



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CAMPUS BÁRBULA**



Propuestas de Mejoras en el Área de Pigmentos del Departamento de Mezclado de la Empresa BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.

TUTOR:

Ing. Ezequiel Gómez

AUTORES:

CHANG, A. Julio, R.

C.I: 18.231.824

JAVIER, S. Nathaly, D.

C.I: 19.001.622

Naguanagua, Diciembre de 2012



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CAMPUS BÁRBULA**



**Propuestas de Mejoras en el Área de Pigmentos del Departamento de
Mezclado de 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

TUTOR:

Ing. Ezequiel Gómez

AUTORES:

CHANG, A. Julio, R.

C.I: 18.231.824

JAVIER, S. Nathaly, D.

C.I: 19.001.622

Naguanagua, Diciembre de 2012



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CAMPUS BÁRBULA



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 “Propuestas de Mejoras en el Área de Pigmentos del Departamento de Mezclado de la Empresa BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.”, el cual está adscrito a la Línea de Investigación “Ingeniería de la Productividad e Innovación Tecnológica” del Departamento de Ingeniería de Métodos, presentado por los Bachilleres Julio Chang, C.I.: 18.231.824 y Nathaly Javier, C.I.: 19.001.622, 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 06 de Diciembre de 2012, a las 12:30 pm, para que los autores lo defendieran en forma pública, lo que éstos hicieron, en el Salón de Conferencias SDC, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondieron 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, el 06 de Diciembre de 2012, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado el Tutor, Prof. Ezequiel Gómez.

Firma del Jurado Examinador

Prof. Ezequiel Gómez
Presidente del Jurado

Prof. Ruth Illada
Miembro del Jurado

Prof. Silvia Sira
Miembro del Jurado



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

Trabajar bajo la filosofía del Mejoramiento Continuo de los procesos productivos y el empleo del argot de palabras como “Manufactura Esbelta”, “Kaisen”, “Justo a Tiempo”, “Mantenimiento Productivo Total”, “Kanban” y “5S”, entre otras, dentro de una empresa ha sido uno de los baluartes que más auge ha tomado en este siglo XXI, sin embargo, muchos emplean estas palabras sin saber realmente cual es su significado y lo que se busca con cada una de ellas, otros simplemente realizan un eficiente trabajo sin darse cuenta que los principios con los que fue realizado tienen sustento en ellas.

Aunque ha sido una filosofía que se ha dado a conocer últimamente en empresas occidentales, sus inicios datan del decenio de 1.950 cuando la Compañía Toyota implementa el mejoramiento de los procesos a través de los denominados grupos Kaisen, en los cuales forman parte importante los trabajadores directos del proceso de producción, de forma que se obtengan beneficios para todas las partes involucradas.

En tal sentido y bajo esta filosofía, el objetivo de la presente investigación es realizar una serie de propuestas para mejorar el proceso productivo del Área de Pigmentos del Departamento de Mezclado de la Empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A., identificando tanto los puntos débiles de la misma, como los fuertes, para que estos últimos sirvan de guía para abordar eficientemente las necesidades de disminuir los desperdicios de materiales, los tiempos no operativos y aumentar los niveles de producción.

La presente investigación es de naturaleza descriptiva, se efectuó bajo la cuantificación de los tiempos de ejecución de todas las actividades realizadas en la jornada laboral, apoyándose en investigaciones documentales como de campo, empleando entrevistas no estructuradas y la observación directa, con



miras a recopilar todos los datos necesarios para cumplir con los objetivos planteados. La estructura de la misma está contenida de la forma siguiente:

Capítulo I: El problema, el objetivo general y los específicos de esta investigación, junto a su justificación, alcance y limitaciones.

Capítulo II: El Marco teórico, conteniendo los antecedentes de trabajos vinculados de cierta forma con este tema de investigación, bases teóricas que sustentan la metodología empleada para su desarrollo y la definición de términos básicos.

Capítulo III: Marco Metodológico, en el que se describe la naturaleza de la investigación, su nivel y diseño, así como también las unidades de análisis, las técnicas explícitas para recopilar y analizar los datos y las fases ejecutadas para la consecución de esta investigación.

Capítulo IV: Descripción y Análisis de la Situación Actual, empleando para el desarrollo del mismo, una descripción de la empresa, la descripción del proceso, la selección del área de pigmentos como la de mayor criticidad, para así definir los productos, insumos, equipos y herramientas, las condiciones del área y el desarrollo de las actividades que se desarrollan en ella. Pasando luego al análisis de los desperdicios observados con la utilización de diagramas de Pareto, Causa-Efecto y los criterios del Análisis de la Operación.

Capitulo V: Propuestas de Mejoras, donde se detallan 14 propuestas de mejoras enmarcadas en la herramienta 5S, con miras a que el orden y la limpieza sean la base para el logro de los objetivos planteados y afecten positivamente a los tres indicadores de gestión anteriormente señalados.

Capítulo VI: Impacto Económico de las Propuestas, donde se determina la factibilidad económica de ejecutar cada una de las propuestas dadas, generando ahorros y beneficios claramente cuantificables, bajo ciertas condiciones implantadas y que se detallan en su desarrollo.

Por último se presentan las conclusiones, recomendaciones y referencias empleadas en esta investigación, junto a los apéndices y anexos.

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada Gracias a mi Dios por darme la fuerza y serenidad para superar todos aquellos momentos en que sentía que nada iba bien y por darme vida y salud para poder salir adelante y cumplir una de mis metas más importantes la cual fue ser Ingeniero Industrial. Agradezco a mi madre por todos los sacrificios que tuvo que hacer para conseguir el dinero que necesitaba, sobre todo en aquellos momentos críticos en los que no tenía trabajo y por aguantarme todas mis amarguras durante el transcurso de mi carrera; A mi Padre Luis Javier por estar siempre a mi lado consintiéndome con todos los platos tan divinos que me prepara cada vez que voy a su casa y por no abandonarme a pesar de no vivir junto a nosotros. Gracias a mis profesores y maestros por haberme dado la educación necesaria para alcanzar este gran logro; sobre todo a los que apreció mucho Manuel Jiménez, Antonio Bedoya, Andrés Jimenes, Carlos Martínez y Ezequiel Gómez por su paciencia en consultas, amistad inigualable y buenos consejos. Agradezco a mis familiares y amigos por sus oídos, consejos y corazones que nunca me han juzgado. Gracias a todos mis compañeros por formar parte de aquel grupo de personajes con quienes compartí una gran amistad y apoyo mutuo para pasar con éxito este enorme río de estudios. Finalmente gracias a mi compañero de tesis Julio Chang por su preocupación, enorme dedicación y por compartir junto a mí esta última etapa de nuestra carrera, que a pesar de lo súper estresante y complicada terminó siendo gratificante y bonito. Traduzco este dúo de la siguiente manera: “Sin mi compañero nada, con mi compañero todo” mil bendiciones y éxitos para ti Chang, te mereces lo mejor del mundo.

AGRADECIMIENTOS

No hay nada más bonito que estar agradecido con la vida que Dios le da a uno para VIVIRLA, a pesar de todos los malos ratos que pueden existir, para algo está el piso, para no irse más allá, aunque las circunstancias, parezcan decir lo contrario. Así que Dios, a pesar de todo, tengo que ratificar mi gratitud para contigo en la culminación de esta etapa, eres un fiel amigo y padre, que nunca abandona a los suyos.

A ustedes padres, por estar siempre pendiente de mí y nunca abandonarme en estos largos 8 años de estudio universitario, palabras de agradecimiento sobran para ustedes dos, han creído en mí como nunca lo imagine y estoy totalmente agradecido por eso.

A ti, tío Felipe Chang, porque sin importar pruebas vocacionales y consejos, fuiste mi inspiración para decidir estudiar esta carrera y por cuenta propia descubrir que la Ingeniería Industrial es sumamente valiosa, maravillosa y bella.

A mis familiares, que siempre estuvieron allí, y muchas veces no me di cuenta, que rezaron mucho para que esta meta se lograra, un especial agradecimiento a mis abuelas Marlene y María, a mis tías Martha, Mayela, Solimar, Ninoska, Zulay, María y Patricia por tener la fe puesta en mí en este largo período culminado exitosamente. A mis tíos Saúl, Antonio y Rafaelito y a mis primos Carlitos, Kevin, Albany, Diego, Axel, Daniela y Daniel por ser fuente de inspiración al tener a quien dar un ejemplo a seguir.

A mis abuelos, Rafael Albano y Felipe Chang, que estando en el cielo, estoy seguro que siempre cuidaron de mi persona para poder llegar a este importante punto de mi vida.

A ti, Rafael Cordero, por todo el apoyo que nos has brindado, estoy sumamente agradecido.

A ustedes, Carmen y Bianka Gorrin, por estar siempre pendiente y colaborar con el logro de esta meta.

También merecen un agradecimiento esas personas que siempre se preocuparon por mi carrera cada vez que lográbamos establecer contacto, destacan la Señora Valentina de Umaran y el Señor Javier Umaran, las Señoras Amelia, Dugarte, Petra Guerra, Janet Licón, las madres de mis grandes panas, Yadira, Lucy y Zulay, el amigable Señor Leonardo, el pana Douglas y el coleador Saúl Flores.

A ti, Escuela de Ingeniería Industrial, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Grandiosa Universidad de Carabobo, gracias por marcarme de por vida.

A mis profesores universitarios, que me dieron la oportunidad de adquirir conocimientos valiosos, y de los cuales me siento orgulloso de poseer. Gracias a ustedes dos, Dulce María y Raúl Flores, porque con la Introducción a los Procesos Básicos del Pensamiento y la Geometría Analítica me dieron la bienvenida a este mundo maravillo, y a ustedes Ezequiel Gómez, Ivy Pinto, Zaida Ostos, Marisela Giraldo, Carlos Martínez, Enrique Pérez, Antonio Bedoya, Andrés Jimenes, Ruth Illada, Sílvia Sira, Agustín Mejías y Manuel Jiménez por mostrarme la puerta grande de salida y ver que la relación profesor-estudiante puede convertirse en una experiencia sumamente agradable. Albita y Adriana... GRACIAS, son las mejores en atención, rapidez y bellas sonrisas siempre. Gracias por todo lo que hicieron por mí, mis bendiciones para todos ustedes.

A ti, Nathaly Javier, porque con tus conocimientos y aportes, este trabajo se elaboró de una mejor manera, por mantener el debate y trabajo en equipo que nunca debe faltar en la realización de proyectos, contigo seguí mi proceso de aprendizaje, fue genial realizar este trabajo y te agradezco lo comprensible y paciente que fuiste al soportar la presión de mi parte. Te deseo lo mejor del mundo.

A esos compañeros de clases, con los que compartí momentos únicos e irrepetibles... Enzo Picón, Carolina Sirit, Daniela Latuf, Eduardo Humbria, Daniela Beracieto, Johana Leañez, Carlos Páez, Ana Cedeño, Ali Pérez, Francis Contreras, Mailex Melo, William Miranda, Álvaro Rodríguez, Sergio Molina, Anier Bencomo, Shirley Millares, Yoali Brito, Ivana Reyes, Embert Villanueva, Giovanni Rosario, Edward Lorenzo, Michel López, Yhoseline Chacón, Daniel Camargo y mi mejor amigo Bridgestone Alejandro Palencia, entre muchos otros de la larga lista que conocí en estos 8 años... Gracias por esos gratos momentos.

A la Corporación Bridgestone Firestone Venezolana C.A., por abrirme sus puertas y enseñarme el mundo laboral de la mejor manera.

A mis compañeros de trabajo, Eleazar Colmenares, Nicolás Pieters, Enrique Pérez, Lerby Sánchez, Miguel Báez, Marcos Acosta, Oscar Sánchez, Arturo, Pedro, Joel, Rixi e Yrving Álvarez, por mostrarme lo que se viene.

Mis grandes panas, los abandoné en este último tramo, hemos crecido y los tiempos cambian, pero nunca dejarán de serlo, mis GRANDES PANAS, Alex Guevara, Gerardo Zapata y José Tapia, gracias por todo lo que hemos compartido, sé que muchas otras cosas buenas vendrán.

Con ustedes cierro...

Como no tomarlos en cuenta si su familia ha sido fuente de inspiración, Pedro y Lina de Alayón, mil gracias por todo el apoyo, la fe que tienen en mí y hacerme sentir como un hijo más en tan poco tiempo, el aprecio que les tengo es indescriptible. Pedrito y Génesis, gracias por permitirme distraer la mente de las preocupaciones con tantos momentos de diversión vividos.

A ti, Stefany Alayón, por haber luchado conmigo en todo momento, solo tú sabes por lo que he vivido y te valoro como una grandiosa mujer, inteligentísima, que supo barajar las situaciones y dar en el punto exacto para mantener viva esta meta, mis últimas palabras escritas en esta tesis para ti...MIL GRACIAS.

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por guiarme en el camino correcto y brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en este mundo lleno de tantas cosas lindas.

A mis padres, por darme la vida, por creer en mí, por amarme, por ser ejemplo a seguir y por el apoyo incondicional en todo momento.

A mis hermanos y familiares, quienes con su presencia han contribuido en mi desarrollo personal.

A todas las personas que a lo largo de este camino, de una u otra manera, colocaron un granito de arena para ayudarme hacer posible el logro de esta meta.

*A mi ahijadita preciosa, **Luismary Aular**, por llenarnos la vida de alegría con su presencia en este mundo y por ser la hija de la prima más bella que tengo, **Jormary Silva**, que a pesar de todas nuestras travesuras de PRIMATAS nunca llegaste a influir negativamente en mis estudios como mis padres pensaban. Primata a ti te dedico parte de este triunfo, nunca te abandonaré a ti y a mi hijita. Gracias por tus consejos tan sabios y ayudarme a crecer como persona en los momentos en los que más necesitaba una Amiga-Prima como lo eres tú. Las Amo.*

Nathaly D, Javier S.

DEDICATORIA

*Este Trabajo Especial de Grado, y la Carrera Profesional en sí, va
dedicado a...*

*A tí Madre, **Damarys Albano**, por ser partícipe constante en estos
24 años de vida que he acumulado, estar allí siempre y nunca haberme
dejado solo en los más difíciles momentos que he tenido. Has dado el
mayor de los esfuerzos por verme triunfar y eso no tiene valor, sin
lugar a dudas, este es uno de los muchos tesoros que espero dedicarte el
resto de mi vida.*

*A tí Padre, **Julio Chang**, por siempre mostrarme tus excelentes
deseos para mí, deseos por los cuales sigo manteniendo este camino, el de
los retos, el de cumplir metas que parecen imposibles, tú mereces esto y
mucho más.*

*A tí, **Stefany Alayón**, muchas cosas te he dedicado y ésta, hasta
los momentos la más importante de mi vida, no será la excepción. Eres
una grandiosa mujer.*

*A tí, **Mí Dios**, que te he dejado de último para salir de la rutina,
mas no así el menos importante, eres tú el que, estando a simple vista o
escondido dentro de mí, me ha dado la fuerza, esperanza, paciencia,
constancia y fe para creer que esto algún día sería posible.*

Consideren suyos este trabajo especial de grado y esta carrera.

Julio R, Chang A.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CAMPUS BÁRBULA



Propuestas de Mejoras en el Área de Pigmentos del Departamento de Mezclado de la Empresa BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.

Tutor Académico:
Prof. Ezequiel Gómez

Autores:
Chang, Julio; Javier, Nathaly.

RESUMEN

El presente trabajo especial de grado tiene como objetivo proponer soluciones para incrementar la productividad del Área de Pigmentos de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A; sobre la base de un análisis de la situación actual para determinar los factores que afectan negativamente el rendimiento de la misma. Posteriormente, con la ayuda de la metodología ESIDE, Diagramas de Proceso, Causa-Efecto y Ishikawa se logro identificar los factores críticos que afectan el sistema, como consumo significativo de tiempo, demoras, falta de pericia, desplazamientos innecesarios, condiciones que provocan fatiga, ausencia, velocidad reducida, obstáculos e inadecuada distribución de materiales. Se proponen las siguientes mejoras utilizando como medio de apoyo la técnica de las 5S: rediseño de las estaciones de pesaje, mejorar el sistema de manejo de materiales, instalación de jaulas y mezanina, instalación de estantería para pigmentos de bajo consumo, identificación de racks y carros de pigmentos, cambio y reubicación de recipientes de desperdicios, protector de impresora y reubicación de computadora, redistribución del área de pigmentos, manual de limpieza y registro de desperdicios, actualización del formato de trabajo estándar, aplicación del análisis de modo y efecto de falla AMEF y un plan de incentivo por cumplimiento de las 5S. Estas propuestas generan un aumento de la producción del área del 62,5% y disminuyen los desperdicios de material en un 75%, requiriendo una inversión de Bs 982.451, y obteniéndose ahorros y beneficios extras mensuales de Bs 27.000 y 135.750 respectivamente.

Palabras clave: **Productividad, ESIDE, 5S, tiempos, mejoras, orden.**



CAPÍTULO I



CAPÍTULO I.

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día toda empresa debe tener entre sus objetivos reducir costos, producir más con los mismos recursos o producir lo mismo empleando menos recursos, lo que se traduce en productividad. Para ser competitivas en el mercado, las empresas deben tener bien definido este concepto, ya que es un punto clave en la reducción de costos y detección de desperdicios, además en la mejor utilización de los recursos. Un aspecto a considerar en el tratamiento de la productividad, es el incumplimiento de los estándares establecidos en los procesos de producción.

Para ejecutar eficientemente estos estándares, hay que tomar en cuenta una gran cantidad de variables que permiten definir, medir, analizar, mejorar y controlar dicho proceso, a partir de las cuales se puedan tomar decisiones basadas en la búsqueda constante de la eficiencia, optimización y mejora continua de los procedimientos, teniendo como objetivo principal, afectar positivamente a la productividad de la empresa.

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A líder en la producción de neumáticos en el país, presenta actualmente niveles de producción por debajo de los estándares establecidos; a causa de un gran número de factores que afectan a toda la cadena de suministros y principalmente el Departamento de Mezclado; incumpliendo así con las exigencias del mercado.

El material que surge del proceso realizado en el Departamento de Mezclado es la denominada Goma Original, destinada a las diferentes máquinas del Departamento de Preparación de Materiales. Para la formación de esta Goma Original, es necesario el uso de 4 insumos: goma natural y



sintética, pigmentos, negro de humo y aceite; mezclados hasta 5 veces en máquinas para tal fin denominadas Bamburys.

De todos los elementos que se mezclan en los Bamburys, solo el pigmento debe llevar una actividad previa adicional a la que enmarca el manejo de materiales desde el almacén de materia prima hasta el área de mezclado. Esta actividad se basa en obtener una bolsa denominada Tacho, generada por la combinación de diferentes componentes químicos (pigmentos), los cuales son pesados e inspeccionados rigurosamente en un área alterna a la de los Bamburys, debido a la complejidad que presenta con respecto a los otros componentes de la mezcla.

Al analizar el área de pigmentos del Departamento de Mezclado, se determinó, mediante el estudio de tiempo, una capacidad instalada de producción de tachos de 780 unidades por turno, y actualmente, según históricos, el promedio fluctúa en 480 unidades por turno, por lo que se observa un déficit de 300, equivalentes a 900 unidades diarias. Esto ocasiona problemas para el incumplimiento de los niveles de producción, establecidos por los clientes internos del resto de los departamentos.

Esta actividad es realizada en un área de 570 m² y la baja productividad de la zona se asocia a la evidencia de una serie de desperdicios capaces de ser abordados aplicando un conjunto de técnicas y herramientas enfocadas en el principio de reducción de desperdicios de la filosofía del Lean Manufacturing.

Los pigmentos que se utilizan en el área, en su ficha técnica, se califican como agentes contaminantes, con diferentes grados de nocividad para la salud del operador, además de ser reactivos o susceptibles de ocasionar incendios.

La contaminación existente y la conjunta generación de desperdicios de material en el área, se debe a la mala manipulación en el momento de apertura de sacos para el llenado de los contenedores de pigmentos, dejando restos de



material en el suelo y generando partículas suspendidas en el aire por un lapso de tiempo elevado; así como también por el ineficiente método de fabricación de tachos, realizándose manualmente, ocasionando que el material no se introduzca completamente en el tacho, esparciéndose por toda el área adyacente donde se realiza la operación.

El montacarguista también es agente participe en la contaminación y generación de desperdicios, al romper accidentalmente los sacos con las uñas del montacargas, debido a los espacios reducidos y mal distribuidos para la manipulación de la carga. Los desperdicios de material se promedian en 120 Kg de pigmentos diarios y representan un costo mensual de Bs 36.000 aproximadamente.

Para llevar a cabo las labores del área, el operador con la programación del turno, se dispone a ubicar de uno a siete contenedores de pigmentos diferentes correspondientes al lote a producir, debe verificar que estén completamente surtidos de material para trasladarlos a la estación de pesaje y empezar la corrida del lote.

La operación de llenado de los contenedores de pigmentos ocasiona movimientos que generan incomodidad al operador que realiza la actividad, debido a inclinaciones pronunciadas para elevar los sacos. Para cada contenedor se requieren elevar de 1 a 5 sacos que pesan 25 Kg cada uno. Esta actividad se realiza unas 30 veces por turno, unida a la operación de llenado manual del tacho mediante el uso de una pala, generando así elevados niveles de cansancio en los operadores.

Finalmente en el área también se incurren en tiempos de espera debido a la falta de elementos que permitan justo en el momento que se necesite, un rápido traslado de materiales desde el almacén de materia prima hasta el área de trabajo analizada, ocurriendo igualmente cuando un contenedor de



pigmentos es solicitado por un operador y está siendo utilizado en otra estación de pesaje.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Expuesta la situación del área de estudio surge la siguiente interrogante:

¿Cuáles serían las propuestas de mejoras para solucionar las problemáticas planteadas con la finalidad de incrementar positivamente la productividad del área de pigmentos del Departamento de Mezclado de Bridgestone Firestone Venezolana C.A?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

Propuestas de mejoras en el área de Pigmentos del Departamento de Mezclado, para incrementar la productividad de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Describir la situación actual del área de pigmentos del departamento de mezclado de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.
2. Analizar las posibles causas que generan la baja productividad del área de pigmentos del departamento de Mezclado de Bridgestone Firestone Venezolana C.A.
3. Proponer mejoras que contribuyan a aumentar la productividad del área de pigmentos del departamento de Mezclado de Bridgestone Firestone Venezolana C.A.
4. Evaluar el impacto económico de las propuestas generadas.



1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Bridgestone Firestone Venezolana C.A. es líder a nivel nacional en el mercado de cauchos y debido a las altas exigencias del mismo debe procurar siempre mantener y posteriormente aumentar sus niveles de competitividad frente a las demás empresas que compiten con ella por el liderazgo del mercado, sabiendo que este se encuentra en continuos cambios, obligándola a ser flexible en todo momento y responder con calidad, seguridad, eficiencia a las necesidades del consumidor final.

La capacidad de adaptarse a estas necesidades y la reducción o eliminación total de todas aquellas actividades que no agregan valor al producto final (desperdicios), son premisas fundamentales de las cuales surgen las mejoras continuas dentro de una organización, para lograr altos niveles de competitividad y productividad manteniendo un crecimiento sostenido dentro del mercado que se abarca.

El Departamento de Mezclado al estar ubicado al inicio del proceso productivo, habiendo evidenciado su situación actual, se transforma en un cuello de botella generando tiempos de esperas en los departamentos siguientes de la cadena de suministro y por ende incumplimiento de la capacidad de producción establecida.

Esta situación no solo genera tiempos de esperas, sino que también presenta condiciones de trabajo que no son las más idóneas para la perfecta ejecución de las actividades resguardando la salud y seguridad de los operadores que laboran en ella, además de generar costos de producción, susceptibles de ser reducidos, asociados a las grandes cantidades de desperdicios de materiales.

Es por este motivo que Bridgestone Firestone Venezolana C.A, se ve interesada en la realización de un estudio del Departamento de Mezclado que



permita la implementación de mejoras continuas, influyendo positivamente en el proceso de producción, direccionándose eficientemente con sus principios de calidad, seguridad y protección al medio ambiente, enfocándose en los métodos de trabajo, en las condiciones ambientales que se deben presentar para un eficiente ejecución de la labor y buscar constantemente la reducción de desperdicios de materia prima, tiempos de espera y recorridos innecesarios, afectando directamente a los operadores.

