencionar que de todas las causas que provocan la inactividad de las unidades, la no. 5 que es atención del operador es afectada directamente por la implementación del método de escalonado; reduciendo así el número de unidades paradas un 0.18% para la máquina 8, un 2.7% para la máquina 9 y en contraste, la máquina 10 aumentó el número de unidades paradas a causa de la atención del operador un 1.4%.



---

#### 4.4 Tiempo de ciclo de la bobina en las máquinas hiladoras.

Se tomo el tiempo de ciclo de varias bobinas antes y después de la implementación, en donde se observa que el tiempo de ciclo se divide en cuatro lapsos como se muestra a continuación:



Donde:

- (1) Tiempo de Espera Inicial: se refiere al tiempo en el cual la bobina nueva espera al autómatas para que se realice el empalme.
- (2) Tiempo de Preparación: este tiempo puede ser variable ya que el autómatas puede realizar de uno a tres intentos hasta obtener el empalme.
- (3) Tiempo de Proceso: es el tiempo de llenado de la bobina tomando en cuenta el tiempo de falla, el cual puede ser variable ya que se puede presentar o no una falla durante este tiempo.
- (4) Tiempo de Espera Final: se refiere al tiempo en el cual la bobina llena espera al mudador para dar por terminada la operación.

Se calculó un promedio del tiempo de ciclo de las bobinas antes y después de la implementación en la Máquina 8, ya que el tiempo de espera inicial, de preparación y de espera final son variables dependientes de la posición del autómatas y de la unidad. Después de haber implementado el nuevo método de trabajo se observó una reducción en el tiempo de ciclo promedio; en la Tabla 4.6 se muestran los resultados obtenidos:





Descripción	Antes (hr)	Después (hr)
Tiempo de espera inicial	0:39:39	0:17:50
Tiempo de preparación	0:00:22	0:00:23
Tiempo de proceso	4:34:19	4:33:49
Tiempo de espera final	0:10:50	0:12:01
<b>Tiempo Total</b>	<b>5:21:54</b>	<b>5:04:03</b>

**Tabla 4.5. Comparación tiempo de ciclo de la Máquina 8 con título de hilo 6.0/1.**

La Tabla 4.6 refleja que el tiempo de ciclo promedio se redujo un 6.48% y el tiempo de espera inicial un 55.03%, debido a que con el método de escalonado de tambos el llenado de las bobinas también se realiza a diferentes niveles, evitando así un gran número de bobinas nuevas en espera de ser empalmadas por el autómata.

En la Tabla 4.7 se observa que el tiempo de espera inicial promedio para la Máquina 9 se redujo un 66% y su tiempo de ciclo promedio solamente un 5% ya que su tiempo de proceso es mayor en comparación al tiempo de espera inicial y final:

Descripción	Antes (hr)	Después (hr)
Tiempo de espera inicial	0:05:50	0:02:42
Tiempo de preparación	0:00:26	0:00:31
Tiempo de proceso	26:13:40	26:09:24
Tiempo de Espera Final	0:05:08	0:04:35
<b>Tiempo Total</b>	<b>26:25:04</b>	<b>26:17:12</b>

**Tabla 4.6. Comparación tiempo de ciclo de la Máquina 9 con título de hilo 19.0/1.**

De igual forma, se calculó el tiempo de ciclo promedio para la Máquina 10; dado que la máquina tuvo un mantenimiento preventivo antes de la implementación, evitando la presencia continua de fallas mecánicas; su tiempo de ciclo fue menor en comparación al tiempo de ciclo después de la implementación, aumentando así un 2.69%. La causa de



## Capítulo 4

dicho incremento fue que el tiempo de espera inicial aumentó un 302.9% debido a fallas mecánicas del autómatas. En la Tabla 4.8 se presentan los resultados:

<b>Descripción</b>	<b>Antes (hr)</b>	<b>Después (hr)</b>
Tiempo de espera inicial	0:02:06	0:08:30
Tiempo de preparación	0:00:39	0:00:41
Tiempo de proceso	6:03:55	6:06:39
Tiempo de Espera Final	0:02:48	0:03:35
<b>Tiempo Total</b>	<b>6:09:28</b>	<b>6:19:25</b>

**Tabla 4.7. Comparación tiempo de ciclo de la Máquina 10 con título de hilo 8.5/1.**