



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISMINUCIÓN DE LOS TIEMPOS NO OPERATIVOS (N.O.T) EN LAS MÁQUINAS
BANBURY 1 Y 2 DEL DEPARTAMENTO DE BANBURY EN LA EMPRESA
BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.**

Autor:

Eva C. Ortega R.

Valencia, Junio de 2011



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISMINUCIÓN DE LOS TIEMPOS NO OPERATIVOS (N.O.T) EN LAS MÁQUINAS
BANBURY 1 Y 2 DEL DEPARTAMENTO DE BANBURY EN LA EMPRESA
BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo, para optar al título de
Ingeniero Industrial

Línea de Investigación: Innovación e Ingeniería de la Productividad

Tutora:

Ing. Ruth Illada

Autor:

Eva C. Ortega R. C.I.:18.748.209

Valencia, Junio de 2011



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado “DISMINUCIÓN DE LOS TIEMPOS NO OPERATIVOS (N.O.T) EN LAS MÁQUINAS BANBURY 1 Y 2 DEL DEPARTAMENTO DE BANBURY EN LA EMPRESA BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A”, el cual está adscrito a la Línea de Investigación “INNOVACIÓN E INGENIERÍA DE LA PRODUCTIVIDAD“ del Departamento de INGENIERÍA DE MÉTODOS, presentado por el Bachiller EVA C. ORTEGA R., C.I. 18.748.209, a los fines de cumplir con el requisito académico exigido para optar al Título de Ingeniero Industrial, dejan constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho Trabajo Especial de Grado, por cada uno de los Miembros del Jurado, éste fijó el día jueves 16 de junio de 2011, a las 6:30 pm, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que éste hizo, en el Salón SDC, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en el Reglamento del Trabajo Especial de Grado de la Universidad de Carabobo y a las Normas de elaboración de Trabajo Especial de Grado de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.
2. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el Jurado decidió aprobarlo por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido por el Reglamento de Estudios de Pregrado.

En fe de lo cual se levanta la presente acta, a 20 días, del mes de junio del 2011, dejándose también constancia de que actuó como Coordinadora del Jurado la Tutora, Prof. Ruth Illada.

Prof. Ruth Illada
Presidente del Jurado

Prof. Ramón López
Miembro del Jurado

Prof. Carlos Araujo
Miembro del Jurado



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISMINUCIÓN DE LOS TIEMPOS NO OPERATIVOS (N.O.T) EN LAS MÁQUINAS
BANBURY 1 Y 2 DEL DEPARTAMENTO DE BANBURY EN LA EMPRESA
BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.**

Tutora: Ing. Ruth Illada

Autor: Ortega R. Eva C.

RESUMEN

Con el presente trabajo especial de grado se plantearon propuestas de mejora para la disminución de los tiempos no operativos (N.O.T) de las máquinas Banbury 1 y 2 del departamento de Banbury de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A., con el propósito de recuperar los tiempos perdidos y convertirlos en tiempos operativos, para producir mayor cantidad de lotes de goma y por ende mayor cantidad de cauchos. El trabajo se desarrolló a través de un proceso investigativo tomando en consideración que se trataba de un proyecto factible, ya que, a través del proceso, se logró conseguir la solución a los problemas. Las herramientas utilizadas en la investigación fueron los estudios de tiempo con los cuales se recolectó la data que sirvió para conocer la situación actual de las máquinas. Posteriormente se utilizó el Diagrama Causa-Efecto para conseguir las causas raíces de los problemas y los Diagramas de Pareto para estratificar y detectar la ponderación y relevancia de cada problema dentro del total de tiempos no operativos de cada una de las máquinas. Después, con la ayuda de la opinión de los ingenieros y operadores de las máquinas en estudio que laboran en la empresa, se establecieron las propuestas de mejora que ayudarán a solucionar o disminuir la ocurrencia de los problemas que generan los tiempos no operativos. Las propuestas fueron: colocación de los dispositivos controladores de peso, programas de mantenimiento preventivo, sistema de control del nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa, colocación de barreras de protección en la balanza transportadora, instalación de rodillos guías, reentrenamiento de los operadores, entre otras. Todas estas propuestas fueron evaluadas económicamente y se determinó la factibilidad de cada una.

Palabras Clave: Tiempos no operativos, recuperación de tiempo, propuestas de mejora, mantenimiento preventivo, reentrenamiento.

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Dios por estar siempre ahí guiándome y llenándome de grandes bendiciones y por darme la oportunidad de aprender cada de día y de tener en mi vida personas muy especiales que me brindan todo su apoyo. Gracias a Él estoy cumpliendo esta gran meta de convertirme en Ingeniero Industrial, mil gracias mi Dios.

A mis Padres, les agradezco su amor incondicional, su guía, sus consejos y su apoyo en las metas que me trazo, y por siempre estar allí en las buenas y en las malas dándome lo mejor de ellos y haciendo de mi lo que soy hoy en día, mil gracias.

A mi hermano le agradezco su apoyo y su amor incondicional y al resto de mi familia su interés siempre por las metas que me encamino a alcanzar y por estar siempre dispuestos a brindarme su apoyo y ayuda.

A mi amiga Danielcy Oduber le doy las gracias por su cariño y por su ayuda y aporte para poder culminar mi trabajo especial de grado y por compartir todas las experiencias y aprendizajes en las pasantías realizadas en la empresa donde elaboré mi tesis. A todos mis amigos les doy las gracias por siempre estar allí apoyándome en las buenas y en las malas y brindándome su cariño y ayuda para cumplir mis metas, muchas gracias a todos por ofrecerme siempre su cariño incondicional.

Quiero agradecer a la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A., por haberme dado la oportunidad de realizar mis pasantías y mi tesis en su planta y a todas las personas que trabajan allí y que me aportaron sus conocimientos y ayuda para realizar este trabajo: a mi tutora empresarial la Ing. Liliana Díaz, Manuel Castillo, Oscar Sánchez, Luis, Carlos González, Ramón Ceballos, Mariant Navarro, Gudner Acosta, Pedro Sayago y a los operadores de las máquinas que me brindaron sus conocimientos en los procesos, gracias a todos por su apoyo y aporte.

A mi tutora académica la Ing. Ruth Illada por guiar mi tesis y encaminarla, brindándome las pautas necesarias para realizar un buen trabajo, muchas gracias.

A la Universidad de Carabobo por ser mi casa de estudio en donde obtuve muchas enseñanzas, especialmente a la Escuela de Ingeniería Industrial y a todos sus profesores por enseñarme las herramientas más importantes para utilizarlas en el ejercicio de mi carrera.

Mil gracias a todos por ayudarme a culminar mi trabajo especial de grado y por ayudarme a convertirme en Ingeniero Industrial.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedicó a Dios porque gracias a Él he podido cumplir la meta de culminar mi trabajo especial de grado y poder graduarme de Ingeniero Industrial. Además por ser mi guía incondicional y por darme la fuerza para cumplir mis metas y salir siempre hacia adelante.

También dedico esta tesis a mis Padres por estar siempre ahí y porque con su esfuerzo y dedicación han estado siempre a mi lado apoyándome, guiándome y brindándome sus consejos. Sé que ellos están tan contentos como yo por esta meta lograda. A a mi hermano por compartir conmigo todos los momentos buenos y malos y ser testigo de cada paso dado para el alcance de este logro. Y a todos mis amigos por siempre brindarme su apoyo, cariño y solidaridad en todo momento.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIA.....	IV
TABLA DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y EL PROBLEMA.....3

1.1. Aspectos Generales de la Empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.....	3
1.1.1. Descripción de la Empresa.....	3
1.1.2. Ubicación.....	3
1.1.3. Reseña Histórica.....	4
1.1.4. Misión.....	4
1.1.5. Visión.....	4
1.1.6. Proceso de Producción.....	5
1.2. Planteamiento del Problema.....	6
1.3. Formulación del Problema.....	8
1.4. Objetivos.....	8
1.4.1. Objetivo General.....	8
1.4.2. Objetivos Específicos.....	8
1.5. Justificación de la Investigación.....	8
1.6. Alcance y Limitaciones.....	10

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO.....11

2.1. Antecedentes de la Investigación.....11

2.2. Bases Teóricas.....12

2.2.1. Ingeniería de Métodos.....12

2.2.2. Análisis de la Operación.....12

2.2.3. Estudio del Trabajo.....13

2.2.4. Estudios de Tiempos.....14

2.2.5. Método Intermitente o Cronometraje con vuelta a cero.....15

2.2.6. Diagrama Causa-Efecto (Diagrama de Ishikawa).....15

2.2.7. Diagrama de Pareto.....16

2.3. Definición de Términos Básicos.....16

2.4. Nivel de la Investigación.....17

2.5. Diseño de la Investigación.....17

2.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....18

2.7. Técnica de Procesamiento y Análisis de Datos.....18

2.8. Fases Metodológicas.....19

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....22

3.1. Productos Elaborados.....22

3.2. Proceso de Transformación de la Materia Prima.....26

3.3. Materias Primas.....26

3.4. Equipos y Herramientas.....30

3.5. Área de Trabajo.....	32
3.6. Método de Trabajo.....	34
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	36
4.1. Estudios de Tiempos.....	36
4.2. Diagrama Causa-Efecto (Diagrama de Ishikawa).....	39
4.3. Diagramas de Pareto.....	40
CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE MEJORAS Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	53
5.1. MÁQUINA.....	53
5.1.1. Suministro de negro humo en cantidades diferentes a las establecidas en el estándar.....	53
5.1.2. Máquina parada por molino.....	55
5.1.3. Derrame de piscina de solución jabonosa.....	64
5.1.4. Bloqueo del sistema electrónico-computarizado.....	68
5.1.5. La goma se atora en compuerta de cabina de mezclado.....	71
5.1.6. La goma se enreda en los soportes laterales de la banda transportadora de alimentación.....	77
5.2. MANO DE OBRA.....	81
5.2.1. Máquina detenida esperando que el operador coloque tacho en balanza.....	81
5.2.2. Máquina parada por molino.....	82
5.3. MATERIAL.....	85
5.3.1. Falta de tachos de pigmentos.....	85

5.3.2. Falta de goma master o remil.....	87
5.4. Resumen de las propuestas de mejora, tiempo recuperado, inversión y beneficio.....	89
5.5. Beneficio percibido por la empresa antes y después con la aplicación de las propuestas.....	90
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Tabla III.1. Descripción de las gomas según la inicial de su nombre.....	22
Tabla III.2. Gomas Master 1 elaboradas en las máquinas Banbury 1 y 2.....	23
Tabla III.3. Gomas Master 2 elaboradas en las máquinas Banbury 1 y 2.....	23
Tabla III.4. Gomas Remil elaboradas en las máquinas Banbury 1 y 2.....	24
Tabla III.5. Gomas Final y Remil de Final elaboradas en las máquinas Banbury 1 y 2.....	24
Tabla III.6. Materiales utilizados para la fabricación de cada tipo de goma.....	29
Tabla III.7. Especificaciones de Máquinas Banbury 1 y 2.....	30
Tabla III.8. Equipos y herramientas utilizadas para la elaboración de los lotes de gomas.....	31
Tabla III.9. Equipos de protección personal.....	32

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Tabla IV.1. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 1 asociados a máquina.....	36
Tabla IV.2. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 2 asociados a máquina.....	37
Tabla IV.3. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 1 asociados a la mano de obra.....	37
Tabla IV.4. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 2 asociados a la mano de obra.....	37
Tabla IV.5. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 1 asociados al material.....	38

Tabla IV.6. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 2 asociados al material.....	38
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE MEJORAS Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Tabla V.1. Descripción del problema: máquina parada por molino, causa raíz y propuesta.....	53
----------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.2. Componentes necesarios para la instalación de los controladores de peso de las balanzas 1 y 2 de la máquina Banbury 1 con sus costos asociados.....	54
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.3. Mano de obra requerida para la instalación de los controladores de peso de las balanzas 1 y 2 de la máquina Banbury 1 con sus costos asociados.....	54
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.4. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación de los controladores de peso de las balanzas 1 y 2 de la máquina Banbury 1.....	55
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.5. Descripción del problema: máquina parada por molino, causa raíz y propuesta.....	55
----------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.6. Plan de mantenimiento preventivo de la termocupla de la máquina Banbury.....	56
------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.7. Lista de chequeo de las condiciones de transmisión de señal eléctrica de la termocupla.....	58
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.8. Lista de chequeo de las condiciones de los cables de la termocupla.....	59
-------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.9. Lista de chequeo de las condiciones de calibración de los cables de la termocupla...	60
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.10. Formato de registro de cumplimiento del mantenimiento preventivo de la termocupla de la máquina Banbury.....	61
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.11. Plan de mantenimiento preventivo de la bobina de la válvula de apertura de la compuerta de cabina de mezclado de la máquina Banbury.....	62
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.12. Mano de obra requerida para la ejecución del mantenimiento preventivo de las termocuplas de los Banbury 1 y 2 con sus costos asociados.....	63
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.13. Mano de obra requerida para la ejecución del mantenimiento preventivo de las bobinas de la válvula de apertura de los Banbury 1 y 2 con sus costos asociados.....	63
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.14. Resumen de costos asociados y beneficio para ejecución del mantenimiento preventivo de la termocupla y de la bobina de la válvula de apertura de los Banbury 1 y 2.....	64
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla V.15. Descripción del problema: derrame de piscina de solución jabonosa en proceso de llenado, causa raíz y propuesta.....	65
Tabla V.16. Componentes necesarios para la instalación del sistema de control del nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa para el Banbury 1.....	65
Tabla V.17. Mano de obra requerida para la instalación del sistema de control del nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa de la máquina Banbury 1 con sus costos asociados...	66
Tabla V.18. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación del sistema de control de nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa de la máquina Banbury 1.....	67
Tabla V.19. Descripción del problema: bloqueo del sistema electrónico, causa raíz y propuesta.....	68
Tabla V.20. Plan de mantenimiento preventivo y respaldo de información de sistema computarizado.....	69
Tabla V.21. Mano de obra requerida para la ejecución del mantenimiento preventivo del sistema electrónico-computarizado con sus costos asociados.....	70
Tabla V.22. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación del sistema de control de nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa de las máquinas Banbury 1.....	71
Tabla V.23. Descripción del problema: la goma se atora en compuerta de cabina de mezclado..	71
Tabla V.24. Materiales necesarios para instalación de la barrera de protección móvil derecha de la máquina Banbury 1.....	73
Tabla V.25. Mano de obra requerida para la fabricación e instalación de la barrera del Banbury 1 y sus costos asociados.....	73
Tabla V.26. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación de la barrera de protección derecha de la balanza transportadora de a máquina Banbury 1.....	75
Tabla V.27. Materiales necesarios para el alargado de la barrera de protección derecha de la máquina Banbury 2.....	76
Tabla V.28. Mano de obra requerida para la fabricación e instalación de la barrera del Banbury 2 y sus costos asociados.....	76
Tabla V.29. Resumen de costos asociados y ahorro para la instalación de la barrera de protección derecha de la balanza transportadora de a máquina Banbury 2.....	77
Tabla V.30. Descripción del problema: la goma se enreda en los soportes laterales de la banda transportadora de alimentación, su causa raíz y propuesta.....	78

Tabla V.31. Componentes necesarios para la instalación de 4 rodillos guías en la banda transportadora de alimentación de las máquinas Banbury 1 y 2.....	78
Tabla V.32. Mano de obra requerida para la instalación de los rodillos guías de la banda transportadora de alimentación en las máquinas Banbury 1 y 2 y sus costos asociados.....	79
Tabla V.33. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación de los rodillos guías de la banda transportadora de alimentación de las máquinas Banbury 1 y 2.....	80
Tabla V.34. Descripción del Problema: máquina detenida esperando que el operador coloque tacho en balanza, causa raíz y propuesta.....	81
Tabla V.35. Componentes necesarios para la instalación de una señal sonora-luminosa en las máquinas Banbury 1.....	81
Tabla V.36. Mano de obra requerida para la instalación de una señal sonora luminosa en la máquina Banbury 1.....	81
Tabla V.37. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación de una señal sonora-luminosa en las en la máquina Banbury 1.....	82
Tabla V.38. Descripción del Problema: máquina parada por molino, su causa raíz y su propuesta.....	82
Tabla V.39. Ingreso no percibido durante el reentrenamiento de los operadores-Inversión total.	84
Tabla V.40. Descripción del beneficio de la propuesta de reentrenamiento y monitoreo de los operadores.....	84
Tabla V.41. Descripción del Problema: Falta de tachos de pigmentos con sus causas raíces y sus propuestas de mejora.....	85
Tabla V.42. Resumen del beneficio obtenido con la aplicación de las propuestas de normalización de las actividades del montacarguista y el programador (1).....	86
Tabla V.43. Descripción del Problema: Falta de goma master o remil con sus causas raíces y sus propuestas de mejora.....	87
Tabla V.44. Resumen del beneficio obtenido con la aplicación de las propuestas de normalización de las actividades del montacarguista y el programador (2).....	88
Tabla V.45. Resumen de propuestas de mejoras ordenadas de mayor a menor según la diferencia (Beneficio adicional-Inversión Total).....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y EL PROBLEMA

Figura I.1. Esquema del Proceso de Producción del neumático.....	5
-------------------------------------------------------------------------	---

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Figura III.1. Goma laminada fabricada en las máquinas Banbury 1 y 2.....	25
Figura III.2. Secuencia de fabricación de gomas para la obtención de las gomas finales.....	26
Figura III.3. Árbol Hevea Braziliensis.....	27
Figura III.4. Bloques de goma natural.....	27
Figura III.5. Bloques de Goma Sintética.....	28
Figura III.6. Negro Humo.....	28
Figura III.7. Tachos de pigmentos.....	29
Figura III.8. Partes de una máquina Banbury.....	30
Figura III.9. Banbury 1.....	31
Figura III.10. Banbury 2.....	31
Figura III.11. Plano del Departamento de Banbury (1er piso), vista de planta.....	33
Figura III.12. Dimensiones de área de máquinas Banbury 1 y 2.....	33
Figura III.13. Diagrama de Proceso de la Elaboración de un lote de goma Master 1.....	34
Figura III.14. Diagrama de Proceso de la Elaboración de un lote de goma Master 2, Remil y Remil de Final.....	35

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Figura IV.1. Diagrama Causa-Efecto de los problemas detectados en la máquinas Banbury.....	39
Figura IV.2. Diagrama de Pareto de la ponderación de las 3M: máquina, material y mano de obra dentro del total de N.O.T. promedio para el Banbury 1.....	40
Figura IV.3. Diagrama de Pareto de la ponderación de las 3M: máquina, material y mano de obra dentro del total de N.O.T. promedio para el Banbury 2.....	41
Figura IV.4. Estaciones sucesivas del proceso de elaboración de goma laminada desde las cuales se puede detener la máquina Banbury.....	42
Figura IV.5. Derrame de piscina de solución jabonosa.....	43
Figura IV.6. Sistema de llenado de la piscina de solución jabonosa actual.....	43
Figura IV.7. Banda Transportadora de Alimentación y Balanza Transportadora.....	44
Figura IV.8. Balanza Transportadora y entrada de compuerta	44
Figura IV.9. Compuerta de cabina de mezclado	44
Figura IV.10. Secuencia de enredo de goma con los laterales de la banda transportadora de alimentación.....	45
Figura IV.11. Diagrama de Pareto del desglose de los N.O.T. asociados a la máquina para el Banbury 1.....	46
Figura IV.12. Diagrama de Pareto del desglose de los N.O.T. asociados a la máquina para el Banbury 2.....	47
Figura IV.13. Diagrama de Pareto del desglose de los N.O.T. asociados a la mano de obra para el Banbury 1.....	48
Figura IV.14. Flujo de materiales en las máquinas Banbury 1 y 2.....	49
Figura IV.15. Diagrama de Pareto del desglose de los N.O.T. asociados al material para el Banbury 1.....	51
Figura IV.16. Diagrama de Pareto del desglose de los N.O.T. asociado a la clasificación Material del Banbury 2.....	52

CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE MEJORAS Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Figura V.1. Controlador de Peso.....	53
Figura V.2. Sistema de control del nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa.....	65
Figura V.3. Controlador de Nivel Tipo Flotante.....	66
Figura V.4. Antes y Después de la Propuesta de Instalación de un Sistema de Control de Llenado de la Piscina de Solución Jabonosa.....	67
Figura V.5. Diseño de barrera de protección móvil derecha tipo puerta para la balanza transportadora de la máquina Banbury 1.....	72
Figura V.6. Ilustración de barrera de protección móvil derecha tipo puerta en la máquina Banbury 1.....	72
Figura V.7. Antes y Después de la Propuesta de Instalación de la Barrera de Protección Derecha de la Balanza Transportadora del Banbury 1.....	74
Figura V.8. Diseño de alargado de barrera de protección derecha de la balanza transportadora de la máquina Banbury 2.....	75
Figura V.9. Ilustración de barrera de protección derecha alargada en la máquina Banbury 2.....	76
Figura V.10. Ubicación de rodillos delanteros en banda transportadora de alimentación de máquina Banbury.....	78
Figura V.11. Antes y Después de la Propuesta de Instalación de Rodillos Guías de la Banda de Alimentación de los Banbury 1 y 2.....	79
Figura V.12. Beneficio percibido por la empresa sin la aplicación de las propuestas y con la aplicación de las mismas.....	90

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales motivos para el funcionamiento de una empresa es la generación de dividendos que beneficien tanto a los dueños y accionistas como a todos los trabajadores que en ella laboran. En las empresas manufactureras un nivel de producción determinado tendrá asociado un nivel de ganancia proporcional, es decir, si las cantidades producidas aumentan también deberá aumentar el margen de ingresos y beneficios obtenidos.

En toda empresa existen unos niveles de producción estándares y, lo ideal es que el sistema productivo tenga la capacidad real de alcanzar dichos niveles. Muchas veces esta meta no se logra alcanzar por las pérdidas de tiempo al presentarse paradas que no han sido planificadas.

La empresa BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A. (BFVZ) se encarga de la fabricación y comercialización de cauchos. El proceso de elaboración del producto comienza con la mezcla y elaboración de la goma que posteriormente pasará por el resto de los procesos de transformación. Esta primera etapa es una de las más importantes ya que para poder realizar el caucho se necesita la mezcla inicial de los compuestos para formar la goma. Este proceso es común para todos los tipos de neumáticos, solo varían los compuestos con los cuales se prepara cada uno.

La fabricación de las gomas se realiza en un departamento denominado “Banbury” que está formado por cuatro máquinas con ese mismo nombre y enumeradas del 1 al 4. Por ser esta área de tanta importancia para el comienzo de los procesos, es de mucha relevancia su normal y constante funcionamiento para que fluyan correctamente las operaciones del resto de los departamentos.

El propósito de esta investigación es evaluar el proceso realizado en el área de Banbury de la empresa BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A., específicamente en la máquina Banbury 1 y 2, para determinar y clasificar los tiempos no operativos presentes y los motivos de éstos y así poder plantear propuestas de mejora para su disminución y aumento de la producción.

La metodología utilizada para el desarrollo de la investigación fue el estudio del trabajo que presenta una serie de pasos los cuales se siguieron para alcanzar los objetivos de éste proyecto.

En el capítulo I, se presentan los aspectos generales de la empresa y el planteamiento del problema, formulación del problema, el objetivo general de la investigación, objetivos generales y específicos y la justificación de la investigación.

El capítulo II contiene el marco teórico y metodológico por el cual se rige la investigación y el capítulo III comprende la descripción de la situación actual: productos elaborados, proceso de transformación de la materia prima, materias primas, equipos y herramientas, área de trabajo y el método de trabajo.

En el capítulo IV, se presenta el análisis de la situación actual con el Diagrama Causa-Efecto de la situación problemática y el Análisis de Pareto, así como también el resumen de los datos obtenidos a través de los estudios de tiempo y la explicación detallada de cada uno de los problemas presentes que originan los tiempos no operativos.