Por estas razones surge la necesidad de aplicar técnicas y teorías aprendidas a lo largo de la carrera de formación como ingeniero industrial, para llevar acciones preventivas y correctivas que permitan incrementar los niveles de eficiencia en el área y permitan cumplir con los objetivos de producción y los principios en los que se basa la empresa, cumplir con las exigencias del consumidor final y aumentar los niveles de competencia de la organización en el mercado del caucho venezolano.

Por último, es conveniente establecer que dicha investigación, permite evidenciar el alto nivel de formación de los profesionales de la Universidad de Carabobo, capacitados para el análisis y solución de problemas dentro del ámbito empresarial, y posteriormente formar parte del compendio de proyectos realizados en esta Institución, para servir como punto de apoyo en el desarrollo de investigaciones relacionadas con los temas desglosados en la misma.

1.5 ALCANCE

El estudio planteado se realizó en el Departamento de Mezclado de la empresa BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA C.A, conjuntamente con el departamento de Ingeniería Industrial, específicamente en el área de pigmentos del Departamento de Mezclado del proceso de fabricación del caucho, mediante la aplicación de una serie de herramientas contempladas en la filosofía de Lean Manufacturing que permitieron cuantificar los desperdicios



generados en el área, establecimiento propuestas que incrementan la producción, mejoran los métodos de trabajo y reducen los tiempos no operativos y los desperdicios cuantificados.

Esta investigación permite a la empresa Bridgestone Firestone Venezolana C.A; conocer las acciones a ejecutar para el cumplimiento del nivel de producción establecido, así como también cumplir con los principios y valores de la Corporación.

Es importante resaltar que la implementación de las propuestas presentadas en este trabajo depende de la empresa, quedando los autores libre de la obligación de aplicación de las mismas.

1.6 LIMITACIONES

- Todas las propuestas de mejoras se realizaron considerando el espacio disponible en la actualidad.
- Se planteó un sistema de alternativas de solución basadas en pequeñas mejoras acordes con los actuales límites de presupuestos para la ejecución de proyectos de inversión asignados a cada departamento.



CAPÍTULO II



CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

OLIVARES, A. Y SÁNCHEZ, M. (2010); en el Manual de Asesoramiento para la Elaboración del Trabajo Especial de Grado del Instituto Universitario de Tecnología de Administración comenta que “los antecedentes abarcan todas aquellas fuentes documentales que puedan estar relacionadas con la investigación que se lleva a cabo, su origen les confiere características especiales” (p.18, 19), por tanto es de suma importancia basar esta investigación en hechos pasados sostenibles con la finalidad de hacer de estos, una referencia clave para el eficiente desarrollo de la misma.

PIÑA, L. y PIRONA, F. (2010); realizaron un estudio donde el objetivo general fue la disminución de desperdicios de tiempo y material. Para llevar a cabo este estudio emplearon la metodología de identificación y eliminación de desperdicios ESIDE disminuyendo tiempos de preparación elevados, paradas no programadas por fallas de material, equipos y métodos de trabajo.

Esta investigación es de gran utilidad para obtener un ejemplo claro de cómo aplicar efectivamente la metodología ESIDE para la mejor identificación, cuantificación y reducción de desperdicios, sirviendo de guía en el establecimiento de criterios para desarrollar eficientemente el presente trabajo.

HERNÁNDEZ, A. y PALACIOS, A. (2010); enfocaron su trabajo especial de grado en la disminución de las pérdidas de eficiencia por elevados tiempos de puesta punto por cambio de medida en el área de armado radial de la empresa Pirelli de Venezuela C.A. Emplearon técnicas del Lean Manufacturing como Poka Yoke, SMED, AMEF, entre otras, para reducir significativamente los tiempos de puesta punto en los que se incurrían, imposibilitando el



cumplimiento de los niveles de producción establecidos. Para analizar la situación actual y las causas que generaban este tiempo elevado utilizaron herramientas como el 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?

Todas estas herramientas permiten comprender la forma para abordar problemas, dando referencias de cómo establecer la situación actual de manera objetiva y plantear propuestas para la disminución de los problemas, además de servir como referencia para procesos de fabricación de cauchos.

HERNÁNDEZ, M. y OVIEDO, B. (2010); ejecutaron un estudio para eliminar, reducir, combinar y mejorar los procesos de producción de la Empresa FERREPLAS C.A, con el objetivo de incrementar la productividad al disminuir los recursos empleados en cuanto a operaciones, áreas requeridas y tiempos. Aplicaron métodos más eficientes para el almacenamiento de materiales mediante principios de manejos de materiales, integraron las actividades operaciones de mezclado y secado disminuyendo significativamente los tiempos de operación de dichos departamentos con lo cual se aseguro un aumento en la productividad, garantizando la calidad, la seguridad y la ergonomía de las operaciones.

Dicha investigación sirve como base para la definición de pautas y criterios necesarios para el análisis de la situación presente en Bridgestone Firestone Venezolana, C.A; así de esta manera disminuir los tiempos innecesarios que retrasan la producción.

2.2 BASES TEÓRICAS

En esta sección se exponen las bases teóricas necesarias para el desarrollo del Trabajo Especial de Grado, abordando también las filosofías sobre las cuales está regido el proceso de búsqueda del origen y la solución a los problemas descritos en la sección anterior.

2.2.1 LEAN MANUFACTURING

Según el grupo Kaizen S.A. se define como “el conjunto de técnicas desarrolladas por la Compañía Toyota a partir del decenio de 1950 que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial, independientemente de su tamaño”.

Esta es una filosofía que busca reducir los llamados 8 desperdicios en los que se puede llegar a incurrir en todo proceso de producción, estos son la sobreproducción, tiempos de espera, transporte, exceso de procesado, inventarios, movimientos, defectos y el talento humano; mediante la aplicación de una serie de técnicas y herramientas para el análisis continuo de las situaciones bajo estudio, buscando siempre mejorarlas continuamente; lo que se le conoce también como filosofía Kaizen.

Dicho esto es necesario establecer que se considera un desperdicio a todo aquello que no agrega valor al producto, es decir, todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos para llevar a cabo la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.

LIKER, J. y MEIER, D. (2006); definen cada uno de estos desperdicios de la siguiente manera:

1. **Sobreproducción:** Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.



2. **Transporte:** Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia y desde el almacenamiento.
3. **Tiempo de espera:** Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono.
4. **Sobre-procesamiento o procesos inapropiados:** Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.
5. **Exceso de inventario:** Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa.
6. **Defectos:** Repetición o corrección de procesos, también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente.
7. **Movimientos innecesarios:** Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo y agachándose. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.
8. **Talento Humano:** Este es el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Cuando los empleados no se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte en ideas y oportunidades de mejoramiento.



2.2.2 CINCO S (5S)

La metodología de las 5´S, definida por SACRISTÁN, F. (2005); “Es un programa de trabajo para talleres, empresas y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad”.

Esta metodología se basa en:

1. **Clasificar (SEIRI):** Clasificar consiste en separar lo necesario de lo innecesario, guardando lo necesario y eliminando lo innecesario.
2. **Orden (SEITON):** El orden se establece de acuerdo a los criterios racionales, de tal forma que cualquier elemento esté localizable en todo momento. Este orden se lleva a cabo mediante la identificación de un elemento, herramienta u objeto a través de un código, número ó algo característico; de tal forma que sea fácil de localizar.
3. **Limpieza (SEISO):** Mantener permanentemente condiciones adecuadas de aseo e higiene, lo cual no sólo es responsabilidad de la empresa, sino que depende de la actitud de los empleados.
4. **Estandarizar (SEIKETSU):** Es una forma empírica de distinguir una situación normal de una anormal, con normas visuales para todos y establece mecanismos de actuación como listas de actividades a realizar para reconducir el problema.
5. **Mantener (SHITSUKE):** Cada empleado debe mantener como hábito, la puesta en práctica de los procedimientos correctos. Sea cual sea la situación se debe tener en cuenta, que para cada caso debe existir un procedimiento.

Cabe destacar que es ésta, la herramienta en la cual se englobaron todas las propuestas de mejoras de este estudio, debido a que sus cinco principios se presentan con idoneidad, acotando una modificación sencilla pero

vital de esta metodología, basada en que el principio de clasificación expande sus demarcaciones mas allá de determinar sobre aquellos elementos existentes su utilidad o no, anexando bajo criterio de los autores, aquellos elementos que se consideran necesarios para el eficiente desarrollo del proceso de producción pero que son inexistentes, con la finalidad de que cada una de las propuestas se establezca apropiadamente dentro de cada una las S.

2.2.3 ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS (AMEF)

Es una técnica de prevención, utilizada para detectar por anticipado los posibles modos de falla, con el fin de establecer los controles adecuados que eviten la ocurrencia de defectos.

Objetivos:

1. Identificar los modos de falla potenciales, y calificar la severidad de su efecto.
2. Evaluar objetivamente la ocurrencia de causas y la habilidad de los controles para detectar la causa cuando ocurre.
3. Clasifica el orden potencial de deficiencias de producto y proceso.
4. Se enfoca hacia la prevención y eliminación de problemas del producto y proceso.

2.2.4 ELIMINACIÓN SISTÉMICA DEL DESPERDICIO (ESIDE)

ESIDE, por parte de ORTIZ, F. e ILLADA, R. (2007); “Es una herramienta de aplicación sistémica que busca la identificación y eliminación de todo tipo de desperdicios, el cual puede estar presente en cualquier actividad”. Esta metodología surge después de estudiar cuidadosamente diversas técnicas modernas para la mejora de los procesos y de aplicarlas de manera experimental en diversos trabajos de investigación a nivel empresarial.



Los aportes de esta técnica se basan principalmente en la identificación, cuantificación y análisis de desperdicios dentro del área en estudio, y al mismo tiempo en el diseño y selección de soluciones evaluando el impacto ocasionado por las mismas.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1. Seleccionar el Sistema a ser analizado (Elegir):** Es necesario delimitar un sistema principal y definir el o los subsistemas de interés, estableciendo así un orden de prioridades a la hora de implantar un programa de mejora continua. Al hacer la selección se deben tomar en cuenta determinados criterios de desempeño del sistema, conocidos como indicadores de gestión, los cuales pueden ser cualitativos o cuantitativos.
- 2. Recolectar y organizar la información (registrar):** Para profundizar en el conocimiento detallado del sistema a ser analizado, se pueden utilizar distintas herramientas como diagramas, figuras o formatos, las cuales aportan información estructuralmente organizada, de modo que puedan reconocerse con facilidad los desperdicios presentes en dicho sistema.
- 3. Decidir el alcance del estudio (Ajustar):** En esta fase se debe seleccionar el o los elementos del sistema que realmente ameriten de un estudio detallado para mejorar el desempeño global, verificando siempre que se esté desarrollando un proyecto de mejora factible.
- 4. Identificar los desperdicios presentes:** Para detectar los desperdicios presentes en cada componente del sistema, se cuenta con una lista de chequeo de los desperdicios comunes, la cual identifica a través de los diversos elementos del sistema aquellos desperdicios que son comunes de identificar cuando se analizan diferentes procesos de manufactura.
- 5. Cuantificar los desperdicios:** Es necesario cuantificar el desperdicio para establecer las prioridades del tratamiento, así como para medir su impacto en función de la presencia y magnitud de los mismos en el

desempeño del sistema, es decir, se debe jerarquizar las variables creando un orden natural de ataque, para posteriormente justificar la inversión que requerirá la mejora que se diseñe.

6. **Analizar los desperdicios:** El análisis del desperdicio tiene como objetivo determinar las causas del mismo y se requiere aplicar sistemáticamente la pregunta ¿por qué? Para esclarecer en donde reside la fuente del desperdicio, a la cual debe dirigirse la principal acción.
7. **Diseñar y seleccionar la solución:** Para reducir y/o eliminar las causas de los desperdicios presentes en el sistema, se pueden aplicar distintas soluciones que pueden ser generadas rápidamente y a su vez estén basadas en utilización de diversas herramientas, tales como inspecciones en la fuente, SMED, Poka Yoke, Mantenimiento Productivo Total, entre otras.
8. **Evaluar el impacto de las soluciones en el sistema:** Debido a que cualquier cambio influye positiva o negativamente más allá de la unidad que está siendo estudiada, se debe hacer un esfuerzo para encontrar todas las ventajas y desventajas asociadas con la propuesta de acción, permitiendo esto; tomar una decisión con responsabilidad y conocimiento de los posibles acontecimientos.
9. **Diseñar un plan para la acción-control:** El definir las acciones a seguir para la implantación de la solución, permite llevar un seguimiento durante el tiempo especificado para ello. Un buen proceso de planificación implica determinar todos los recursos necesarios para cada propósito, así como también, controlar el recurso tiempo asignando responsabilidades.
10. **Implementar y verificar las soluciones (Mejora continua):** Mas allá de realizar un plan, lo más importante es llevarlo a cabo, pues es la acción la que provee la solución. Por otra parte, es cuando se actúa que se obtienen los resultados reales que permiten corregir las desviaciones,

si las hay, respecto a lo planificado o también hacer un juicio objetivo de los resultados alcanzados con las mejoras.

2.2.5 INGENIERÍA DE MÉTODOS

BURGOS, F. (2009); define Ingeniería de métodos como “un estudio de los MÉTODOS, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS involucradas en una tarea particular”. Tiene como finalidad:

- Encontrar el mejor método de ejecución.
- Normalizar el método, los materiales, los equipos y las herramientas.
- Determinar el tiempo necesario para que una persona calificada y debidamente entrenada realice la tarea, trabajando a ritmo ni muy rápido ni muy lento, representativo del promedio.
- Ayudar al operario a adiestrarse siguiendo el mejor método.

La Ingeniería de Métodos se divide en dos ramas:

1. **Estudio de métodos:** Consiste en el registro y análisis de los métodos actuales y propuestos con el objetivo de encontrar métodos más eficientes que permitan obtener mejores resultados.
2. **Medición del trabajo:** Consiste en determinar la cantidad de trabajo de cierta tarea y compararla con un rendimiento preestablecido para dicha tarea. Este estudio permite medir el rendimiento del sistema y definir metas alcanzables.

Algunas de las técnicas a considerar en este trabajo de investigación y que pertenecen a la Ingeniería de Métodos son:

- **Estudio de tiempo:** BURGOS, F. (2009); lo define como “una técnica para establecer un Tiempo Estándar para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido de trabajo del método



prescrito, permitiendo las debidas tolerancias por fatiga, demoras inevitables y necesidades personales”.

- **Muestreo de trabajo:** Dentro de los tipos de estudio de tiempo está el muestreo de trabajo la cual BURGOS, F. (2009); “tiene por objetivo establecer el porcentaje que con respecto al período total de tiempo se dedica a ciertas actividades, por ejemplo, que el operario esté ocupado o en ocio, que las maquinas estén trabajando o no, que el operario esté recibiendo instrucciones o sirviendo máquinas, entre otras”.

2.2.6 MANEJO DE MATERIALES

Según GÓMEZ, E. y RACHADELL, F. (2003); está relacionado con el suministro y almacenaje de material requerido para llevar a cabo la producción de un bien, mediante el uso del método correcto, de la cantidad exacta, en el lugar indicado, en el momento preciso, en la secuencia indicada, en las mejores condiciones y al mínimo costo posible.

El manejo de materiales puede llegar a ser en realidad el mayor problema de la producción porque no agrega valor al producto. Pero consume una parte del presupuesto de manufactura. Se fundamenta en:

- **Materiales:** Lo comprenden todos aquellos productos, sustancias o cosas que son movidas, transportadas o físicamente reubicadas a otro lugar específico.
- **Movimientos:** Está referido a desplazamientos que realiza alguien y/o algo para el transporte de los materiales, utilizando si es necesario equipos, contenedores y/o personal calificado.
- **Métodos:** Viene directamente relacionado con los procedimientos y sistemas de trabajo utilizados en el movimiento y almacenaje de los materiales.

2.2.6.1 ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE MANEJO DE MATERIALES (SHA):

GÓMEZ, E. y RACHADELL, F. (2003); establecen que “Un manejo ineficiente de materiales puede ser la causa de muchos problemas subyacentes con variables no tan evidentes, que originan pérdidas o disminución de beneficios; por lo tanto es indispensable resolverlos adecuadamente a fin de aumentar la productividad de la empresa”

El primer paso para resolver problemas que involucren manejo de materiales, es la identificación apropiada de éstos, luego se debe proceder a implementar las soluciones necesarias.

Para la solución de éstos, es posible aplicar un procedimiento sencillo sugerido MUTHER, R. y KNUT, H. (1975); denominado **Análisis Sistemático de Manejo de Materiales (SHA)**, el cual consta de 9 pasos:

- 1. Clasificación de los Materiales:** Se hace un análisis productos-cantidades, agrupando los artículos o materiales en orden de la magnitud de su manejo. Esto permite identificar los materiales problemáticos y establecer el enfoque sobre las acciones a tomar en cada caso.
- 2. Distribución en Planta:** La distribución en planta permite determinar el arreglo actual y la disposición de las máquinas, equipos y otras facilidades que determinan las rutas y los movimientos.
- 3. Análisis de los Movimientos:** Para hacer el análisis se deben determinar las rutas de los materiales, así como las distancias que deben recorrer los productos, la naturaleza de los mismos: si son verticales, horizontales o inclinados, e identificar las restricciones del problema.
- 4. Visualización de los Movimientos:** Para visualizar los movimientos se deben utilizar planos y/o diagramas; tales como Diagramas de Flujo, de Recorrido, del Proceso, etc.

5. **Conocimiento y Comprensión de los Métodos de Manejo de Materiales:** Identificar las posibles formas o métodos de manejo que se adecúen a la situación planteada.
6. **Planes Preliminares de Manejo de Materiales:** Se fijan planes alternativos de manejo de materiales de acuerdo al análisis realizado.
7. **Modificaciones y Limitaciones:** Se estudian las limitaciones al problema y se hacen las modificaciones para adecuarse a los recursos disponibles.
8. **Cálculo de los Requerimientos:** Se hacen los cálculos definitivos de los requerimientos de cada plan alternativo.
9. **Evaluación de Alternativas:** Las alternativas se evalúan a fin de predecir el comportamiento de cada plan y lograr evidenciar las ventajas y desventajas de cada uno.

Conocidos los detalles de cada plan alternativo se selecciona aquel que proporcione el mínimo manejo de materiales al más bajo costo.

2.2.7 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO (ESPINA DE PESCADO)

Según NIEBEL y FREIVALDS (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 causas*, 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.

Es a través de todas estas teorías, que se dará punto de inicio para la búsqueda de soluciones a los problemas que actualmente se presentan en el área de Pigmentos del Departamento de Mezclado de Bridgestone Firestone Venezolana C.A.



2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Caucho Verde:** Es aquel caucho que ha sido armado en su totalidad más no ha pasado por el departamento de vulcanizado para convertirse en el producto final.
- **Final (Goma Original):** Es aquel tipo de goma que está lista para ser destinada a los procesos siguientes para la elaboración de las distintas partes del caucho y se obtiene al procesar un tipo determinado de Remil combinado con pigmentos en los Bamburys del Departamento de Mezclado.
- **Máster Batch 1:** Es la primera goma que se obtiene al mezclar las materias primas: aceite, negro humo, goma natural, goma sintética y pigmentos en los Bamburys del Departamento de Mezclado.
- **Máster Batch 2:** Es aquella goma que se obtiene de agregarle al máster 1 una mayor cantidad de negro de humo y darle un nuevo pase en los Bamburys del Departamento de Mezclado.
- **Pigmentos:** Componentes químicos que generan los cambios físicos y químicos necesarios en las diferentes gomas que se producen en el Departamento de Mezclado.
- **Remil:** Es aquella goma que se obtiene de darle un nuevo pase al máster 2 en los Bamburys del Departamento de Mezclado.
- **Tacho:** Mezcla preparada de pigmentos.



CAPÍTULO III



CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación realizado se basa en la definición de proyecto factible, debido a que se plantearon propuestas de mejora para abordar la baja productividad del área de pigmentos del Departamento de Mezclado de Bridgestone Firestone Venezolana C.A, con la finalidad de aumentarla y permitir alcanzar los niveles deseados. García, (2003), expresa que: “el proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”; y en función a esta definición se verifica que los objetivos planteados encajan con los que se buscan dentro de un proyecto factible.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se empleó la investigación de campo tanto para el estudio como para el desarrollo de toda la investigación, ya que de acuerdo con García, (2003), la investigación de campo se basa en “el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos son recogidos en forma directa de la realidad, sin manipular o controlar las variables en el proceso, es decir, los datos son obtenidos en los puestos de trabajo y con las personas que forman parte de la organización de la empresa.

3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

Se conformó en el Departamento de Mezclado, albergando cuatro estaciones de pesaje en las que trabaja un operador por máquina en cada uno de los tres turnos diarios y un montacarguista encargado del abastecimiento de pigmentos para su pesaje.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de la información se recurre a fuentes primarias y fuentes secundarias.

- **Primarias:** Aquellas que me permiten recolectar información de la situación actual para describirla y analizarla, a través de la observación directa y entrevistas no estructuradas a 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:** Comprendidas por internet, libros, tesis, programas computarizados, guías y manuales de operación del equipo, entre otros. Además de objetos como: cronómetros y formatos, para el eficiente diseño y ejecución de la investigación.

3.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Arcay, (2005), comenta que “En este punto de la investigación se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos obtenidos: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuera el caso” (p. 26).

Para el análisis de los datos se utilizaron diversas herramientas de la Ingeniería Industrial entre las cuales se tiene: La Ingeniería de Métodos, Manejo de Materiales, Filosofías de Lean Manufacturing, y especificando un



poco más, se trabajó con Filosofías de Mejora Continua, herramientas de 5S, la técnica de Eliminación Sistemática de Desperdicios (ESIDE), Diagrama de Ishikawa, estudios de tiempos, entre otros; con la finalidad de determinar los requerimientos indispensables para el desarrollo de las propuestas de mejoras que harán posible el cumplimiento de los objetivos.

3.6 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Fase I. Descripción de la situación actual.

Primeramente se realizó una revisión del material bibliográfico necesario para el inicio de esta investigación con el propósito de reforzar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

Para conocer la situación actual se recopila información referida al área de estudio, se observan e identifican las diferentes etapas del proceso productivo, para conocer las actividades, materiales y equipos asociados, mediante la observación directa y la realización de entrevistas no estructuradas a los operadores. En esta fase se realizan los diagramas de procesos, diagramas de recorridos y estudios de tiempos para explicar las actividades desarrolladas en el área, logrando así obtener datos importantes como tiempos, condiciones de trabajo, métodos de trabajo y datos que afectan al proceso, para emplearlos en el cumplimiento de los objetivos.

Fase II. Análisis de la situación actual.

En esta etapa se procesa toda la información recolectada de la fase anterior, de acuerdo a las técnicas ESIDE, análisis de la operación, diagramas de Ishikawa y diagrama de Pareto; Identificando y cuantificando los desperdicios del proceso productivo.



Fase III. Diseño de propuestas de mejoras.

Una vez analizados todos los datos y las variables que afectan la producción, se diseñarán y proponen mejoras en los métodos de trabajo, equipos y herramientas, para dar cumplimiento al objetivo principal.

Fase IV. Evaluación del impacto económico de las propuestas.

Las propuestas de mejoras se evalúan utilizando los modelos de rentabilidad Valor Actual (VA) y Tiempo de Pago, con el fin de determinar el impacto económico de esta investigación, así como también se deja en evidencia los ahorros y beneficios económicos inherentes a estas.

4.2 ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Con la finalidad de procesar toda la información recolectada, para identificar, describir los desperdicios presentes en el área de estudio y encontrar las causas que los generan, se realizó un análisis crítico de la situación actual utilizando como herramientas la metodología ESIDE, el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y 5S. Esto permitirá conocer el proceso con mayor detalle, haciendo mediciones en él y estableciendo prioridades entre los problemas evidenciados.