En el capítulo V se encuentran las propuestas de mejora con el análisis de la factibilidad económica y el beneficio adicional de cada una.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y EL PROBLEMA

1.1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A (BFVZ)

1.1.1. Descripción General de la Empresa

Bridgestone Firestone Venezolana, C.A., es una empresa cauchera de reconocimiento mundial. Es la planta venezolana de la corporación Bridgestone que cuenta con diversas sucursales en varios países de América Latina y el resto del mundo. Esta empresa se encarga de la elaboración y comercialización de neumáticos de alta calidad, seguridad y confort para diferentes tipos de vehículos desde lo más pesados hasta lo más livianos.

Está comprometida con la calidad y la satisfacción de sus clientes teniendo en cuenta siempre su compromiso con el ambiente y la responsabilidad social, ofreciéndoles a sus trabajadores y a la comunidad condiciones favorables y de bienestar social.

La Organización se rige por filosofías japonesas como lo es la filosofía Suru Raku (Suave y Fácil), que establece como objetivo la estandarización de los métodos de trabajo para asegurar permanencia en el tiempo a través de la participación de los departamentos de: seguridad, calidad y servicios técnicos. Además se fundamentan en otras filosofías como el Kaizen, 4M, entre otras, para mantener un siempre los procesos de mejora continua y satisfacer a sus clientes.

1.1.2. Ubicación

Carretera Nacional Valencia Los Guayos, apartado 194, edificio Firestone. Valencia Edo. Carabobo.

1.1.3. Reseña Histórica

Bridgestone Firestone como corporación nace por una parte en el año de 1900 cuando Harvey S. Firestone crea la primera versión del neumático para vehículos: la rueda de goma. Por su parte, Shojiro Ishibashi en 1932 funda el Grupo Bridgestone, de origen Japonés, convirtiéndose así en el negocio más grande en la fabricación de neumáticos en su país de origen.

En 1954, Firestone Venezolana inicia sus operaciones en el país y fue adquirida en el año 1988 por Bridgestone Co., naciendo así la corporación Bridgestone Firestone, empresa líder en el mercado del caucho a nivel mundial.

Desde las instalaciones de la planta ubicada en Valencia, Edo. Carabobo, Bridgestone Firestone Venezolana, C.A. (BFVZ), 1.200 empleados producen diariamente más de 10.000 unidades de cauchos para comercializar productos de alta tecnología que puedan atender la demanda del mercado venezolano y de la Región Andina y del Caribe.

1.1.4. Misión

Fabricar y comercializar neumáticos de calidad superior, con servicios que los diferencien en el mercado para la satisfacción de sus clientes.

1.1.5. Visión

- Ser el mejor lugar para laborar, donde todos los asociados puedan realizarse personal y profesionalmente.
- Mantenerse como una empresa líder, estable y en crecimiento.
- Ser los mejores en calidad, seguridad, productividad, eficiencia y preservación del medio ambiente.
- Trascender a las generaciones futuras modelando a través de sus asociados los valores de BFVZ a la sociedad.

1.1.6. Proceso de Producción

El proceso llevado a cabo en la empresa BFVZ para la elaboración del caucho se presenta a continuación en la figura I.1.:

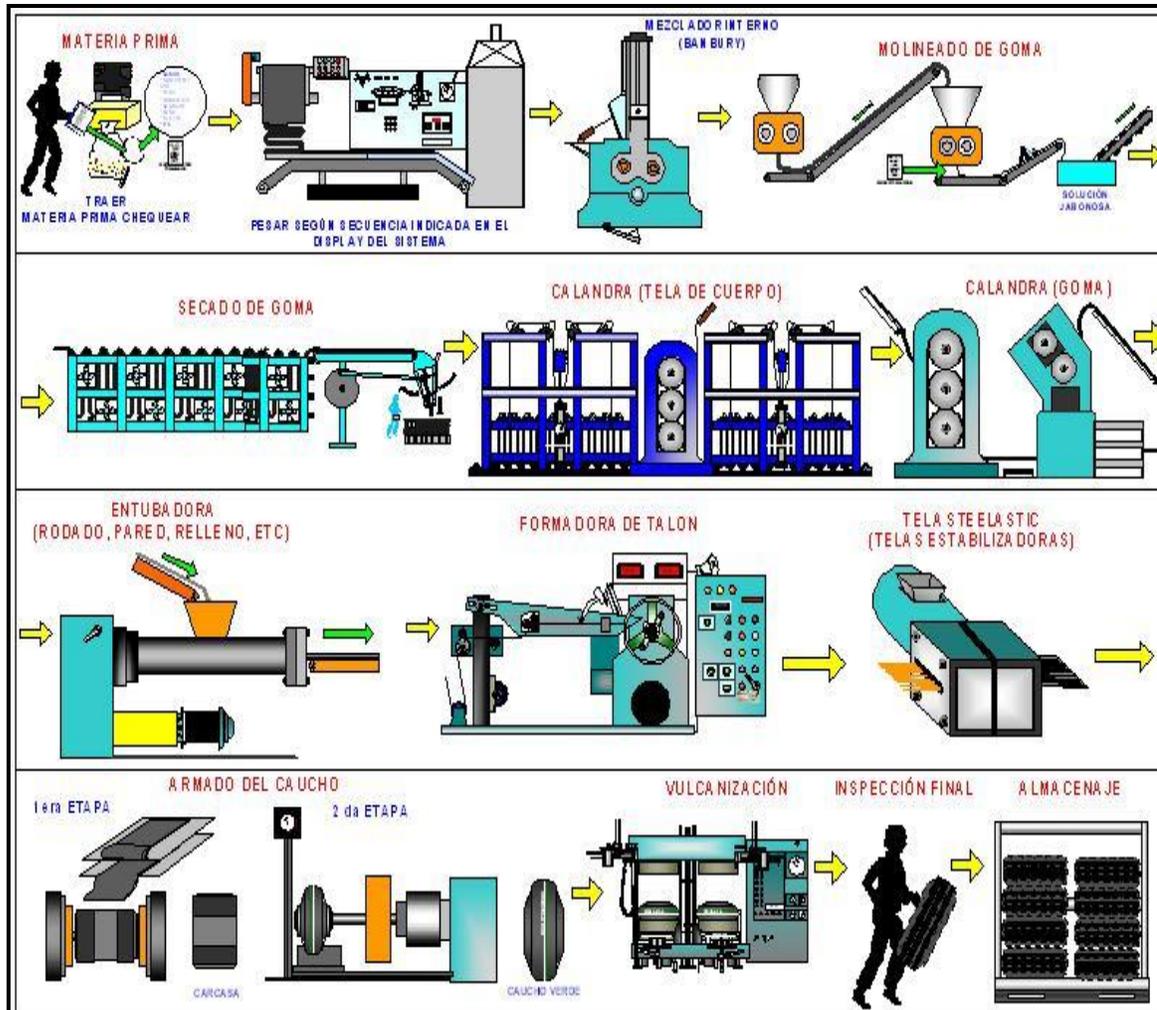


Figura I.1. Esquema del Proceso de Producción del neumático.

Fuente: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Bridgestone Firestone Venezolana es una planta cauchera de producción continua con estándares de producción establecidos. Estos estándares de producción son actualmente una meta que no han podido alcanzar, debido a que, por pérdidas de tiempo a causa de diferentes factores, como la ejecución de actividades innecesarias por el hombre que no se encuentran establecidas en el estándar de trabajo (Working Standard) y por problemas en máquinas y procesos, no se logran realizar las cantidades de cauchos programadas. Estos segmentos de tiempo son denominados en la empresa con las siglas N.O.T (No Operating Time) y se originan por problemas, paradas no planificadas o retardos generados por motivos que pueden estar asociados a las máquinas, materiales, mano de obra o métodos-procesos.

La recurrente existencia de estos N.O.T no permite alcanzar el nivel de producción estándar establecido, lo que se traduce en una baja productividad y déficit de neumáticos para satisfacer la demanda de los clientes.

Una de las principales áreas de la empresa es el departamento de Banbury. Este departamento está formado por 4 máquinas con este mismo nombre y es allí donde se inicia el proceso de elaboración del caucho. En estas máquinas se realiza la mezcla inicial de los componentes para la elaboración de las diversas gomas (denominadas Master 1) y además se procesan los distintos pases de goma (Master 2, Remil, Final y Remil de Final) con las cuales se elaboran los diferentes tipos de cauchos. Todas estas mezclas son elaboradas por lote con pesos y componentes específicos dependiendo del tipo de goma que se vaya a realizar.

El departamento de Banbury es parte esencial en la vida productiva de la empresa, ya que de allí se obtiene la materia prima que alimenta el resto de la cadena de suministros, por lo tanto, la baja productividad en estas máquinas se traduce en una baja productividad del sistema global. En estas máquinas se presentan tiempos no operativos que se pueden clasificar en: Mecánicos, Falta de Material, Cambio de Material y Personales.

Actualmente los Banburys más críticos son el número 1 y 2 debido a que presentan un promedio de N.O.T de 30,87% y 25,10% respectivamente. El 30,87% de N.O.T. del Banbury 1 en un turno de trabajo de 8 horas está formado por un 24,49% por paradas por máquina, 4,29% por material y un 2,03% por mano de obra. Para el Banbury 2 el 25,10% está formado por: 11,32% por paradas por máquina, un 7,97% por material y un 5,81% por paradas por mano de obra. Del 30,87% total de N.O.T para el Banbury 1 aquellos con mayor ponderación son los que comprenden problemas por máquina ya que representan un 79,33% al igual que para el Banbury 2 ya que representan un 45,07% del total, lo que genera paradas en las máquinas, que pueden ser de minutos e incluso períodos más largos en fracciones de horas en un turno laboral, convirtiéndose esta área en “cuello de botella” para la línea de producción y limitando el desarrollo de los departamentos siguientes que dependen directamente de esta área.

Las gomas producidas en el área estudiada sirven de materia prima para otras estaciones de la cadena de suministros de la empresa. Cada tipo de goma es destinada a un área diferente para la elaboración de las distintas partes del caucho como por ejemplo el área de entubadoras en donde se elaboran las paredes y los rodados del neumático que luego se ensamblan junto con el resto de las partes en el departamento de armado. Si el departamento de Banbury no produce las cantidades de gomas requeridas por cada uno de los diferentes departamentos o por uno solo de estos, entonces se convierte inmediatamente en un “cuello de botella” ya que sin el producto que éste genera no se puede dar continuidad al proceso y el resto de las áreas tendrían que realizar paradas no planificadas hasta que se les sea suministrada la materia prima.

Por esta razón la presencia constante de los N.O.T se ha convertido en un problema en el departamento de Banbury que se traduce en problemas para el resto de las áreas de la planta como una “reacción en cadena” y, por lo tanto, la disminución de éstos es una meta a seguir para aumentar la productividad de dicho departamento y del resto de los departamentos, para que, de esta manera, se pueda satisfacer a sus clientes inmediatos y evitar ser un “cuello de botella” en el fluido desarrollo de los procesos.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la existencia constante de Tiempo no Operativo (N.O.T) en el departamento de Banbury en la empresa BFVZ y por ende una disminución de la productividad en dicha área existe la necesidad de estudiar, determinar y clasificar los N.O.T existentes en los Banbury más críticos; para establecer propuestas de mejoras que permitan su disminución y el alcance de los estándares de producción programados para la satisfacción de sus clientes inmediatos.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Proponer mejoras para la disminución de los tiempos no operativos (N.O.T) en el Departamento de Banbury en la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Recopilar la información de la situación actual en las máquinas Banbury 1 y 2.
2. Analizar la situación actual en las máquinas Banbury 1 y 2 a través de las herramientas de Ingeniería de Métodos.
3. Generar propuestas de mejoras para disminuir los N.O.T en el Banbury 1 y 2.
4. Determinar la factibilidad técnico-económica de las propuestas.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación a realizar permitirá el estudio de la situación actual en el área de Banbury, específicamente en las máquinas Banbury 1 y 2 de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A. para establecer propuestas de mejora que permitan la disminución de los tiempos no operativos (N.O.T) existentes en el área, que se traduzcan en el aumento de la productividad de dicho departamento, al poder alcanzar los estándares de producción establecidos y evitar convertirse en “cuello de botella” para el resto de la cadena productiva. Además contribuirá a la

toma de decisiones para la solución de los problemas por parte de la compañía, a través de los resultados y propuestas presentadas en el trabajo, mejorando así no solo el área estudiada sino también el resto de la cadena productiva, por depender las siguientes áreas de producción directamente de los materiales enviados desde el departamento de Banbury.

Las propuestas planteadas en este proyecto también servirán a todas las empresas caucheras y empresas que trabajen con procesos de mezclado de materiales a través de mezcladores industriales o máquinas Banbury.

Para realizar la investigación a nivel teórico, se utilizarán muchas herramientas, conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo de toda la carrera de estudios de Ingeniería Industrial, en cada una de las asignaturas cursadas y aplicando aspectos de las diversas áreas de desarrollo de dicha carrera. Se utilizará como principal herramienta de apoyo para obtener información, los estudios de tiempo en distintas jornadas laborales por períodos de 7 horas con la finalidad de conocer y desarrollar una visión aproximada de la situación actual existente, así como gráficos que permitan visualizar con mayor facilidad los resultados del estudio.

Las propuestas que se plantearán en este proyecto tendrán como base principal la reducción de los tiempos no operativos en los Banbury 1 y 2, teniendo como aspectos importantes a considerar:

- No se debe poner en riesgo la seguridad y ergonomía del trabajador con ninguna de las propuestas. Se debe armonizar el aumento de la productividad con el bienestar laboral en todos los sentidos.
- Al analizar y determinar todos los motivos por los que se presentan los N.O.T y plantear las propuestas de mejora, ninguna de estas propuestas puede restarle beneficios a otra de éstas. Cada una de ellas aplicadas con las demás, deben aportar los beneficios que se describirán y perdurar a lo largo del tiempo.

1.6. ALCANCE Y LIMITACIONES

El estudio se llevó a cabo a través del departamento de Ingeniería Industrial de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A. con completo acceso a la planta, procesos y a toda la información histórica concerniente a el área de estudio, así como la obtención de información personalizada a través de los operadores de máquinas, supervisores, jefes y demás personas que tienen relación directa o no con el área de Banbury. También se contará con acceso a herramientas para llevar a cabo los diferentes estudios de tiempo como lo son cronómetros, formatos y todos los implementos de protección personal necesarios, así como también acceso a computadores para guardar, organizar y analizar los datos obtenidos.

Por ser el departamento estudiado un área amplia, formada por 4 máquinas Banbury con diversos problemas, algunos de los cuales difieren entre cada una de las máquinas, se escogió como objetos de estudio para este proyecto las máquinas Banbury 1 y 2 específicamente, por ser las más críticas para la empresa y siendo además las recomendadas por ésta, por lo tanto, la investigación se centrará solo en estas máquinas sin realizar el analizar de los demás Banbury por no disponer del tiempo suficiente para realizar el estudio en ésta área tan amplia. Sin embargo la aplicación práctica por la empresa, de las propuestas de mejora que se plantearán en este trabajo para el Banbury 1 y 2, podrían aplicarse también en las demás máquinas de este departamento en aquellos casos en los cuales haya coincidencias en los problemas presentes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

- Bocaney y Mazzetta (2008), realizaron su trabajo de grado titulado, el cual tuvo como objetivo principal el proponer mejoras para la minimización de los desperdicios en las estaciones de trabajo. Entre los métodos utilizados para el desarrollo de la investigación estuvieron el Kaizen y el análisis de las causas de los desperdicios con la herramienta de los cinco ¿Por qué?, así como el uso del cronometrado para la obtención de los tiempos más relevantes para el estudio. El trabajo sirvió de orientación a esta investigación en el uso de herramientas útiles para el análisis de los problemas y la detección de las causas reales que los originaron.
- Castillo, A. y Navarro, R. (2008), realizaron una investigación cuyo objetivo fundamental fue el aumento de la productividad a través de propuestas de mejoras planteadas mediante el uso de herramientas de ingeniería de métodos como el ESIDE, Lean Manufacturing, 5S, SMED, REBA entre otros. Este trabajo aportó los lineamientos para el análisis de los desperdicios y el uso de diversas herramientas que permitan el establecimiento de las propuestas de mejoras, así como también el uso de indicadores de gestión para la cuantificación de las variables presentes en los procesos estudiados.
- Vega, T. (2008), realizó su tesis de grado, cuyo objetivo fundamental fue la descripción y análisis de la situación actual de la empresa y el diseño de las propuestas de mejoras a través de la detección de los desperdicios presentes, análisis de áreas problemáticas utilizando herramientas como: Diagrama Causa-Efecto para desglosar los problemas encontrados y llegar a la causa raíz de la generación de cada uno de estos, así como también se utilizó el método de los 5 ¿Por qué? que sirve de apoyo conjuntamente con el diagrama anteriormente nombrado. Todas estas herramientas y su uso adecuado son aportes importantes que este trabajo dió a esta investigación para realizar un análisis completo de la situación actual de manera objetiva e ilustrada y plantear propuestas para la disminución de los problemas.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Ingeniería de Métodos

Niebel (2004) definió la Ingeniería de Métodos como:

...un escrutinio minucioso y sistemático de todas las operaciones directas e indirectas, para encontrar mejoras que faciliten la realización del trabajo en términos de la seguridad y la salud del trabajador y permitir que se lleve a cabo en menos tiempo con menor inversión por unidad (es decir, con mayor rentabilidad). (p. 6).

Este escrutinio se utilizó en el desarrollo de la investigación para llevar a cabo la recolección de información y el análisis de la situación actual a través de diversas herramientas que la ingeniería de métodos ofrece, ya que plantea lineamientos a seguir a la hora de determinar una situación problemática, identificar sus causas, analizarlas y tomar medidas de solución a los problemas encontrados. De esta manera se pudo realizar una investigación de manera ordenada y estructurada para alcanzar los objetivos que se han planteado.

2.2.2. Análisis de la Operación

El análisis de la operación es un proceso para la investigación de todas las operaciones que se realizan en los puestos de trabajo. A través de éste se estudian todos los elementos tanto productivos como improductivos para analizarlos y realizar procesos de mejora continua que permitan aumentar la productividad, reducir los costos unitarios y mejorar la calidad de los productos o servicios.

Para esta investigación este análisis fue una herramienta muy útil ya que a través de este se estudió el proceso general llevado a cabo en las máquinas Banbury 1 y 2 así como cada uno de las actividades y elementos que en éstas intervienen, con el fin de determinar los tiempos productivos y los improductivos o no operativos, para que una vez obtenidos éstos se analicen y se puedan proponer las mejoras necesarias que permitan disminuir las paradas no planificadas en el proceso y aumentando la productividad.

2.2.3. Estudio del Trabajo

Según Kanawaty (1996):

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. Por tanto, el estudio del trabajo tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad. (p. 9).

El estudio de trabajo fue una herramienta útil e importante para esta investigación, ya que para realizar el análisis de la situación actual y determinar los problemas existentes en el área es necesario el análisis del proceso, el método de trabajo, el manejo de recursos de mano de obra, materia prima y maquinaria, para determinar los tiempos no productivos asociados a cada uno de estos elementos y determinar y plantear la manera de reducirlos.

Para realizar un estudio de trabajo es preciso recorrer ocho etapas fundamentales, las cuales se mencionan a continuación:

1. **Seleccionar**, el proceso, área o actividad objeto que se va a someter a estudio.
2. **Registrar**, o recolectar la información necesaria y relevante para el estudio, a través del uso de las técnicas más apropiadas para luego analizarlos.
3. **Examinar**, la información recolectada de manera objetiva para realizar críticas a los diferentes elementos que intervienen: máquina, método, mano de obra y los materiales.
4. **Establecer**, propuestas de mejora o un método estandarizado que sea el más económico, eficiente y que se adapte a las necesidades de todos los involucrados con la ayuda de los aportes realizados por dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas.

5. **Evaluar**, los resultados obtenidos con el establecimiento del nuevo método, beneficio, tiempo, cantidad de trabajo necesario, ergonomía, productividad, etc.
6. **Definir**, el nuevo método y establecer el tiempo promedio para éste. Se debe realizar una presentación de este nuevo método de manera verbal o escrita para darlo a conocer y demostrárselo a todas las personas a quienes concierne.
7. **Implantar**, el nuevo método, entrenando a las personas que lo van a llevar a cabo y al resto de los involucrados y realizar simulacros o prácticas.
8. **Controlar**, la aplica del nuevo objetivo y llevar un seguimiento de los resultados obtenidos comparándolo con los objetivos planteados.

Para esta investigación se tomaron en cuenta los pasos 1, 2, 3, 4 y 5 (selección, registro, examen, establecimiento y evaluación) para realizar el análisis de los problemas para proponer mejoras. El resto de los pasos serán realizados por la empresa una vez se les presenten las propuestas de mejoras de este trabajo.

2.2.4. Estudio de Tiempos

En el año 1996, Kanawaty definió los estudios de tiempos como:

...una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. (p. 19).

A través de esta herramienta se tomaron datos reales directamente en las máquinas estudiadas para conocer su situación actual y determinar el porcentaje de tiempo operativo y no operativo existente en éstas y establecer estrategias para la disminución de los tiempos improductivos.

2.2.5. Método Intermitente o Cronometraje con vuelta a cero

Según Kanawayt en el año 1996, en el método intermitente o cronometraje con vuelta a cero:

“los tiempos se toman directamente: al acabar cada elemento se hace volver el segundero a cero y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente, sin que el mecanismo del reloj se detenga ni un momento” (p. 302).

Este método fue el empleado en esta investigación para realizar los estudios de tiempos, para la recolección de información sobre la situación actual y determinar a través de éste, los tiempos no operativos presentes en cada una de las jornadas de estudio durante 7 horas de trabajo, ya que se cronometró cada elemento y una vez obtenido el tiempo de éste, el cronometro se colocó nuevamente en cero y se comenzó a registrar el tiempo de duración de la siguiente actividad.

2.2.6. Diagrama Causa-Efecto (Diagrama de Ishikawa)

Según Niebel (2004):

El método consiste en definir la ocurrencia de un evento no deseable o problema, es decir, *el efecto*, como la “cabeza de pescado” y después identificar los factores que contribuyen, es decir *las causa*, como el “esqueleto del pescado” que sale del hueso posterior de la cabeza. Las causas principales se dividen en cuatro o cinco categorías principales: humanas, máquinas, métodos, materiales, entorno, administración, cada una dividida en subcausas. El proceso continua hasta enumerar todas las causas posibles. (p. 24).

A través de esta herramienta se analizó la existencia del elevado porcentaje de tiempos no operativos en las máquinas Banbury 1 y 2 en un turno laboral de 8 horas y se identificaron las principales causas que influyen en la permanencia de estos elevados porcentajes.

2.2.7. Diagrama de Pareto

Niebel en el año 2004 estableció:

Las áreas con problemas se pueden definir mediante una técnica desarrollada por el economista Pareto para explicar la concentración de la riqueza. En el *análisis de Pareto*, los artículos de interés se identifican y miden en una escala común y después se acomodan en orden ascendente, creando una distribución acumulada. Por lo común, 20% de los artículos clasificados representan el 80% o más de la actividad total; en consecuencia, la técnica también se conoce como regla 80-20. (p. 23)

Esta herramienta gráfica permitió para esta investigación, realizar el análisis de los factores que originan los tiempos improductivos y determinar el peso que tienen cada uno de estos factores sobre el problema. Así, de esta manera, se pudieron atacar y proponer mejoras tomando en cuenta dicha ponderación.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Banbury:** es una máquina que se encarga de mezclar las materias primas del caucho dentro de un espacio cerrado usando dos rotores especialmente formados.
- **Lote:** Cantidad pequeña y determinada de materia prima de la goma, que procesa la máquina Banbury en un ciclo.
- **Final:** Es aquel tipo de goma que está lista para ser destinada a los procesos siguientes para la elaboración de las distintas partes del caucho.
- **Goma:** Material con el cual se elaboran los cauchos.
- **Máster 1:** Es la primera goma que se obtiene al mezclar las materias primas: aceite, negro humo, goma natural, goma sintética y tacho en la máquina Banbury.