4.2.1 IMPACTO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA EN LOS INDICADORES DE GESTIÓN

Para evaluar el impacto que genera cada elemento en los indicadores seleccionados, se utilizó el paso 3 de la metodología ESIDE, (ver Tabla Nro. 4.13). Esta evaluación fue realizada mediante opiniones emitidas por el departamento de ingeniería industrial y por los supervisores.

Tabla Nro. 4.13. Impacto de los Elementos en los Indicadores.

ELEMENTOS	INDICADORES DE DESEMPEÑO			
	Capacidad de Producción	Tiempos No Operativos	Desperdicio de Material	TOTAL
PRODUCTO	0	0	0	0
INSUMOS	0	0	0	0
ACTIVIDADES	3	2	3	8
MANO DE OBRA	3	3	3	9
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	3	2	3	8
ESPACIO	1	0	3	4
IMPACTO	3 = Alto	2 = Regular	1 = Bajo	0 = Nulo

De acuerdo al resultado obtenido por medio de la evaluación, se tiene que los elementos de mayor impacto sobre los indicadores de gestión seleccionados son: las actividades, la mano de obra y los equipos y herramientas. Por lo tanto la evaluación minuciosa de cada uno de ellos permitirá alcanzar el objetivo principal del estudio.

4.2.2 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS DESPERDICIOS

Para identificar cada uno de elementos que no agregan valor al producto final, se utilizó el paso 4 de la metodología ESIDE; posteriormente se analizó cada uno de estos desperdicios para un mayor entendimiento de la situación actual, (ver Tabla Nro. 4.14).

Tabla Nro. 4.14. Lista de desperdicios comunes.

ELEMENTO	DESPERDICIO	DESCRIPCIÓN
ACTIVIDADES	Consumo significativo de tiempo	Numerosas actividades de preparación y puesta punto
		Numerosas actividades distintas al proceso productivo o misceláneos
	Demoras en el proceso	Insuficientes equipos de manejo de materiales
		Fallas de la impresora
MANO DE OBRA	Falta de pericia o poco entrenamiento	Fallas en el inventario
		Tachos defectuosos
		Excesivo desperdicio de material
	Desplazamientos innecesarios	Búsqueda de paletas de pigmentos sin ubicación fija o mal ubicada

MANO DE OBRA (continuación)	Desplazamientos innecesarios (continuación)	Almacenar tacho en carro
	Condiciones que provocan fatiga	Levantamiento de peso y repetitividad de operaciones
	Ausencia	Salidas antes del fin de turno
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Velocidad reducida	Herramientas ineficientes
ESPACIO	Obstáculos	Desorden en el área
	Inadecuada distribución de equipos, herramientas y materiales	Jaulas de almacenamiento de paletas de pigmentos insuficientes

4.2.3 ANÁLISIS DE LOS DESPERDICIOS

Con la finalidad de determinar las causas que generan los desperdicios relacionados a cada elemento, se empleó como herramientas de análisis el Diagrama Ishikawa y de Pareto; a través de estas se busca detectar los factores que tienen mayor incidencia en los desperdicios identificados.

A continuación se muestra el análisis de cada uno de ellos:

4.2.3.1 ACTIVIDADES

CONSUMO SIGNIFICATIVO DE TIEMPO

Para analizar este desperdicio, es necesario contrastar la información obtenida de los estudios de tiempos, con las tolerancias establecidas por la empresa en cuanto al porcentaje de tiempo que debe ser empleado para cada sección. Como se estableció anteriormente, las tolerancias establecidas por la empresa son las siguientes:

Tabla Nro. 4.15. Tolerancias para la ejecución de actividades.

SECCIÓN	%
Tiempo Operativo	65%
Preparación y Puesta Punto	16%
Personales	5%
Misceláneos	14%

En base a esto, se presenta en la Tabla Nro. 4.17, el desglose del resultado obtenido mediante el estudio de tiempo realizado en el área de pigmentos, alcanzando un total de 26 horas en el mes de Junio.

Tabla Nro. 4.16. Distribución real del tiempo de las actividades.

ACTIVIDADES	MIN	%
Operativo	530,173	34%
Misceláneos (NOT)	524,644	34%
Preparación	426,589	27%
Personales (NOT)	78,594	5%
TOTALES	1560,000	100%

La información obtenida del análisis indica que actualmente se tiene un promedio del 34% de la jornada laboral para la elaboración de tachos, por tanto se observa un déficit del 31% en la capacidad de producción deseada y es necesario analizar las causas que originan el consumo significativo de tiempo en las actividades de “Misceláneos” y “Preparación y Puesta Punto”, que son las que sobrepasan los estándares establecidos por la empresa en un 20% y 11% respectivamente. Para detallar las actividades que se realizan dentro de estos renglones se presentan los siguientes Diagramas de Pareto:

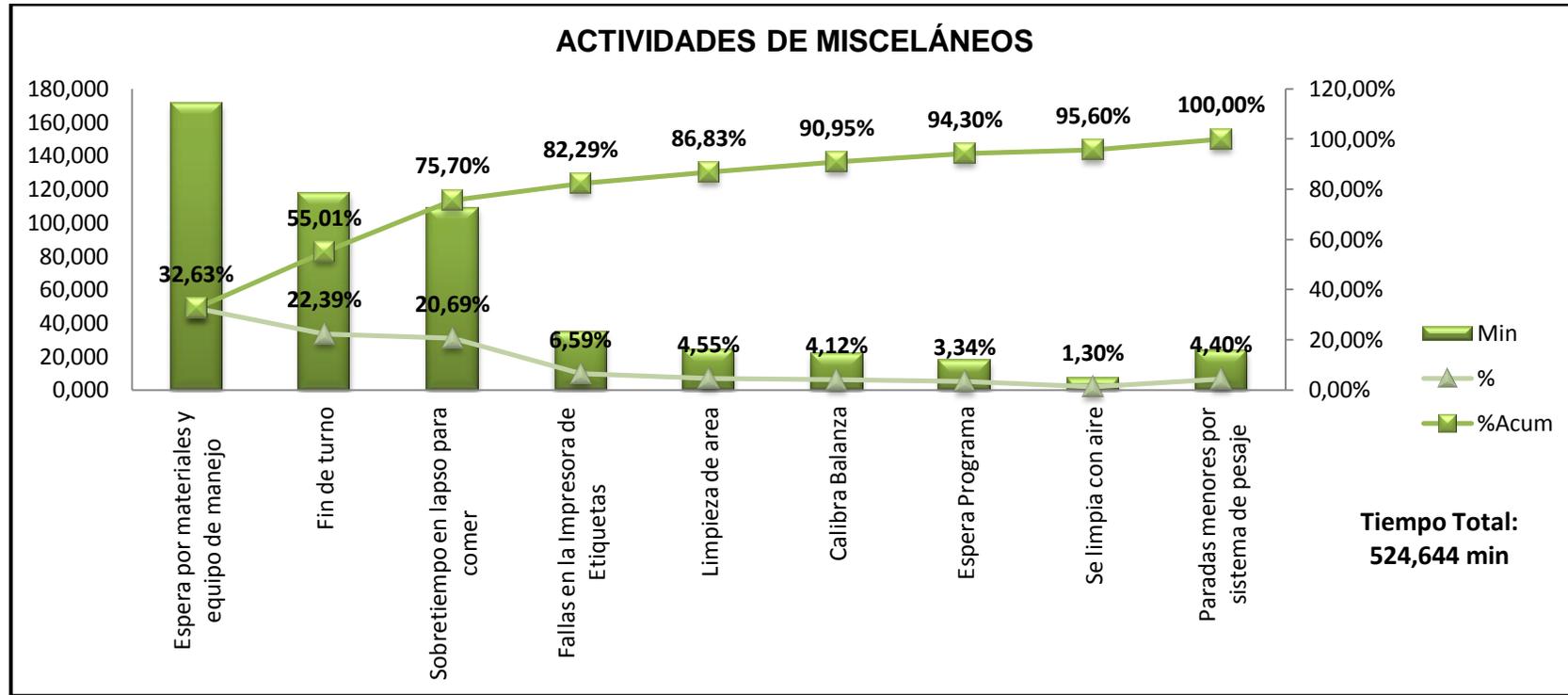


Figura Nro. 4.30. Pareto para Actividades Misceláneas.

Evaluando el Diagrama de Pareto anterior, se obtiene que el 22,22% de las causas enmarcadas en esperas por materiales, equipo de manejo y fin de turno, originan el 55,01% del consumo del tiempo de las actividades de misceláneos. Por tanto si se resuelven estas dos causas principales, se aumenta en 1,2 hora el tiempo de las operaciones netamente productivas por operador.

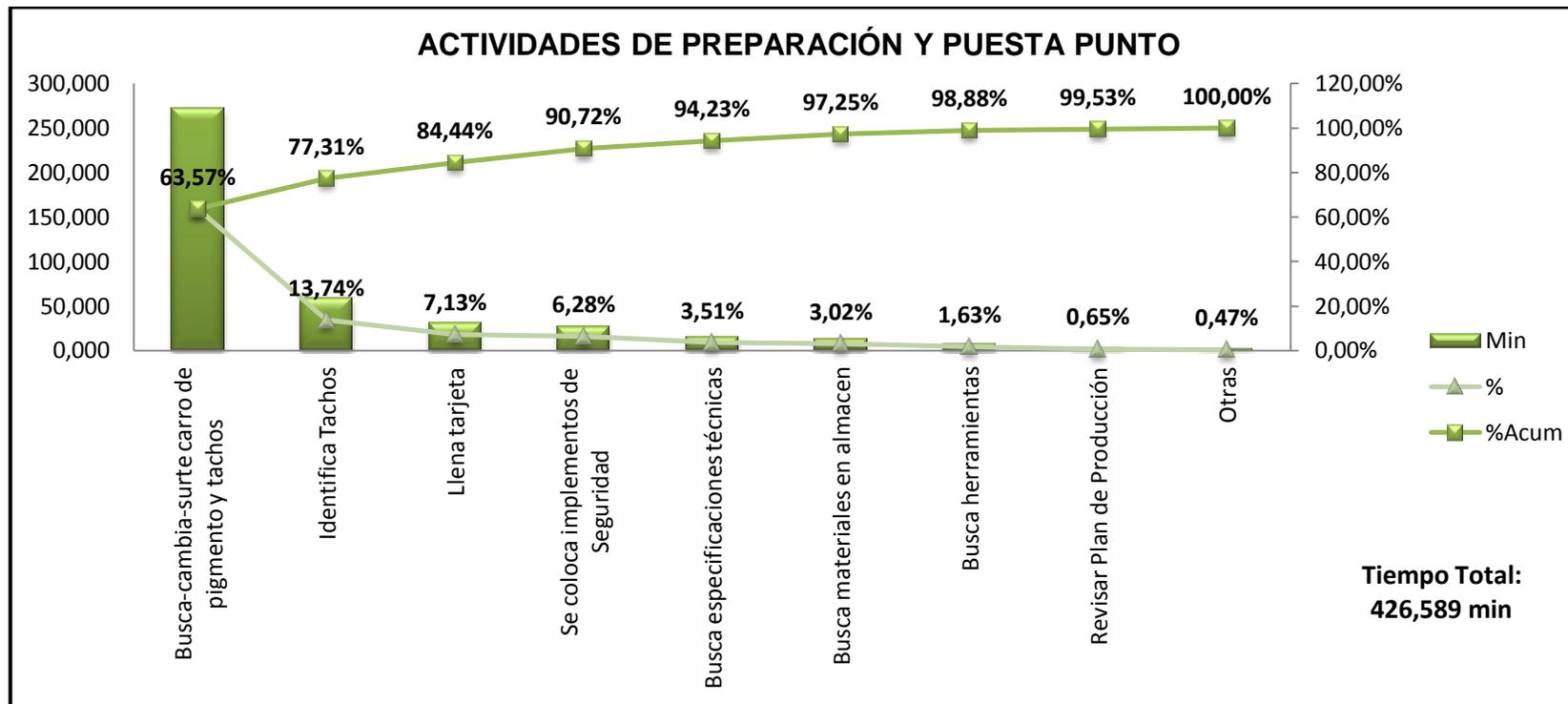


Figura Nro. 4.31. Pareto para Actividades de Preparación.

Al evaluar el Diagrama de Pareto anterior, se obtiene que el 22,22% de las causas enmarcadas en identificar tachos y buscar, cambiar y surtir los carros de manejo de materiales, originan el 77,31% del consumo de tiempo en las actividades de preparación y puesta punto. Por tanto si se resuelven estas dos causas principales, se puede aumentar en 1,4 horas el tiempo de las operaciones netamente productivas por operador.

DEMORAS EN EL PROCESO

Las causas principales de las demoras que afectan el eficiente cumplimiento del programa de producción, se analizan de acuerdo al siguiente Diagrama de Causa-Efecto:

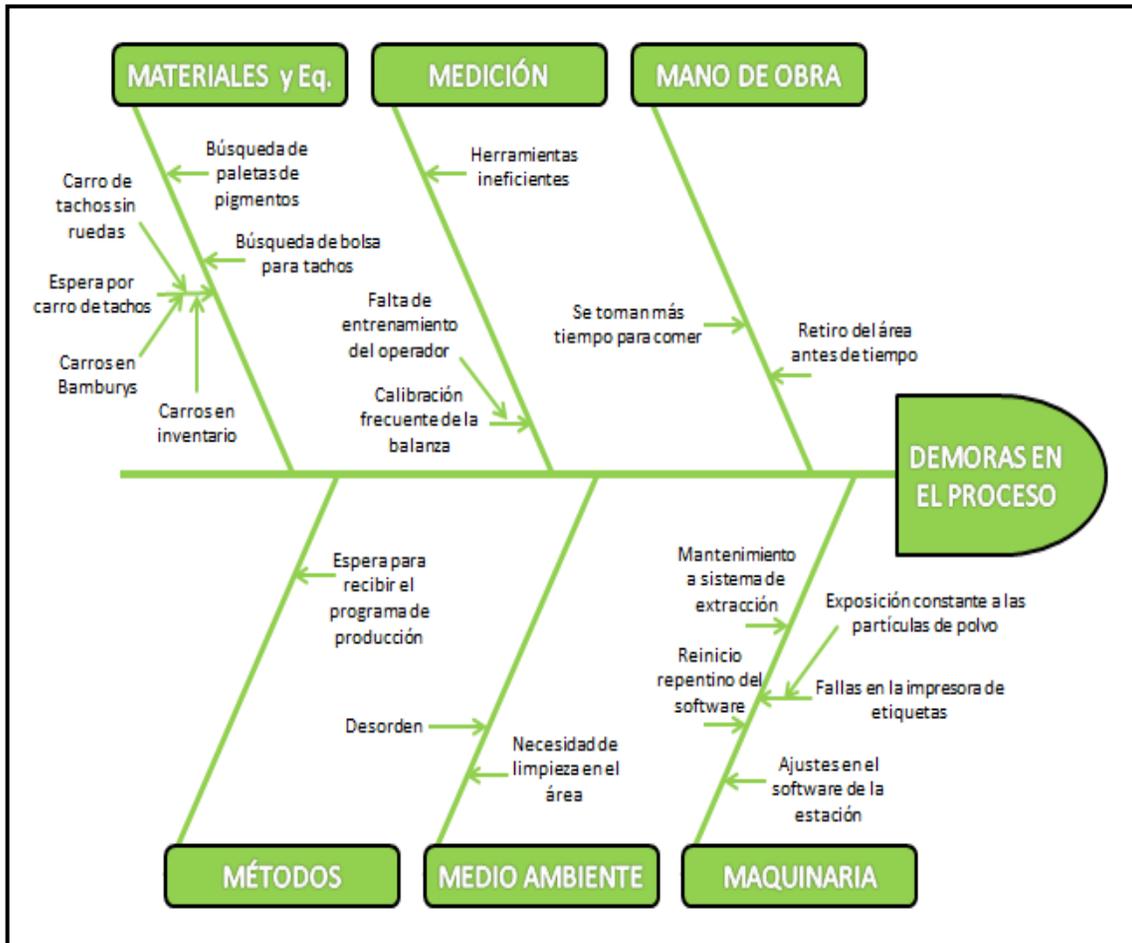


Figura Nro. 4.32. Diagrama Causa-Efecto para Demoras en el Proceso.

Analizando el diagrama antes descrito, se evidencia con claridad que la mayor parte de las demoras en el proceso vienen representadas por las necesidades de Materiales, Equipos y Maquinaria. A continuación se describe en la Tabla Nro. 4.17, las causas más relevantes de este desperdicio:

Tabla Nro. 4.17. Descripción de las Demoras en el Proceso.

EFECTO	CAUSAS
Espera por carros de tachos	Carros de tachos sin ruedas que dependen exclusivamente de un montacargas para ser trasladados a su área de destino.
	Carros esperando ser trasladados y desocupados en el Área de Bamburys.
	Numerosos carros de tachos en inventario.
Fallas en la impresora de etiquetas	Exposición constante a las partículas de polvo generadas en el área.
Búsqueda de paletas de pigmentos	Paletas de pigmentos mal ubicadas o sin ubicación fija.
	Paletas de pigmentos insuficientes.
Calibración frecuente de la balanza	Falta de entrenamiento hacia el operador.
Necesidad de limpieza en el área	Alto nivel de partículas de pigmentos en el ambiente.
Desorden	Paletas de pigmentos mal ubicadas o sin ubicación fija.
	Carros de tachos y pigmentos desordenados.

4.2.3.2 MANO DE OBRA

FALTA DE PERICIA O POCO ENTRENAMIENTO

Actualmente los procedimientos que se ejecutan para la elaboración de los tachos no son los que se encuentran registrados en el estándar de trabajo, esto se debe a la falta de entrenamiento por parte del departamento de capacitación de personal, el cual asume como prioridad de entrenamiento otras

áreas de la planta, descuidando el área de estudio, lo que conlleva igualmente a la falta de supervisión de las actividades y posibles actualizaciones del estándar de trabajo.

Los operadores al no tener establecidos claramente los procedimientos de trabajo, realizan las actividades bajo los lineamientos generales que adquieren del compañero más experimentado, obteniendo resultados que van en contra de la eficiente ejecución de las mismas. En el siguiente diagrama de Causa-Efecto se evidencian todas aquellas causas que hacen presente este desperdicio:

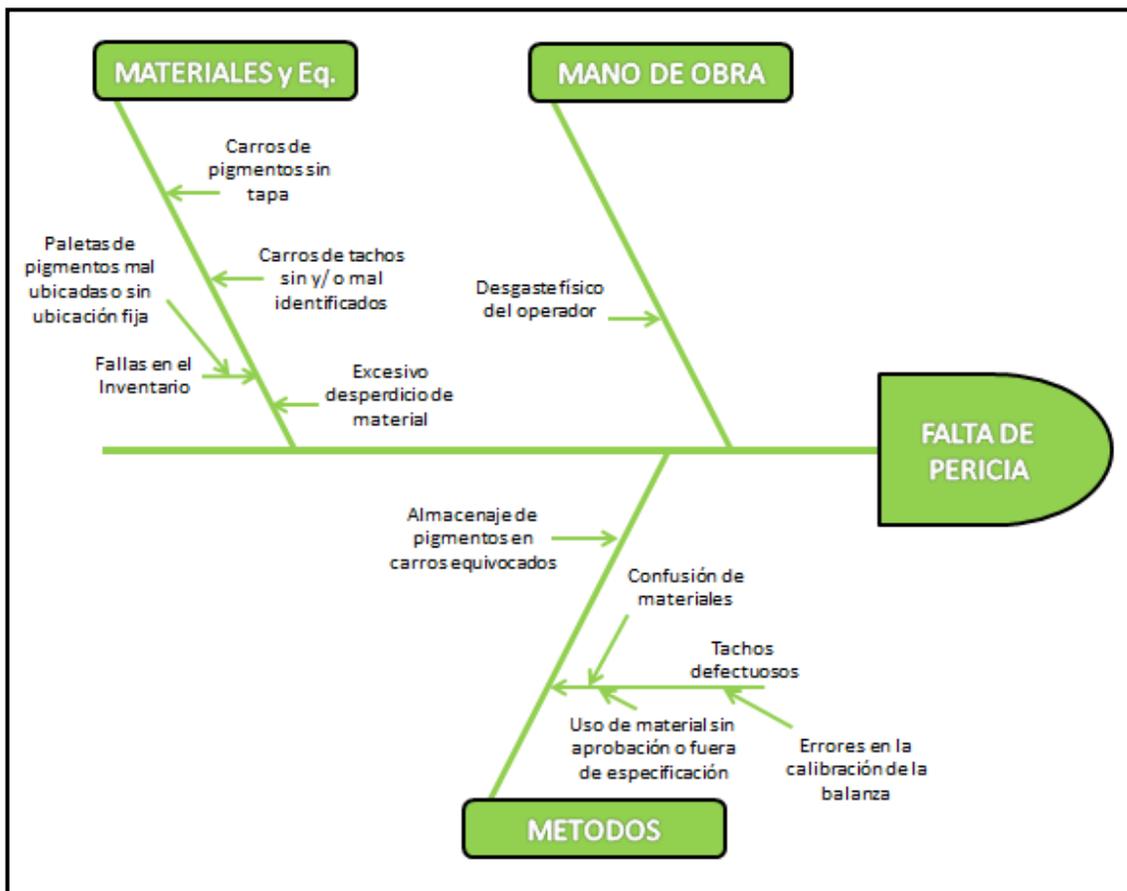


Figura Nro. 4.33. Diagrama Causa-Efecto para Falta de Pericia.

Analizando este diagrama se puede observar que los métodos de trabajo, los materiales y equipos son los que mayormente se ven afectados por la falta de pericia en el operario, en la Tabla Nro. 4.18, se detallan claramente las causas principales de este desperdicio:

Tabla Nro. 4.18. Descripción de la Falta de Pericia.

EFEECTO	CAUSAS
Tachos defectuosos	Error en la calibración de la balanza.
	Confusión de materiales.
	Uso de material sin aprobación o fuera de especificación.
Desperdicio de materiales	Mala manipulación al momento de la apertura de los sacos.
	Vertimiento de pigmentos en carros adyacentes durante el proceso de pesaje.
	Vertimiento de pigmentos en la zona de pesaje.
Fallas en el inventario	Paletas de pigmentos mal ubicadas o sin ubicación fija.
	Paletas de pigmentos insuficientes para abastecer un día de trabajo.

DESPLAZAMIENTOS INNECESARIOS

Los desplazamientos innecesarios están asociados a dos factores principales que fueron detallados en el diagrama de proceso:

- Buscar carro de pigmentos
- Almacenar los tachos en el carro



Estas dos causas principales representan 560 metros, el 78% de los recorridos que actualmente realiza cada operador para el desempeño normal de las labores de la jornada.

La búsqueda de carro de pigmentos y el traslado desde su lugar de almacenamiento hasta la estación de pesaje tiene un máximo de duración de 1.5 minutos, pero si dicho carro está vacío, se requiere llenarlo y el tiempo asciende a 10 minutos, y se recorren en promedio 12 metros por carro. Esta operación debe ser realizada de 1 a 7 veces según el lote de tachos a producir, estableciendo en promedio unas 25 búsquedas de carro durante la jornada laboral de cada operador. Estos desplazamientos se consideran innecesarios debido al alto consumo de tiempo que genera, sobre todo cuando se requiere llenar los carros vacíos, lo que le resta tiempo efectivo para el cumplimiento del programa de producción del turno.

La segunda causa principal se debe al corto pero frecuente recorrido que incurre el operador al sacar el tacho de la estructura de soporte y almacenarlo en el carro de tacho. Este recorrido alcanza los 2 metros por cada tacho a almacenar, por tanto se recorren unos 260 metros durante la jornada laboral. La alta repetitividad de este corto recorrido, crea descontento en los operadores debido al traslado de 10 Kg de peso promedio en cada tacho.

CONDICIONES QUE PROVOCAN FATIGA

La alta repetitividad de las operaciones de llenado de tachos es la fuente principal de las condiciones que generan fatiga. Para realizar esta actividad el operador debe estar de pie e incurrir en movimientos de las extremidades superiores para tomar el pigmento del carro y verterlo en el tacho, además, luego de haber vertido el último componente del tacho, deberá levantarlo y almacenarlo en el carro de tachos. Esta actividad se realiza en promedio 120 veces por jornada en cada estación de pesaje.