- **Máster 2:** Es aquella goma que se obtiene al agregarle al máster 1 un determinado tipo de tacho y darle un nuevo pase por la máquina Banbury.
- **Remil:** Es aquella goma que se obtiene al agregarle a la goma máster 1 un determinado tipo de tacho y darle un nuevo pase por la máquina Banbury.
- **Remil de Final:** Es una goma que se obtiene al procesar una goma tipo final en la máquina Banbury. Se realiza solo como un requerimiento corporativo para la fabricación de algunas partes del caucho.
- **Tacho:** Mezcla preparada de pigmentos que se utiliza como una de las materias prima para la elaboración de las gomas.
- **Termocupla:** Dispositivo que convierte una magnitud física en una señal eléctrica.

2.4. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

Se trata de una investigación proyecto factible debido a que se plantearon propuestas de mejora para la disminución de los N.O.T, totalmente aplicables de manera práctica para la empresa, con la finalidad de aumentar la producción de las máquinas Banbury 1 y 2, permitiendo alcanzar los niveles deseados. Además la investigación realizada fue también de tipo descriptiva (Tamayo, M., 1999), ya que el investigador necesitó “describir situaciones o acontecimientos; básicamente no estuvo interesado en comprobar explicaciones, ni en probar determinadas hipótesis, ni en hacer predicciones” (p. 44).

2.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se utilizó una investigación de campo para la descripción de la situación actual ya que fue necesaria la observación, recolección de datos directamente con el objeto de estudio y el análisis de la información recolectada. También se utilizó este tipo de investigación durante todo el desarrollo del estudio, cada vez que fue necesario recolectar datos directamente desde el lugar en donde se lleva a cabo el proceso.

Además como parte de la estrategia de solución de problemas se realizó también una investigación de tipo documental ya que se apoyó en documentos teóricos e históricos que faciliten la ejecución de la investigación.

2.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Entre las técnicas de recolección de datos que se utilizaron se encuentran los siguientes tipos:

- **Primarias:** ya que fue necesaria la observación directa de la situación para poder describirla y analizarla, a través de la recolección de información con el estudio del proceso y las entrevistas no estructuradas con los operadores de las máquinas y personas involucradas con el objeto del estudio, que conocen más a fondo las actividades realizadas en el área.
- **Secundarias:** entre las cuales están: Internet, libros, tesis, archivos históricos, fotos, programas computarizados, entre otros. Además objetos como: cronómetros, formatos, etc. Todos estos instrumentos facilitaron el diseño y ejecución de la investigación de la mejor y más clara manera posible.

2.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos de los estudios de tiempo se utilizaron hojas de cálculos, en donde se colocaron todos los valores obtenidos de los distintos estudios para las diversas actividades del proceso. A través de éstas, también se obtuvieron los resultados numéricos necesarios para la investigación y se realizaron gráficas para una mejor representación visual de los resultados arrojados.

Se utilizaron también herramientas para el análisis de los problemas encontrados en el área como: Diagrama Causa-Efecto, diagrama de Pareto, entre otros.

2.8. FASES METODOLÓGICAS

✓ **FASE 1. Recopilar la información de la situación actual en las máquinas Banbury 1 y 2:**

Para la ejecución de esta fase se realizó un proceso de observación que permitió conocer los procesos y tener una idea global aunque no completamente clara, de todos los factores que intervienen en el área de estudio: Hombre, Máquina, Materiales y Procesos, permitiendo definir y separar por etapas a cada uno de estos factores e indagar y formular en la mente del investigador, una serie de dudas e interrogantes que más adelante tuvo la oportunidad de aclarar cuando se realizó el proceso de recolección de información y obtención de datos reales.

Como en cualquier problema de ingeniería, si se consiguen los datos reales, la solución se hace aparentemente fácil. Se deben reunir datos sobre cada una de las variables que intervienen en los procesos estudiados de manera de tener una visión más precisa y acorde con la realidad de todos los aspectos internos y externos que son de interés e influyen en la investigación, para no basar ésta en especulaciones ni ideas de otras personas que posiblemente no se ajusten a la situación actual.

Para la obtención de estos datos reales se utilizarán la siguiente herramienta:

- **Estudios de Tiempos:** durante un período de 7 horas se tomaron los tiempos empleados para la ejecución de todas las actividades realizadas: tiempo de mezcla de cada lote de goma, tiempo entre 2 lote sucesivos y todos los tiempos no operativos presentes durante los 420 minutos de duración del estudio. Estos estudios se realizaron 2 días a la semana durante 3 semanas consecutivas con la finalidad de obtener datos de los operarios de los Banbury 1 y 2 de cada cuadrilla.

Para la toma de tiempos se emplearon como instrumento un cronómetro y se utilizó el método intermitente para la obtención de los datos.

- **Entrevistas no estructuradas o informales:** a través de esta herramienta se consultó con los operadores de las máquinas, supervisores u otros trabajadores con relación directa o no con el área de Banbury, los diferentes problemas que se presentan en estas máquinas, los motivos por los cuales consideran ellos que se generan y a su criterio cuales serían las posibles acciones que se podrían tomar para resolver dichos problemas.
- ✓ **FASE 2. Analizar la situación actual en las máquinas Banbury 1 y 2 a través de las herramientas de Ingeniería de Métodos:**

Para realizar el análisis de la situación actual se utilizaron herramientas de Ingeniería de Métodos que permitieron organizar y clasificar la información obtenida con el fin de procesarla de manera ordenada y obtener resultados ajustados a la realidad que permitieron llevar a cabo las fases siguientes. Las herramientas utilizadas para este análisis serán:

- **Diagrama Causa-Efecto:** mediante este diagrama se desglosaron cada uno de los problemas presentes en las máquinas Banbury que generan los tiempos no operativos y se colocaron uno a uno los motivos que generan dichos problemas con la finalidad de encontrar la causa raíz, que permitió plantear propuestas para su solución.
- **Diagrama de Pareto:** a través de este diagrama se representó de manera más gráfica y visual el peso que tiene cada una de las categorías de N.O.T presentes en cada toma de tiempo con respecto al tiempo total no operativo de cada estudio durante un período de 7 horas. Se clasificó cada uno de los N.O.T según las siguientes categorías: Máquina, Mano de Obra y Material. Se determinó el porcentaje de ocurrencia de cada categoría por estudio para cada Banbury y luego se obtuvo un porcentaje de N.O.T genérico por máquina.
- ✓ **FASE 3. Generar propuestas de mejoras para disminuir los N.O.T en los Banbury 1 y 2:**

En esta fase se desarrollaron las propuestas y tomó la decisión de cuáles de éstas garantizan la solución del problema por el cual se ha realizado la investigación. Pueden existir diversas propuestas de solución para un determinado problema, pero siempre es importante evaluarlas

para establecer cuál de todas es la que mejor se adapta y trae mayores beneficios a todos los afectados.

Para ejecutar esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- Se estableció una lista con todos los tiempos no operativos y su causa raíz.
- Se analizaron cada una de las causas y se determinó la mejor manera de solucionarlos teniendo como apoyo los conocimientos de los operadores de las máquinas y a los supervisores.
- ✓ **FASE 4. Evaluar la factibilidad económica de las propuestas.**

Una vez planteadas las propuestas de mejoras se evaluó el impacto y los cambios que traerán a la producción la aplicación de las propuestas generadas y la inversión necesaria para aplicarlas, para ello:

- Se determinó la inversión total que se debe realizar para la aplicación de cada una de las propuestas de mejora planteadas.
- Se determinó la cantidad de lotes recuperados con las propuestas.
- Se determinó el beneficio adicional de las propuestas planteadas.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

METODOLOGÍA: ESTUDIO DEL TRABAJO

PASO 1: SELECCIONAR

El área seleccionada para llevar a cabo la investigación fue el departamento de Banbury específicamente las máquinas Banbury 1 y 2.

3.1. PRODUCTOS ELABORADOS

En el departamento de Banbury se elaboran las diversas gomas empleadas en los distintos departamentos de la empresa para la elaboración de cada una de las partes del caucho. Cada una de las gomas se identifica con un nombre compuesto por una o dos letras iniciales (J, FC, GX, V, B, RN) y cuatro números, cada una con un significado (ver tabla III.1).

Tabla III.1. Descripción de las gomas según la inicial de su nombre

INICIAL	DESCRIPCIÓN
B	Gomas con Nelobutilo, para la elaboración de Innerliner Radial y Veneer
FC	Para la elaboración de Rodados
GX	
J	Para la elaboración de Skim, Cojín Radial, Gomita Abrasiva, Relleno, Talón y Telas Estabilizadoras en máquina Steelastic
RN	Para la fabricación de Gomita de Borde, Cap-ply, Relleno y Talón
V	Para fabricar Rodados de Camión, Rodados de Camión y Destination, Cojín Convencional, Bei y Pared Radial

Las gomas elaboradas se clasifican en: Master 1, Master 2, Remil, Remil de Final y Final, y se reconocen por el número de terminación de su nombre (1: master 1; 2: master 2; 4 y 5: remil; 7: final; 8: remil de final), a su vez, de cada uno de estos tipos se elaboran diversas gomas que se diferencian entre sí por los compuestos mezclados para su preparación y la utilidad de cada una de ellas.

En las máquinas Banbury se fabrican las siguientes gomas (ver tablas III.2., III.3., III.4., III.5.):

Tabla III.2. Gomas Master 1 elaboradas en las máquinas Banbury 1 y 2

NOMBRE DE LA GOMA	PESO/LOTE (kg)
B3731	210
FC141	200
GX631	200
GX711	200
GX791	195
J2751	195
J2911	195
J2981	200
J3431	220
J3991	205
J4171	210
J5481	200
J7491	205
J8811	200
RN281	200
RN291	215
RN311	195
V0021	195
V0061	200
V0891	200
V1691	200
V2321	210
V5381	210
V7671	205
V8771	205

Tabla III.3. Gomas Master 2 elaboradas en las máquinas Banbury 1 y 2

NOMBRE DE LA GOMA	PESO/LOTE (kg)
FC142	205
GX712	205
GX792	200
GX2752	205
J2912	205
J2982	205
J3992	205
J7492	200
RN312	205
V0892	205

Tabla III.4. Gomas Remil elaboradas en las máquinas Banbury 1 y 2

NOMBRE DE LA GOMA	PESO/LOTE (kg)
FC144	210
FC145	210
GX614	210
GX615	210
GX624	210
GX634	210
GX635	210
GX714	210
GX794	205
J2754	205
J2984	205
J2985	205
RN314	205
V0064	200
V0894	205
V2324	210
V7674	205

Tabla III.5. Gomas Final y Remil de Final elaboradas en las máquinas Banbury 1 y 2

NOMBRE DE LA GOMA	UTILIZADA PARA LA FABRICACIÓN DE:
B3737	Innerliner
B3977	Veneer
B5207	Pared blanca
B5227	Innerliner
J1887	Tela, refuerzo, gomita, TBR
J2757	Tela
J2917	Cojín rodado
J2987	Relleno
J3437	Alambre
J3997	Relleno
J4177	Chaffer
J4527	Relleno
J5487	Tela, refuerzo, inserto, cojín p/pared
J5607	Relleno
J7057	Tela
J7497	Abrasiva de I/L y pared
J9907	Tela, inserto, refuerzo
RN287	Spiral
RN297	Alambre
RN317	Gomita borde, cojín rodado
RP527	Capa
V0027	Bei
V0067	Capa

CONTINUACIÓN TABLA III.5	
V0397	Capa
V1697	Pared, alero
V2327	Capa
V4117	Capa
V4277	Alero, base
V5387	Pared
V5897	Capa
V6307	Capa
V6447	Capa
V6537	Capa
V7277	Alero
V7677	Cojín rodado
V7917	Capa
V8617	Capa
V8657	Capa
V8777	Base
J3438	Máquina de alambres
J2918	Cojín rodado radial
V0028	Bei, gomita abrasiva
J2988	Relleno
J2758	Steelastic

Las gomas se elaboran en forma de láminas y se colocan plegadas en los trineos como se muestra en la figura III.1.:



Figura III.1. Goma laminada fabricada en las máquinas Banbury 1 y 2

3.2. PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para la transformación de la goma en sus diferentes etapas, se procesa ésta en la máquina Banbury para pasar de una etapa a otra, hasta obtener las gomas finales (ver figura III.1) que son utilizadas en los departamentos sucesivos para la elaboración de todas las partes del caucho.



Figura III.2. Secuencia de fabricación de gomas para la obtención de las gomas finales.

3.3. MATERIAS PRIMAS

El proceso de elaboración de las gomas consiste en la mezcla en las máquinas Banbury de una serie de componentes. Estos componentes o materias primas son las siguientes:

- **Goma Natural o Caucho Natural:** La gran mayoría de goma natural usada en la elaboración del caucho se obtiene del árbol HEVEA BRAZILIENSIS (ver figura III.3.). Se hacen cortes diagonales de la corteza del árbol y se recolecta la savia que brota de estas heridas, llamada LATEX.



Figura III.3. Árbol Hevea Braziliensis
Fuente: Velázquez (2007)

Una vez obtenida y procesada la goma natural, esta es colocada dentro de un envoltorio plástico en forma de bloque (ver figura III.4.), lista para ser comercializada a las empresas que la utilizan como materia prima.



Figura III.4. Bloques de goma natural.

- **Goma Sintética o Caucho Sintético:** La goma sintética se obtiene del petróleo y posee diferentes características que la goma natural como: resistencia al agrietamiento, resistencia al desgarró, resistencia a la abrasión, resistencia a la tracción (radiales), flexibilidad a bajas temperaturas, estabilidad al calor, baja absorción de agua. Al igual que la goma natural, una

vez elaborada se coloca en forma de bloques envueltos con plástico transparente para su comercialización como se muestra en la figura III.5.:



Figura III.5. Bloques de Goma Sintética

- **Negro Humo:** Es un residuo de carbono remanente, después de quemar petróleo. El negro humo además de dar el color característico tiene la característica de aumentar la resistencia a la rotura, al desgarro, a la abrasión, incremento en el módulo y la resistencia a la tensión. Este material es elaborado y comercializado en forma de polvo o gránulos como se muestra en la figura III.6.:



Figura III.6. Negro Humo

Fuente: Velázquez (2007)

- **Pigmentos:** Son productos químicos que se utilizan en la preparación de la goma del caucho y se encargan de brindar coloración y reforzar las características de resistencia del caucho. La

mezcla de pigmentos para cada tipo de goma por lote se vierte en una bolsa plástica y se denomina “tacho”.



Figura III.7. Tachos de pigmentos

- **Aceites:** Se utilizan para hacer más maleable la mezcla y para ayudar en el mezclado de todos los ingredientes.
- **Solución Jabonosa:** Se utiliza para evitar que la goma se pegue en las paredes de la cámara del Banbury mientras se realiza el mezclado.

Para la elaboración de cada tipo de goma se mezclan determinados materiales como se presenta a continuación en la tabla III.6.:

Tabla III.6. Materiales utilizados para la fabricación de cada tipo de goma

TIPO DE GOMA	MATERIALES UTILIZADOS PARA SU FABRICACIÓN
MASTER 1	Aceite
	Negro Humo
	Goma Natural
	Goma Sintética
	Pigmentos
	Solución Jabonosa
MASTER 2	Master 1
	Pigmentos
	Solución Jabonosa
FINAL	Master 1 ó Master 2
	Pigmentos
	Solución Jabonosa
REMIL DE FINAL	Final
	Solución Jabonosa

3.4. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Los equipos y herramientas utilizadas para la elaboración de cada lote de goma son los siguientes (ver tablas III.7., III.8.):

Tabla III.7. Especificaciones de Máquinas Banbury 1 y 2

NOMBRE	MARCA	TIPO DE ROTOR	CILINDRO	TIPO DE CONTROL
Banbury 1	Kobelco	KOBE 4W	Pneumático	AB / IBACHT
Banbury 2	Farrel	C2W	Pneumático	AB / IBACHT

Las partes de una máquina Banbury se presentan a continuación en la figura III.8.:

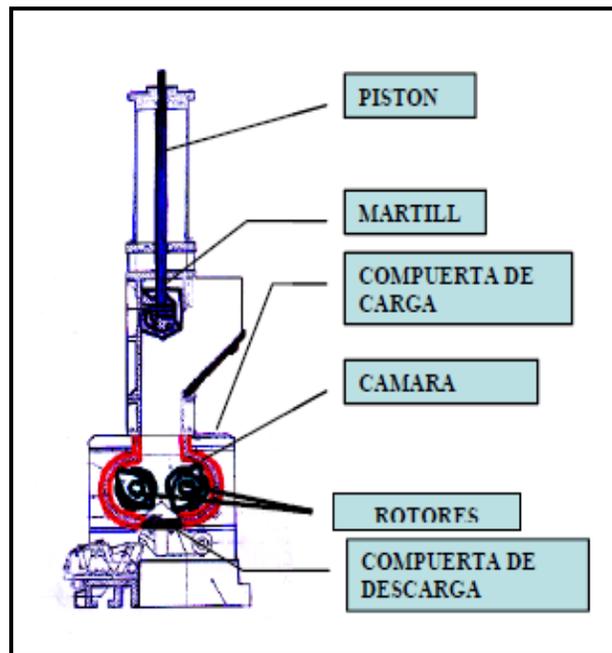


Figura III.8. Partes de una máquina Banbury

Fuente: Velázquez (2007)

Las máquinas Banbury 1 y Banbury 2 se presentan a continuación en las figuras III.9. y III.10. respectivamente:



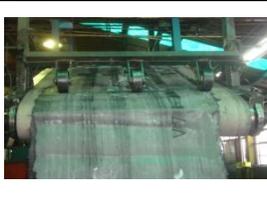
Figura III.9. Banbury 1



Figura III.10. Banbury 2

Los operadores también emplean otros equipos y herramientas (ver tabla III.8.):

Tabla III.8. Equipos y herramientas utilizadas para la elaboración de los lotes de gomas.

NOMBRE	USO	IMAGEN
ELEVADOR POR VACÍO	Transportar la goma sintética y goma natural desde el carro de almacenamiento hasta la balanza transportadora (Master)	
GUILLOTINA	Cortar trozos de goma sintética y goma natural para completar el peso requerido en fórmula (Master)	
BALANZA	Pesar los tachos de pigmentos	
BALANZA TRANSPORTADORA	Pesar los compuestos dispuestos para cada lote antes de ser vertidos a la cámara del Banbury	
CUCHILLO ZAPATERO	Cortar la goma para alimentar balanza transportadora	
MONTACARGAS	Transportar materia prima hacía el Banbury	
BANDA TRANSPORTADORA	Alimentar la balanza transportadora con goma (Master 2, remil, remil de final y final)	

Los equipos de protección personal utilizados para operar las máquinas se muestran en la tabla III.9.:

Tabla III.9. Equipos de protección personal

NOMBRE	IMAGEN
BOTAS DE SEGURIDAD	
MASCARILLA	
PROTECTORES AUDITIVOS	
LENTE DE SEGURIDAD	

3.5. ÁREA DE TRABAJO

Las máquinas Banbury 1 y 2 se encuentran ubicadas en el primer piso de dicho departamento. Junto a éstas también se encuentran áreas destinadas para el almacenamiento temporal de la materia prima y para las gomas ya fabricadas que necesitan ser procesadas para llegar a su estado final.

La vista de planta del área del primer piso destinada a estas máquinas y sus dimensiones se presenta a continuación en las figuras III.11. y III.12. respectivamente:

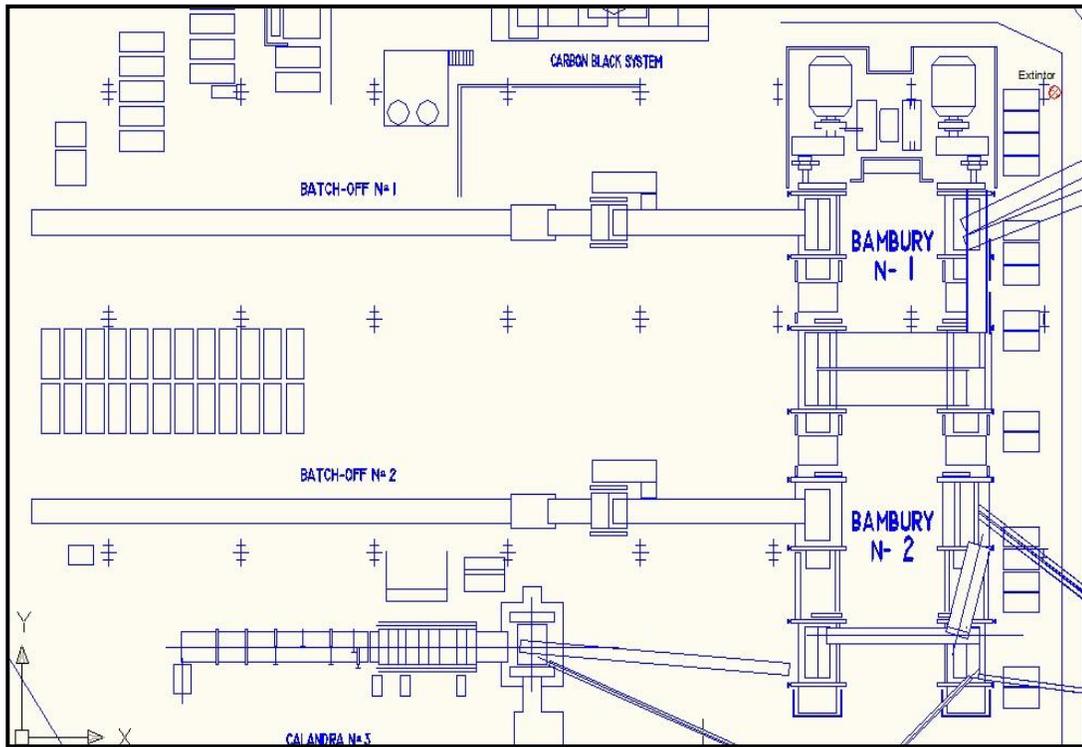


Figura III.11. Plano del Departamento de Banbury (1er piso), vista de planta

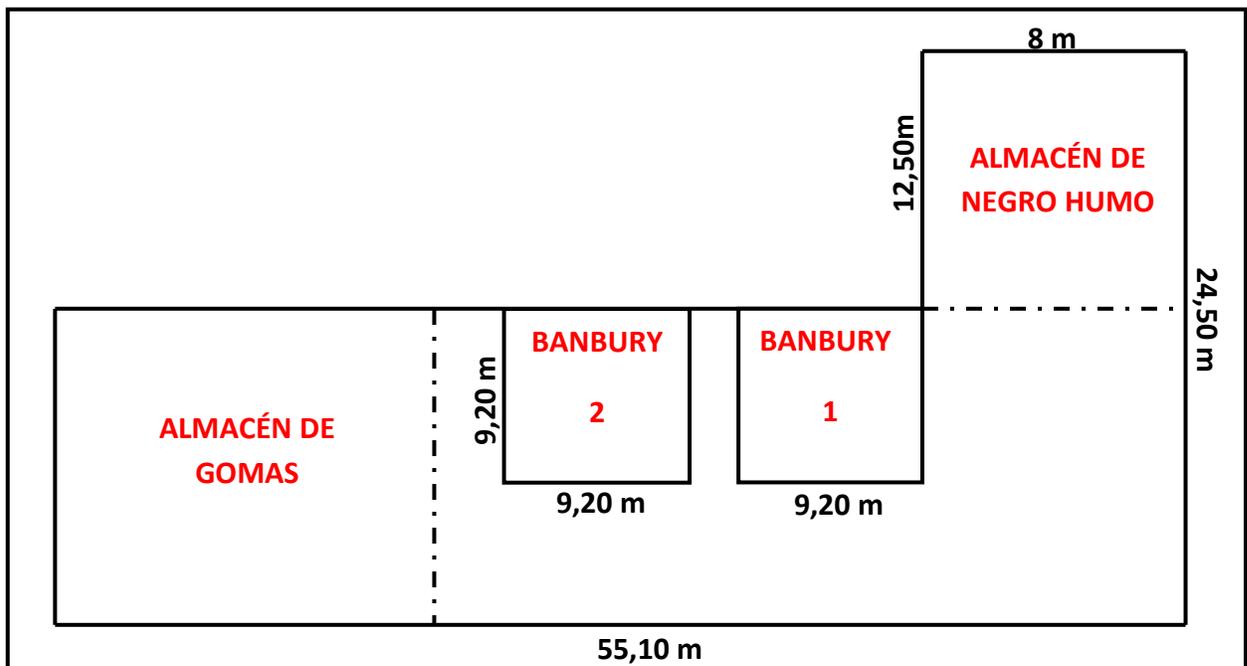


Figura III.12. Dimensiones de área de máquinas Banbury 1 y 2

3.6. MÉTODO DE TRABAJO

En las máquinas Banbury 1 y 2 el método de trabajo difiere en algunos pasos según el tipo de goma que se vaya a realizar. Existen dos métodos de trabajo:

- Para la fabricación de la goma: Master 1 (ver figura III.13.).
- Para la fabricación de las gomas: Master 2, Remil, Remil de Final y Final (ver figura III.14.).

Este método de trabajo es ejecutado por un solo operador por cada máquina, además existe un montacarguista que se encarga de abastecer el centro de trabajo con materia prima.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO														
Fecha Realización: 07-02-2011					Ficha Número:									
Diagrama No. <u>1</u>		Pág <u>1</u> de <u>1</u>			RESUMEN									
Proceso: Elaboración de Gomas					Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
							Cant.		Tiemp.		Cant.		Tiemp.	
Actividad: Elaboración de Goma Master 1					Operación									
					Transporte									
Tipo de Diagrama:		Material ()			Espera									
		Operario (X)			Inspección									
Método:		Actual (X)			Almacenamiento									
		Propuesto()			Distancia Total									
Área / Sección: Banbury 1 y 2					Tiempo Total									
Elaborado por: Eva Ortega					Aprobado por:									
Descripción					○	→	□	△	Dist.	Tiemp.	Observaciones			
Tomar con elevador por vacío un bloque de goma sintética y alimentar balanza transportadora					○	→	□	△						
Colocar bloque de goma sintética en guillotina y cortar para completar peso de goma en balanza transportadora según fórmula					○	→	□	△						
Tomar con elevador por vacío un bloque de goma natural y alimentar balanza transportadora					○	→	□	△						
Colocar bloque de goma natural en guillotina y cortar para completar peso de goma en balanza transportadora según fórmula					○	→	□	△						
Colocar tacho de pigmentos respectivos según fórmula en balanza transportadora según fórmula					○	→	□	△						
Chequear nivel de negro humo (indicadores) en tablero					○	→	□	△						
Chequear "cero" de balanza (aceptabilidad de peso en dial de balanza)					○	→	□	△						
Verificar si el portón está cerrado y el pistón arriba y compuerta abierta					○	→	□	△						
Accionar balanza transportadora					○	→	□	△						
Cargar cámara del Banbury					○	→	□	△						
Esperar por ciclo de mezcla					○	→	□	△						
TOTAL														

Figura III.13. Diagrama de Proceso de la Elaboración de un lote de goma Master 1

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO											
Fecha Realización: 07-02-2011				Ficha Número:							
Diagrama No. <u>1</u>		Pág <u>1</u> de <u>1</u>		RESUMEN							
Proceso: Elaboración de Gomas				Actividad		Actual		Propuesto		Economía	
						Cant.		Tiemp.		Cant.	
Actividad: Elaboración de Goma Master 2, Remil, Remil de Final.				Operación							
				Transporte							
Tipo de Diagrama:		Material ()		Espera							
		Operario (X)		Inspección							
Método:		Actual (X)		Almacenamiento							
		Propuesto()		Distancia Total							
Área / Sección: Banbury 1 y 2				Tiempo Total							
Elaborado por: Eva Ortega				Aprobado por:							
Descripción				○	⇒	D	□	△	Dist.	Tiemp.	Observaciones
Tomar extremos de lámina de goma y montar sobre banda transportadora y alimentar balanza transportadora				○	⇒	D	□	△			
Accionar motor del transportador-alimentador para comenzar pesaje de goma laminada				○	⇒	D	□	△			
Alimentar balanza transportadora hasta completar peso de goma según fórmula				○	⇒	D	□	△			
Colocar tacho de pigmentos respectivo en balanza transportadora o balanza de pigmentos para el Banbury 1				○	⇒	D	□	△			
Accionar la cortadora neumática o guillotina para completar el peso especificado de goma según fórmula				○	⇒	D	□	△			
Chequear nivel de negro humo (indicadores) en tablero				○	⇒	D	□	△			
Chequear "cero" de balanza (aceptabilidad de peso en dial de balanza)				○	⇒	D	□	△			
Cortar goma transversalmente con cuchillo zapatero (retirar o adicionar goma laminada si es necesario)				○	⇒	D	□	△			
Verificar si el portón está cerrado y el pistón arriba y compuerta abierta				○	⇒	D	□	△			
Accionar balanza transportadora				○	⇒	D	□	△			
Cargar cámara del Banbury				○	⇒	D	□	△			
Esperar por ciclo de mezcla				○	⇒	D	□	△			
TOTAL											

Figura III.14. Diagrama de Proceso de la Elaboración de un lote de goma Master 2, Remil y Remil de Final

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

PASO 2: REGISTRAR

4.1. ESTUDIOS DE TIEMPOS

Los datos recolectados a través de los estudios de tiempos, clasificados en: Máquina, mano de Obra y Material se muestran a continuación:

- **Máquina:**

El resumen de los promedios de N.O.T. asociados a los diferentes problemas de la máquina obtenidos a través de los estudios de tiempo para el Banbury 1 se muestra a continuación en la siguiente tabla (ver tabla IV.1.).

Tabla IV.1. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 1 asociados a máquina

MÁQUINA	PROMEDIO (min)	DESGLOSE DE N.O.T.	NRO. DE CAUCHOS PERDIDOS POR LOS N.O.T./JORNADA
DERRAME DE PISCINA DE SOLUCIÓN JABONOSA EN PROCESO DE LLENADO	8,192	7,43%	33,83
SUMINISTRO DE NEGRO HUMO EN CANTIDADES DIFERENTES A LAS REQUERIDAS EN EL ESTÁNDAR	44,236	40,14%	182,69
MÁQUINA PARADA POR MOLINO	28,999	26,31%	119,77
LA GOMA SE TRANCA EN COMPUERTA DE CABINA DE MEZCLADO EN LA ELABORACIÓN DE REMILES, FINALES Y REMILES DE FINAL	21,038	19,09%	86,89
LA GOMA SE ENREDA EN BANDA TRANSPORTADORA DE ALIMENTACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE REMILES, FINALES Y REMILES DE FINAL	4,963	4,50%	20,50
BLOQUEO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO	2,772	2,52%	11,45
Del Total de N.O.T	110,199 min	100,00%	455,13
	79,33%		

Para el Banbury 2 se presenta a continuación la tabla resumen de los resultados obtenidos en los estudios de tiempo de los N.O.T. asociados a la máquina (ver tabla IV.2.):

Tabla IV.2. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 2 asociados a máquina

MÁQUINA	PROMEDIO (min)	DESGLOSE DE N.O.T	NRO. DE CAUCHOS PERDIDOS POR LOS N.O.T/JORNADA
MÁQUINA PARADA POR MOLINO	29,611	58,16%	122,29
LA GOMA SE TRANCA EN COMPUERTA DE CABINA DE MEZCLADO EN LA ELABORACIÓN DE REMILES, FINALES Y REMILES DE FINAL	19,761	38,82%	81,61
LA GOMA SE ENREDA EN BANDA TRANSPORTADORA DE ALIMENTACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE REMILES, FINALES Y REMILES DE FINAL	1,539	3,02%	6,36
Del Total de N.O.T.	50,911	100,00%	210,26
	45,07%		

• **Mano de Obra:**

El resumen de los resultados de los N.O.T. obtenidos en los estudios de tiempo asociados a este renglón para el Banbury 1 se muestra en la tabla IV.3.:

Tabla IV.3. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 1 asociados a la mano de obra

MANO DE OBRA	PROMEDIO (min)	DESGLOSE DE N.O.T	NRO. DE CAUCHOS PERDIDOS POR LOS N.O.T/JORNADA
MÁQUINA DETENIDA ESPERANDO QUE OPERADOR COLOQUE TACHO EN BALANZA	6,319	69,00%	26,10
MÁQUINA PARADA POR MOLINO	2,839	31,00%	11,73
Del Total de N.O.T.	9,157 min	100,00%	37,83
	6,59%		

La tabla resumen de los resultados de tiempo para el Banbury 2 se presenta a continuación (ver tabla IV.4.).

Tabla IV.4. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 2 asociados a la mano de obra

MANO DE OBRA	PROMEDIO (min)	DESGLOSE DE N.O.T.	NRO. DE CAUCHOS PERDIDOS POR LOS N.O.T/JORNADA
MÁQUINA PARADA POR MOLINO	26,167	100,00%	108,07
Del Total de N.O.T.	26,167	100,00%	108,07
	23,17%		

- **Material:**

En la tabla IV.5. se muestra el resumen de los resultados obtenidos sobre los N.O.T asociados a los materiales en los estudios de tiempo para el Banbury 1:

Tabla IV.5. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 1 asociados al material

MATERIAL	PROMEDIO (min)	DESGLOSE DE N.O.T.	NRO. DE CAUCHOS PERDIDOS POR LOS N.O.T/JORNADA
FALTA DE GOMA MASTER O REMIL	10,387	53,86%	42,90
FALTA TACHO DE PIGMENTOS	8,897	46,14%	36,74
Del Total de N.O.T.	19,284 min	100,00%	76,64
	13,88%		

La tabla IV.6. muestra el resumen de los estudios de tiempo para el Banbury 2:

Tabla IV.6. Resumen de resultados de estudios de tiempos en el Banbury 2 asociados al material

MATERIAL	PROMEDIO (min)	DESGLOSE DE N.O.T.	NRO. DE CAUCHOS PERDIDOS POR LOS N.O.T/JORNADA
FALTA DE GOMA MASTER O REMIL	16,504	46,01%	68,16
FALTA TACHO DE PIGMENTOS	19,368	53,99%	79,99
Del Total de N.O.T.	35,872	100,00%	148,15
	31,76%		

PASO 3: EXAMINAR

4.2. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO (DIAGRAMA DE ISHIKAWA):

En las máquinas Banbury 1 y 2 existen diversos factores que influyen en la existencia de tiempos no operativos. Los principales problemas presentes en estas máquinas clasificados en máquina, material y mano de obra se presentan a continuación en el siguiente diagrama de Ishikawa (ver figura IV.1.):

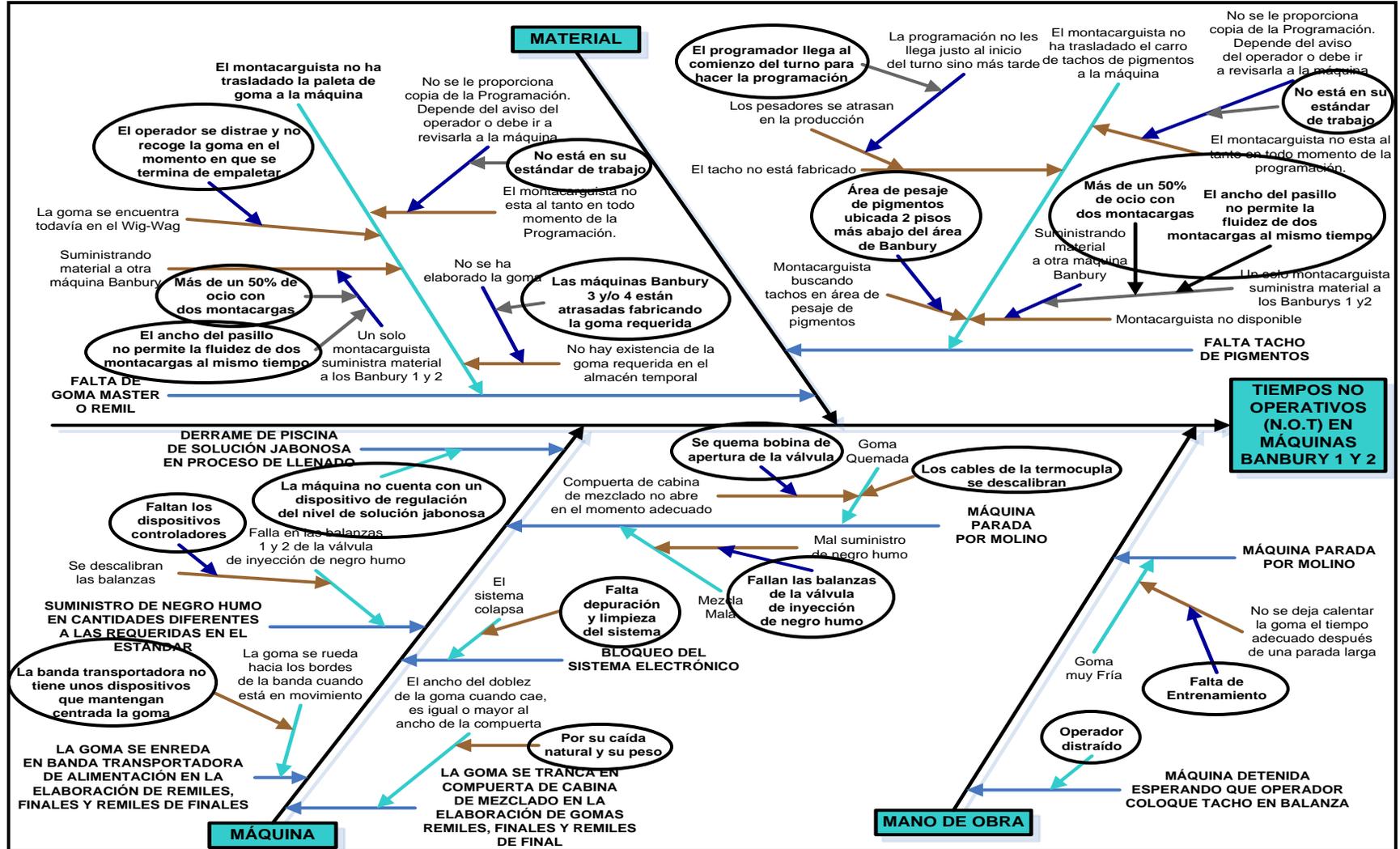


Figura IV.1. Diagrama Causa-Efecto de los problemas detectados en las máquinas Banbury.

"Disminución de los Tiempos No Operativos (N.O.T) en las máquinas Banbury 1 y 2 del departamento de Banbury en la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A."

Las ramificaciones del diagrama que se encuentran resaltadas son las causas raíces del problema que se está desglosando.

4.3. DIAGRAMAS DE PARETO

A continuación se presenta la ponderación de cada N.O.T.: máquina, material y mano de obra, del 30,87% de N.O.T. total del Banbury 1 y el 25,10% del Banbury 2, en los siguientes diagramas de Pareto (ver figuras IV.2. IV.3.):

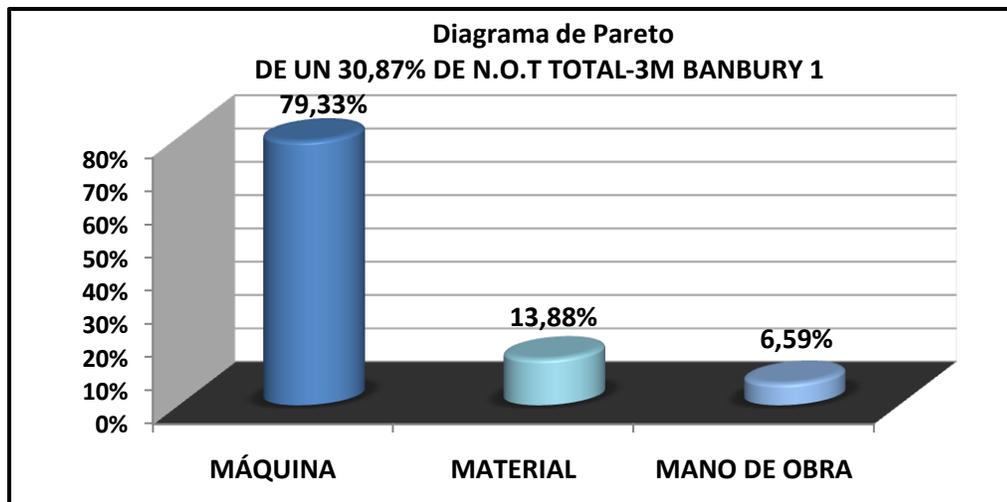


Figura IV.2. Diagrama de Pareto de la ponderación de las 3M: máquina, material y mano de obra dentro del total de N.O.T. promedio para el Banbury 1.

En el diagrama de Pareto anterior se observa que del total de N.O.T. del Banbury 1, los problemas de la máquina son los que tienen mayor peso en los tiempos no operativos con un 79,33% y el material y mano de obra equivalen a un 20,66% en conjunto.

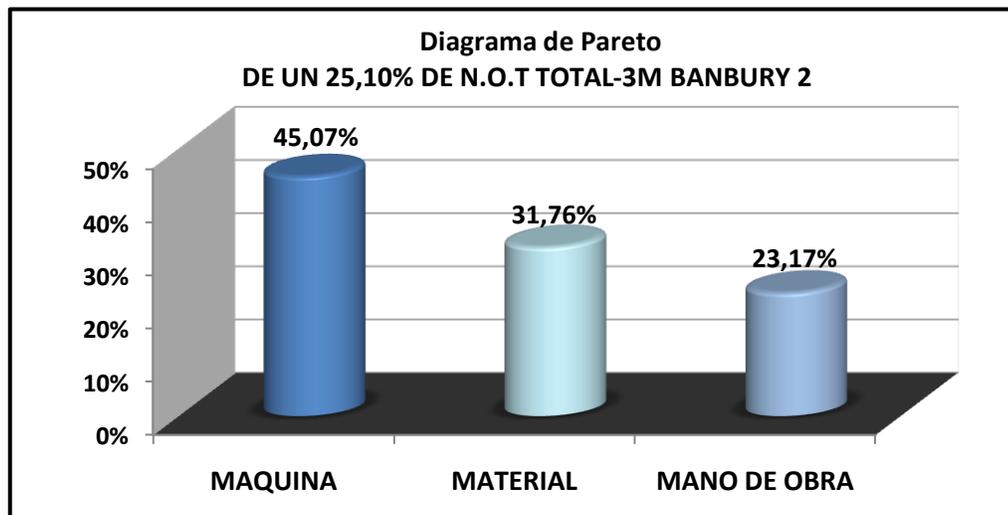


Figura IV.3. Diagrama de Pareto de la ponderación de las 3M: máquina, material y mano de obra dentro del total de N.O.T. promedio para el Banbury 2.

En el Diagrama de Pareto del Banbury 2 se muestra que al igual que el Banbury 1 los problemas de la máquina son aquellos que tienen mayor aporte en los N.O.T. con un 45,07%, los problemas de material un 31,76% y mano de obra el 23,17% restante.

A continuación se presenta una explicación más detallada de cada uno de los problemas que ocurren en éstas máquinas divididos en Máquina, Mano de Obra y Material:

MÁQUINA

Estos N.O.T están asociados a paradas por fallas mecánicas de las máquinas Banbury 1 y 2 o por paradas realizadas desde su estación sucesiva: el Molino (ver figura IV.4.), ya que todas las láminas de goma fabricadas en los Banbury pasan a esta estación de manera continua, por lo tanto cualquier problema o falla presentada en ésta trae como consecuencia la detención del proceso de elaboración de gomas.

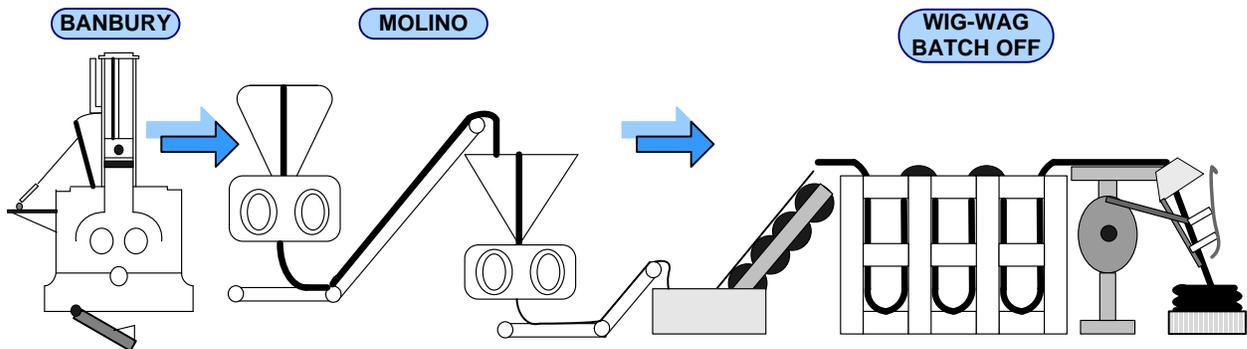


Figura IV.4. Estaciones sucesivas del proceso de elaboración de goma laminada desde las cuales se puede detener la máquina Banbury.

Dichas demoras se detallan a continuación:

- **Paradas por Molino:** Los motivos por los cuales se detiene la máquina Banbury desde el molino son los siguientes:
 1. **La Goma cae quemada:** Este problema se origina cuando la termocupla de la máquina se descalibra o se daña y al ocurrir esto se prolonga el tiempo de duración del ciclo de mezcla y la temperatura de la goma excede los parámetros especificados. Esto también ocurre cuando la compuerta de la cabina de mezclado no se abre a tiempo, debido a que la bobina de apertura de la válvula se quema.
 2. **Mezcla Mala:** Esto ocurre cuando se suministra una cantidad de negro humo diferente a las establecida en la especificación por.
- **Suministro de Negro Humo en cantidades diferentes a las requeridas en el estándar:** Este problema se presenta debido a que el sistema de inyección de negro humo falla originando un suministro inadecuado en la mezcla. Al detectarse la ocurrencia de este problema es necesario detener la máquina Banbury para evitar que se siga fabricando goma fuera de especificación.
- **Derrame de piscina de solución jabonosa en proceso de llenado:** Esto ocurre debido a que el operador realiza ésta operación y por ser necesario que él esté pendiente de las condiciones de la goma que baja por el molino constantemente, no puede quedarse frente a la piscina

vigilando siempre el nivel mientras se llena, por lo cual ocurre el derramamiento (ver figura IV.5.), por no existir un sistema que regule el llenado de la piscina hasta un nivel adecuado.