El procedimiento de tomar pigmento del carro y verterlo en el tacho es el que crea más desconcierto en los operadores, realizándolo 12 veces por tacho, lo que se traduce a 1440 veces por jornada ya que es una actividad que repercute directamente en las articulaciones del hombro y de la muñeca, por el constante estiramiento de su brazo hacia atrás para tomar pigmento del carro más alejado.

Otros factores que generan desmotivación en los operadores por el grado de cansancio adquirido al realizar la actividad son:

1. El levantamiento de sacos de pigmentos para llenar los carros.

En promedio el operador debe llenar 12 carros de pigmentos en la jornada, unos debe hacerlo completamente y otros parcialmente, llegando a levantar 40 sacos durante la jornada.

2. El traslado de los carros de tachos.

Debido a que los puntos de aplicación de fuerza están a una altura que provoca que se aplique más fuerza de lo normal.

AUSENCIA

Este desperdicio se refiere al tiempo que pasan los operadores fuera del área por concepto de sobrepasar los lapsos de tiempo disponibles para comer y el retiro anticipado al final de la jornada.

Por medio de entrevistas no estructuradas que se realizaron a los operadores, se determinó que la falta de compromiso para cumplir eficientemente con las horas de la jornada laboral se debe al descontento existente con la forma de pago actual, ya que el sistema de pago empleado para cada cuadrilla de operadores en planta es según lo que produzcan, pero con los operadores de pigmentos ocurre la excepción, y estos terminan siendo



remunerados en base a la producción realizada por los operadores de Bamburys.

Algunos otros factores obtenidos mediante este instrumento de recolección de datos fueron los siguientes:

1. Incomodidad al realizar las actividades, por el alto nivel de contaminación a la que se encuentran expuestos.
2. Equipos de protección personal que generan elevadas temperaturas corporales.
3. Falta de supervisión abierta para atender y llevar a cabo propuestas generadas por los operadores.

4.2.3.3 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

VELOCIDAD REDUCIDA

La velocidad del proceso de pesaje de tachos se ve reducida por el uso de herramientas ineficientes como:

1. La pala, para el proceso de llenado de tachos.
2. El marcador, para el proceso de identificación de tachos.

El proceso de llenado de tachos, como ya se explicó anteriormente, se realiza con una pala, ésta es de un peso considerable de 0,9 Kg y su capacidad de transporte de material es de 3 kg. Los operadores tienen que verter pigmentos según la cantidad que el sistema en pantalla le indique, estas cantidades son de alta variabilidad, por tanto el proceso de adaptación a las proporciones que se deben tomar con la pala es prolongado y la alta rotación de personal que se tiene en la zona, no favorece el hecho de tener personal experimentado en el proceso. Al presentar dificultades para tomar la cantidad exacta del pigmento, se generan repeticiones del proceso, así como también llegar a sobrepasar la cantidad necesaria, lo que acarrea que el operador tenga



que realizar una operación extra basada en introducir la mano en el tacho y sacar la cantidad excedida. Esta labor se repite en un 20% de las paleadas de la jornada, lo que equivale 288 veces consumiendo un tiempo estimado de 25 minutos por jornada.

La identificación de tachos aumenta el tiempo de ciclo del tacho en 6 segundos. Se realiza con marcador una vez colocado el tacho en el carro de pigmentos, para luego al final de la corrida, imprimir una tarjeta con la misma finalidad y colocarla sobre el lote. Esto se lleva a cabo para que los operadores de bamburys sepan el tacho que están vertiendo, sin embargo, los operadores de pigmentos opinan que es una actividad innecesaria, porque cada lote se almacena en un solo carro y no hay existencia de tachos sobrantes, por tanto, solo con la tarjeta, se tiene identificados todos los tachos.

4.2.3.4 ESPACIO

OBSTÁCULOS

La falta de pericia de los operadores al momento de pedir materiales al almacén de materia prima y las insuficientes jaulas de almacenaje de paletas de pigmentos creadas en el área, produce el almacenaje de 13 paletas sin ubicación fija que obstaculizan el flujo normal de las operaciones y dificultan el desempeño de las actividades.

Otro factor, es la desorganización de los carros de pigmentos y tachos por la falta de conciencia y entrenamiento de los operadores en actividades asociadas a mantener la zona de trabajo limpia, despejada y ordenada.



INADECUADA DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES

Se considera una inadecuada distribución de equipos, herramientas y materiales, por la falta de áreas destinadas para el almacenamiento de paletas de pigmentos. En total se tienen 31 tipos de pigmentos, de los cuales 11 son de bajo consumo y se almacenan en el área de 2 a 3 sacos, sobre una misma paleta en forma desordenada. Los de alto consumo se almacenan en las jaulas de pigmentos, las cuales son insuficientes ya que hacen falta 4 de ellas para posicionar las 8 paletas de pigmentos que no tienen ubicación fija.

Además de esto, los recipientes de basura y desperdicios, se encuentran alejados de los lugares donde se rompen sacos, por tanto el operador termina arrojando los sacos vacíos en el suelo.

La impresora de las tarjetas de identificación de lote se encuentra expuesta a un alto nivel de concentraciones de partículas en el aire, haciendo que los mecanismos de la misma se atasquen y requieran frecuentes mantenimientos y cambios de equipos.

4.2.4 HERRAMIENTA 5S PARA EL ANÁLISIS

Es conveniente en este estudio, la aplicación de esta eficiente herramienta de análisis de los procesos productivos empresariales, para lograr dar soluciones factibles a los problemas y desperdicios encontrados.

De esta manera se examina la eliminación o reducción de los desperdicios anteriormente detallados, mejorando las condiciones de trabajo resguardando la seguridad de los trabajadores, actualizando los equipos de manejo de materiales, los procedimientos de ejecución de actividades y proporcionar un ambiente limpio, ordenado y libre de obstáculos.

Esta herramienta se aplica siguiendo los 5 pasos que se detallan a continuación:

CLASIFICACIÓN (SEIRI)

Se basa en establecer cuáles son los elementos de utilidad dentro del proceso productivo y cuáles no lo son. Para la aplicación de este paso se establece un formato de inventario tanto de equipos y herramientas, y de las actividades llevadas a cabo en el proceso productivo, el cual describa las condiciones en las que se encuentra dicho elemento, determinar si es necesario o no, si requiere de una nueva ubicación o posibles mejoras. Este formato se detalla con su aplicación en el **Apéndice III**.

La aplicación lleva a determinar el curso de acción a tomar sobre todos los elementos descritos en el, estableciéndose así lo siguiente:

- Mejorar el sistema de balanza debido a las altas repeticiones que se generan, y el consumo excesivo de tiempo que esto acarrea.
- Cambiar totalmente el sistema colector de polvos debido a las deficiencias que presenta, causantes de quejas por parte de los operadores al no succionar la totalidad de las partículas generadas en el proceso de pesaje, por no poseer el flujo de aire requerido, además de no tener focalizada la extracción en los puntos iniciales donde se generan las nubes de polvo.
- Reubicar la impresora de etiquetas debido a la alta exposición que presenta a las partículas de polvos generadas en el área.
- Redistribuir los carros de pigmentos en la zona para reducir los desplazamientos en la búsqueda de los mismos.
- Mejorar el almacenamiento de pigmentos temporal en el área de manera que se tenga un mejor acceso a los pigmentos de mayor consumo, evitar obstáculos en el área por causa de paletas mal distribuidas y eliminar confusiones de identificación de los sacos de

diferentes pigmentos de bajo consumo que se almacenan en una misma paleta.

- Mejorar la búsqueda y almacenamiento de los rollos de bolsas para tachos.
- Utilizar palas más livianas y de diferentes tamaños según las porciones de pigmentos que llevan los tachos. Empleando palas pequeñas para los pigmentos de bajo consumo y palas grandes para pigmentos de menor consumo.
- Eliminar el contenedor de pesas para la calibración de la balanza ya que esta en desuso porque los operadores colocan dichas pesas cerca de la estación de pesaje para tenerlas a disponibilidad inmediata al momento de realizar calibraciones.
- Cada estación de pesaje posee estantes de documentos. Estos se encuentran en desuso cubiertos por una gran capa de polvo lo que evidencia su falta de utilidad. Se dejará solo uno, sirviendo para ubicar principalmente la carpeta de hojas de especificaciones de cada tacho, que por políticas de la empresa, toda área debe poseer para acceso directo al momento de realizar consultas de interés.
- Debido al deficiente almacenamiento de paletas de pigmentos en el área, se requiere aumentar el número de jaulas para darle estricto orden de ubicación a las mismas.
- El proceso de identificación de los carros de pigmentos es dificultoso debido a que muchos de estos carros tienen el código de identificación borroso a causa de la exposición constante de las nubes de polvo, lo que acarrea llevar a cabo nuevamente la identificación con pintura sobre una de sus paredes, de igual manera, para facilitar su ubicación en los racks, a estos se le requiere identificar cada espacio para normalizar la ubicación de los carros y dar una ayuda visual adicional a los operadores para que el proceso de búsqueda consuma menos tiempo.



- Los recipientes de basura, se basan en dos tipos, de bolsas, acopladas a las paredes de la jaula para verter en ellos los sacos vacíos cuando se llenan los carros de pigmentos y de recipientes cilíndricos para verter en ellos todo tipo de desperdicio que se genere. Estos dos tipos de recipientes son deficientes, el primero debido a la resistencia que causa en el operador la necesidad de abrir la bolsa para arrojar los sacos vacíos, arrojándolo muchas veces en el piso y generando contaminación por los residuos de pigmentos que quedan dentro. El segundo porque se encuentra ubicado lejos de las estaciones de pesaje, área donde se desarrollan la totalidad de las actividades. Además, se tiene el hecho de la existencia de muchos recipientes en alusión a las bolsas de las jaulas, pudiendo reducir a solo dos recipientes de basura en el área, cada uno entre dos estaciones de pesaje, llevando a cabo cambios en el procedimiento de llenado de los carros.
- Eliminar soportes de rollos de bolsas de tachos que se han ido acumulando en el área, por estar defectuosos, creando obstáculos y ocupando espacios que pueden ser empleados de mejor manera.
- La zona de carro de pigmentos requiere ser distribuida para minimizar los recorridos en el proceso de búsqueda.
- Eliminar la zona de acumulación de desperdicios y emplear para la ubicación de las paletas mal distribuidas.
- Expandir la zona de jaulas para la ubicación de las paletas mal distribuidas.
- Reubicar la zona de primeros auxilios, cerca a la salida del área, mejorando el proceso de asistencia médica cuando se requiera.
- Eliminar la actividad de identificación de tachos, ya que es innecesaria debido a que las últimas mejoras en la programación de la producción han dejado de generar tachos sobrantes en el área de Bamburys, motivo por el cual eran identificados cada uno de los tachos para que



se almacenaran con identificación en un estante en las ocasiones que los tachos sobran. Actualmente, todos los tachos que se producen son utilizados en el área de Bamburys.

- Mejorar las actividades principales de llenado de carros de pigmentos, de tachos, y el proceso de pesaje de pigmentos, con la finalidad de reducir muchos de los desperdicios que fueron descritos anteriormente.
- Mejorar la iluminación del área, cambiando los bombillos que se encuentran defectuosos.
- Mejorar el sistema de ventilación del área, ya que se generan altas temperaturas en la misma y concentra las partículas de polvos suspendidas en el aire.

ORDEN (SEITON)

Una vez realizada la clasificación de los elementos, determinar cuáles son necesarios y cuáles no, y llevar a cabo el diseño de aquellos que se consideran necesarios para la eficiente ejecución de las actividades del área, se establece el orden dentro del área de acuerdo a criterios racionales, de tal forma que cualquier elemento este localizable en cualquier momento y de fácil acceso, mediante el establecimiento de un lugar fijo para el elemento o una clara identificación del mismo, estableciéndose “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

LIMPIEZA (SEISO)

Ya implementada la clasificación de los elementos del área y su debido ordenamiento, respetando siempre los principios para el eficiente manejo de materiales, se debe llevar a cabo la constante limpieza del área para establecer condiciones adecuadas de aseo e higiene, de las cuales mayormente son



responsables los operadores, quienes desarrollan sus actividades en ella y deben poseer una actitud de pertenencia y conservación de sus puestos de trabajo.

ESTANDARIZACIÓN (SEIKETSU)

En este punto se busca establecer una normativa que evidencie lo bueno y lo malo, distinguir una situación normal de una anormal, aplicando mecanismos de actuación ante cada actividad a realizar empleando todas las propuestas, así como listas de actividades a realizar para reconducir algún problema hallado.

DISCIPLINA (SHITSUKE)

Se culmina la aplicación de esta herramienta con la intención de crear conciencia en los operadores en los beneficios que aporta desempeñar labores en un área con condiciones de orden y limpieza óptimas, que no posea elementos innecesarios que solo provocan entorpecimiento en el proceso productivo, siempre ejecutando las actividades bajo el cumplimiento de las normativas existentes. Siendo la última S, es la que presenta mayor dificultad de infundir, ya que el operador lleva siempre consigo, en una primera instancia, la disposición de oponerse a los cambios propuestos.

4.2.5 CUANTIFICACIÓN DE LOS DESPERDICIOS

Para cuantificar los desperdicios presentes e identificados en el Área de Pigmentos de la empresa Bridgestone Firestone Venezolana C.A, se utilizó el paso 5, de la metodología ESIDE, (ver Tabla Nro. 4.19).

Tabla Nro. 4.19. Cuantificación de los desperdicios.

DESPERDICIO	UNIDAD	CANTIDAD
Consumo significativo de tiempo		
En actividades de preparación y puesta punto	<i>Porcentual</i>	27%(+11%)
En actividades de misceláneos	<i>Porcentual</i>	34%(+20%)
Demoras en el proceso		
Espera por materiales y equipo de manejo	$\text{min}/(\text{jornada} * \text{operador})$	43
Salidas antes del fin de turno	$\text{min}/(\text{jornada} * \text{operador})$	30
Sobretiempo de comida	$\text{min}/(\text{jornada} * \text{operador})$	27
Fallas de la impresora	$\text{min} / \text{jornada}$	34
Limpieza de área	$\text{min}/(\text{jornada} * \text{operador})$	6
Calibración de la balanza	$\text{min}/(\text{jornada} * \text{operador})$	5
Espera de programa	$\text{min}/(\text{jornada} * \text{operador})$	4
Limpieza del operador con aire	$\text{min}/(\text{jornada} * \text{operador})$	2
Paradas menores	$\text{min}/\text{jornada}$	23
Falta de pericia o poco entrenamiento		
Paletas de pigmentos en el área sin ubicación fija	<i>Paletas</i>	13
Pedido de paletas por turno	$\text{Paletas}/(\text{jornada} * \text{operador})$	2
Tiempo para ubicar pigmentos	$\text{Min}/(\text{jornada} * \text{operador})$	35
Calibrar balanza de estación de pesaje	$\text{Veces}/(\text{jornada} * \text{estación})$	4
Repeticiones para verter un pigmento en el tacho	$\text{Veces}/\text{pigmento}$	2
Desperdicios generados por la apertura de sacos	$\text{Kg}/\text{jornada}$	25
Desperdicios generados por llenado de tachos	$\text{Kg}/\text{jornada}$	15

Tachos defectuosos	<i>Tachos/(jornada * operador)</i>	15
Desplazamientos innecesarios		
Buscar carro de pigmentos	<i>metros/(jornada * operador)</i>	300
Almacenar los tachos en el carro	<i>metros/(jornada * operador)</i>	260
Condiciones que provocan fatiga		
Movimientos de brazo completo al llenar tachos	<i>veces/(jornada * operador)</i>	1440
Levantamiento de sacos	<i>sacos/(jornada * operador)</i>	40
Ausencia		
Salidas antes del fin de turno	<i>min/(jornada * operador)</i>	30
Sobretiempo de comida	<i>min/(jornada * operador)</i>	27
Velocidad reducida		
Identificación de tachos	<i>veces/(jornada * operador)</i>	120
Retiro de pigmento sobrante en tachos	<i>min/(jornada * operador)</i>	25
Obstáculos		
Paletas de pigmentos en el área sin ubicación fija	<i>Paletas</i>	13
Carros mal ubicados	<i>Carros</i>	10
Inadecuada distribución de materiales		
Paletas de pigmentos en el área sin ubicación fija	<i>Paletas</i>	13
Distancia de los recipientes de basura a las jaulas de pigmentos	<i>Metros</i>	15

4.2.6 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LOS DESPERDICIOS

Con el objetivo de aproximarse a las causas de los desperdicios que afectan negativamente al desempeño de las actividades del área, se utilizará como herramienta el paso 6 de la metodología ESIDE, (ver Tabla Nro. 4.20).



Tabla Nro. 4.20. Análisis de las causas de los desperdicios.

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.					
Sistema en estudio: Área de Pigmentos					
Fecha: Agosto 2012					
ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LOS DESPERDICIOS					
DESPERDICIO	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Elemento: Actividades					
Consumo significativo de tiempo	Alto consumo de tiempo en actividades distintas al proceso productivo	Espera por equipo de manejo de materiales	No se han desocupado los carros pigmentos	Corridas de lotes extensas	Requerimientos del departamento de programación
			No se han desocupado los carros de tachos	No se llevan al área de Bamburys	El montacarguista se encuentra sobrecargado
	Alto consumo de tiempo en actividades de preparación y puesta punto	Buscando, cambiando o surtiendo carro de tachos y pigmentos	Carros de tachos que dependen exclusivamente de un montacargas	No tienen ruedas para ser movilizadas en el área	



Demoras en el proceso	Búsqueda de paletas de pigmentos	Falta de supervisión del inventario de materiales en el área	Incomodidad para ejercer supervisión	Particular suspendidas en el aire susceptibles de ser respiradas	Generación de desperdicios en el proceso
	Limpieza de estación de trabajo	Acumulación excesiva de desperdicios	Servicio de limpieza limitado	Solo limpia las áreas comunes	Cada operador es responsable de su estación de trabajo
	Calibración de la balanza	Repetitividad de la operación	Falta de confianza en el sistema de pesaje	Generación de tachos defectuosos	Falta de mantenimiento preventivo
Elemento: Mano de Obra					
Falta de pericia o poco entrenamiento	Generación elevada de desperdicios de materiales	En la apertura de sacos y llenado de tachos	Las actividades no cumplen los estándares establecidos	Los operadores realizan las labores con arbitrariedad	Falta de supervisión del departamento
	Tachos defectuosos	Confusión de materiales			
Desplazamientos innecesarios	Almacenar tacho en carro	Recorre 2 metros de distancia	El carro de tachos se ubica alejado de la estación	Los carros de pigmentos impiden un mayor acercamiento	Procedimiento para el llenado de tachos
	Búsqueda de paletas de pigmentos	Dificultad para encontrar el pigmento específico	Falta de identificación de paletas que están fuera de jaulas	No existe procedimiento para almacenar dichas paletas adicionales	Necesidad de establecer ubicación fija



Condiciones que provocan fatiga	Dolores de espalda	Debe llenar carro de pigmentos	Adopta posturas disergonómicas	Levantar sacos de 25 Kg al nivel del suelo	
	Cansancio en las extremidades superiores	Repetitividad del llenado de tachos	Descontrol al momento de tomar las porciones de pigmentos	Ineficiente proceso	
Ausencia	Retiro anticipado al final de turno	Falta de compromiso e incentivos económicos	Pago dependiente de la cuadrilla de bambury	Incomodidad con el pago	
		El operador debe asearse exhaustivamente	Alto grado de contaminación	Gran cantidad de desperdicios de materia prima	
Elemento: Equipo y Herramientas					
Velocidad reducida	Operaciones manuales	Llenado de tachos ineficiente	Equipos y herramientas inadecuados	Un solo tipo de pala	
		Identificar cada tacho	Evitar confusiones	Etiqueta de lote no se imprime	Falla la impresora
Elemento: Espacio					
Obstáculos	Desorden en el área	Paletas y carros mal ubicados	Descuidos del operador en orden y limpieza		
Inadecuada distribución de materiales	Recorrido innecesarios	Elementos mal ubicados	Pigmentos mal distribuidas	Falta de asignación de áreas	Ineficiente distribución de área



CAPÍTULO IV



CAPÍTULO IV.

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

4.1.1.1 RESEÑA HISTÓRICA

Para entender completamente en lo que se ha convertido hoy en día la empresa Bridgestone Firestone Venezolana C.A, hay que dar a conocer el pasado de las dos empresas que hoy en día se unen en una sola.

FIRESTONE

La Firestone Tire and Rubber Company fue fundada por Harvey Firestone a finales del siglo XIX para fabricar neumáticos para vehículos de transporte. La principal estrategia de comercialización de sus productos se baso en ser el proveedor principal de neumáticos para las empresas de Henry Ford, además de vender neumáticos independientemente.

Firestone tenía la sede principal en Akron, Ohio, donde también se encontraba la sede principal de su rival, Goodyear. Ambas compañías se convirtieron en los principales proveedores de neumáticos en Estados Unidos durante 75 años.

BRIDGESTONE

Bridgestone Corporation se fundó en 1931 por Shojiro Ishibashi en la ciudad de Kurume, Japón. En la actualidad es la primera compañía fabricante de neumáticos, seguida de Michelin, Goodyear, Continental y Pirelli.

Después de la Segunda Guerra Mundial, Bridgestone comenzó a fabricar motocicletas, pero sus mayores beneficios provenían de la fabricación

de los neumáticos gracias a que compañías como Honda, Suzuki y Yamaha usaban sus productos.

Más tarde decidió abandonar el negocio de las motocicletas y, en el año 1988, adquirió la compañía Firestone, también fabricante de neumáticos. Esta adquisición se fundamenta en la necesidad de agrandar la participación en el mercado mundial de neumáticos debido a que la línea de productos de Firestone era mucho más económica que línea de productos fabricada por Bridgestone, lo que permitía abordar los mercados más populares.

4.1.1.2 BRIDGESTONE FIRESTONE EN VENEZUELA

Bridgestone Firestone Venezolana fabrica y comercializa neumáticos desde 1954, con servicios que la diferencian en el mercado para la satisfacción de sus clientes. Posee una fuerza laboral de 1.200 empleados y un nivel de producción diario de 9.800 unidades de cauchos para atender la demanda del mercado venezolano, la región andina y del Caribe.

4.1.1.3 UBICACIÓN

La Empresa BFVZ se encuentra ubicada en La Carretera Nacional Valencia. Los Guayos, en la Zona Industrial I - La Quizanda, Estado Carabobo, Venezuela.

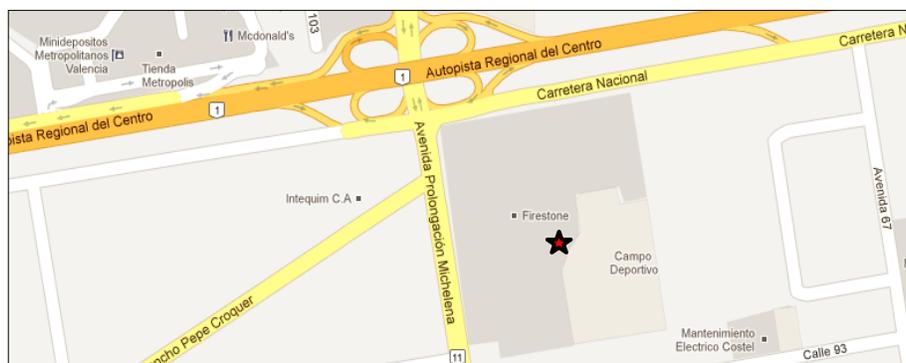


Figura Nro. 4.1. Plano de ubicación de la empresa.
Fuente: <https://maps.google.com/>



4.1.1.4 MISIÓN

Fabricar y comercializar neumáticos de calidad superior, con servicios que se diferencien en el mercado, a fin de satisfacer el cliente.

4.1.1.5 VISIÓN

- Ser el mejor lugar para laborar, donde todos los asociados puedan realizarse personal y profesionalmente.
- Mantenerse en el mercado 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.

4.1.1.6 VALORES

Integridad, Entusiasmo, Confianza, Orgullo, Trabajo en Equipo y Responsabilidad Social son los valores que marcan el éxito de Bridgestone Firestone en la industria del neumático en Venezuela.