Figura IV.5. Derrame de piscina de solución jabonosa

En la figura IV.6. se muestra un esquema del sistema de llenado de la piscina de solución jabonosa como se realiza actualmente:

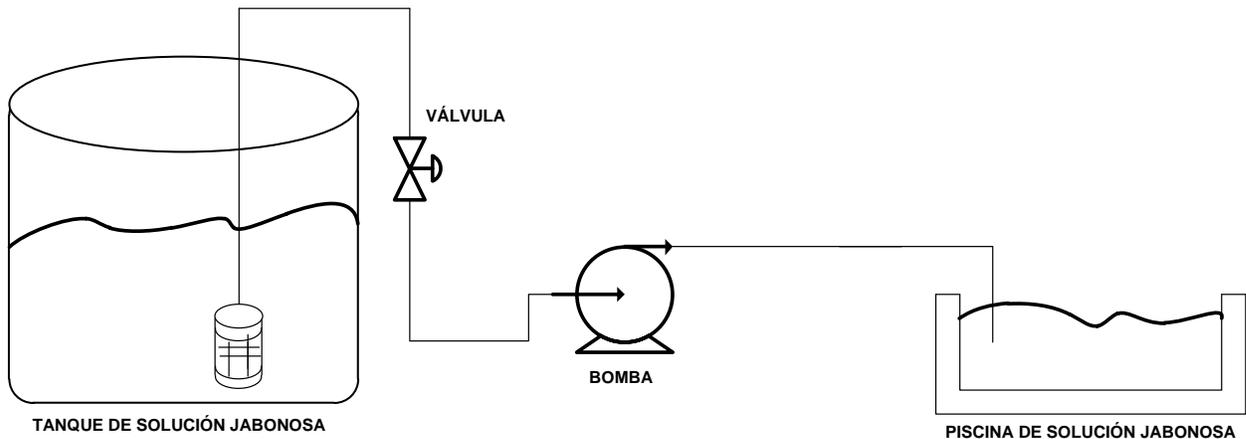


Figura IV.6. Sistema de llenado de la piscina de solución jabonosa actual.

- **Bloqueo del Sistema Electrónico-Computarizado:** Debido a la gran cantidad de información que se suministra y maneja el sistema, periódicamente éste presenta fallas al

bloquearse y no responder, por lo que el operador en muchos casos debe resetearlo o esperar que éste reaccione para poder continuar con las operaciones.

- **La goma se atora en compuerta de cabina de mezclado:** Cuando la goma es pesada en la balanza transportadora, el ancho de los dobleces de ésta antes de ser lanzado por la compuerta de la cabina de mezclado es más grande que el ancho de ésta, por lo cual esta se atora y el operador debe detener la máquina y solucionar el problema. En las figura IV.7. se muestra la forma de que la goma queda dispuesta después de ser pesada y lista para ser vertida en la cabina de mezclado de la máquina.



Figura IV.7. Banda Transportadora de Alimentación y Balanza Transportadora.

En las figuras IV.8. y IV.9. se muestra la compuerta de entrada a la cabina de mezclado por donde debe pasar la goma antes de ser mezclada.



Figura IV.8. Balanza Transportadora y entrada de compuerta.



Figura IV.9. Compuerta de cabina de mezclado.

- **La goma se enreda en los soportes laterales de la banda transportadora de alimentación:** Esto ocurre a que la banda transportadora no cuenta con guías que mantengan la goma centrada y ésta al moverse la banda tiende a moverse hacia los bordes de ésta.

En la figura V.10. se muestra la secuencia de ocurrencia del problema.



Figura IV.10. Secuencia de enredo de goma con los laterales de la banda transportadora de alimentación.

❖ **Análisis de Máquina:**

El desglose del total de N.O.T. asociado a la máquina se muestra en el siguiente Diagrama de Pareto (ver figura IV.11.):

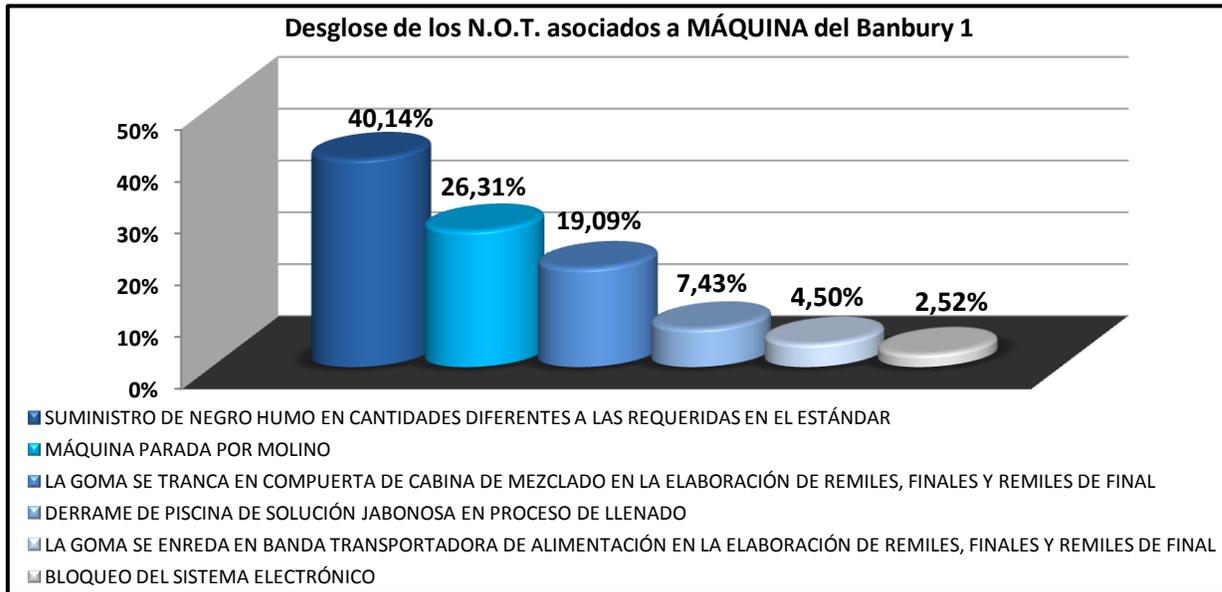


Figura IV.11. Diagrama de Pareto del desglose de los N.O.T. asociados a la máquina para el Banbury 1.

En el diagrama anterior se observa que los N.O.T. generados por los problemas en el suministro de negro humo son los más representativos ya que abarcan un 40,14% del total de N.O.T. originado por la máquina. Les sigue las paradas por el molino y la goma se tranca en la compuerta equivalentes a un 26,31% y un 19,09% respectivamente.

El Diagrama de Pareto con los N.O.T. desglosados se muestran en la figura IV.12:

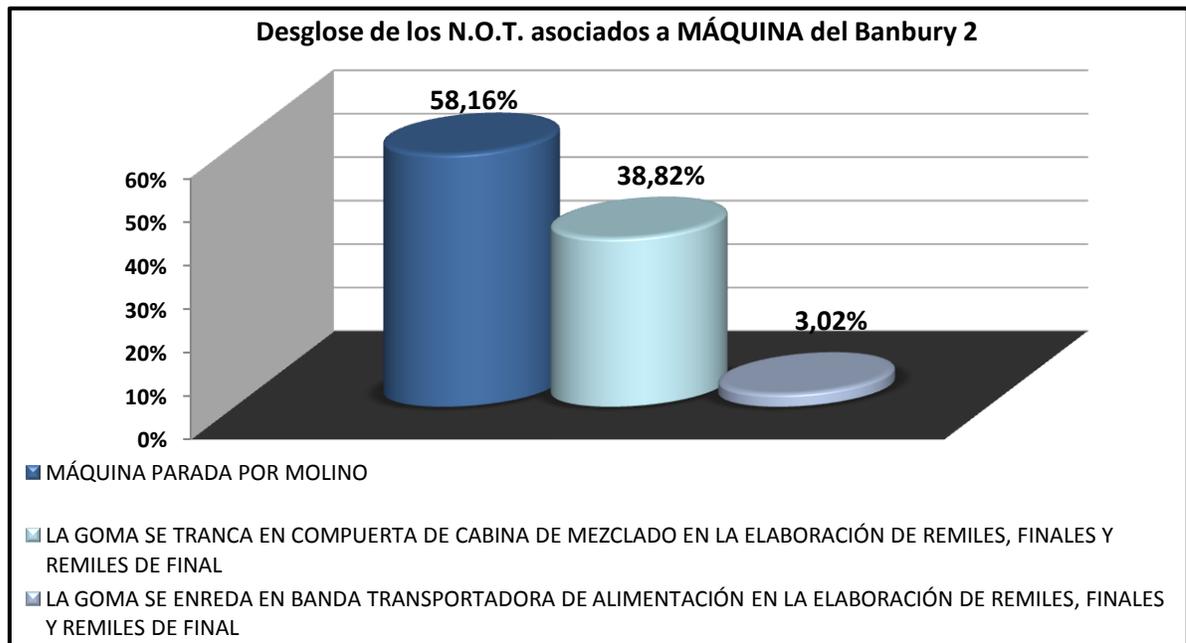


Figura IV.12. Diagrama de Pareto del desglose de los N.O.T. asociados a la máquina para el Banbury 2.

Para el Banbury 2 las paradas por el molino tienen el mayor peso dentro del total de N.O.T. originado por problemas de la máquina con un 58,16%.

MANO DE OBRA

Estos N.O.T. asociados a la Mano de Obra, comprenden todos aquellos tiempos que se generan directamente a través del operador. Estos problemas asociados con la Mano de Obra se describen a continuación:

- **Máquina parada por molino:** esto ocurre cuando la goma cae al molino muy fría debido a que el operador no la deja calentar lo suficiente después de haber estado en una parada muy larga.
- **Máquina detenida esperando que operador coloque tacho en balanza:** Éste problema se debe a que el operador por estar distraído u ocupado no coloca el tacho de pigmento en la balanza y la máquina queda detenida hasta que el realice dicha operación.

❖ **Análisis de Mano de Obra:**

El siguiente Diagrama de Pareto muestra el desglose de todos los N.O.T. que se encuentran comprendidos en el total de N.O.T. a la mano de obra (ver figura IV.13.):

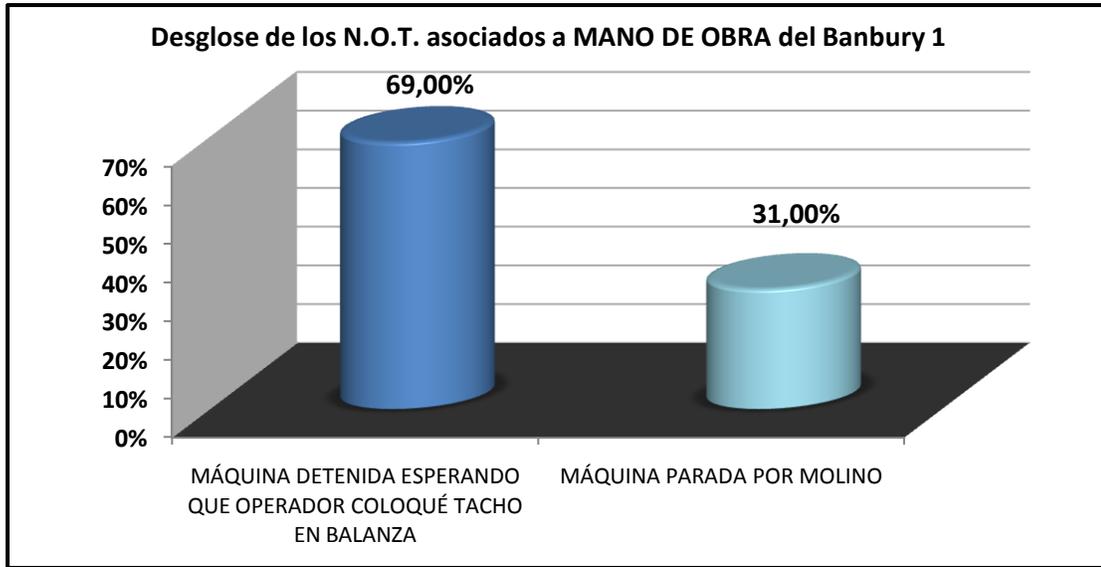


Figura IV.13. Diagrama de Pareto del desglose de los N.O.T. asociados a la mano de obra para el Banbury 1.

En el diagrama de muestra que el 69,00% de estos N.O.T. equivalen a paradas porque el operador no ha colocado el tacho de pigmentos en la balanza para poder continuar el proceso y el 31,00% restante por la máquina detenida por el molino debido a que la goma cae fría a éste.

El 100% del tiempo no operativo por mano de obra es originado únicamente por paradas por el molino porque la goma cae fría porque el operador no la deja calentar después de una parada prolongada.

MATERIAL

Este tipo de N.O.T. está asociado a paradas por falta de material, tanto por falta de goma como por falta de tachos de pigmentos. El manejo de materiales en el departamento de Banbury se muestra en la figura IV.14.

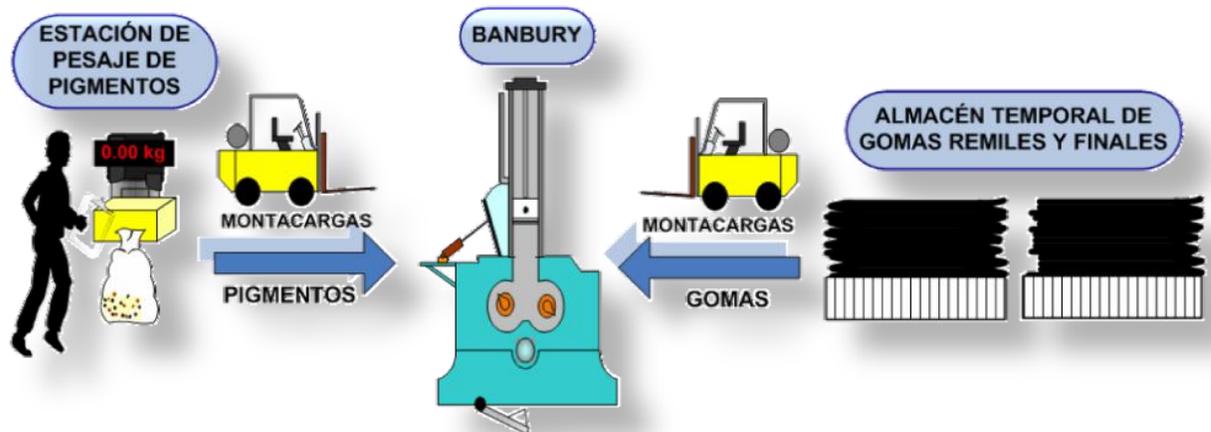


Figura IV.14. Flujo de materiales en las máquinas Banbury 1 y 2.

Las paradas por material se explican detalladamente a continuación:

- **Falta de Tacho de Pigmentos:** Los motivos por los cuales ocurre éste tipo de tiempo no operativo son los siguientes:
 1. **El tacho no está fabricado:** Esto se debe a atrasos de los operadores en la elaboración de los tachos y por ende estos no están listos al momento en que se necesitan en la máquina Banbury.
 2. **Montacarguista buscando tacho en área de pesaje de pigmentos:** El área de pesaje de pigmentos no está ubicada en el mismo nivel donde se encuentran las máquinas Banbury sino dos piso más abajo, por lo que el montacarguista debe trasladarse al elevador para llegar a la estación de pesaje y realizar el mismo procedimiento para retornar a los Banburys.

3. **Montacarguista no disponible:** este problema ocurre en el momento en que el Banbury 1 y el 2 presentan la necesidad de suministro de material casi de manera simultánea y debido a que se cuenta con un solo montacarguista encargado de ambas máquinas, una de ellas debe esperar mientras se le es suministrado el material a la otra máquina. Solo hay un montacargas para atender a estas dos máquinas ya que de haber dos montacargas estos tendrían más de un 50% de ocio y además el ancho del pasillo para el paso de montacargas no permite la fluidez de 2 montacargas al mismo tiempo.
 4. **El montacarguista no está al tanto en todo momento de la programación:** Esto se debe a que al montacarguista no se le proporciona una copia de la programación, solo al operador, por eso éste depende del aviso que le haga el operador cuando necesite material o debe dirigirse a la máquina para revisar la programación periódicamente ya que en su estándar de trabajo no se encuentra el tener una copia de ésta y sus cambios imprevistos no son comunicados a el montacarguista.
- **Falta de Goma Master o Remil:** Los motivos por los cuales ocurre este problema son los siguientes:
 1. **No hay existencia de la goma requerida en el almacén temporal:** Esto ocurre por retrasos en alguna de las otras dos máquinas Banbury que se encargan de fabricar la goma que sirve de materia prima para los Banbury 1 y 2.
 2. **Montacargas no disponible:** Este problema es igual al ya descrito en la faltan los tachos de pigmentos.
 3. **La goma se encuentra todavía en el Wig-Wag (Máquina empaletadora de goma):** La ocurrencia de este problema se debe a que el montacarguista al estar ocupado llevando otros materiales a las máquinas no busca la goma justo en el momento en que debe buscarla.

4. **El montacarguista no está al tanto en todo momento de la programación:** Este problema es igual al descrito anteriormente para el problema: falta de tachos de pigmentos.

❖ **Análisis de Material:**

El Diagrama de Pareto de los diferentes problemas asociados a los materiales se presenta en la figura IV.15.:

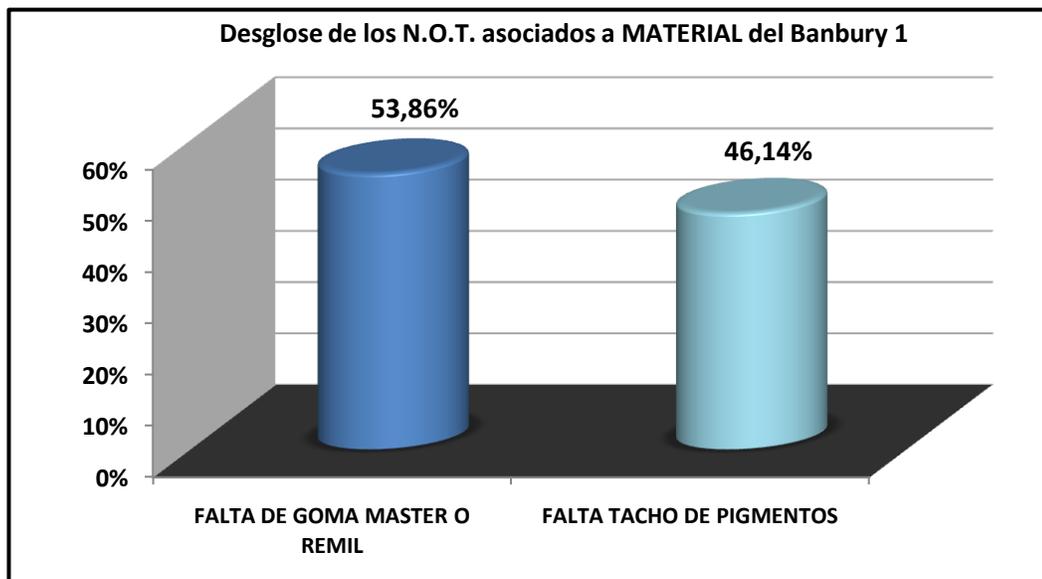


Figura IV.15. Diagrama de Pareto del desglose de los N.O.T. asociados al material para el Banbury 1.

El diagrama muestra como un 53,86% de las paradas por material son ocasionadas específicamente por la falta de goma y el 46,14% por falta de tachos de pigmentos.

En el siguiente Diagrama de Pareto se ilustra el desglose de los N.O.T. asociados a los materiales para el Banbury 2 (ver figura IV.16.):

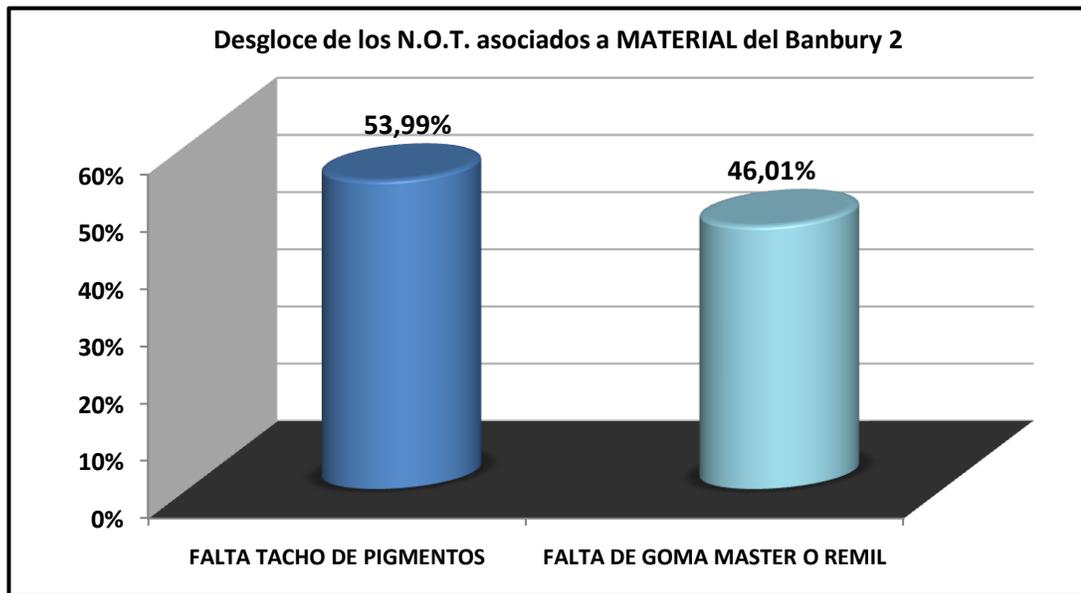


Figura IV.16. Diagrama de Pareto del desglose de los N.O.T. asociado a la clasificación Material del Banbury 2.

En este diagrama se observa que el total de N.O.T. originado por los materiales se divide en un 53,99% por falta de tachos de pigmentos y el 46,01% restante por falta de goma master o remil.

CAPÍTULO V

PROPUESTAS DE MEJORA Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA

PASOS 4 Y 5: ESTABLECER Y EVALUAR

Después de haber realizado el análisis de la situación actual en las máquinas Banbury 1 y 2 y haber determinado los problemas existentes y la causa raíz de cada uno de ellos, se pueden realizar propuestas con la finalidad de disminuir los tiempos no operativos para cada uno de los problemas presentes asociados a las 4M. Dichas propuestas se muestran a continuación.

5.1. MÁQUINA

5.1.1. Suministro de Negro Humo en cantidades diferentes a las establecidas en el estándar:

El resumen del problema, su causa raíz y su propuesta de mejora se presenta en la tabla V.1.:

Tabla V.1. Descripción del problema: máquina parada por molino, causa raíz y propuesta

PROBLEMA	Suministro de Negro Humo en cantidades diferentes a las establecidas en el estándar.
APLICADO A:	Banbury 1
CAUSA RAÍZ	A las balanzas 1 y 2 del sistema de inyección de negro humo les faltan los dispositivos controladores de peso.
PROPUESTA	Colocar los dispositivos controladores de peso de las balanzas 1 y 2 del sistema de inyección de negro humo

Al colocarle los dispositivos controladores de peso se regresará a la máquina a su condición inicial, ya que por motivos manejados por la empresa, éstos dispositivos fueron retirados.

El dispositivo controlador de peso para las balanzas 1 y 2 del Banbury 1 se muestra a continuación en la figura V.1.:



Figura V.1. Controlador de Peso

Los componentes que se necesitan para la instalación se presentan en la tabla V.2.:

Tabla V.2. Componentes necesarios para la instalación de los controladores de peso de las balanzas 1 y 2 de la máquina Banbury 1 con sus costos asociados.

COMPONENTE	CANTIDAD	COSTO*	TOTAL (Bs)
CONTROLADOR DE BALANZA HI 2151/30 WC	2 Unidades	16780 Bs/unidad	33560
CAJA DE DERIVACION 15 X 15 X 10 CMTS	2 Unidades	138 Bs/unidad	276
CABLE DE COMUNICACION N/P: SC09	2 Unidades	243 Bs/unidad	486
CABLE BELDEN 8770 18 AWG	2 Rollos	648 Bs/rollo	1296
TOTAL DE LA INVERSIÓN			35618

*Dato extraído del sistema SAP de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

La mano de obra y las herramientas necesarias con sus costos asociados se muestra a continuación en la tabla V.3.:

Tabla V.3. Mano de obra requerida para la instalación de los controladores de peso de las balanzas 1 y 2 de la máquina Banbury 1 con sus costos asociados.

MANO DE OBRA	Bs/hora*	TIEMPO (horas)	TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA (Bs)
1 Mecánico de primera con herramientas	46	4	184
1 Electrónico/Electricista con herramientas	46	4	184
TOTAL DE LA INVERSIÓN			368

*Dato obtenido del Departamento de Mantenimiento de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Por falta de información sobre las ganancias de la empresa se estableció un 30% como margen de beneficio.

Con esta propuesta se busca disminuir el 40,14% de tiempo no operativo con respecto al 79,33% de paradas por máquina. Esto en minutos equivale a un promedio de 44,23 minutos de N.O.T., lo que se traduce en una recuperación de un 9,8% de la jornada laboral de 450 minutos.

El resumen de los costos asociados y el beneficio a la propuesta se muestran a continuación en la tabla V.4.:

Tabla V.4. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación de los controladores de peso de las balanzas 1 y 2 de la máquina Banbury 1

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Bs)
Componentes	35618
Mano de Obra	368
TOTAL DE LA INVERSIÓN	35986
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	9,8 % = 44,23 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(44,23 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = \mathbf{22,11 \text{ lotes/jornada}}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (22,11 \text{ lote/jornada}) = 182,63 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{547,86 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (547,86 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{82179,00 \text{ Bs/día}}$

5.1.2. Máquina Parada por Molino.

Las propuestas de mejora para la disminución de los tiempos operativos originados por la ocurrencia de este problema desde su causa raíz se presentan a continuación (ver tabla V.5.):

Tabla V.5. Descripción del problema: máquina parada por molino, causa raíz y propuesta

PROBLEMA	Máquina Parada por Molino
APLICADO A:	Banbury 1 y 2 (Para el Banbury 2 no aplica la causa raíz 3 ya que no utiliza negro humo)
CAUSAS RAICES	<p>Por Goma Quemada:</p> <ol style="list-style-type: none"> Los cables de la termocupla del Banbury se descalibra o se daña por acumulación de impurezas. Se quema la bobina de apertura de la válvula de la compuerta de la cabina de mezclado de las máquinas Banbury 1 y 2. <p>Por Mala Mezcla:</p> <ol style="list-style-type: none"> Faltan los dispositivos controladores de las balanzas 1 y 2 de la válvula de inyección de negro humo. La propuesta de mejora para este problema se describe en el punto (ver propuesta para: Suministro de Negro Humo en cantidades diferentes a las requeridas.

CONTINUACIÓN TABLA V.5	
PROPUESTAS	<ul style="list-style-type: none"> • Para la causa raíz 1 y 2: Programa de mantenimiento preventivo semanal para determinar periódicamente las condiciones de los equipos y reducir el riesgo de que estos presenten fallas o se dañen. • Para la causa raíz 3: Para la disminución de la ocurrencia de este problema se aplica la misma propuesta del punto 5.1.1. : Instalación de los controladores de peso de las balanzas 1 y 2 de la máquina Banbury 1.

El mantenimiento preventivo debe realizarse los fines de semana no evitar tener que detener las máquinas y parar la producción.

El plan de mantenimiento preventivo para los cables de la termocupla de los Banbury 1 y 2 se muestra a continuación en la tabla V.6. Las listas de chequeo necesarias para el mantenimiento se muestran en las tablas V.7., V.8. y V.9. Además de esto el formato de registro de cumplimiento del mantenimiento preventivo se encuentra en la tabla V.10.

Tabla V.6. Plan de mantenimiento preventivo de la termocupla de la máquina Banbury.

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.		
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINA BANBURY		
DEPARTAMENTO: BANBURY	EQUIPO: BANBURY 1	ELEMENTO: TERMOCUPLA
		FRECUENCIA: SEMANAL
PASOS	DESCRIPCIÓN	
1	Chequear el estado de la transmisión de la señal eléctrica de la termocupla (Realizar proceso de mezcla para aplicar temperatura)	
2	Llenar lista de chequeo de condiciones de transmisión de señal eléctrica de la termocupla	
3	Tomar las medidas necesarias según la información suministrada al llenar la lista de chequeo del paso 2	
4	Chequear condiciones de cables de termocupla	
4	Llenar lista de chequeo de condiciones de cable de la termocupla	
5	Tomar las medidas necesarias según la información suministrada al llenar la lista de chequeo del paso 4	
6	Chequear calibración de cables de termocupla (Verificar que la señal eléctrica enviada corresponda con la temperatura en la cabina de	
7	Llenar lista de chequeo de condiciones de calibración de cables de termocupla	
8	Tomar las medidas necesarias según la información suministrada al llenar la lista de chequeo del paso 7	
9	Llenar registro de cumplimiento de mantenimiento preventivo	
MANO DE OBRA REQUERIDA		DURACIÓN
1 Mecánico de primera 1 Electrónico/Electricista de primera		2 horas
HERRAMIENTAS REQUERIDAS		
1 caja de Herramientas Mecánicas 1 caja de Herramientas Eléctricas		

Tabla V.7. Lista de chequeo de las condiciones de transmisión de señal eléctrica de la termocupla.

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.				
LISTA DE CHEQUEO DE CONDICIONES DE TRANSMISIÓN DE SEÑAL ELÉCTRICA DE TERMOCUPLA				
DEPARTAMENTO: BANBURY		EQUIPO: BANBURY 1		FRECUENCIA: SEMANAL
FECHA:		RESPONSABLE:		
ELEMENTO	ESTADO		ACCIÓN	OBSERVACIONES
SEÑAL ELÉCTRICA	ENVÍO INSTANTÁNEO	X	NINGUNA	
	ENVÍO NO INSTANTÁNEO		REVIZAR COMPONENTES DE CONEXIÓN ELÉCTRICA	
	NO SE REALIZA EL ENVÍO		REVIZAR COMPONENTES DE CONEXIÓN ELÉCTRICA	
Firma Responsable:				

Tabla V.8. Lista de chequeo de las condiciones de los cables de la termocupla.

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.				
LISTA DE CHEQUEO DE CONDICIONES DE CABLES DE TERMOCUPLA				
DEPARTAMENTO: BANBURY		EQUIPO: BANBURY 1		FRECUENCIA: SEMANAL
FECHA:		RESPONSABLE:		
ELEMENTO	ESTADO		ACCIÓN	OBSERVACIONES
CABLE TIPO 1	BUENO	X	NINGUNA	
	DAÑADO CON POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		REPARAR	
	DAÑADO SIN POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		CAMBIAR	
CABLE TIPO 2	BUENO	X	NINGUNA	
	DAÑADO CON POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		REPARAR	
	DAÑADO SIN POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		CAMBIAR	
Firma Responsable:				

Tabla V.9. Lista de chequeo de las condiciones de calibración de los cables de la termocupla.

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.				
LISTA DE CHEQUEO DE CONDICIONES DE CALIBRACIÓN DE CABLES DE TERMOCUPLA				
DEPARTAMENTO: BANBURY		EQUIPO: BANBURY 1		FRECUENCIA: SEMANAL
FECHA:		RESPONSABLE:		
ELEMENTO	ESTADO		ACCIÓN	OBSERVACIONES
CABLE TIPO 1 Y TIPO 2	LA SEÑAL ENVIADA CORRESPONDE CON LA TEMPERATURA EN CABINA DE MEZCLADO	X	NINGUNA	
	LA SEÑAL ENVIADA NO CORRESPONDE CON LA TEMPERATURA EN CABINA DE MEZCLADO		LIMPIAR LAS IMPUREZAS DEL CABLE Y CALIBRAR	
Firma Responsable:				

Tabla V.10. Formato de registro de cumplimiento del mantenimiento preventivo de la termocupla de la máquina Banbury.

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.							DEPARTAMENTO: BANBURY FRECUENCIA: SEMANAL																																									
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO							EQUIPO: BANBURY 1 RESPONSABLE:																																									
ELEMENTOS: TERMOCUPLA																																																
AÑO 2011																																																
MES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Fecha																																															
	Firma Responsable																																															
2	Fecha																																															
	Firma Responsable																																															
3	Fecha																																															
	Firma Responsable																																															
4	Fecha																																															
	Firma Responsable																																															

“Disminución de los Tiempos No Operativos (N.O.T) en las máquinas Banbury 1 y 2 del departamento de Banbury en la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.”

El plan de mantenimiento preventivo para la bobina de apertura de la válvula de la compuerta de la máquina Banbury se muestra a continuación en la figura V.11.:

Tabla 11. Plan de mantenimiento preventivo de la bobina de la válvula de apertura de la compuerta de cabina de mezclado de la máquina Banbury

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.			
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y RESPALDO DE MÁQUINA BANBURY			
DEPARTAMENTO: BANBURY		EQUIPO: BANBURY 1	ELEMENTO: BOBINA DE APERTURA DE VÁLVULA DE COMPUERTA
			FRECUENCIA: SEMANAL
PASOS	DESCRIPCIÓN		
1	Chequear funcionamiento de la bobina de apertura (abra y cierre la compuerta repetidas veces para chequear paso de corriente a través de la bobina)		
2	Llenar lista de chequeo de condiciones de bobina de apertura de válvula de compuerta		
3	Tomar las medidas necesarias según la información suministrada al llenar la lista de chequeo del paso 2		
4	Llenar registro de cumplimiento de mantenimiento preventivo		
MANO DE OBRA REQUERIDA		DURACIÓN	HERRAMIENTAS REQUERIDAS
1 Mecánico de primera		1 hora	1 caja de Herramientas Mecánicas
1 Electrónico/Electricista de primera			1 caja de Herramientas Eléctricas

La lista de chequeo necesaria para realizar el mantenimiento preventivo de la bobina de apertura de la compuerta de los Banbury 1 y 2 se puede observar en los anexos 1 y el registro de cumplimiento para este mantenimiento es igual al de la figura V.10. y se debe colocar para éste el nombre del elemento específico al cual se le realiza el mantenimiento.

Los costos de mano de obra se presentan a continuación en las tablas V.12. y V.13.:

Tabla V.12. Mano de obra requerida para la ejecución del mantenimiento preventivo de las termocuplas de los Banbury 1 y 2 con sus costos asociados.

MANO DE OBRA	Bs/hora*	TIEMPO (horas)	TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA (Bs)
1 Mecánico de primera con herramientas	46	4	184
1 Electrónico/Electricista con herramientas	46	4	184
TOTAL DE LA INVERSIÓN			368

*Dato obtenido del Departamento de Mantenimiento de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

Tabla V.13. Mano de obra requerida para la ejecución del mantenimiento preventivo de las bobinas de la válvula de apertura de los Banbury 1 y 2 con sus costos asociados.

MANO DE OBRA	Bs/hora*	TIEMPO (horas)	TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA (Bs)
1 Mecánico de primera con herramientas	46	2	92
1 Electrónico/Electricista con herramientas	46	2	92
TOTAL DE LA INVERSIÓN			184

*Dato obtenido del Departamento de Mantenimiento de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Con estos planes de mantenimiento se quiere recuperar un 70% del los tiempos operativos ocasionados por las fallas en la termocupla y las bobinas de la válvula de apertura de la compuerta de las máquinas Banbury 1 y 2. Esto equivale a 20,53 minutos de N.O.T. que representan un 4,51% del tiempo de duración de un jornada laboral de 8 horas con 30 minutos de almuerzo para el Banbury 1 y para el Banbury 2 la recuperación será de 20,73 minutos equivalentes a un 4,61% de la jornada.

En la tabla V.14. se presenta el resumen de los costos con la descripción del beneficio:

Tabla V.14. Resumen de costos asociados y beneficio para ejecución del mantenimiento preventivo de la termocupla y de la bobina de la válvula de apertura de los Banbury 1 y 2.

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Bs)
Mano de Obra (Termocupla)	368
Mano de Obra (Bobina de Válvula de Apertura)	184
TOTAL DE LA INVERSIÓN	552
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO PARA EL BANBURY 1	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	4,51 % = 20,53 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(20,53 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = 10,27 \text{ lotes/jornada}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = 8,26 \text{ cauchos}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (10,27 \text{ lote/jornada}) = 84,83 \text{ cauchos/jornada} = 254,49 \text{ cauchos/día}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (254,49 \text{ cauchos/día}) = 38173,50 \text{ Bs/día}$
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO PARA EL BANBURY 2	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	4,61 % = 20,73 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(20,73 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = 10,37 \text{ lotes/jornada}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = 8,26 \text{ cauchos}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (10,37 \text{ lote/jornada}) = 85,66 \text{ cauchos/jornada} = 256,97 \text{ cauchos/día}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (256,97 \text{ cauchos/día}) = 38545,50 \text{ Bs/día}$

5.1.3. Derrame de piscina de solución jabonosa en proceso de llenado

La tabla V.15. se muestra el resumen del problema, su causa raíz y la propuesta de mejora correspondiente.

Tabla V.15. Descripción del problema: derrame de piscina de solución jabonosa en proceso de llenado, causa raíz y propuesta

PROBLEMA	Derrame de piscina de solución jabonosa en proceso de llenado
APLICADO A:	Banbury 1
CAUSA RAÍZ	La máquina no cuenta con un sistema de regulación del nivel de solución jabonosa vertido desde el tanque de llenado de la piscina
PROPUESTA	Instalación de un sistema de control del nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa

El esquema del sistema se presenta a continuación en la figura V.2.:

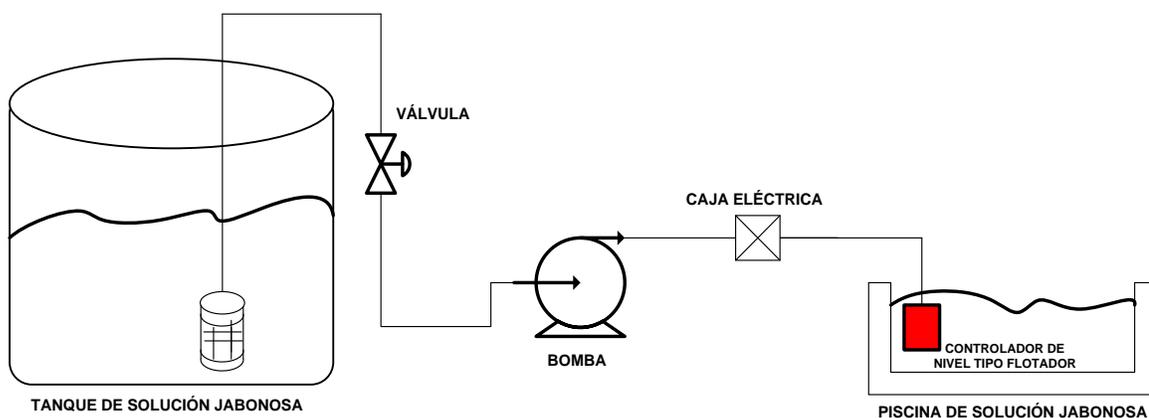


Figura V.2. Sistema de control del nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa

Para realizar la instalación del sistema de control del nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa del Banbury 1 se necesitan los componentes mostrados en la tabla V.16.:

Tabla V.16. Componentes necesarios para la instalación del sistema de control del nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa para el Banbury 1.

COMPONENTE	CANTIDAD	COSTO*	TOTAL (Bs)
ELECTROVALVULA MFH-3-1/4" MARCA FESTO	1 Unidad	599 Bs/unidad	599
BOBINA MSFW 110 FESTO	1 Juego	180 Bs/juego	180
MANGUERA N/P 197386 FESTO	10 mts	24 Bs/mts	240
RACOR QSL 1/4-10 FESTO	10 Unidad	50 Bs/unidad	500
CONTROLADOR DE NIVEL TIPO FLOTANTE FLOTECT MODELO L4SS-TOP	1 Unidad	2060 Bs/unidad	2060
CAJAS PW 20x15x10 CMTS	1 Unidad	93 Bs/unidad	93
UNIDAD FRC-1/2-D MARCA FESTO	1 Unidad	1701 Bs/unidad	1701
TOTAL DE LA INVERSIÓN			5373

*Extraído del sistema SAP de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

El controlador de nivel tipo flotante requerido para la instalación del sistema es el que se presenta a continuación (ver figura V.3.):



Figura V.3. Controlador de Nivel Tipo Flotante

Este controlador enviará una señal al sistema cuando el nivel de la piscina sea el adecuado, el cuál cerrará automáticamente la válvula de paso del tanque para detener el llenado.

La mano de obra requerida y el tiempo estimado de duración de la instalación del sistema se muestran a continuación en la tabla V.17.:

Tabla V.17. Mano de obra requerida para la instalación del sistema de control del nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa de la máquina Banbury 1 con sus costos asociados.

MANO DE OBRA	Bs/ Hora*	Tiempo (horas)	Total Costo de Mano de Obra (Bs)
1 Instrumentista con herramientas	46	32	1472
1 Electrónico/Electricista con herramientas	46	32	1472
TOTAL DE LA INVERSIÓN			2944

*Dato obtenido del Departamento de Mantenimiento de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

En la figura V.4. se puede observar la comparación de la situación actual (Antes) con la situación que se alcanzaría de aplicarse la propuesta (Después).

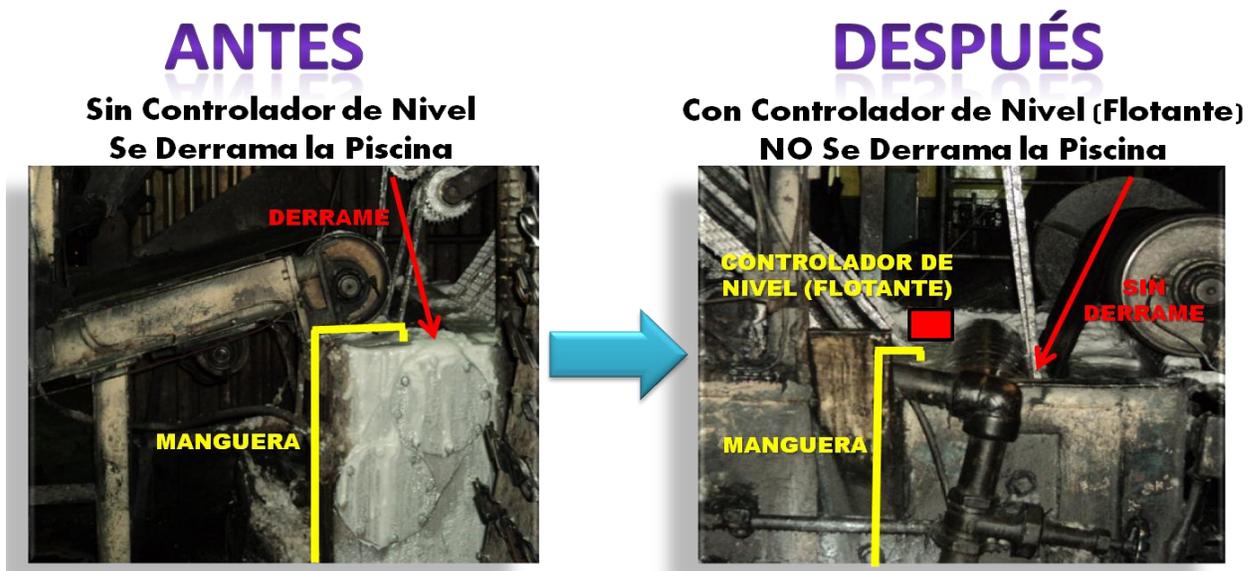


Figura V.4. Antes y Después de la Propuesta de Instalación de un Sistema de Control de Llenado de la Piscina de Solución Jabonosa.

✚ FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Con esta mejora se desea disminuir el 7,46% de N.O.T. del 79,33% de tiempo no operativo de máquina con respecto al 30,87% promedio total de tiempo perdido. Esto equivale a 8,22 min promedio de N.O.T. que se desean recuperar lo que significa un 1,83% de la jornada.

El resumen de los costos asociados y el ahorro para la aplicación de la propuesta se muestran a continuación en la tabla V.18.:

Tabla V.18. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación del sistema de control de nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa de la máquina Banbury 1.

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Bs)
Componentes	5373
Mano de Obra	2944
TOTAL DE LA INVERSIÓN	8317
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	1,83 % = 8,22 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(8,22 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = 4,11 \text{ lotes/jornada}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg

CONTINUACIÓN V.18.	
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg}/(24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (4,11 \text{ lote/jornada}) = 33,95 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{101,85 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (101,85 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{15278 \text{ Bs/día}}$

5.1.4. Bloqueo del Sistema Electrónico-Computarizado

En la tabla V.19. se presenta un resumen de éste problema con su causa raíz y la propuesta de mejora planteada para disminuir dicho N.O.T.

Tabla V.19. Descripción del problema: bloqueo del sistema electrónico, causa raíz y propuesta

PROBLEMA	Bloqueo del sistema electrónico-computarizado
APLICADO A:	Banbury 1
CAUSA RAÍZ	Falta de depuración y limpieza periódica del sistema
PROPUESTA	Plan de mantenimiento preventivo, limpieza y vaciado del sistema computarizado de la máquina Banbury 1

Los pasos que se deben cumplir para llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo y la limpieza y vaciado de la información se muestran en la tabla V.20.

Tabla V.20. Plan de mantenimiento preventivo y respaldo de información de sistema computarizado

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.		
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y RESPALDO DE INFORMACIÓN DE SISTEMA COMPUTARIZADO		
DEPARTAMENTO: BANBURY		EQUIPO: BANBURY 1
		FRECUENCIA: SEMANAL
PASOS	DESCRIPCIÓN	
1	Chequear el estado de los equipos: monitor, teclado, CPU, mouses, cable de conexión de red con el servidor	
2	Llenar lista de chequeo de condiciones de equipos de computación	
3	Tomar las medidas necesarias según la información suministrada al llenar la lista de chequeo del paso 2	
4	Chequear el estado de la conexión de red con el servidor	
5	Llenar lista de chequeo de condición de red con el servidor para el envío y recepción de información	
6	Tomar las medidas necesarias según la información suministrada al llenar la lista de chequeo del paso 5	
7	Realizar el respaldo de la información contenida en el sistema	
8	Vaciar y limpiar el sistema	
9	Realizar prueba final del sistema y de la conexión con el servidor (funcionamiento, tiempo de envío y recepción de la información)	
10	Llenar lista de chequeo de evaluación para la evaluación final del sistema	
11	Tomar las medidas necesarias según la información suministrada al llenar la lista de chequeo del paso 10	
12	Llenar registro cumplimiento del respaldo de información de sistema computarizado	
13	Llenar registro de cumplimiento del mantenimiento preventivo	
MANO DE OBRA REQUERIDA		DURACIÓN
1 Mecánico de primera 1 Electrónico/Electricista de primera 1 Técnico en Sistemas Computarizados		1 hora
		HERRAMIENTAS REQUERIDAS
		1 caja de Herramientas Mecánicas 1 caja de Herramientas Eléctricas

Las listas de chequeo necesarias para dar cumplimiento al plan de mantenimiento preventivo del sistema se muestran en los anexos 2, 3, 4. El formato de registro de cumplimiento es igual al mostrado en la figura V.10. colocándole el nombre del elemento al cual se le realizó el mantenimiento preventivo.

Los costos de la mano de obra para la ejecución del mantenimiento se muestran a continuación en la tabla V.21.:

Tabla V.21. Mano de obra requerida para la ejecución del mantenimiento preventivo del sistema electrónico-computarizado con sus costos asociados.