El principio “Con la gente todo, sin la gente nada”, guía la actuación de todos los miembros de la familia Bridgestone Firestone Venezolana.

La Gestión de Valores a la manera Bridgestone favorece el crecimiento y desarrollo personal y profesional de la gente, motivando a la familia Bridgestone a vivir y actuar de acuerdo a valores.

4.1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

El proceso de elaboración de neumáticos en BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA está compuesto por 7 etapas principales, que se presentan a continuación en el siguiente diagrama de bloques:

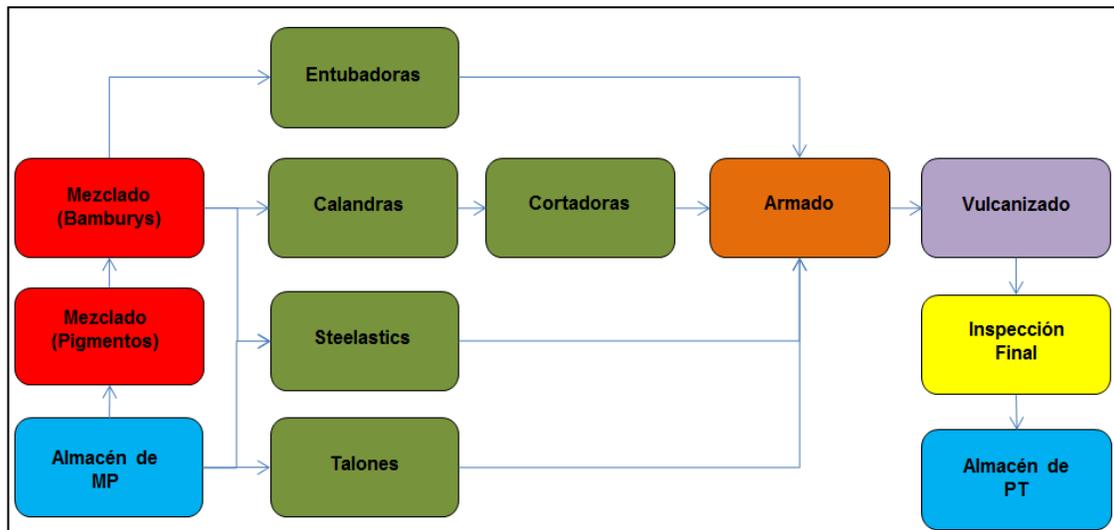


Figura Nro. 4.2. Diagrama de bloque del proceso de producción de cauchos.

1. Almacén de Materia Prima (Azul).
2. Mezclado (Rojo).
3. Preparación (Verde).
4. Armado (Naranja).
5. Vulcanizado (Morado).
6. Inspección Final (Amarillo).
7. Almacén de Producto Terminado (Azul).

A continuación se detallan las actividades que se realizan dentro de cada uno de estos departamentos:

Almacén de Materia Prima:

Éste se encarga de la recepción y almacenaje de todos los insumos necesarios para la fabricación del neumático.

Mezclado:

Su función principal es producir Goma Original y destinarla a las diferentes máquinas del Departamento de Preparación de Materiales.

Para la elaboración de este producto, es necesario el uso de 4 insumos: goma natural y sintética, pigmentos, negro de humo y aceite; mezclados en máquinas denominadas Bamburys. Las cantidades y especificaciones de cada insumo, dependerá del tipo de Goma Original a procesar. Se debe realizar un conjunto de pases en los Bamburys para la obtención de dicha goma, las cuales se ilustran en el siguiente diagrama de operaciones del proceso:

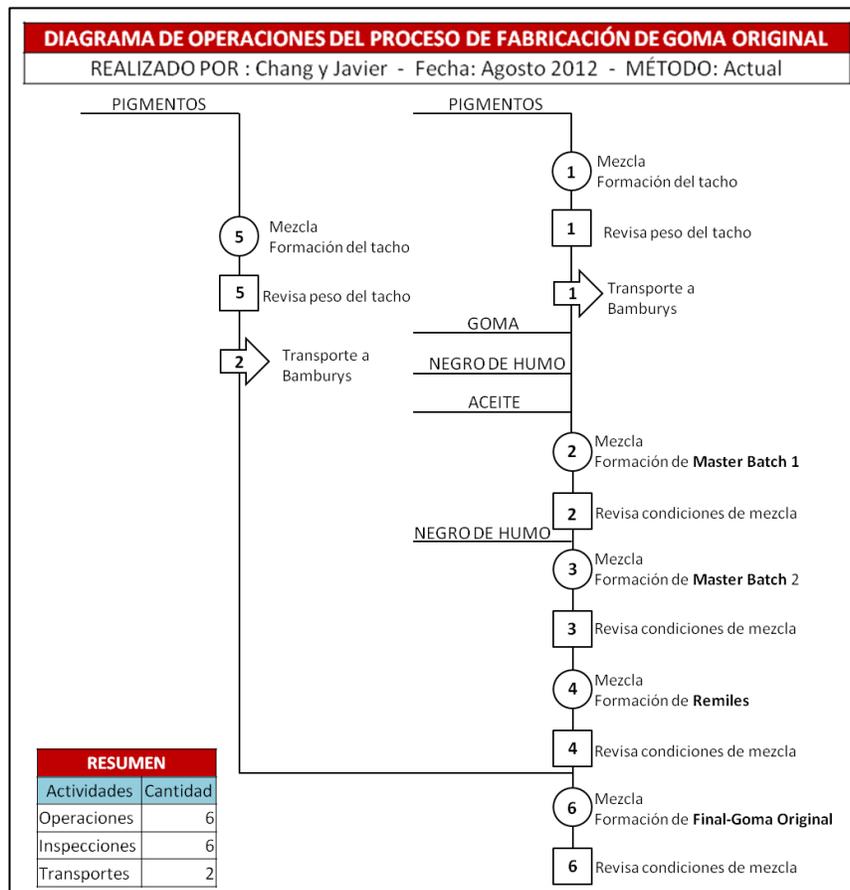


Figura Nro. 4.3. Diagrama de operaciones del proceso de goma original.

De la primera mezcla de componentes se obtiene el compuesto Máster Batch 1, de la segunda mezcla Máster Batch 2, de la tercera Remiles y de la cuarta Final (Goma Original). En la siguiente tabla se presentan los materiales necesarios para la realización de cada mezcla:

Tabla Nro. 4.1. Tipos de mezclas.
Fuente: Chang-Javier (2012).

Tipo de Mezcla	Materiales Necesarios
Máster Batch 1	Goma Natural
	Goma Sintética
	Pigmentos
	Negro de Humo
	Aceites
Máster Batch 2	Master Batch 1
	Negro de Humo
Remil	Master Batch 2
Final (Goma Original)	Remil
	Pigmentos

Preparación:

Este departamento lo conforman todas las máquinas que generan las diferentes partes del caucho, teniendo como suministro principal la goma original producida en el Departamento de Mezclado, así como también la tela de Nylon y alambre. El rodado, la pared, las telas de cuerpo, las telas estabilizadoras y los talones se producen en este departamento.

El rodado y la pared son producidas por las máquinas entubadoras. Estas se conforman por unos molinos quebradores y laminadores que amasan la goma original antes de pasar por el cabezal extrusor que les da forma de lámina rectangular, seccionada para los rodados y continua para las paredes.



Estos elementos una vez producidos son almacenados y transportados a las máquinas del Departamento de Armado.

Las telas de cuerpo se producen en las calandras y cortadoras. Las calandras, con sus molinos quebradores y laminadores, condicionan la goma dándole un espesor de 1,5mm. Esta goma afinada se adhiere a la tela de nylon por ambos lados por medio de un sistema de rodillos, generando rollos del material con un ancho de 1,5m y una longitud que ronda los 300m. Para evitar que el material se adhiera entre sí, se emplea espaciadores denominados “liners”. Estos rollos se dirigen a las máquinas cortadoras que seccionan la goma en longitudes específicas según el modelo del caucho a producir, una vez seccionadas, se obtienen las telas de cuerpo, y éstas son unidas por los extremos para que puedan ser almacenadas en rollos de tamaños menores. Este componente se transporta al Departamento de Armado.

Las telas estabilizadoras son producidas por 4 máquinas steelastics. Estas se diferencian de las telas de cuerpo al emplear alambre en sustitución de la tela de nylon. Los alambres una vez retirados del almacén de materia prima son colocados en un cuarto caliente para evitar que se oxiden por humedad, estos vienen en rolletes y están posicionados de tal manera que 20 de estos generan una lámina de alambres compactados que pasan por un cabezal para cubrirlos de goma. Este material se almacena en spools para dirigirse a las máquinas de armado.

Los talones son la parte más dura del caucho. Es el aro cubierto de goma que hace contacto con las llantas. Esta parte del neumático es producida enrollando alambre en perfecta forma circular.

Armado:

Se encuentra conformado por máquinas utilizadas para el montaje del neumático, compuestas de un tambor rotatorio en conjunto con una serie de



mecanismos que suministran al operario todas las partes descritas anteriormente, realizando el ensamble de las mismas en dos etapas:

La *primera etapa* consta en unir las diferentes telas de cuerpo una encima de la otra, según especificaciones del modelo, dándoles forma circular y colocando a los extremos las paredes y por último colocar los talones.

La *segunda etapa* consta de aplicar las diferentes telas estabilizadoras debajo del rodado.

Estas dos partes se ensamblan en una sola formando el caucho verde.

Vulcanizado:

Está conformado por una prensa que genera vapor, en la cual el operario de vulcanizado coloca los cauchos verdes, para terminar de darle la dureza y acabado final al caucho.

Inspección Final:

Antes de almacenar el caucho, se realizan las operaciones de inspección para cortar las rebabas de goma del neumático procedentes de los orificios de ventilación del molde de vulcanización.

Almacén de Producto Terminado:

Una vez inspeccionado y aprobado todos los controles de calidad, el caucho es almacenado para su posterior comercialización.

4.1.3 DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE ESTUDIO

Se utilizó como herramienta el paso 1 de la metodología ESIDE (ver Tabla Nro. 4.5), que permite identificar el área de mayor criticidad dentro del Departamento de Mezclado, por medio de los indicadores de mayor incidencia en el cumplimiento de los objetivos de la empresa.



Se evalúa solamente este departamento por ser éste, el ubicado al inicio del proceso, presentando incumplimientos en los niveles de producción afectando directamente a los demás departamentos, convirtiéndose en la prioridad para la empresa para ser mejorado.

Los valores actuales para el cálculo de cada uno de los indicadores, fueron suministrados por el departamento de ingeniería industrial de la planta, a través de los reportes emitidos diariamente por los supervisores.

Los indicadores a ser analizados son:

- Capacidad de Producción.
- Tiempos No Operativos.
- Desperdicio de Material.

Posteriormente se describe detalladamente cada uno de los indicadores seleccionados sobre las áreas que dividen al Departamento de Mezclado como se puede observar en el diagrama de bloque del proceso (ver figura 4.2).

Área de Pigmentos:

Tal como se mencionó en el planteamiento del problema, en esta área la actividad a realizar es la generación de tachos, según el tipo de goma que se vaya a producir en el área de Bamburys. Se ubican principalmente 4 estaciones de pesaje de compuestos.

Basándose en reportes diarios de producción del área (ver Apéndice I) y en estudios de tiempos realizados (ver Apéndice II), alcanzando 28 horas en el mes de Junio del año 2012, la capacidad actual de producción de tachos fluctúa en 480 unidades por turno, que se traducen en 1440 unidades diarias.

Se obtuvieron las siguientes gráficas para cada estación de pesaje:

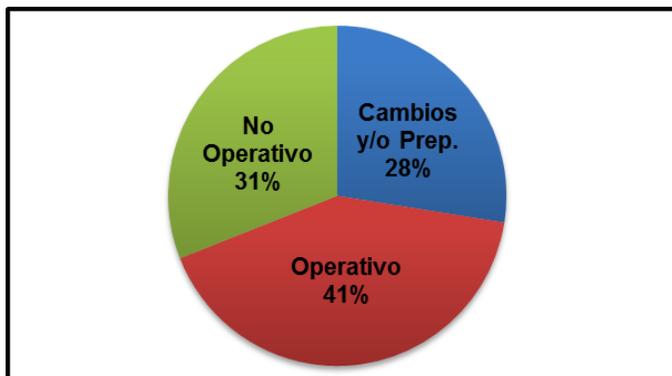


Figura Nro. 4.4. Distribución del tiempo en jornada de 6 horas, estación 1.

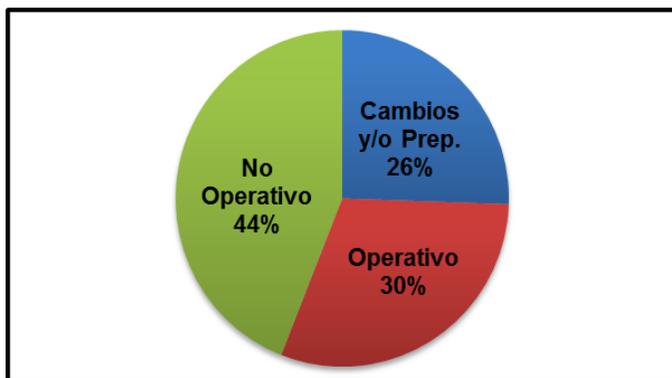


Figura Nro. 4.5. Distribución del tiempo en jornada de 8 horas, estación 2.

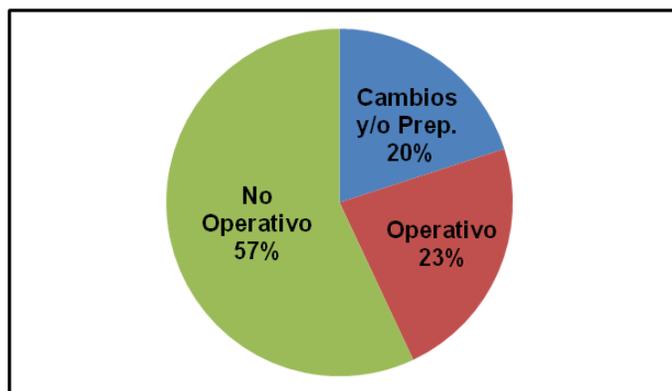


Figura Nro. 4.6. Distribución del tiempo en jornada de 6 horas, estación 3.

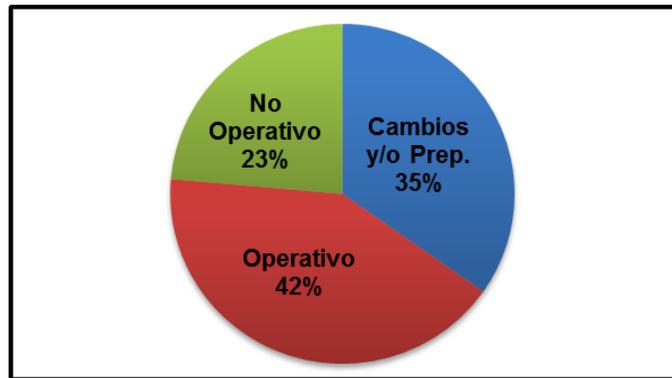


Figura Nro. 4.7. Distribución del tiempo en jornada de 8 horas, estación 4.

Dando como resultado final para los estudios de tiempos, englobando las cuatro estaciones, que el 27% de la jornada laboral el operario realizaba cambios y/o preparaciones en su puesto de trabajo, el 34% se mantuvo operativo y el 39% no operativo.

Los desperdicios de material se cuantifican en 120 Kg de pigmentos diarios, que se ven reflejados en la Tabla Nro. 4.2, que describe el promedio diario de desperdicio de material sobre cada estación de pesaje, después de hacer un seguimiento de una semana, debido a que no se llevan registros de los mismos.

Tabla Nro. 4.2. Promedio de desperdicio de material en estaciones.

	Estación I	Estación II	Estación III	Estación IV
Kg/día	21	25	36	38
TOTAL	120 Kg/día			

Área de Bamburys:

En esta área se ubican 4 Bamburys dedicados a la producción de gomas Máster Batch 1, Máster Batch 2, Remil y Final. El Bambury I produce los cuatro tipos de gomas; el Bambury III Máster Batch 1, Master Batch 2 y Remil; y los Bamburys II y IV Remil y final. La capacidad promedio de producción de gomas

es de 2700 unidades diarias, dato que se observa en la Tabla Nro. 4.3, que describe la producción diaria promedio de cada uno de los Bamburys.

Tabla Nro. 4.3. Producción promedio diaria de bamburys.
Fuente: Reportes de producción de bamburys, Junio de 2012.

Tipo de Goma	Bamburys			
	I	II	III	IV
Master Batch	190	0	430	0
Remiles	19	3	13	331
Finales	287	361	0	295
SUBTOTAL	296	364	443	427
			TOTAL	1929 unid/día

Tomando en consideración reportes de los supervisores, donde se detallan los tiempos no operativos en cada uno de los Bamburys, se obtiene:



Figura Nro. 4.8. Porcentajes de tiempos no operativos en bamburys.
Fuente: Reportes de tiempos no operativos en bamburys, Junio de 2012.

De acuerdo a estos valores, el 74% de la jornada laboral los Bamburys se mantuvieron en funcionamiento y el 26% estuvieron no operativos debido a fallas mecánicas, preparaciones y/o mantenimientos, alcanzando los 115 min/jornada.

El promedio diario de desperdicio de material que se genera en el área de Bamburys oscila en unos 475 Kg, los cuales se ven reflejados en la Tabla Nro. 4.4.

Tabla Nro. 4.4. Promedio de desperdicio de material en bamburys.
Fuente: Reportes de supervisores, Junio de 2012.

	Bambury I	Bambury II	Bambury III	Bambury IV
Kg/día	105	99	130	141
TOTAL	475 Kg/día			

De los indicadores mencionados anteriormente, el de mayor importancia para la empresa desde el punto de vista económico es el desperdicio de material, manteniendo un impacto significativo dentro del departamento de compras, no obstante, la empresa busca aumentar los niveles actuales de producción del departamento.

El costo involucrado para cualquier actividad es confidencial. Ante esta circunstancia se presentan en forma porcentual los costos mensuales en el Departamento de Mezclado (ver figura Nro.4.9).

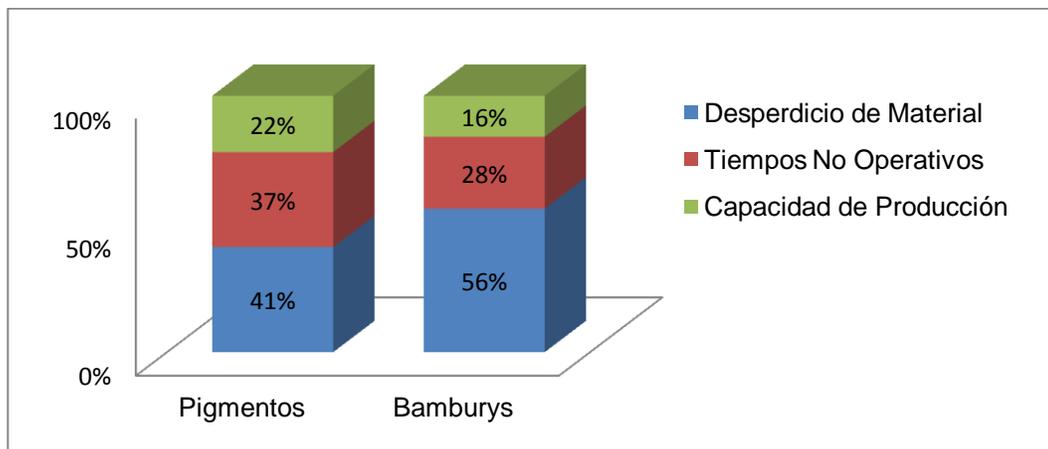


Figura Nro. 4.9. Porcentaje de costos del departamento de mezclado.
Fuente: Bridgestone Firestone Venezolana C.A.



Se observa entonces que los desperdicios generan mayores costos que los tiempos no operativos, por tanto, el primero se convierte en la segunda necesidad de la empresa en darle solución.

La empresa Bridgestone Firestone Venezolana C.A, desea alcanzar el nivel de producción de tachos acorde con la capacidad de producción establecida, en 2340 unidades diarias, que los desperdicios generados en el departamento no sobrepasen los 300 kilogramos diarios y cumplir estrictamente con la tolerancia para tiempos no productivos del 19% de la jornada laboral.

Tabla Nro. 4.5. Paso 1 de la Metodología ESIDE (Selección del área Crítica).

INDICADORES DE GESTIÓN DEL SISTEMA					SUBSISTEMA: 1			SUBSISTEMA: 2			
NOMBRE	Unidad de Medida	Valor Actual	Valor Meta	Peso Relativo	Área de Pigmentos			Área de Bamburys			
					Valor	Estatus	Ptos	Valor	Estatus	Ptos	
Capacidad de Producción	Unid/día	1440	2340	10	1440	2	20	1929	1	10	
Tiempos No Operativos	%	33	19	7	39	2	14	26	1	7	
Desperdicio de Material	Kg/día	595	300	9	120	1	9	475	2	18	
TOTAL								43			35

Peso Relativo (Escala asignada): 10 al más importante, descendiendo hasta 1 el menos importante).

Estatus: Prioridad de atención en comparación con el resto de los subsistemas.

Escala Empleada: (1,2) Siendo el 2 el sistema de mayor criticidad.

Como puede observarse en la Tabla Nro. 4.5, el área de pigmentos presenta mayor criticidad según la herramienta ESIDE, obteniendo una ponderación final de 43 puntos; por lo tanto, será el área bajo estudio en la presente investigación, con la finalidad de detectar las causas que influyen en los indicadores seleccionados y establecer propuestas para la solución de los problemas planteados.

4.1.4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA CRÍTICA

Para tener una visión general del Área de Pigmentos, se presenta en la Tabla Nro. 4.6 el Paso 2 de la metodología ESIDE, que describe el producto, los insumos, clientes, proveedores, actividades, recursos y métodos de trabajo empleados en la misma, con el fin de entender todas las actividades que en ella se realizan.

Tabla Nro. 4.6. Paso 2 de la Metodología ESIDE.

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A	
Sistema en estudio: Proceso de producción del área de pigmentos del Dpto. Mezclado	
Fecha: Agosto – 2012	
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	
PRODUCTO	INSUMOS
Bolsa de combinación de pigmentos - TACHO	Pigmentos y Bolsas plásticas
CLIENTE	PROVEEDOR
Área de Bamburys	Almacén de Materia Prima

Tabla Nro. 4.6. Paso 2 de la Metodología ESIDE. (Continuación).

ACTIVIDADES				
Almacén de Materia Prima				
↓				
Buscar herramientas y equipos de protección				
↓				
Revisar estación				
↓				
Suministrar bolsas				
↓				
Activar estación				
↓				
Calibrar balanza				
↓				
Revisar programación				
↓				
Buscar formula en sistema				
↓				
Buscar carros de pigmentos				
↓				
Buscar carro de tachos				
↓				
Pesar tachos				
↓				
Almacenar tachos				
↓				
Identificar lote de tachos				
↓				
Retirar carro de tachos				
↓				
Guardar herramientas y equipos de protección				
↓				
Área de Bamburys				
RECURSOS				
MANO DE OBRA	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	ESPACIO	TIEMPO	OTROS
4 Pesadores 1 Montacarguista 1 Servicio de Limpieza	Ver tablas Nro. 4.8 y 4.9	570 m ²	Ver tabla Nro. 4.10 y 4.11	/

4.1.4.1 PRODUCTO

El producto generado en el Área de Pigmentos es el Tacho, el cual está compuesto por la combinación de diferentes pigmentos según lo especifique el lote y es uno de los insumos necesarios para producir las mezclas Master Batch 1 y Final, producidas en el área de Bamburys.

En el área se producen 39 tipos de tachos, los cuales se describen a continuación en la Tabla Nro. 4.7. En ella se visualiza la forma del tacho y la forma de almacenamiento, así como también el código de identificación, el peso y la cantidad de pigmentos que lo conforman.

Tabla Nro. 4.7. Tachos producidos en el Área de Pigmentos.