MANO DE OBRA	Bs/ Hora*	Tiempo (horas)	Total Costo de Mano de Obra (Bs)
1 Instrumentista con herramientas	46	1	46
1 Electrónico/Electricista con herramientas	46	1	46
1 Técnico en Sistemas computarizados	46	1	46
TOTAL DE LA INVERSIÓN			138

*Dato obtenido del Departamento de Mantenimiento de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Con esta propuesta de mantenimiento preventivo se busca recuperar el 70% del tiempo no operativo a causa del bloqueo del sistema para el Banbury 1. Esto equivale a 1,58 minutos que corresponden a un 0,35% del tiempo de la jornada.

A continuación se muestra el resumen de los costos asociados y el ahorro para la aplicación de la propuesta (ver tabla V.22.):

Tabla V.22. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación del sistema de control de nivel de llenado de la piscina de solución jabonosa de las máquinas Banbury 1.

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Bs)
Mano de Obra	138
TOTAL DE LA INVERSIÓN	138
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	0,35 % = 1,58 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(1,58 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = \mathbf{0,79 \text{ lotes/jornada}}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (0,79 \text{ lote/jornada}) = 6,53 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{19,59 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (19,59 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{2938,50 \text{ Bs/día}}$

5.1.5. La goma se atora en compuerta de cabina de mezclado:

El problema, su causa raíz y su propuesta de mejora se encuentran resumidos en la tabla V.23.:

Tabla V.23. Descripción del problema: la goma se atora en compuerta de cabina de mezclado.

PROBLEMA	La goma se atora en compuerta de cabina de mezclado
APLICADO A:	Banbury 1 y 2
CAUSA RAÍZ	El ancho de los dobleces de goma es mayor al de la compuerta del Banbury por su caída natural y su peso
PROPUESTA	Colocación de una barrera móvil tipo puerta en el Banbury 1 y colocación de una barrera fija para el Banbury 2

La barrera sujetará la goma manteniéndola centrada en la balanza transportadora y evitando que la goma doblada sea más ancha que la compuerta.

Para el Banbury 1 se colocará una barrera móvil tipo puerta, debido a que el operador necesita un espacio del borde derecho de ésta libre para la realización de las gomas Master y

dicha barrera debe permanecer siempre sobre la banda colocada con unas bisagras para evitar tener que calibrar continuamente la balanza si se retira el peso de ésta.

El diseño de dicha barrera se muestra a continuación en la figura V.5.:

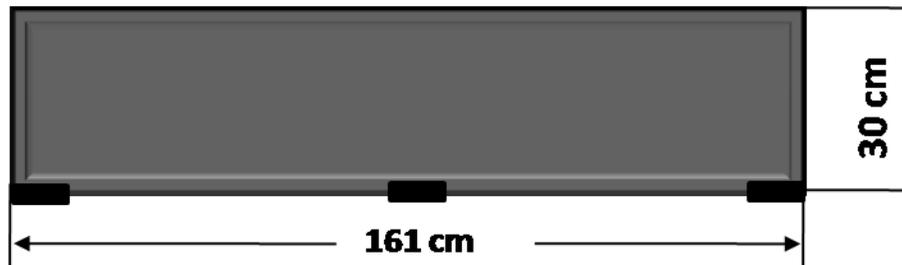


Figura V.5. Diseño de barrera de protección móvil derecha tipo puerta para la balanza transportadora de la máquina Banbury 1.

Esta barrera quedaría instalada en el Banbury 1 de la siguiente manera (ver figura V.6.):

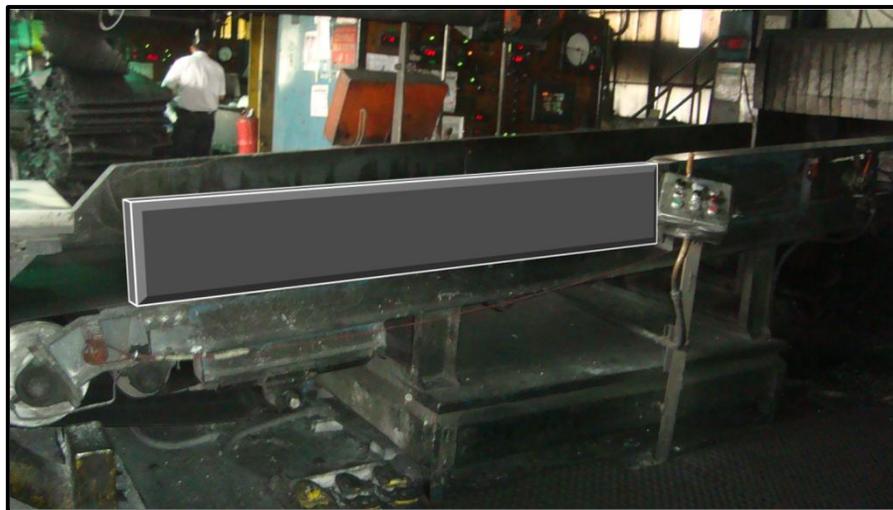


Figura V. 6. Ilustración de barrera de protección móvil derecha tipo puerta en la máquina Banbury 1.

Los materiales necesarios y los costos asociados para la instalación de la barrera se muestran en la tabla V.24.:

Tabla V.24. Materiales necesarios para instalación de la barrera de protección móvil derecha de la máquina Banbury 1.

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO*	TOTAL (Bs)
ÁNGULO DE 1" x 1/8"	1 unidad	122 Bs/unidad	122
H/N DE ½" x 1/16"	1 lamina	1425 Bs/lamina	1425
PLETINA DE 1" x 1/8"	1 unidad	29 Bs/unidad	29
BISAGRA DE 2"	3 unidades	3 Bs/unidad	9
BARRA DE ACERO ¾"	1 unidad	358 Bs/unidad	358
CADENA P/SEÑORITA ¼"	0,50 mts	50 Bs/mts	25
DISCO DE CORTE 7"	3 unidades	14 Bs/unidad	42
DISCO DE ESMERILAR DE 7"	3 unidades	26 Bs/unidad	78
TOTAL DE LA INVERSIÓN			2088

*Extraído del sistema SAP de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

La mano de obra que se necesita para llevar a cabo la fabricación e instalación de la barrera del Banbury 1 se muestra a continuación en la tabla V.25.:

Tabla V.25. Mano de obra requerida para la fabricación e instalación de la barrera del Banbury 1 y sus costos asociados.

MANO DE OBRA	Bs/ Hora*	TIEMPO (horas)	TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA (Bs)
1 Técnico Herrero/Soldador con herramientas	50	40	2000
TOTAL DE LA INVERSIÓN			2000

*Dato obtenido del Departamento de Mantenimiento de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

En la figura V.7. se muestra la comparación de la situación actual (Antes) con las condiciones de la banda si se aplica la propuesta (Después).

ANTES

**Sin Barrera Protectora
La Goma Se Desborda**



DESPUÉS

**Con Barrera Protectora
La Goma se Mantiene Centrada
en la Balanza Transportadora**



Figura V.7. Antes y Después de la Propuesta de Instalación de la Barrera de Protección Derecha de la Balanza Transportadora del Banbury 1.

✚ FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Con esta propuesta se quiere recuperar 21,04 minutos promedio de N.O.T. que equivalen al 19,09% del 79,33% de tiempo no operativo asociado a la máquina. Esto equivale a un 4,68% de la jornada de 450 min.

El resumen de los costos totales y el ahorro para la instalación de la propuesta se muestran a continuación en la tabla V.26.:

Tabla V.26. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación de la barrera de protección derecha de la balanza transportadora de la máquina Banbury 1.

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Bs)
Componentes	2088
Mano de Obra	2000
TOTAL DE LA INVERSIÓN	4088
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIOO	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	4,68 % = 21,04 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(21,04 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = \mathbf{10,52 \text{ lotes/jornada}}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (10,52 \text{ lote/jornada}) = 86,90 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{260,69 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (260,69 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{39104 \text{ Bs/día}}$

En el Banbury 2 la propuesta es el alargamiento de la barrera de protección derecha fija ya que en esta máquina no se elaboran gomas Master.

El diseño de la sección de barrera de la balanza transportadora que se debe alargar para el Banbury 2 se presenta a continuación en la figura V.8.:

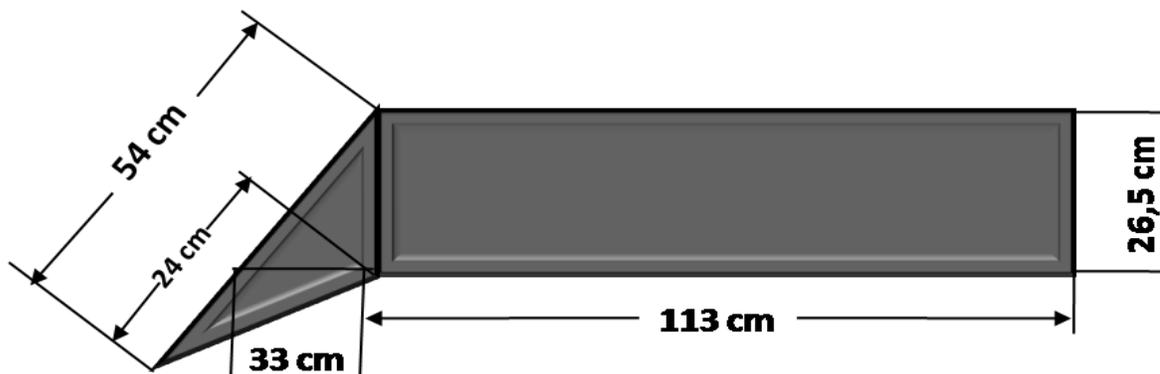


Figura V.8. Diseño de alargado de barrera de protección derecha de la balanza transportadora de la máquina Banbury 2.

De esta manera la barrera en el Banbury 2 quedaría de la manera que se muestra en la figura V.9.:

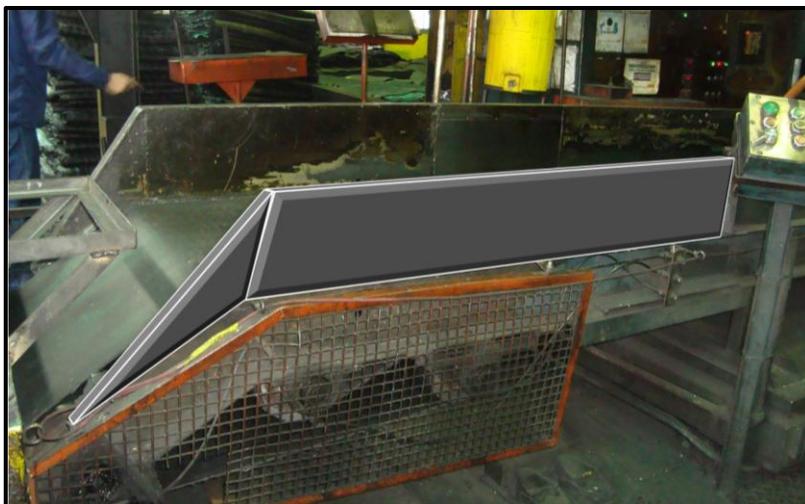


Figura V.9. Ilustración de barrera de protección derecha alargada en la máquina Banbury 2.

Los materiales necesarios y los costos asociados para realizar el alargado de la barrera de protección derecha del Banbury 2 se muestran en la tabla V.27.:

Tabla V.27. Materiales necesarios para el alargado de la barrera de protección derecha de la máquina Banbury 2

MATERIAL/COMPONENTE	CANTIDAD	COSTO*	TOTAL (Bs)
ÁNGULO DE 1/1/2" x 3/16"	1 unidad	122 Bs/unidad	122
PLETINA DE 1" x 1/4"	1 unidad	60 Bs/unidad	60
H/N DE 1/8"	1 Lamina	440 Bs/lamina	440
DISCO DE CORTE 7"	3 unidades	14 Bs/unidad	42
DISCO DE ESMERILAR DE 7"	3 unidades	26 Bs/unidad	78
TOTAL DE LA INVERSIÓN			742

*Extraído del sistema SAP de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

La mano de obra necesaria para la instalación de la barrera se muestra tabla V.28.:

Tabla V.28. Mano de obra requerida para la fabricación e instalación de la barrera del Banbury 2 y sus costos asociados.

MANO DE OBRA	Bs/Hora*	TIEMPO (horas)	TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA (Bs)
1 Técnico Herrero/Soldador con herramientas	50	40	2000
TOTAL DE LA INVERSIÓN			2000

*Dato obtenido del Departamento de Mantenimiento de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

El antes y el después de la propuesta de alargado de la barrera de protección del Banbury es igual al que se muestra en la figura V.7.

✚ FACTIBILIDAD ECONÓMICA

La recuperación de tiempo ofrecida por esta propuesta es del 38,82% de un 45,07% de N.O.T. asociado a la máquina el cual se deriva de un 25,10% de N.O.T. promedio total existente en la máquina Banbury 2. La cantidad de minutos promedios que se quiere recuperar con la propuesta es de 19,76 lo cual equivale a un 4,39% de los 450 minutos que dura una jornada laboral. El resumen de costos y el ahorro se muestra a continuación (ver tabla V.29.):

Tabla V.29. Resumen de costos asociados y ahorro para la instalación de la barrera de protección derecha de la balanza transportadora de a máquina Banbury 2.

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Bs)
Componentes	742
Mano de Obra	2000
TOTAL DE LA INVERSIÓN	2742
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	4,39 % = 19,76 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(19,76 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = \mathbf{9,88 \text{ lotes/jornada}}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (9,88 \text{ lote/jornada}) = 81,61 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{244,83 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (244,83 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{36725 \text{ Bs/día}}$

5.1.6. La goma se enreda en los soportes laterales de la banda transportadora de alimentación:

La descripción del problema, su causa raíz y propuesta de mejora se muestra a continuación (ver tabla V.30.):

Tabla V.30. Descripción del problema: la goma se enreda en los soportes laterales de la banda transportadora de alimentación, su causa raíz y propuesta

PROBLEMA	La goma se enreda en los soportes laterales de la banda transportadora de alimentación
APLICADO A:	Banbury 1 y 2
CAUSA RAÍZ	La banda transportadora no tiene unos dispositivos que mantengan la goma centrada
PROPUESTA	Instalación de dos rodillos guías en cada extremo de la banda transportadora

Los rodillos delanteros en la banda transportadora estarían ubicados de la siguiente manera (ver figura V.10.):



Figura V.10. Ubicación de rodillos delanteros en banda transportadora de alimentación de máquina Banbury

Los componentes necesarios para la instalación de los rodillos guías y sus costos se muestran a continuación en la tabla V.31.:

Tabla V.31. Componentes necesarios para la instalación de 4 rodillos guías en la banda transportadora de alimentación de las máquinas Banbury 1 y 2

COMPONENTE	CANTIDAD/ BANBURY	COSTO*	TOTAL/BANBURY (Bs)	TOTAL/AMBOS BANBURY (Bs)
RODILLOS	4 unidades	62 Bs/Unidad	248	496
ELECTRODOS 6013 CJ	4 kg	46 Bs/kg	184	368
1 PLETINA 1/4x3" CALIBRADA	1,20 mts	27 Bs/mts	34	68
TOTAL DE LA INVERSIÓN			466	932

*Extraído del sistema SAP de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

La mano de obra requerida y sus costos se presentan a continuación en la tabla V.32.:

Tabla V.32. Mano de obra requerida para la instalación de los rodillos guías de la banda transportadora de alimentación en las máquinas Banbury 1 y 2 y sus costos asociados.

MANO DE OBRA	Bs/ Hora*	TIEMPO (horas)	TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA (Bs)
1 Técnico en Máquinas y Herramientas con herramientas	59	16	944
1 Técnico Soldador con herramientas	46	16	736
1 Mecánico de primera con herramientas	46	16	736
TOTAL DE LA INVERSIÓN			2416

*Dato obtenido del Departamento de Mantenimiento de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

El antes y el después de la propuesta de muestra a continuación en la figura V.11.:



Figura V.11. Antes y Después de la Propuesta de Instalación de Rodillos Guías de la Banda de Alimentación de los Banbury 1 y 2.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Con la propuesta se quiere recuperar 4,95 minutos para el Banbury 1 que equivale a 1,10% de N.O.T. con respecto a la duración de una jornada, y para el Banbury 2 se desea recuperar 1,54 minutos que equivalen a 0,34% de tiempo no operativo de una jornada.

El resumen de los costos totales asociados con el ahorro de la propuesta se muestran a continuación (ver tabla V.33.):

Tabla V.33. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación de los rodillos guías de la banda transportadora de alimentación de las máquinas Banbury 1 y 2.

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Bs)
Componentes	932
Mano de Obra	2416
TOTAL DE LA INVERSIÓN	3348
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO PARA EL BANBURY 1	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	1,10 % = 4,95 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(4,95 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = \mathbf{2,48 \text{ lotes/jornada}}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (2,48 \text{ lote/jornada}) = 20,48 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{61,45 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (61,45 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{9218 \text{ Bs/día}}$
CONTINUACIÓN TABLA V.33	
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO PARA EL BANBURY 2	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	0,34 % = 1,54 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(1,54 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = \mathbf{0,77 \text{ lotes/jornada}}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (0,77 \text{ lote/jornada}) = 6,36 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{19,08 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (19,08 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{2862 \text{ Bs/día}}$

5.2. MANO DE OBRA

5.2.1. Máquina detenida esperando que el operador coloque tacho en balanza:

El resumen del problema, su causa raíz y su propuesta de mejora se muestra en la tabla V.34.:

Tabla V.34. Descripción del Problema: máquina detenida esperando que el operador coloque tacho en balanza, causa raíz y propuesta

PROBLEMA	Máquina detenida esperando que el operador coloque tacho en balanza
APLICADO A:	Banbury 1
CAUSA RAÍZ	Operador Distráido
PROPUESTA	Instalación de una señal sonora luminosa en la máquina que se active cuando falte el tacho en la balanza

Los componentes necesarios para la instalación son los siguientes (ver tabla V.35.):

Tabla V.35. Componentes necesarios para la instalación de una señal sonora-luminosa en las máquinas Banbury 1

COMPONENTE	CANTIDAD	COSTO*	TOTAL (Bs)
MÓDULO DE SALIDA A TRIAC 1746-OA16	1	2390 Bs/unidad	2390
ELEMENTO LUMÍNICO Y SONORO INTERMITENTE 110-220 VAC 90DB MARCA TELEMECANIQUE	1	450 Bs/unidad	450
TOTAL DE LA INVERSIÓN			2840

*Extraído del sistema SAP de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

La mano de obra necesaria para la instalación de la propuesta se muestra en la tabla V.36.:

Tabla V.36. Mano de obra requerida para la instalación de una señal sonora luminosa en la máquina Banbury 1

MANO DE OBRA	Bs/Hora*	TIEMPO (horas)	TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA (Bs)
1 Mecánico de primera con herramientas	46	4	186
1 Electrónico/Electricista con herramientas	46	4	186
TOTAL DE LA INVERSIÓN			372

*Dato obtenido del Departamento de Mantenimiento de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Con esta propuesta se quiere recuperar un 70% del tiempo perdido por este problema que son 4,42 minutos de la jornada laboral que son equivalentes en porcentaje a un 0,98% de las 8 horas de jornada.

El resumen de los costos totales asociados a la propuesta se muestra en la tabla V.37.:

Tabla V.37. Resumen de costos asociados y beneficio para la instalación de unas señal sonora-luminosa en las en la máquina Banbury 1

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Bs)
Componentes	2840
Mano de Obra	372
TOTAL DE LA INVERSIÓN	3212
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	0,98 % = 4,42 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(4,42 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = \mathbf{2,21 \text{ lotes/jornada}}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (2,21 \text{ lote/jornada}) = 18,25 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{54,75 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (54,75 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{8213 \text{ Bs/día}}$

5.2.2. Máquina parada por molino:

El problema: máquina parada por molino, su causa raíz su propuesta de mejora se describen a continuación (ver tabla V.38.):

Tabla V.38. Descripción del Problema: máquina parada por molino, su causa raíz y su propuesta

PROBLEMA	Máquina parada por molino
APLICADO A:	Banbury 1 y 2
CAUSA RAÍZ	Falta de entrenamiento del operador
PROPUESTA	Reentrenamiento y monitoreo de los operadores de las máquinas Banbury 1 y 2

Para solucionar este problema es necesario el reentrenamiento de los operadores ya que éstos no realizan de manera correcta el procedimiento para lanzar el primer lote de goma, específicamente la actividad del calentamiento adecuado de la goma luego de una parada larga.

De esta manera los pasos que se deben seguir para realizar el entrenamiento de los operadores es el siguiente:

1. Mostrarle al operador a través de videos y/o imágenes el procedimiento que se debe seguir, así como los puntos de seguridad, calidad y productividad más importantes.
2. Aplicarle un test oral y uno escrito para evaluar el manejo del procedimiento y el conocimiento de las acciones que se deben tomar.
3. Revisar los test aplicados y de arrojar éstos malos resultados volver a repetir los pasos 1 y 2, de lo contrario continuar al siguiente paso.
4. Realizar monitoreos semanales para evaluar el desempeño del operador en la actividad.

El entrenamiento debe realizarse durante 30 minutos por 5 días para cada operador de cada máquina y los monitoreos 2 por semana de manera mensual.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Debido a que durante el entrenamiento de los operadores por el período antes mencionado, las máquinas deben estar detenidas por la ausencia de éstos, se dejan de elaborar lotes de goma y se de percibir ingresos durante ese lapso de tiempo. Para el monitoreo el operador no tiene que abandonar el puesto de trabajo.

En la tabla V.39. se muestra el detalle de los ingresos y beneficios que se dejan de percibir:

Tabla V.39. Ingreso no percibido durante el reentrenamiento de los operadores-Inversión total

DESCRIPCIÓN DEL INGRESO NO PERCIBIDO	
Duración del reentrenamiento (30 min durante 5 días)/jornada	2,5 horas/Banbury = 150 min/Banbury = 350 min/Ambos Banbury
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos producidos por lote	$(200 \text{ kg/lote}) / (24,21 \text{ kg/caucho}) = 8,26$ cauchos/lote
Cantidad de lotes que se dejan de producir durante el reentrenamiento	$(350 \text{ min}) / (2,00 \text{ min/lote}) = 175$ lotes
Cantidad de cauchos que se dejan de producir durante el reentrenamiento	$175 \text{ lotes} * (8,26 \text{ cauchos/lote}) = 1445,50$ cauchos
Costo promedio de un caucho	500 Bs
INGRESO QUE SE DEJA DE PERCIBIR-TOTAL DE LA INVERSIÓN	$(500 \text{ Bs/caucho}) * (1445,50 \text{ cauchos/entrenamiento-cuadrilla}) = 572750 \text{ Bs/entrenamiento-cuadrilla} =$ 1718250 Bs (Total 3 cuadrillas)

Con esta propuesta se desea recuperar el 70% de los tiempos no operativos originados por la existencia de este problema, equivalente a 2,00 min que se traducen en 0,44% de la jornada para el Banbury 1 y para el Banbury 2 equivale a 18,32 min que se traducen en un 4,07% de los 450 min de duración de la jornada.

En la tabla V.40. se presentan la descripción del beneficio de la propuesta para los Banbury 1 y 2.

Tabla V.40. Descripción del beneficio de la propuesta de reentrenamiento y monitoreo de los operadores

DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO PARA EL BANBURY 1	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	0,44 % = 2,00 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(2,00 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = 1,00$ lotes/jornada
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = 8,26$ cauchos
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (1,00 \text{ lote/jornada}) = 8,26$ cauchos/jornada = 24,78 cauchos/día
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (24,78 \text{ cauchos/día}) = 3717 \text{ Bs/día}$

CONTINUACIÓN TABLA V.40.	
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO PARA EL BANBURY 2	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	4,07 % = 18,32 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(18,32 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = \mathbf{9,16 \text{ lotes/jornada}}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (9,16 \text{ lote/jornada}) = 75,66 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{226,98 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (226,98 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{34047 \text{ Bs/día}}$

5.3. MATERIAL

5.3.1. Falta de Tachos de Pigmentos:

El resumen de este problema de mejora se detalla a continuación (ver tabla V.41.):

Tabla V.41. Descripción del Problema: Falta de tachos de pigmentos con sus causas raíces y sus propuestas de mejora.