	TACHO	PESO (Kg)	Nº de Pigmentos Utilizados
 <p style="text-align: center;">Tacho</p>	RN312	9,35	1
	B3737	3,51	2
	J2755	3,15	2
	J4177	3,21	2
	J2751	8,51	3
	RN281	6,79	3
	V0021	10,96	3
	V0391	5,90	3
	V1697	3,34	3
	V2327	2,67	3
	V8771	9,61	3
	J2981	8,35	4
	J3437	8,34	4
	J8811	11,58	4
	J8817	3,96	4
	V0027	8,28	4
	V0067	3,36	4
	V4277	4,24	4
	 <p style="text-align: center;">Carro de Tachos</p>	V8401	7,30
V8777		6,25	4
V9637		3,09	4
J3997		11,81	5
J5487		6,18	5
J7491		10,24	5
J7497		5,94	5
RN311		12,23	5
V5381		12,01	5
V7521		8,24	5
V7917	4,39	5	
V9851	10,57	5	

<p>Carro de Tachos</p>	J2917	13,31	6
	J5481	10,49	6
	V0701	18,5	6
	V0707	5,97	6
	V1691	16,94	6
	V8407	4,41	6
	V9857	4,81	6
	J2757	17,07	7
	V4271	17,42	7

4.1.4.2 INSUMOS

Los insumos necesarios para el desarrollo de las operaciones realizadas en el área, están representados por todos los pigmentos utilizados para generar las formulas requeridas en los 39 tachos expuestos anteriormente y por las bolsas utilizadas para almacenar dicha fórmula.

En total se tienen 31 tipos de pigmentos, los cuales se describen detalladamente en la Tabla Nro. 4.8. Se visualiza la forma en que se almacenan en el área de pigmentos y en el almacén de materia prima, el código de identificación del material, peso del saco y el nombre químico.

Tabla Nro. 4.8. Tipos de pigmentos.

Fuente: Chang-Javier (2012).

	PIGMENTOS	PESO (Kg)	DESCRIPCIÓN
<p>Paletas de Pigmentos (Área de Estudio)</p>	RE079	25	Azufre Amorfo 20%
	RE250		Silano
	RL010		Oxido de Zinc
	RM017		Cera Icrocristalina
	WE019		Oxido de Magnesio
	RN009		Acido graso alto peso molecular
	RN024		Resina Fenolformaldehido
	RN032		Hexametoximetilamina
	RN054		Penacolite Resina B-19S

<p>Paletas de Pigmentos (Área de Estudio)</p>	RP078	25	DBD-Dibenzoamidodisulfuro
	RY076		Cobaltoboroneodecanoato
	WE015		Azufre Rombico 1% aceite
	WF012		Difenilguanidina
	WF025		Ciclohexilbenzotiazol
	WF029		Vulcacit-Benzotiazol
	WF057		Terbutylbenzotiasulfanamida
	WF239		MBTS-Benzotiazildisulfuro
	WK023		Silica Amorfa
	WK056		Silica comprimida granulada
WL013	Acido Esteárico		
WM026	Dimetilbutylfenilamina		
WM422	Quinilina polimerizada		
WN012	Resinahidrocarbonada		
WN020	Resinafenolica		
WN023	Butylfenoacetileno		
WN037	Resinahidrocarbonada		
WN043	N-Ciclohexiltiotalamida		
WN084	Dimetiloctadecilamina		
WN097	Rubermaquin		
WN161	Mezcla de sales de Zinc		
WY035	Ácidos grasos		
<p>Paletas de Pigmentos (Almacén de MP)</p>			Resorcinol

El tipo de bolsa utilizada para verter la mezcla de pigmentos que genera el tacho, está diseñada con materiales que no modifican las condiciones finales de la goma, por tanto son parte de la mezcla que se realiza en los Bamburys.

Estas vienen en dos presentaciones:

- Bolsa azul para 10 kg.
- Bolsa transparente para 20 Kg.



Figura Nro. 4.10. Rollos de bolsas para tachos.

4.1.4.3 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Para el cumplimiento del objetivo del área se utiliza una balanza de pesaje que realiza la actividad fundamental del área. Adicionalmente, el operador dispone de otros equipos secundarios, destinados al traslado, manipulación y almacenamiento temporal de los materiales. A continuación se describe en la Tabla Nro. 4.9, las características principales de los equipos y herramientas empleados para llevar a cabo todas las operaciones.

Tabla Nro. 4.9. Equipos y Herramientas.
Fuente: Chang-Javier (2012).

EQUIPO/HERRAMIENTA	NOMBRE	UNID	DESCRIPCIÓN
	<p>Estación de Pesaje</p>	<p>4</p>	<p>Conformada por la balanza, el panel de control táctil y la estructura para soportar la bolsa, es el lugar donde se realiza la operación de pesaje de tachos manualmente.</p>
	<p>Panel de Control Táctil</p>	<p>4</p>	<p>Proporciona información sobre la fórmula del tacho a pesar, muestra los pesos parciales de cada pigmento y el acumulado del tacho cuando se está pesando. Software y equipos Allen-Bradley</p>

	<p>Colector de Polvos</p>	<p>2</p>	<p>Aspira las partículas generadas en la boca del tacho cuando se pesa. Capacidad = 2000cfm</p>
	<p>Montacargas</p>	<p>1</p>	<p>Marca: Yale Capacidad= 5 ton Motor: Vortec Combustible: Gas Llantas: Rígidas.</p>
	<p>Marcador</p>	<p>4</p>	<p>Punta redonda Utilizado para identificar el lote de tachos.</p>
	<p>Palas</p>	<p>4</p>	<p>Utilizadas para realizar el llenado del tacho. Peso= 900g Dim= (32x15x8,5)cm.</p>
	<p>Carro de Tachos</p>	<p>42</p>	<p>Permite almacenar los lotes de tachos producidos y trasladarlos al área de Bamburys.</p>
	<p>Cuchillo</p>	<p>4</p>	<p>Permite romper los sacos al momento de llenar los carros de pigmentos. Dim = (20x14,5x8)cm.</p>

	<p>Computadora</p>	<p>1</p>	<p>Marca: HP Imprime las etiquetas de identificación del lote producido. Dim = (180x60x65)cm.</p>
	<p>Pesas</p>	<p>4</p>	<p>Utilizadas para calibrar la balanza de pesaje al inicio del turno y cuando sea requerido. Peso = 5 Kg.</p>
	<p>Carro Metálico</p>	<p>27</p>	<p>Almacena los pigmentos de menor consumo. Dim= (42x18x96)cm.</p>
	<p>Carro Plástico</p>	<p>34</p>	<p>Almacena los pigmentos de mayor consumo. Dim=(80x105x96,5)cm.</p>
	<p>Paletas</p>	<p>-</p>	<p>Permiten el orden, almacenaje y traslado de los sacos de pigmentos. Plásticas. Dim= (100x100x15)cm.</p>

Los carros de tachos varían de acuerdo a 6 tipos de dimensiones, donde el volumen mayor de almacenamiento es de 1 m³ y las alturas de soporte de material (A1) y punto de aplicación de fuerza (A2) son variadas, (ver Figura Nro. 4.11). Además cabe destacar que de los 42 carros de tachos disponibles, se tienen 10 del modelo 1, 13 del modelo 2 (sin ruedas), 7 del modelo 3, 5 del modelo 4, 6 del modelo 5 y 1 del modelo 6.



Figura Nro. 4.11. Modelos de carros de tachos.

4.1.4.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Los EPP utilizados por los trabajadores para preservar su seguridad en el área durante la jornada laboral, se muestran detalladamente en la Tabla Nro. 4.10.

Tabla Nro. 4.10. Equipos de Protección Personal.

EQUIPO	NOMBRE	UTILIDAD
	<p>Traje de Seguridad</p>	<p>Es de material impermeable y se utiliza para evitar que las partes corporales entren en contacto directo con los pigmentos.</p>
	<p>Protector Auditivo</p>	<p>Se utiliza para filtrar la cantidad de ruido presente en el área y de esta forma evitar posibles lesiones auditivas.</p>
	<p>Mascarilla</p>	<p>Son utilizadas por los operarios para filtrar las partículas de polvo presentes en el área y de esta forma poder evitar problemas respiratorios y pulmonares.</p>
	<p>Guantes</p>	<p>Son utilizados por los operarios para evitar el contacto directo con los pigmentos y evitar la contaminación corporal.</p>

	Botas de seguridad	Sirven para proteger los pies del operario cuando esté trabajando con herramientas o materiales pesados, en caso de que éstos puedan caer al suelo y lesionarlo.
---	---------------------------	--

4.1.4.5 ÁREA DE TRABAJO

Consta de 570 m², divididos en sub áreas donde se ubican los siguientes elementos:

1. Cuatro estaciones de trabajo donde se realiza el pesaje de tachos con una apreciación de 1 gramo. (ver Figura Nro. 4.12).



Sistema de Pesaje

Figura Nro. 4.12. Estación de pesaje.

2. Un espacio para la ubicación de carros contenedores de pigmentos; grandes para los pigmentos de mayor uso y pequeños para los de bajo consumo, (ver Figura Nro. 4.13).



3. 6 jaulas para almacenar paletas de pigmentos de alto consumo, para un total de 6 diferentes pigmentos, con la finalidad de mantener el orden y realizar una rápida ubicación de pigmentos al momento de abastecer los carros y no incurrir en tiempos excesivos de espera en el proceso de buscarlos uno a uno al almacén de materia prima, (ver Figura Nro. 4.14).



Figura Nro. 4.14. Línea de jaulas para almacenar paletas de pigmentos.

4. Espacio para la ubicación de lockers donde se almacenan las herramientas, equipos de protección y pertenencias personales de cada operador, (ver Figura Nro. 4.15).



Figura Nro. 4.15. Lockers de operadores.

5. Zona para colocar temporalmente los carros llenos de tachos que se destinan a los Bamburys y los vacíos que se utilizan para el inicio de la corrida de pesaje establecida en el programa de producción, (ver Figura Nro. 4.16).



Figura Nro. 4.16. Zona de carro de tachos.

6. Lugar de primeros auxilios, donde se encuentran dos limpiadores de ojos, una camilla y una ducha, (ver Figura Nro. 4.17).



**Figura Nro. 4.17. Ducha, lava ojos y camilla.
Fuente: Chang-Javier (2012).**

7. Espacio donde se encuentra ubicada la computadora que imprime las etiquetas de identificación de tachos, (ver Figura Nro. 4.18).



Impresora

Figura Nro. 4.18. Cabina de la computadora.

8. Almacén temporal de los desperdicios generados en el área, (ver Figura Nro. 4.19).



Figura Nro. 4.19. Almacén temporal de desperdicios.

A continuación se presenta la distribución de las sub áreas antes mencionadas, (ver Figura Nro. 4.20).

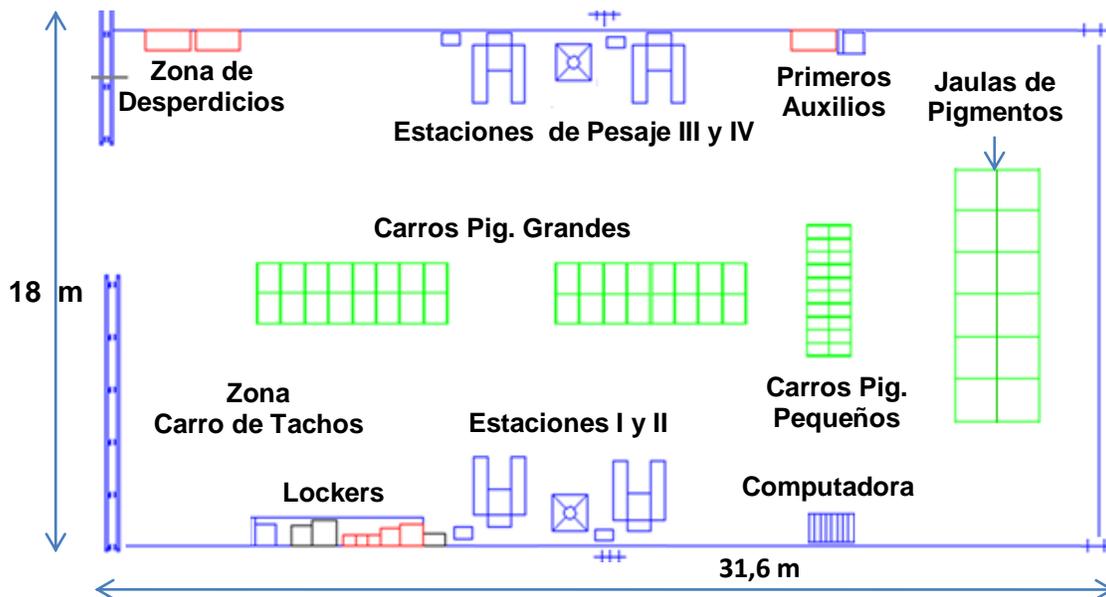


Figura Nro. 4.20. Vista en planta del Área de Pigmentos.

Con respecto a las condiciones de trabajo, la iluminación en el área es completamente artificial proporcionada por 21 lámparas fluorescentes a nivel de techo (ver Figura Nro. 4.21).



Figura Nro. 4.21. Iluminación del Área de Pigmentos.

La temperatura del área es de unos 29° grados, pero a nivel corporal esta aumenta considerablemente por los implementos de trabajo que debe colocarse el operador para la eficiente realización de las labores. La poca ventilación que presenta el área, genera contaminación en el aire a causa de la concentración de polvos de pigmentos, motivo por el cual se tiene separada de los demás departamentos y áreas de trabajo.

El orden y la limpieza del área es deficiente, debido a la falta de colaboración de los operarios en el mantenimiento de la misma y a las insuficientes jaulas de almacenaje de paletas de pigmentos, que ocasionan que las paletas adicionales sean colocadas en cualquier lugar del área sin orden específico, (ver Figura Nro. 4.22).



Figura Nro. 4.22. Desorden en el Área de Pigmentos.

El suelo es laminado de hierro para evitar las deformaciones que se generan en el piso de concreto debido a los equipos de manejo de materiales.

Las estaciones de pesaje cuentan con un colector de polvos, para absorber las partículas generadas al verter pigmentos deliberadamente en el tacho, pero no cumple con las expectativas de los operadores porque observan que la extracción es deficiente. (ver Figura Nro. 4.23).



**Colector
de Polvos**

Figura Nro. 4.23. Colector de Polvos de Estación de Pesaje I y II.

El índice de accidentes laborales durante los meses de Mayo, Junio y Julio fue nulo según los registros del departamento de seguridad, debido a la simplicidad que presentan los equipos y herramientas al ser manipulados. Por otro lado, existe el riesgo de adquirir enfermedades respiratorias, debido a la exposición constante de polvos en el ambiente y también de presentar lesiones musculoesqueléticas a nivel de espalda y brazos, por las elevadas repeticiones realizadas en el proceso de llenado de carros y tachos. Para minimizar el riesgo de enfermedades respiratorias, se le suministra al operador equipos de protección personal especiales, como lo es la mascarilla completa para el rostro y trajes de impermeabilización detallados anteriormente en la tabla Nro. 4.9.



4.1.4.6 PROCESO DE PRODUCCIÓN

Es ejecutado por 4 operadores, asignados cada uno a una estación de trabajo. Al inicio del turno cada operador llega al Área de Pigmentos y se dirige a su locker buscando un cuchillo para la apertura de los sacos, las palas para realizar el pesaje, un marcador para identificar los tachos y un lápiz para hacer anotaciones de interés; también se dispone a colocarse los implementos de seguridad que le permiten evitar la contaminación corporal y de las vías respiratorias.

Una vez colocados los implementos de seguridad el operador se dispone a revisar las condiciones físicas en las cuales el operador del turno anterior ha dejado la estación de trabajo. Revisa iluminación y el software de pesaje, chequea la disponibilidad de bolsas para tachos y de no poseer la cantidad suficiente de rollos, se dirige al almacén de materia prima a retirarlos y traerlos en las manos.

Con los rollos en el área, se dispone a activar la estación introduciendo su usuario y clave en el software de pesaje y procede a calibrar la balanza con unas pesas calibradoras de 5 Kg, para que el sistema pueda arrojar valores exactos en el proceso de pesaje de tachos. Esta calibración la realizan repetidas veces. Ya calibrado el sistema, procede a revisar la programación del turno donde se le especifican los tachos y cantidades a producir.

Seguido de esto, introduce en el sistema el tacho que se requiere producir para visualizar la fórmula de la mezcla de pigmentos que lo compone y con esta información, ubicar en la zona de los carros de pigmentos, aquellos que son necesarios para iniciar la corrida. Si estos carros están surtidos de pigmentos se dispone a ubicarlos uno a uno en la estación, llegando a movilizar de 1 a 7 carros según el tacho requerido. Si no están surtidos, debe llevarlos uno a uno, a la línea de jaulas de almacenamiento de paletas de pigmentos ubicadas al nivel del piso, donde manualmente debe levantar los sacos de 25

Kg, inclinándose completamente cuando quedan las últimas camadas de la paleta, incurriendo en movimientos disergonómicos.

Al levantar cada saco, este los abre en la misma zona mediante el uso del cuchillo y los vierte deliberadamente en el carro, realizando la labor unas 5 veces para llenar el carro grande y 1 vez para llenar los carros pequeños. (ver Figura Nro. 4.25).



Figura Nro. 4.25. Llenado del carro de pigmentos.

Mediante el llenado de carros de pigmentos el operador no tiene cuidado alguno, además tiene la libertad de realizar la actividad en cualquier parte, generando contaminación y desperdicios en toda el área, (ver Figura Nro. 4.26).



Figura Nro. 4.26. Contaminación por apertura de sacos.

Al colocar los carros de pigmentos correspondientes alrededor de la estación, se dirige a la zona de carro de tachos para tomar uno y ubicarlo igualmente en el puesto de trabajo y dar comienzo a la actividad de pesaje.

Para realizar el pesaje de tachos, el operador coloca la bolsa requerida en una estructura cilíndrica que la soporta, (ver Figura Nro. 4.27),



Figura Nro. 4.27. Estructura para colocar la bolsa.

Procede a verter cada pigmento de la fórmula mediante el uso de una pala, teniendo que realizar varias repeticiones de paleo debido a la falta de precisión de los operadores por la poca experiencia inherente al poco entrenamiento y la elevada rotación de operadores en el área; como estrategia para evitar las enfermedades ocupacionales.

Cada pigmento es pesado según lo que le indique el panel visual, este tiene la capacidad de mostrar cuando se ha llegado al peso estipulado y cuando no, indicando también cuando se ha sobrepasado de cantidad de pigmento; si esto sucede el operario debe introducir sus manos para retirar el pigmento sobrante, lo que ocasiona pequeñas pérdidas de tiempo de 10 segundos aproximadamente, que sumadas durante todo el turno representan un valor considerable.

Durante este proceso de llenado también se mezclan los pigmentos porque el operador vierte el material en los demás carros, sobre la estación y en el suelo, contaminando, generando desperdicio y distorsionando el peso del

tacho, por materiales que caen fuera de la bolsa pero dentro de la base de la balanza. Además de esto, por la lejanía de los carros a la balanza, el operario debe realizar una serie de desplazamientos que le provocan fatiga (ver Figura Nro. 4.28).



Figura Nro. 4.28. Movimientos disergonómicos durante la operación.

El vertimiento de pigmentos dentro de la bolsa, genera una nube de polvos que son evitadas parcialmente con la mascarilla de cara completa utilizada por el operador y un sistema de extracción de polvos que se ubica debajo del panel visual. Pero este último presenta deficiencias en la extracción, dado que no tiene un plan de mantenimiento adecuado y la campana de extracción no focaliza la succión específicamente a la boca de la bolsa.

Finalizado el proceso de llenado, el operario se dispone a ubicar cada tacho generado dentro del carro de almacenaje. Una vez lleno el carro de tachos, el operador identifica con un marcador todos los tachos sobre la superficie de la bolsa, especificando el código del mismo para evitar confusiones en el área de Bamburys, luego coloca una etiqueta que identifica el lote, la fecha, el turno y nombre del operador que realizó la operación. Esta etiqueta la genera una impresora que requiere de continuo mantenimiento debido a las partículas de polvos a la que está constantemente expuesta; las cuales generan truncamiento en las partes internas y malas impresiones.



Por último devuelve el carro a la zona de almacenamiento temporal, para que el montacarguista traslade el carro de tachos al área de Bamburys cuando sea solicitado. Este proceso es realizado tantas veces como requiera la programación del turno, siendo un promedio, 5 lotes por operador.

A continuación se muestra en la Tablas Nro. 4.11, el diagrama de proceso, que describe el orden de todas las operaciones, inspecciones, demoras y almacenajes que tienen lugar durante el proceso descrito anteriormente, presentando un estimado de los tiempos consumidos y recorridos llevados a cabo en cada actividad.

Tabla Nro. 4.11. Diagrama de Proceso Actual RESUMEN.

TIPO DE ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIAS	
	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo
OPERACIONES	5	291				
TRANSPORTES	2	90				
INSPECCIONES	2	23				
DEMORAS	3	22				
ALMACENAJES	4	28				
Distancia Recorrida	718 metros					
Tiempo Total	454 minutos					

Tabla Nro. 4.11. Diagrama de Proceso Actual.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO	TIPO ACTIVIDAD					CUANTIFICACIÓN					ANÁLISIS					OBSERVACIONES	ACCIÓN				
	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancia (m)	Tiempos (min)	Repeticiones	Total (m)	Total (min)	¿Qué es?	¿Dónde es?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Cómo?		Eliminar	Combinar	Cambiar	Persona	Mejorar
1	Buscar herramientas y equipos de protección					2	3	2	4	6											Expuesto a contaminación
2	Revisar estación						10	1		10											Búsqueda de anomalías
3	Suministrar bolsas					25	7	2	50	14											Traslada peso considerable
4	Activar estación						2	1		2											
5	Calibrar balanza						5	1		5											Muchas repeticiones
6	Revisar programación						2	5		10											
7	Buscar fórmula en sistema						2	5		10											
8	Buscar carros de pigmentos					12	3	25	300	75											Estandarizar – desperdicios
9	Buscar carro de tachos					10	3	5	50	15											Pocas unidades
10	Pesar tachos						2	130		260											Desperdicios
11	Almacenar tachos					2	0,1	130	260	13											
12	Identificar lote de tachos						0,1	130		13											Cada tacho
13	Retirar carro de tachos					10	3	5	50	15											
14	Guardar herramientas y equipos de protección					2	3	2	4	6											Expuesto a contaminación



4.1.4.7 TIEMPOS

La empresa tiene establecida una distribución de los tiempos operativos, las actividades de preparación y puesta punto, las necesidades personales y actividades no productivas de 65%, 16%, 5% y 14% respectivamente.

Con base en esto, se tiene que el tiempo asignado para el llenado de tachos es de 292 minutos de la jornada laboral, es decir, el 65% de 7,5 horas.

Se realizaron estudios de tiempos intermitentes a cada uno de los tipos de tachos durante el mes de Junio, para establecer el tiempo que se tarda desde que se coloca la bolsa en la balanza hasta que se coloca el tacho en el carro de almacenaje, excluyendo estrictamente toda actividad que no estuviera asociada al llenado de tachos (ver Apéndice IV).

Se deduce que la producción alcanza el máximo de 556 tachos de un pigmento y el mínimo de 156 tachos de 7 pigmentos, empleando para tal fin, el 65% de la jornada laboral de cada operador.

Para determinar con mayor aproximación la capacidad de producción, se debe considerar que la programación del turno no posee lotes con la misma cantidad de pigmentos. Tomando en cuenta los registros de producción del área del mes de Junio, se obtiene un promedio de 120 tachos por turno (ver Apéndice I), adicionalmente se determinó cuantos lotes fueron producidos según el número de pigmentos, estableciendo un porcentaje de producción en base a este indicador, arrojando los siguientes resultados.

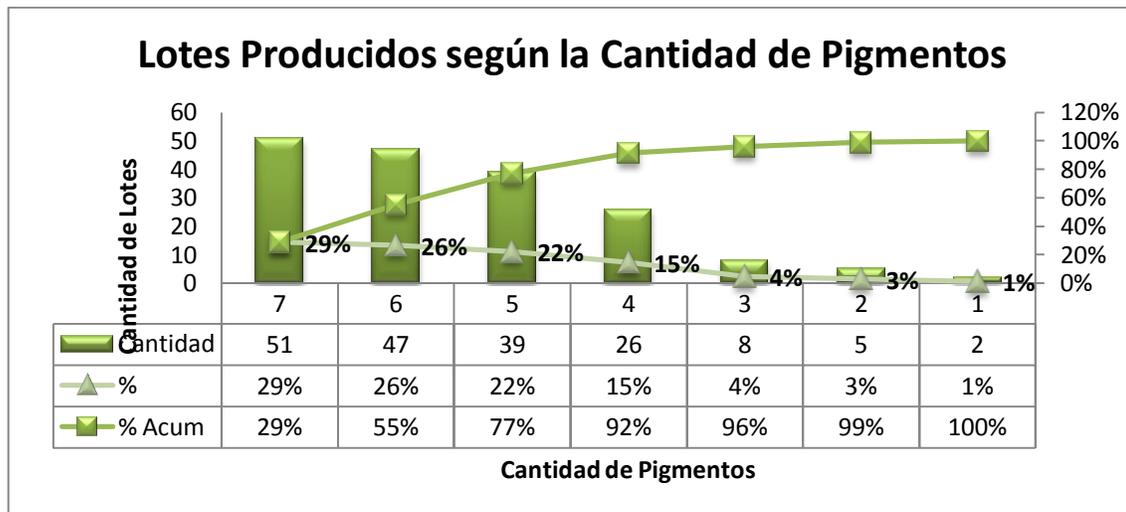


Figura Nro. 4.29. Lotes producidos según la cantidad de pigmentos.

Combinando estos resultados junto al tiempo de ciclo de los tachos agrupados según el número de pigmentos que posee, se determinó la capacidad de producción de un turno de trabajo.

Tabla Nro. 4.12. Tiempo de ciclo promedio por tacho.

Nº de Pig.	min/tacho	%	Proporción (min)
1	0,526	1%	0,005
2	0,602	3%	0,018
3	0,910	4%	0,036
4	1,091	15%	0,164
5	1,413	22%	0,311
6	1,638	26%	0,426
7	1,870	29%	0,542
Tiempo de Ciclo (min/tacho)			1,502

El tiempo de ciclo promedio de cada tacho es de 1,502 min. Dividiendo 292 minutos entre 1,502 minutos, se obtiene una capacidad de producción promedio de 195 tachos por turno. Contrastando este resultado con los registros de producción anteriormente nombrados, existe un déficit de 75 tachos, lo que indica que la política empresarial de distribución de tiempos de la jornada laboral actualmente no se cumple.



CAPÍTULO V

CAPÍTULO V

PROPUESTAS DE MEJORAS

Para cumplir con el objetivo principal de este trabajo de investigación, basado en el aumento de la productividad del Área de Pigmentos, es de vital importancia establecer una serie de propuestas de mejoras que permitan eliminar o reducir lo más posible los desperdicios identificados, cuantificados y analizados en el capítulo anterior, gracias a la correcta aplicación de la metodología ESIDE, diagramas de causa y efecto, diagramas de Pareto, criterios del “Análisis de la Operación” , detallados estudios de tiempos y la herramienta 5S.

Estas herramientas de análisis permitieron establecer claramente los aspectos a mejorar, mediante la creación de dispositivos, establecimiento de nuevos procedimientos y la implementación de un plan de incentivos.

Cabe destacar que todas estas propuestas se enmarcan dentro de cada uno de los principios de la 5S como se señaló en el marco teórico, haciendo referencia en la modificación del principio de clasificación, donde se lleva a cabo tanto la selección de elementos necesarios dentro del proceso como la creación de elementos inexistentes actualmente. Todas estas propuestas generan significativos resultados en la disminución de desperdicios, el empleo eficiente del tiempo laboral y el aumento de los niveles actuales de producción del área estudiada.

Para tal fin, se utiliza el paso 7 de la metodología ESIDE, denominado “Algunas técnicas para la eliminación de desperdicios” y el paso 8 “Evaluación de las soluciones”, permitiendo, con el primero, orientar y organizar la información de introducción a las propuestas y con el segundo, comparar el método actual y el propuesto, establecer ventajas y desventajas de su aplicación y definir los desperdicios a eliminar o reducir.

5.1 TÉCNICAS PARA ELIMINAR DESPERDICIOS

Tabla Nro. 5.1. Algunas Técnicas para eliminar los desperdicios.

TÉCNICA	DESPERDICIO A ELIMINAR O REDUCIR
5S	Obstáculos
	Inadecuada distribución de equipos, herramientas y materiales
KAISEN	Velocidad reducida
	Consumo significativo de tiempo
ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS y ERGONÓMICAS	Desplazamientos innecesarios
	Condiciones que provocan fatiga
JUSTO A TIEMPO	Demoras en el proceso
AMEF	Falta de pericia o poco entrenamiento
PLAN DE INCENTIVOS	Ausencia

A continuación se describen detalladamente las características y especificaciones de cada propuesta de mejora:

5.2 APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA 5S

CLASIFICACIÓN (SEIRI)

5.2.1 PROPUESTA Nro.1: Rediseño de las estaciones de pesaje

Para el rediseño de las estaciones de pesaje de pigmentos, se estable un grupo de trabajo interdisciplinado que lleve a cabo todas las operaciones necesarias para el eficiente planteamiento de las mejoras. Bajo la filosofía KAISEN los departamentos de Ingeniería Industrial, Proyectos y Mantenimiento Mecánico participaron en el diseño de la siguiente propuesta. Como parte de los requerimientos del departamento de Ingeniería Industrial se establecen los cambios en la ejecución de actividades y en el manejo de materiales asociado.



Siguiendo la normativa UNE-EN ISO 14738 para la seguridad en el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas, en sus lineamientos para trabajo de pie (ver Anexo C), se propone un nuevo diseño para las estaciones de pesaje con el objeto de controlar la diversidad de operaciones manuales, las emisiones de partículas en el ambiente y los movimientos disergonómicos realizados durante el proceso de pesaje de pigmentos.

Este diseño modificará completamente las actividades, el pesaje de pigmentos será realizado en un contenedor cilíndrico que dispondrá de la bolsa; constará de 3 campanas de extracción, de las cuales una de ellas estará dividida en dos y permitirá doble extracción. Además será realizado sobre un sistema de bandas transportadoras que admitirá el llenado de varios contenedores a la vez.

Las campanas estarán focalizadas en la banda transportadora, en el carro de pigmentos y en la boca del contenedor de la bolsa, y estarán diseñadas para una capacidad de extracción aproximada de 7795 CFM, según requerimientos del departamento de mantenimiento mecánico, el triple de la extracción actual. El llenado de contenedores se realizará utilizando un carro de pigmentos a la vez hasta que sean llenados todos los contenedores para luego cambiarlo y repetir el procedimiento hasta completar la mezcla.

ALTERNATIVA 1

Sistema de banda transportadora en forma de L, con disponibilidad de llenado de 20 contenedores simultáneamente.

DISEÑO

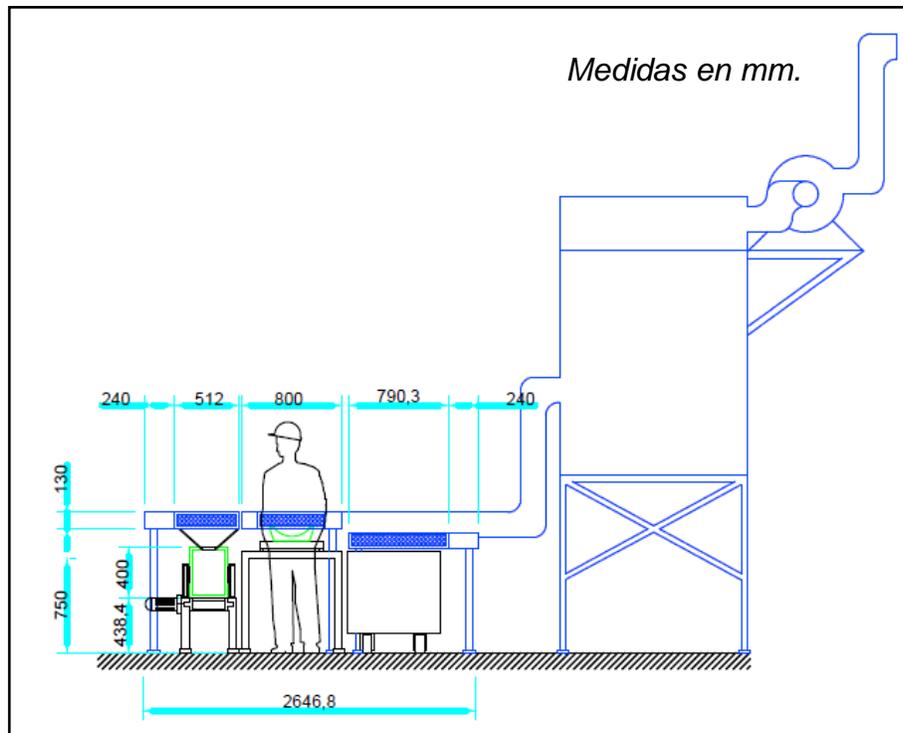


Figura Nro. 5.1. Vista Frontal de Estación de Pesaje Alternativa 1.

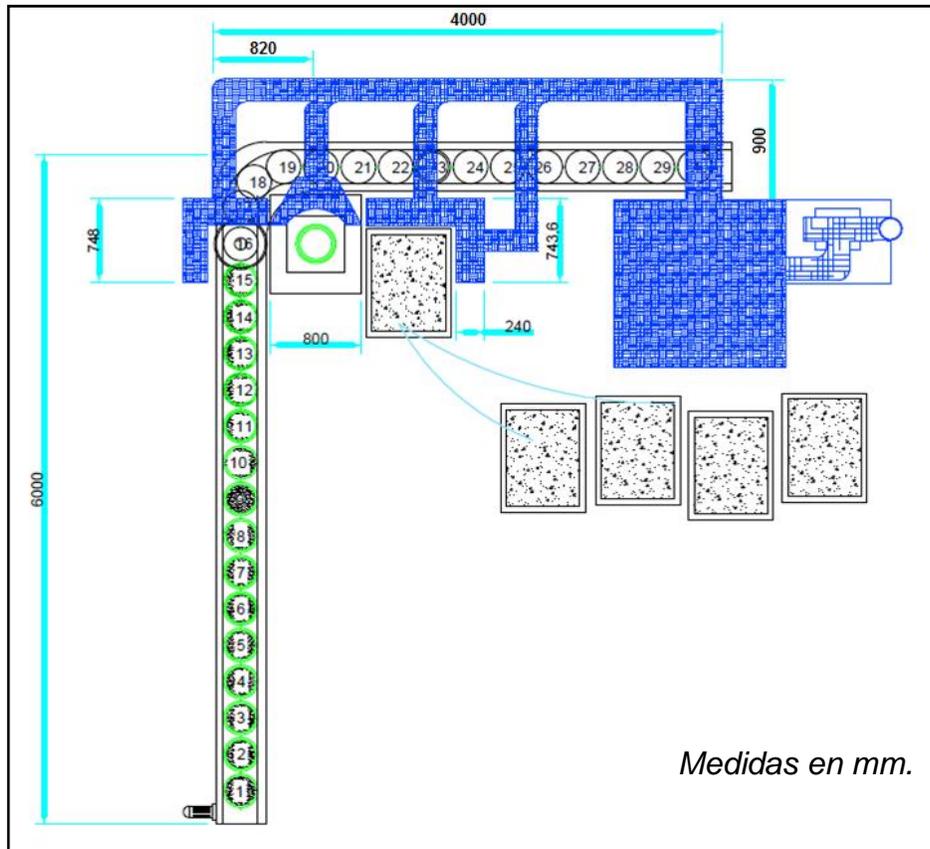


Figura Nro. 5.2. Vista Superior de Estación de Pesaje Alternativa 1.

ALTERNATIVA 2

Sistema de banda transportadora en forma recta, con disponibilidad de llenado de 10 contenedores simultáneamente.

DISEÑO

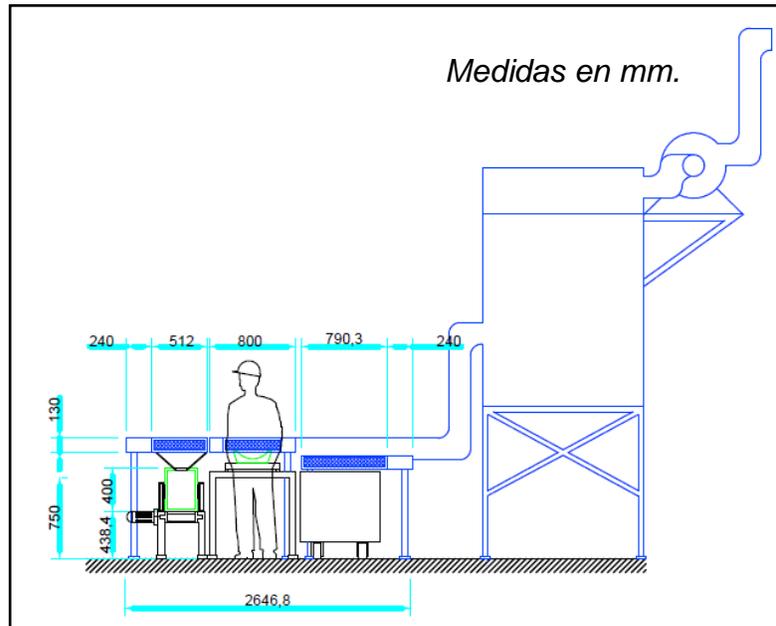


Figura Nro. 5.3. Vista Frontal de Estación de Pesaje Alternativa 2.

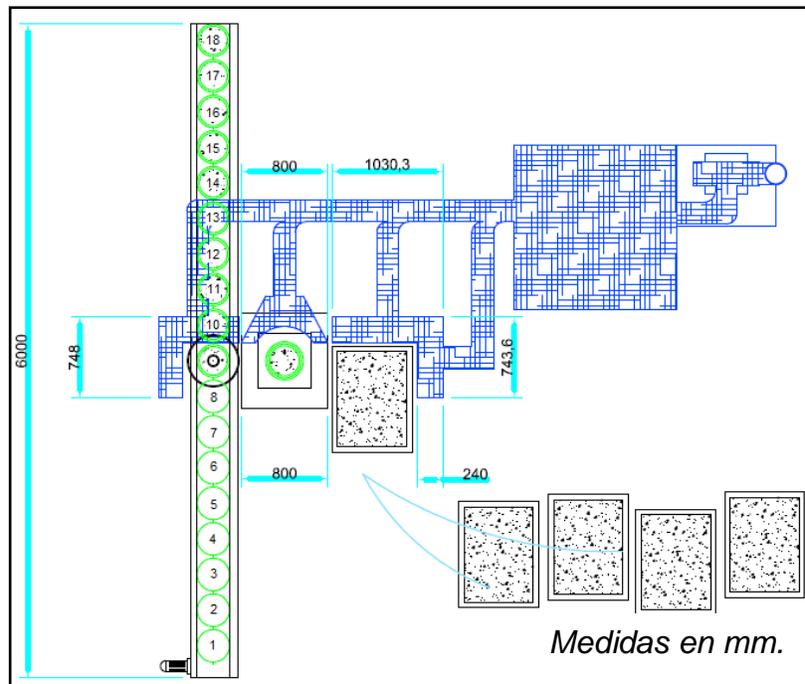


Figura Nro. 5.4. Vista Superior de Estación de Pesaje Alternativa 2.

SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

De acuerdo al método de ponderación por puntos se presenta en la Tabla Nro. 5.2, la selección de la mejor alternativa.

Tabla Nro. 5.2. Ponderación por puntos.

Evaluación de la mejor alternativa	Peso Relativo	Puntuación		TOTAL	
		ALT.1	ALT.2	ALT.1	ALT.2
CRITERIO 1 Capacidad de Producción	10	$\frac{AB}{4}$	$\frac{B}{2}$	40	20
CRITERIO 2 Costo Total por Adquisición del Dispositivo	9	$\frac{R}{1}$	$\frac{EB}{3}$	9	27
CRITERIO 3 Aprovechamiento del Espacio	8	$\frac{EB}{3}$	$\frac{R}{1}$	24	8
CRITERIO 4 Dificultad de Elaboración	7	$\frac{R}{1}$	$\frac{B}{2}$	7	14
TOTALES				80	69

Peso Relativo: 10 al más importante, descendiendo hasta 7, el menos importante.

Escala Empleada:

- AB (Absolutamente bueno) = 4
- EB (Especialmente bueno) = 3
- B (Bueno) = 2
- R (Regular) = 1

Por tanto la mejor alternativa para el rediseño de las estaciones de pesaje es la Alternativa Nro. 1.

La selección de esta alternativa se basa en la capacidad de producción, 10 veces mayor que descartada, debido al mejor aprovechamiento del espacio. Los costos de implementación junto a la dificultad de implementación, fueron los criterios en contra, pero no determinantes en la elección final de la misma.

El cambio en las estaciones de trabajo se basa en 5 aspectos:

- Un nuevo sistema colector de polvos.
- Elaboración de los ductos de aire.
- Implementación de banda transportadora.
- Actualización del software de pesaje de pigmentos.
- Actualización en los métodos de trabajo.

Para el nuevo sistema colector de polvos se requiere en las boquillas de las campanas, según la normativa de ventilación en los lugares de trabajo COVENIN 2250:2000, una velocidad de captura para agentes contaminantes de 0,5 a 1 m/s y una velocidad de transporte en los ductos de 20 m/s (ver Anexo D y E). Partiendo de esta condición, el departamento de Mantenimiento mecánico se encargó de realizar los cálculos correspondientes para determinar el caudal requerido y el dimensionamiento de los ductos de aire (ver Apéndice V).

Un diseño más específico de estos tramos se presenta en la siguiente figura.

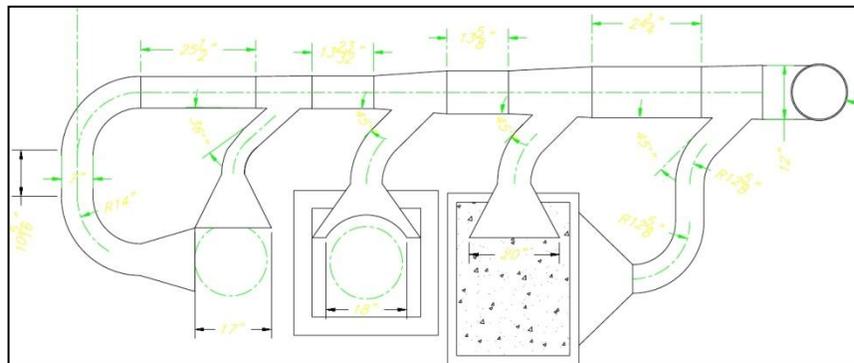


Figura Nro. 5.5. Campanas y ductos de aire.
Fuente: Departamento de Mantenimiento Mecánico BFVZ.



Para el diseño de la banda transportadora se considero el elemento a transportar. Son 20 recipientes de diámetro 30cm y altura 40cm, en donde pueden introducirse la totalidad de los tachos que se producen. Estas dimensiones se obtuvieron luego de realizar un chequeo del volumen que ocupa cada tacho (ver Apéndice VI).

La longitud total de la banda transportadora, según las dimensiones de los recipientes, debe ser de 12 metros divididos en dos tramos de 6 metros, soportando cada tramo un máximo de 400 Kg considerando el peso de 20 recipientes llenos con el tacho de mayor peso.

Para la actualización del software se requiere contactar con la compañía fabricante Allen-Bradley.

En cuanto a las modificaciones en los métodos de trabajo, se detallan posteriormente.

ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO

Tabla Nro. 5.3. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Varios carros de pigmentos para el llenado de un mismo tacho.	Un solo carro de pigmentos para el llenado de varios tachos.
Vertimiento erróneo de pigmentos en carros adyacentes.	Eliminación de la contaminación cruzada.
1 campana de extracción focalizada ineficientemente en la boca de la bolsa.	5 campanas de extracción focalizadas en la balanza, en el carro de pigmentos y en la banda transportadora.
Llenado de tachos con movimientos disergonómicos.	Reducción de movimientos disergonómicos.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla Nro. 5.4. Evaluación de Propuesta Nro. 1.

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Rediseño de las Estaciones de Pesaje	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Eliminación del error humano ante la variación de las propiedades físicas de la mezcla. Eliminación de la contaminación cruzada de pigmentos. Reducción del tiempos de ciclo de producción de tacho. Eliminación de grandes estiramientos de brazo. Reducción de producto defectuoso.	Limpieza del área, calibración de la balanza, reinicios repentinos del software de pesaje, paradas por fallas en el colector de polvos, repeticiones para verter un pigmento en el tacho, desperdicios de pigmentos en el llenado de tachos, espera por carro de pigmentos, almacenamiento de tachos en el carro, movimientos de brazo completo al llenar los tachos, identificación de tachos, retiro de pigmento sobrante en tacho.
Desventajas	
Resistencia al cambio por parte de los operadores, Altos costos de adquisición, tiempo elevado de implementación.	

Los costos de inversión se presentan en el Capítulo 6 (ver Tabla Nro. 6.1).

BENEFICIOS

- Debido a la mejora en los procedimientos de trabajo, en la disminución del esfuerzo necesario para llenar los tachos debido a que solo se moverá el brazo entre dos puntos constantes, los desperdicios de pigmentos disminuyen al igual que la necesidad de limpieza en un 80% y 50% respectivamente, es decir, se generan 5 kilogramos de desperdicios en la jornada por esta actividad y se tarda unos 3 minutos en limpiar la estación.
- Con la actualización del software, los reinicios repentinos del sistema se eliminarán, reduciendo las paradas menores, dando una tolerancia de 5 min/jornada. Una de las opciones a introducir en el sistema, debido a la utilización de un carro a la vez, es permitir a operador seleccionar el pigmento a verter, lo que elimina en su totalidad los 15 min/jornada promedio de espera asociados a la falta de disponibilidad de carros de pigmentos por su uso simultáneo con otros carros en otra estación de pesaje. Se ajustarán los sensores para realizar la calibración de la balanza 1 vez por jornada reduciendo el tiempo empleado en esta actividad de 5 a 1 minuto/jornada. El



sistema avisará con una luz y un sonido cuando el peso sea el indicado, implementando así un sistema sonoro POKA YOKE, para evitar errores en el pesaje.

- Al cambiar el colector de polvos, se eliminarán las paradas no planificadas del proceso debido a los chequeos del motor, el ventilador, y las correas del colector actual.

- Con la implementación de palas nuevas, diferenciando 2 modelos, una pequeña para los pigmentos de menor consumo y una grande para los de mayor consumo, cambiando el material con las que están fabricadas, pasando de hierro a aluminio, se reduce el peso de las mismas generando menor fatiga al operador, al mismo tiempo las repeticiones para verter cada pigmento pasarán de 2 a 1,5 veces/pigmento y se eliminará el retiro del sobrante del contenedor intermedio. Recuperando así 25 min/jornada. La utilización de un recipiente intermedio permite disminuir la generación de tachos defectuosos considerablemente, ya que el proceso permite una mejor verificación del pigmento que se está pesando y sus cantidades dando una holgura de 5 tachos defectuosos/jornada.

- Se elimina el desplazamiento realizado al momento de sacar un tacho completo y almacenarlo en el carro de tachos. El operador ejecutará sus actividades de pesaje sin la necesidad de desplazarse para almacenar cada tacho, reduciendo los recorridos a 60 metros/jornada, incurridos en el proceso de retirar los tachos al final de la corrida (10 corridas con desplazamientos de 6metros/corrida).

- Se elimina la actividad de identificación individual de tachos, debido a que se considera innecesaria porque las mejoras ejecutadas en el departamento de programación han evitado la generación de tachos sobrantes en el área de Bamburys. Se recuperan 12 min/jornada.



5.2.2 MEJORAR EL SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES

Los desplazamientos innecesarios, largos recorridos, la incomodidad generada durante el proceso de búsqueda de materiales y condiciones que generan fatiga a los operadores dan pie para el diseño de nuevos medios de transporte de materiales así como la actualización de los actuales, mejorando el sistema del manejo de materiales en el área, teniendo en cuenta en todo momento dos factores importantes como lo son la fuerza máxima de empuje y las medidas antropométricas de la población latinoamericana (ver Apéndice VII y Anexo F).