PROBLEMA	Falta de tachos de pigmentos
APLICADO A	Banbury 1 y 2
CAUSAS RAÍZ	<ol style="list-style-type: none"> 1. La programación de los pesadores de pigmentos no llega al inicio del turno porque el programador llega justo al inicio de éste para realizar la programación. 2. No está en el estándar de trabajo del montacarguista el tener una copia de la programación sino que este depende de lo que le diga el operador o debe dirigirse hasta la máquina para revisarla. En el caso de que se realice un cambio en la programación, el programador no se lo comunica al montacarguista sino solo al operador. 3. El tiempo de ocio y la dimensión del pasillo no permite que haya un montacarguista por Banbury para suministrar material. 4. El área de pesaje de pigmentos se encuentra dos pisos más debajo del área de Banbury.
PROPUESTAS	<p>Para la causa raíz N° 1: El programador del turno debe realizar la programación de ese turno y además la de por lo menos un tipo de tacho de pigmentos para el turno siguiente, para que los operadores apenas comience el turno puedan empezar a elaborar un tacho que se necesite.</p> <p>Para la causa raíz N° 2, 3, 4: Incluir dentro del estándar de trabajo del montacarguista que éste debe tener una copia de la programación para poder buscar y tener listo el material justo cuando se necesita sin tener que esperar que el operador le avise. Se debe realizar luego el entrenamiento del montacarguista con el nuevo estándar de trabajo y pedirle al programador de turno que el montacarguista sea informado de cualquier cambio en la programación.</p>

Las propuestas de mejora para la causa raíz 2 ayudarán también a reducir los N.O.T de las causas raíces 3 y 4 ya que si entre las funciones estipuladas en el estándar de trabajo del montacarguista se plantea el tener una copia de la programación y entrenarlo para cumplir con sus nuevas funciones el podrá suministrarlos en el momento justo evitando que se genere el N.O.T por falta de tachos.

✚ FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Con esta propuesta se busca recuperar un 70% de los N.O.T. generados por la falta de tachos de pigmentos. Esto equivale a 6,23 minutos que representan un 1,38% de la jornada para el Banbury 1. Para el Banbury 2 se recuperarán 13,56 minutos equivalentes al 3,01% de una jornada.

El beneficio adicional obtenido con la propuesta se muestra a continuación en la tabla V.42.

Tabla V.42. Resumen del beneficio obtenido con la aplicación de las propuestas de normalización de las actividades del montacarguista y el programador (1).

DESCRIPCIÓN	TOTAL (Bs)
TOTAL DE LA INVERSIÓN	722750
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO PARA EL BANBURY 1	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	1,38 % = 6,23 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(6,23 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = \mathbf{3,12 \text{ lotes/jornada}}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (3,12 \text{ lote/jornada}) = 25,77 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{77,31 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (77,31 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{11597 \text{ Bs/día}}$
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO PARA EL BANBURY 2	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	3,01 % = 13,56 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote

CONTINUACIÓN TABLA V.42.	
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(13,56 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = 6,78 \text{ lotes/jornada}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = 8,26 \text{ cauchos}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (6,78 \text{ lote/jornada}) = 56 \text{ cauchos/jornada} = 168 \text{ cauchos/día}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (168 \text{ cauchos/día}) = 25200 \text{ Bs/día}$

5.3.2. Falta de Gomas Master o Remil:

El resumen del problema, su causa raíz y su propuesta de mejora se detalla a continuación (ver tabla V.43.):

Tabla V.43. Descripción del Problema: Falta de goma master o remil con sus causas raíces y sus propuestas de mejora.

PROBLEMA	Falta de tachos de goma master o remil
APLICADO A:	Banbury 1 y 2
CAUSAS RAÍZ	<ol style="list-style-type: none"> 1. La programación de los Banbury 3 y 4 no llega al inicio del turno ya que los programadores llegan justo al iniciarse éste para realizar la programación. 2. El tiempo de ocio y la dimensión del pasillo no permite que haya un montacarguista por Banbury para suministrar material. 3. El operador se encuentra ocupado suministrando otro material a otras máquinas al momento de terminarse de empaletar la goma en la máquina Wig-Wag. 4. Incluir dentro del estándar de trabajo del montacarguista que éste debe tener una copia de la programación sino que este depende de lo que le diga el operador o debe dirigirse hasta la máquina para revisarla. En el caso de que se realice un cambio en la programación, el programador no se lo comunica al montacarguista sino solo al operador.
PROPUESTAS	<p>Para la causa raíz N° 1: El programador del turno debe realizar la programación de ese turno y además la de por lo menos un tipo de tacho de pigmentos para el turno siguiente, para que los operadores apenas comience el turno puedan empezar a elaborar un tacho que se necesite</p> <p>Para la causa raíz N° 2, 3, 4: Aplicar un nuevo estándar de trabajo donde se coloque entre los deberes del montacarguista el tener una copia de la programación para poder buscar y tener listo el material justo cuando se necesita sin tener que esperar que el operador le avise. Se debe realizar luego el entrenamiento del montacarguista con el nuevo estándar de trabajo.</p>

Las propuestas de mejora para la causa raíz 2 ayudarán también a reducir los N.O.T producidos por las causas raíces 3 y 4.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Con la propuesta se busca disminuir un 70% de los N.O.T. generados por la falta de goma que representa 7,27 minutos equivalente a un 1,62% de los 450 minutos de duración de una jornada para el Banbury 1 y 11,55 minutos para el Banbury 2 equivalentes a 2,57% de la jornada.

En la tabla V.44. se muestra el resumen del beneficio obtenido por cada Banbury.

Tabla V.44. Resumen del beneficio obtenido con la aplicación de las propuestas de normalización de las actividades del montacarguista y el programador (2).

DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO PARA EL BANBURY 1	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	1,62 % = 7,27 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(7,27 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = \mathbf{3,64 \text{ lotes/jornada}}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (3,64 \text{ lote/jornada}) = 30,07 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{90,21 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (90,21 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{13532 \text{ Bs/día}}$
DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO PARA EL BANBURY 2	
% de recuperación de tiempo operativo de una jornada (450 min)	2,57 % = 11,55 min/jornada
Tiempo promedio de ciclo de mezclado de un lote de goma	2,00 min/lote
Cantidad de lotes de goma recuperados con la propuesta	$(11,55 \text{ min/jornada}) / (2,00 \text{ min/lote}) = \mathbf{5,78 \text{ lotes/jornada}}$
Peso promedio de un lote de goma	200 kg
Peso promedio de un caucho	24,21 kg
Cantidad de cauchos recuperados por lote	$200 \text{ kg} / (24,21 \text{ kg/caucho}) = \mathbf{8,26 \text{ cauchos}}$
Cantidad total de cauchos recuperados con la propuesta por jornada	$(8,26 \text{ cauchos/lote}) * (5,78 \text{ lote/jornada}) = 47,74 \text{ cauchos/jornada} = \mathbf{143,22 \text{ cauchos/día}}$
Costo promedio de un caucho	500 Bs
BENEFICIO ADICIONAL/DÍA	$(500 \text{ Bs/caucho}) * 0,30 * (143,22 \text{ cauchos/día}) = \mathbf{21483 \text{ Bs/día}}$

Después de haber analizado la factibilidad económica de las propuestas es evidente que cada una de ellas es factible debido a que la inversión que se debe realizar para cada una es menor al beneficio que se obtiene a corto plazo por su aplicación, por lo tanto la inversión se recupera el mismo día de aplicada la propuesta. Solo en el caso de la propuesta de reentrenamiento de los operadores, la inversión es menor al beneficio adicional por día por lo cual el tiempo de recuperación de ésta es el siguiente:

$$TRI = (\text{Inversión Total}) / (\text{Beneficio Adicional/día}) = (1718250 \text{ Bs}) / (37764 \text{ Bs/día}) = 45,50 \text{ días}$$

5.4. RESUMEN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA, TIEMPO RECUPERADO, INVERSIÓN Y BENEFICIO.

La tabla V.45. muestra el resumen de las propuestas de mejora ordenadas de mayor a menor por prioridad según la diferencia (Beneficio Adicional-Inversión Total), es decir, aquellas con las cuales se invierten menos y se obtienen mayor margen de beneficio adicional.

Tabla V.45. Resumen de propuestas de mejoras ordenadas de mayor a menor según la diferencia (Beneficio adicional-Inversión Total)

PRIORIDAD	PROPUESTA	TIEMPO RECUPERADO (min/jornada)				NRO. DE CAUCHOS RECUPERADOS /JORNADA	INVERSIÓN TOTAL (Bs)	BENEFICIO ADICIONAL (Bs/día)
		BB1*	%	BB2*	%			
1	Plan de Mantenimiento (Termocupla y Bobina)	20,53	4,51	20,73	4,61	170,40	552	76719
2	Barreras de Protección de Balanza Transportadora	21,04	4,68	19,76	4,39	168,50	6830	75829
3	Dispositivos Controladores de Peso	44,23	9,80	NA	NA	182,67	35986	82179
4	Normalización de las actividades del Montacarguista y el Programador	13,50	3,00	25,11	5,58	159,45	NA	35015
5	Sistema de Control del Nivel de Llenado	8,22	1,83	NA	NA	33,95	8317	15278
6	Rodillos Guías	4,95	1,10	1,54	0,34	26,80	3348	9218
7	Señal Sonora-Luminosa	4,42	0,98	NA	NA	18,25	3212	8213
8	Plan de Mantenimiento Preventivo (Sistema electrónico-computarizado)	1,58	0,35	NA	NA	6,53	138	2939
9	Reentrenamiento y Monitoreo	1,99	0,44	18,32	4,07	83,88	1718250	37764
TOTAL		120,46	26,69	85,46	18,99	850,43	1776633	343154

*BB1: Banbury 1, BB2: Banbury 2, NA: No aplica

En la tabla se observa que para el Banbury 1 se logra recuperar un 26,69% de la jornada lo cual equivalen a 120,46 minutos promedio, es decir, que del 30,87% de tiempos no operativos se recupera un 86,10%. En el caso del Banbury 2, se recuperan 85,46 minutos equivalentes a un 18,99% de la jornada, es decir, se recupera un 75,66% de los tiempos no operativos presentes. Con la tabla V.45. se le facilita a la empresa tomar la decisión del orden en el cual debería aplicar las propuestas, tomando como prioridad aquella que le otorgue mayores beneficios con menor inversión.

5.5. BENEFICIO PERCIBIDO POR LA EMPRESA ANTES Y DESPUÉS CON LA APLICACIÓN DE LAS PROPUESTAS.

En la figura V.12. se muestra el beneficio actual que percibe la empresa y el beneficio que obtendrían de aplicarse todas las propuestas de mejora planteadas.

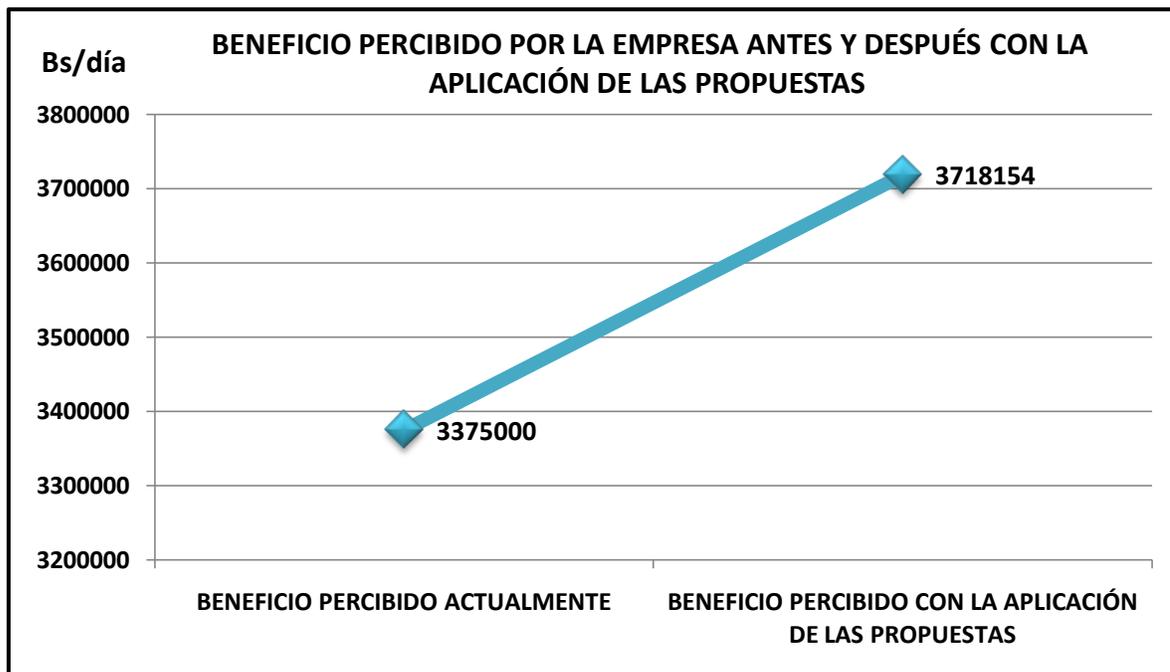


Figura V.12. Beneficio percibido por la empresa sin la aplicación de las propuestas y con la aplicación de las mismas.

En la gráfica se observa que actualmente la empresa percibe un beneficio de 3.375.000 Bs/día estimado con un 30% de los ingresos y con los porcentajes de N.O.T. presentes y que con la aplicación de las propuestas percibirían un beneficio de 3.718.154 Bs/día.

CONCLUSIONES

Los tiempos no operativos que se presentan actualmente en las máquinas Banbury 1 y 2 se traducen en lotes de goma perdidos y por ende cauchos que se han dejado de producir, así como beneficios que se han dejado de percibir por esta causa. Por eso esta investigación fue de mucha importancia debido a que para atacar los tiempos no operativos y solucionarlos o disminuirlos fue necesario todo el análisis realizado, desde los estudios de tiempo que permitieron la obtención de la información para conocer la situación actual y cada uno de los problemas por los cuales las máquinas realizan paradas no planificadas.

Con el análisis de las causas raíces de cada uno de los problemas detectados y de su ponderación e importancia se pudo investigar e indagar hasta conseguir la solución que erradicara el problema o que permitiera disminuirlo en un porcentaje considerable, para ello la ayuda de la opinión de los ingenieros del área y de los operadores sobre la situación actual fue de gran importancia.

Gracias a la investigación realizada se puede concluir que el objetivo general de este trabajo fue alcanzado y que cada una de las propuestas de mejora planteadas son económicamente factibles para la empresa y que además se podrá recuperar con ellas un 80% promedio de los tiempos perdidos y que su aplicación les proporcionará beneficios adicionales que actualmente no están percibiendo, con una recuperación de la inversión a corto plazo.

Las propuestas de mejora se presentan de manera detallada con cada uno de los elementos y materiales necesarios para su aplicación, así como la mano de obra requerida. Todos estos elementos cuentan con el detalle de sus costos, lo que facilita la aplicación futura de las propuestas al conocer la inversión y los recursos con los cuales se debe disponer para ello.

Los planes de mantenimiento ayudarán a brindar a los equipos mejores condiciones de funcionamiento y el conocimiento de su estado actual para saber las acciones que se deben tomar, así como también aportarán una guía sistemática de los pasos que se deben seguir para la aplicación de dichos programas. De esta manera se disminuye el riesgo de falla en los equipos

evitando las paradas no planificadas, el mantenimiento correctivo, y asegurando el funcionamiento de los equipos para cumplir con la programación de la producción pautada.

En cuanto a las propuestas para disminuir los N.O.T. por mano de obra, están dirigidas a brindarle al operador las herramientas y los conocimientos necesarios para que realice de manera correcta las actividades asignadas.

Las propuestas para evitar las paradas por falta de material se centran en brindarle al montacarguista encargado de suministrar el material las herramientas para que él pueda obtenerlo y llevarlo a la máquina con anticipación y así evitar que éstas queden no operativas por un período de tiempo, esperando que le sea suministrado el material.

RECOMENDACIONES

Se le recomienda a la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A. la aplicación de las propuestas de mejora planteadas en este trabajo especial de grado para la disminución de los tiempos no operativos de las máquinas Banbury 1 y 2, con la finalidad de aumentar el número de lotes de goma producidos por estas máquinas y por ende el aumento del número de cauchos fabricados por la empresa.

Además de esto se recomienda la evaluación de las mejoras para adaptarlas a las máquinas Banbury 3 y 4 que son similares a las máquinas en estudio, para que también se disminuyan los tiempos no operativos de éstas y produzcan mayor cantidad de lotes de goma que sirven de materia prima para los Banburys 1 y 2. Por lo tanto esta acción también tendrá influencia sobre los N.O.T. de las máquinas estudiadas al evitar las paradas por falta del material producido en los Banburys 3 y 4.

Es importante que la empresa se mantenga realizando constantemente acciones de mejora y la evaluación de la situación de las máquinas para buscar la solución de los problemas que se estén presentando y mantener un nivel de productividad que les permita cumplir con los programas de producción y por ende con sus clientes.

Se le recomienda a la empresa utilizar los Diagramas de Pareto de los problemas de cada una de las máquinas y la tabla resumen de las propuestas como herramientas para determinar la prioridad en la instalación de cada una de ellas.

Las propuestas: sistema de control de llenado de la piscina de solución jabonosa, plan de mantenimiento del sistema electrónico-computarizado y la señal sonora-luminosa, solamente fueron planteadas para la máquina Banbury 1 debido a que durante los estudios de tiempo realizados, la máquina Banbury 2 no presentó los problemas para los cuales fueron diseñadas, sin embargo éstas son aplicables a ambas máquinas por lo cual se le recomienda a la empresa evaluar la situación actual de la máquina Banbury 2 para saber si es necesaria la aplicación de alguna de estas propuestas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bocaney y Mazzetta (2008). Propuestas de mejoras en las estaciones críticas de las líneas de manufactura de una empresa automotriz aplicando el sistema de producción Ford. Caso: Ford Motor de Venezuela, C.A. Tesis de Grado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Industrial. Valencia, Edo. Carabobo. Venezuela.
- Bridgestone Firestone Venezolana, C.A. (2007). Misión y Visión. [Página Web en línea]. Disponible en: www.bfvz.com.ve. [Consultada en Octubre de 2010].
- Burgos (2003). Ingeniería de Métodos, Calidad y Productividad. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Industrial. Carabobo: Valencia. Venezuela.
- Castillo y Navarro (2008). Propuestas de mejoras para el incremento de la productividad de las celdas de mecanizado de disco con cubo de la empresa Affinia, C.A. Tesis de Grado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Industrial. Valencia, Edo. Carabobo. Venezuela.
- HARDY INSTRUMENTS (2010). Controlador de Balanza HI 2151/30 WC. [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.hardyinst.com/products/67/manuals/2151-30.pdf>. [Consultada en Abril de 2011].
- Kanawaty (1996). Introducción al Estudio de Trabajo. 4ta Edición. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo. Suiza.
- Niebel y Freivalds (2004). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11va edición. Ediciones Alfaomega. Estados Unidos.
- PTS INSTRUMENTS (2010). Controlador de Nivel Tipo Flotante Flotect Modelo L4SS-TOP. [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.ptsinstruments.com/proddetail.php?prod=L4Flotect>. [Consultada en Mayo de 2011].
- Tamayo (1999). Serie: Aprende a Investigar. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES. Santa Fé de Bogotá. Colombia.
- Velázquez (2007). Introducción a la Fabricación de las Llantas. [Documento en línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/163/2/Capitulo%20I.pdf>. [Consultado en Octubre 2010].
- Vega (2008). Propuestas para mejorar el desempeño en la producción de lavaplatos en crema Axió en la empresa Colgate-Palmolive. Tesis de Grado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Industrial. Valencia, Edo. Carabobo. Venezuela.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de chequeo de las condiciones de la bobina de la válvula de apertura de la compuerta de mezclado.

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.				
LISTA DE CHEQUEO DE CONDICIONES DE BOBINA DE VÁLVULA DE APERTURA DE COMPUERTA DE MEZCLADO				
DEPARTAMENTO: BANBURY		EQUIPO: BANBURY 1		FRECUENCIA: SEMANAL
FECHA:		RESPONSABLE:		
ELEMENTO	ESTADO		ACCIÓN	OBSERVACIONES
BOBINA	BUENO	X	NINGUNA	
	DAÑADO CON POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		REPARAR	
	DAÑADO SIN POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		CAMBIAR	
Firma Responsable:				

Anexo 2. Lista de chequeo de las condiciones de los equipos de computación.

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.				
LISTA DE CHEQUEO DE CONDICIONES DE EQUIPOS DE COMPUTACIÓN				
DEPARTAMENTO: BANBURY		EQUIPO: BANBURY 1		FRECUENCIA: SEMANAL
FECHA:		RESPONSABLE:		
ELEMENTO	ESTADO		ACCIÓN	OBSERVACIONES
MONITOR	BUENO	X	NINGUNA	
	DAÑADO CON POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		REPARAR	
	DAÑADO SIN POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		CAMBIAR	
MOUSE	BUENO		NINGUNA	
	DAÑADO CON POSIBILIDAD DE REPARACIÓN	X	REPARAR	
	DAÑADO SIN POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		CAMBIAR	
TECLADO	BUENO		NINGUNA	
	DAÑADO CON POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		REPARAR	
	DAÑADO SIN POSIBILIDAD DE REPARACIÓN	X	CAMBIAR	
CPU	BUENO		NINGUNA	
	DAÑADO CON POSIBILIDAD DE REPARACIÓN	X	REPARAR	
	DAÑADO SIN POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		CAMBIAR	
CABLE DE CONEXIÓN CON SERVIDOR	BUENO	X	NINGUNA	
	DAÑADO CON POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		REPARAR	
	DAÑADO SIN POSIBILIDAD DE REPARACIÓN		CAMBIAR	
Firma Responsable:				

"Disminución de los Tiempos No Operativos (N.O.T) en las máquinas Banbury 1 y 2 del departamento de Banbury en la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A."

Anexo 3. Lista de chequeo de las condiciones de red con el servidor para el envío y recepción de la información.

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.				
LISTA DE CHEQUEO DE CONDICIONES DE CONEXIÓN DE RED CON SERVIDOR PARA EL ENVÍO Y RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN				
DEPARTAMENTO: BANBURY		EQUIPO: BANBURY 1		FRECUENCIA: SEMANAL
FECHA:	TIPO DE PRUEBA:	INICIAL _____	FINAL _____	RESPONSABLE:
ELEMENTO	TIEMPO		ACCIÓN	OBSERVACIONES
ENVÍO DE INFORMACIÓN	DE 0 A 20 SEGUNDOS	X	NINGUNA	
	DE 21 A 60 SEGUNDOS		REVISAR CONEXIÓN DE RED	
	DE 60 SEGUNDOS EN ADELANTE		REVISAR CONEXIÓN DE RED/DESCONECTAR Y RECONECTAR DE SER NECESARIO	
RECPCIÓN DE INFORMACIÓN	DE 0 A 20 SEGUNDOS		NINGUNA	
	DE 21 A 60 SEGUNDOS	X	REVISAR CONEXIÓN DE RED	
	DE 60 SEGUNDOS EN ADELANTE		REVISAR CONEXIÓN DE RED/DESCONECTAR Y RECONECTAR DE SER NECESARIO	
Firma Responsable:				