La fuerza de empuje, que se ejercerá para movilizar un carro lleno del lote de tacho de mayor peso, es de 15,93 kilogramo-fuerza, considerando una condición extrema de 60 tachos de 17 Kilogramos cada uno. La fuerza máxima permisible según DELGADO, N. y BARBOSA, L. (2004); es de 18,79 kilogramos-fuerza.

Las medidas antropométricas de la población latinoamericana se utilizan para establecer las alturas de los planos de apoyos de los elementos a transportar y el punto de aplicación de fuerza de empuje. Estas medidas proyectan un percentil 5 para altura del piso a codos flexionado a 90 grados de 0,91 metros y un percentil 95 para altura del piso a los nudillos con brazos extendidos en posición normal de 0,77 metros. Por tanto se establece un plano de apoyo de elementos a 0,77 metros del suelo de forma que las personas más altas sin flexionar los codos alcancen el plano de apoyo y las personas más pequeñas lo hagan con los brazos flexionados entre 0 y 90 grados, el punto de aplicación de fuerza estará a 0,91 metros para que la persona más pequeña pueda aplicar fuerza con un ángulo en los codos de 90 grados y las más grandes lo hagan con los brazos flexionados entre 0 y 90 grados, de manera que no adopten posturas disergonómicas con ángulos del codo mayores a los 90 grados ni inclinaciones de tronco pronunciadas.

Se plantean entonces las siguientes propuestas derivadas del mejoramiento del sistema de manejo de materiales:

5.2.2.1 PROPUESTA Nro. 2: Reacondicionamiento de los actuales carros de tachos

La variabilidad presentada en los carros de tachos es muy alta, debido a la existencia de seis modelos de carros (ver figura Nro.4.11), de los cuales un modelo no presenta ruedas lo que dificulta su movilización, dependiendo totalmente de un montacargas para su traslado en el área de pigmentos. Otros modelos presentan deterioro por golpes ejercidos en sus traslados, puntos de aplicación de fuerza y planos de apoyo de tachos con medidas disergonómicas y ruedas trabadas por el material que se acumula en el suelo que progresivamente se va alojando en los rodamientos de la misma.

Por estas causas se requiere reacondicionar y actualizar los 42 carros de tachos disponibles según el diseño que se presenta a continuación que garantice la realización de las actividades de forma rápida y segura.

DISEÑO

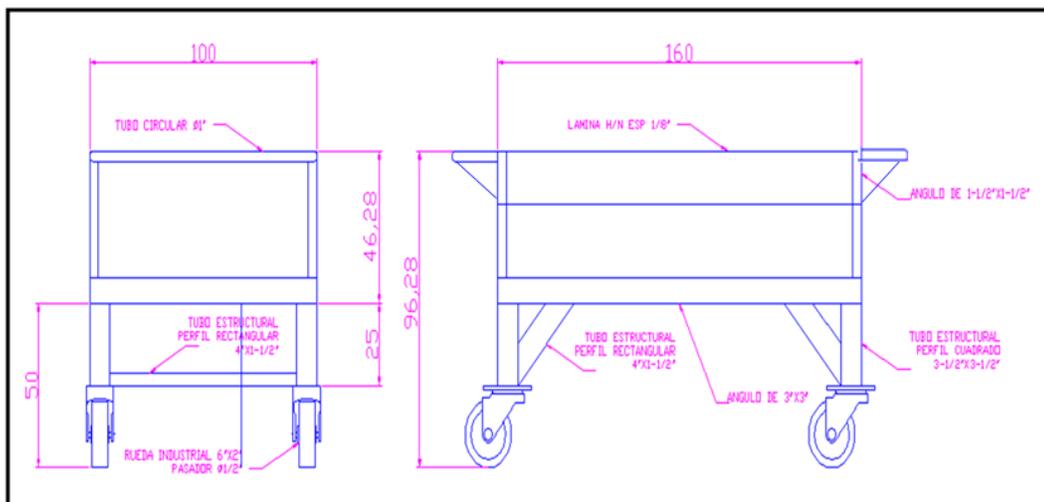


Figura Nro. 5.6. Dimensiones para el mejoramiento de Carro de Tachos.

Cabe destacar, como se observa en la figura, para este quipo de manejo de materiales, el plano de soporte se encuentra a 50 centímetros sobre la altura del suelo debido al aprovechamiento de un mayor volumen de almacenaje y que el operador al almacenar la bolsa, éste la toma por los extremos superiores y no por la parte inferior por tanto no incurrirá en inclinaciones pronunciadas de tronco por el déficit de 27 centímetros. El punto de aplicación de fuerza también excede en 5,28 centímetros la medida ergonómica por el mismo hecho de aprovechamiento del mayor volumen de almacenaje, ya que se requieren almacenar lotes de 60 tachos en el mayor de los casos, con un promedio de 30 tachos por lote.

Se posibilita el traslado por ambos lados sin la necesidad de girar el carro, de igual manera los laterales del carro presentan un desnivel, siendo el lado más pequeño aquel por el que se introducen los tachos de manera que no se levanten totalmente los brazos y el otro nivel de mayor tamaño sirve de soporte para la colocación de tachos unos encima de otros.

Se ameritan los siguientes cambios en los carros actuales:

Modelo 1 <ul style="list-style-type: none">•Aumentar la altura del plano de soporte 25 cm•Disminuir el punto de contacto de aplicación de fuerza 10 cm•Disminuir un lateral para que su altura superior no exceda 80 cm	Modelo 2 <ul style="list-style-type: none">•Aumentar la altura del plano de soporte 20 cm•Generar el punto de contacto de aplicación de fuerza•Disminuir un lateral para que su altura superior no exceda 80 cm•Colocar ruedas	Modelo 3 <ul style="list-style-type: none">•Disminuir el punto de contacto de aplicación de fuerza 10 cm•Aumentar 3 laterales 20 cm.
Modelo 4 <ul style="list-style-type: none">•Aumentar la altura del plano de soporte 25 cm•Disminuir el punto de contacto de aplicación de fuerza 10 cm•Aumentar 3 laterales 15 cm	Modelo 5 <ul style="list-style-type: none">•Eliminar y aprovechar material recuperable para el reacondicionamiento de los demás carros, debido a un área de soporte pequeña	Modelo 6 <ul style="list-style-type: none">•Eliminar y aprovechar material recuperable para el reacondicionamiento de los demás carros, debido a un área de soporte pequeña

Figura Nro. 5.7. Cambios a realizar en los carros actuales.



Con la eliminación de los modelos 5 y 6 por su pequeño tamaño, se construirán la misma cantidad de unidades según el diseño propuesto (7 unidades). Los materiales de estos dos modelos así como de aquellos carros que estén en completo estado de deterioro se reciclarán y se utilizarán para el mejoramiento de los otros carros.

ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO

Tabla Nro. 5.5. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Plano de soporte inadecuado.	Plano de soporte adecuado.
Punto de aplicación de fuerza inadecuado.	Punto de aplicación de fuerza adecuado.
Punto de aplicación de fuerza inexistente.	Creación de puntos de aplicación doble.
13 carros sin ruedas.	Colocación de ruedas para todos los carros.
6 modelos de carros.	1 modelo único de carro.
Dimensiones que provocan fatiga.	Condiciones ergonómicas para el traslado.
Traslado por un solo lado.	Traslado por dos lados.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla Nro. 5.6. Evaluación de Propuesta Nro. 2.

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Reacondicionamiento de los actuales carros de tachos	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Mejora en las condiciones ergonómicas para el traslado de tachos, puntos de aplicación de fuerzas inocuos y por dos lados, no hay necesidad de esperar montacargas para movilizar los carros dentro del área, uniformidad en los carros, menor inclinación del tronco al almacenar los tachos.	Espera por montacargas, traslados desergonómicos, condiciones que provocan fatiga.
Desventajas	

Los costos de inversión se presentan en el Capítulo 6 (ver Tabla Nro. 6.2).

BENEFICIOS

- Con la colocación de ruedas en todos los carros, se elimina la espera por montacargas para movilizar los carros en el área desde su ubicación en zona de almacenamiento temporal hasta cada una de la estaciones de pesaje en 10 min/jornada.
- Al mejorar significativamente las dimensiones de los carros tomando en consideración las medidas antropométricas del cuerpo humano de la población latinoamericana, se reducen considerablemente las condiciones de fatiga del operador, ofreciéndole levantamientos de brazos menores y aplicaciones de fuerza de empuje más eficientes.

5.2.2.2 PROPUESTA Nro. 3: Incremento del número de montacargas

Se evidenció el excesivo almacenaje de carros de tachos en la zona temporal debido a la espera ocasiona por la falta de disponibilidad del montacargas, generando cuellos de botellas por material acumulado que debe ser trasladado al área de Bamburys para su disposición. Igualmente en



Bamburys los carros de tachos una vez desocupados se dejan en el área por largos lapsos de tiempos, impidiendo su eficiente utilización en el área de pigmentos, ya que en muchas ocasiones, por la diversidad de operaciones que presenta el montacargas, éste no se encuentra disponible o descuida inconscientemente esta actividad asignada.

Para disminuir los tiempos de espera por carro de tachos disponibles en el área de pigmentos se realizó un estudio de tiempos al montacargas que tiene la actividad asignada de surtir de tachos a los 4 Bamburys, determinando que el 87% de la jornada laboral de 8 horas estuvo operativo y que dentro de este tiempo operativo, 14% se dedicó a transportar carros de tachos, lo que equivale a 55 minutos de la jornada laboral, trasladando 10 carros en la jornada laboral, donde el resto de carros trasladados al área de Bamburys lo realizaron los montacarguistas de cada uno de estos. Se llevó a cabo un análisis de estos tiempos para determinar la necesidad real de montacargas en el área de pigmentos, concluyendo que se necesitan 2 montacargas adicionales en igualdad de condiciones que el actual, para un total de tres montacargas (ver Apéndice VIII).

Se plantean dos soluciones para no incurrir en costos de adquisición de nuevos montacargas:

- Asignar la actividad de transporte de tachos a otros dos montacargas “Utility” de la planta.
- Asignar la actividad de transporte de tachos a cada montacargas de cada Bambury.

Estableciéndose como más conveniente asignar la actividad de búsqueda de tachos al área de pigmentos a cada montacargas de cada bambury, siempre y cuando estos posean la disposición de tiempo para realizar la búsqueda y llevar luego los carros de tachos vacíos al área.

**ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO****Tabla Nro. 5.7. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.**

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
1 Montacargas asignado al traslado de tachos.	3 Montacargas asignados al traslado de tachos.
Demoras por falta de disponibilidad de carro de tachos.	Reducción de los tiempos de espera por equipos de manejo de materiales.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**Tabla Nro. 5.8. Evaluación de Propuesta Nro. 3.**

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Incremento del número de montacargas	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Reducción de los tiempos de espera por falta de carros de tachos vacíos, flujo eficiente de materiales, reducción de inventarios en el área de pigmentos, mayor disponibilidad de área en pigmentos.	Espera por equipos de manejo de materiales (carros de tachos), carros mal ubicados.
Desventajas	
Resistencia al cambio de los montacarguistas al asignar la tarea, disponibilidad real de tiempo de los montacarguistas adicionales.	

Esta propuesta no presenta costos asociados

BENEFICIOS

- Al poseer disponibilidad de tres montacargas, los tiempos de espera se reducen significativamente en 15 min/jornada.
- El desorden en el área se elimina debido al aumento de disponibilidad de área para ir ubicando los carros de tachos que van saliendo de la estación de pesaje ya que el flujo de materiales aumenta.

5.2.2.3 PROPUESTA Nro.4: Diseño de carro para bolsas de tachos

Con la finalidad de mejorar la búsqueda de las bolsas para tachos al almacén de materia prima y la forma de almacenamiento en el área de pigmentos, se requiere diseñar un carro para este insumo y para cada estación de pesaje, cumpliendo con los parámetros de diseño antropométricos antes expuestos y considerando las dimensiones de los rollos de 65 centímetros de ancho y 30 centímetros de diámetro.

DISEÑO

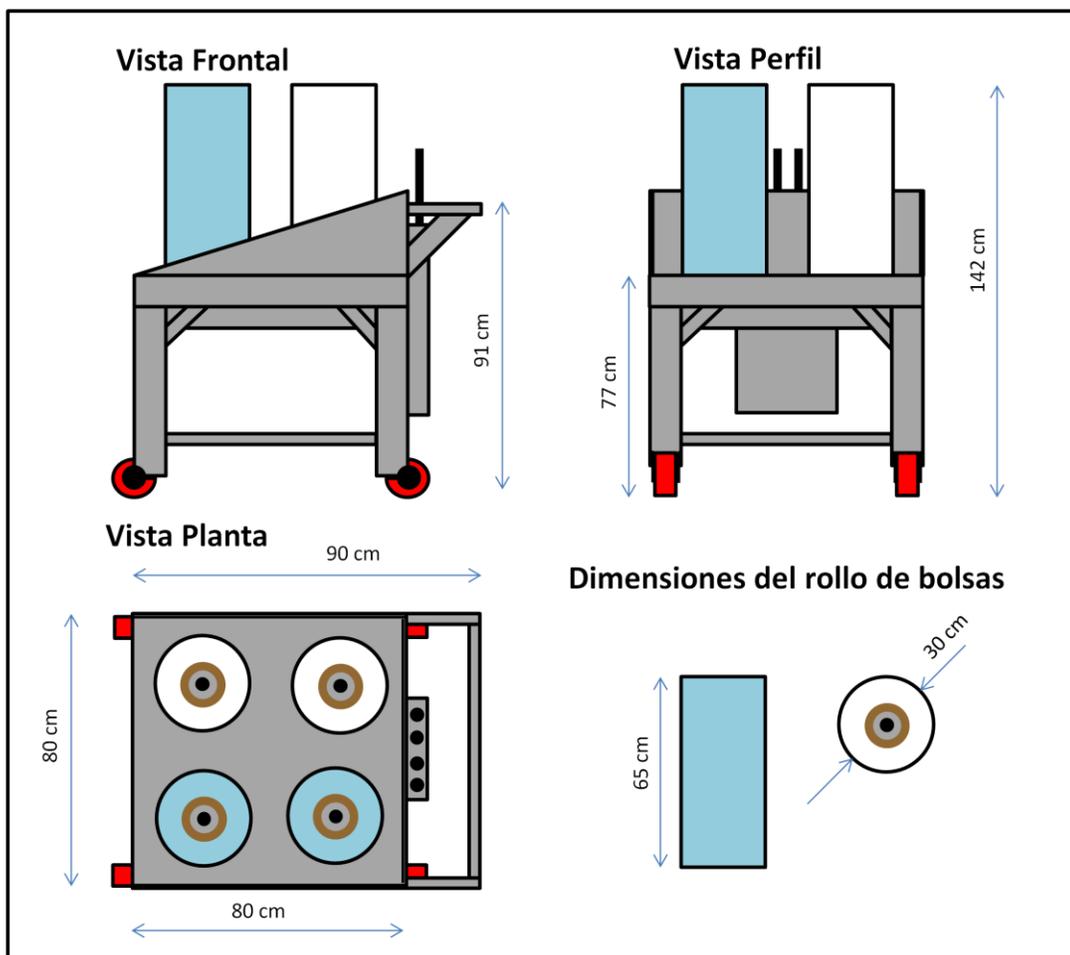


Figura Nro. 5.8. Plano del Carro para bolsa de tachos.

**ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO****Tabla Nro. 5.9. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.**

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Búsqueda de rollos al almacén uno a uno.	Búsqueda de 4 rollos simultáneamente.
Carga de peso de 25 Kg en 35 m.	Aplicación de fuerza de empuje ergonómicamente.
1 rollo en uso y 2 almacenados en el piso.	1 rollo en uso y 3 almacenados en el carro sin riesgo de deterioro.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**Tabla Nro. 5.10. Evaluación de Propuesta Nro. 4.**

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Diseño de carro para bolsas de tachos	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Mayor capacidad de almacenaje por estación, mejora el proceso de búsqueda de rollos al no cargar el peso en los brazos, traslado simultaneo de 4 unidades, menor tiempo empleado.	Reducción de tiempos de preparación y puesta punto por concepto de búsqueda de rollos al almacén, desorden en la estación de pesaje.
Desventajas	
Darle posición fija para que no se convierta en un obstaculo.	

Los costos de inversión se presentan en el Capítulo 6 (ver Tabla Nro. 6.3).

BENEFICIOS

- Con la posibilidad de buscar 4 rollos simultáneamente se reduce el tiempo empleado de búsqueda de 10 min/búsqueda a 2,5 min/búsqueda.
- Al mantener los rollos en este dispositivo de almacenaje y transporte, se eliminan los rollos tirados en el suelo alrededor de las estaciones de pesaje, sufriendo deterioro progresivo por la contaminación del suelo.



5.2.2.4 PROPUESTA Nro. 5: Diseño de carro para movilizar sacos de pigmentos

Se desea evitar la contaminación y generación de desperdicios en toda el área de pigmentos, ya sea por el proceso de llenado de tachos en donde se contamina la estación de pesaje, representando en 33% de toda el área, y por la apertura de sacos, donde se contamina un 40% por tener paletas de pigmentos dispersas y en lugares no establecidos, que al dirigirse hacia ellas para llenar un carro con estos insumos, contaminan el lugar ejecutando esta actividad.

Se requiere la construcción de un carro para movilizar sacos de pigmentos, desde el lugar de ubicación de la paleta de pigmentos hasta la estación de pesaje, de manera que el llenado de carros de pigmentos también se realice en la estación de pesaje y de esta manera concentrar las dos fuentes principales de contaminación en un solo lugar y generar desperdicios solo en el 33% del área, haciendo la limpieza más sencilla y rápida. Las dimensiones de este carro cumplen la condición de soportar 10 sacos de 25 Kg y dimensiones de 60x40x15 centímetros.

DISEÑO

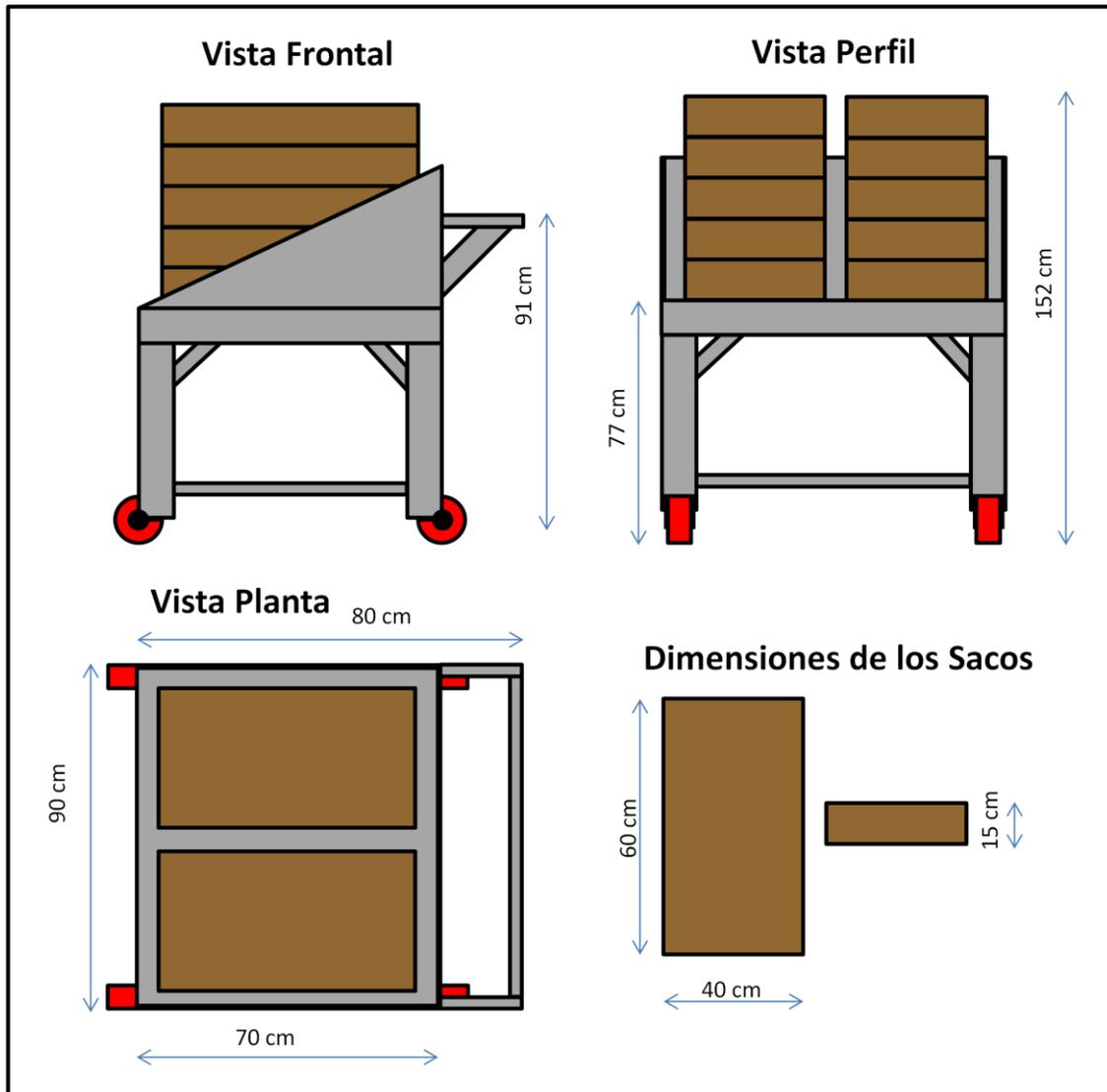


Figura Nro. 5.9. Plano del Carro para sacos de pigmentos.

**ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO****Tabla Nro. 5.11. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.**

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Traslado de carro de pigmento a la ubicación de la paleta de pigmento.	Traslado de sacos desde su ubicación en jaulas o zonas provisionales hacia la estación de pesaje.
Llenado de un carro de pigmento a la vez.	Posibilidad de transportar 10 sacos para llenar 2 carros distintos a la vez.
Generación de desperdicios en el 73% del área de pigmentos.	Generación de desperdicios en el 33% del área de pigmentos (estaciones de pesaje).

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**Tabla Nro. 5.12. Evaluación de Propuesta Nro. 5.**

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Diseño de carro para movilizar sacos de pigmentos	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Centralización del área de generación de desperdicios, llenado simultaneo de dos carros de pigmentos con distinto material, mayor orden en los procedimientos de llenado de carros de pigmentos.	Desperdicios por apertura de sacos, porcentaje de área contaminada.
Desventajas	
Darle posición fija para que no se convierta en un obstaculo, resistencia al uso por parte de los operadores.	

Los costos de inversión se presentan en el Capítulo 6 (ver Tabla Nro. 6.4).

BENEFICIOS

- Con la implementación de estos carros en cada estación de pesaje, se logra agrupar las dos fuentes generadoras de desperdicios en un solo lugar, las estaciones de pesaje, lo que representa una reducción del área contaminada del 73% al 33%, mejorando así las condiciones ambientales.
- Debido al cambio de procedimientos que elimina la apertura deliberada de sacos en las jaulas y zonas provisionales de paletas, se estima un mayor



cuidado en la ejecución de esta actividad en las estaciones de trabajo ya que es el área más importante para mantener limpia, porque el operador pasa el mayor tiempo de la jornada en ella, además reduce los desperdicios generados por esta actividad a una tolerancia de 5 Kg/jornada.

ORDEN (SEITON)

Se tiene una serie de propuestas inherentes a este segundo paso de la filosofía presentando al final la redistribución del área considerando igualmente las propuestas anteriormente descritas.

5.2.3 PROPUESTA Nro. 6: Instalación de jaulas y mezanina

Con la finalidad de eliminar los obstáculos presentes en el área, reducir los tiempos de búsqueda e identificación de pigmentos en el proceso de llenado de los carros y la generación de desperdicios de pigmentos cuando los montacargas trasladan elementos dentro y fuera del área de pigmentos rompiendo los sacos de la paletas por estar mal ubicadas, se requiere instalar 13 jaulas adicionales para que todos los pigmentos de mayor consumo estén debidamente ubicados e identificados.

DISEÑO

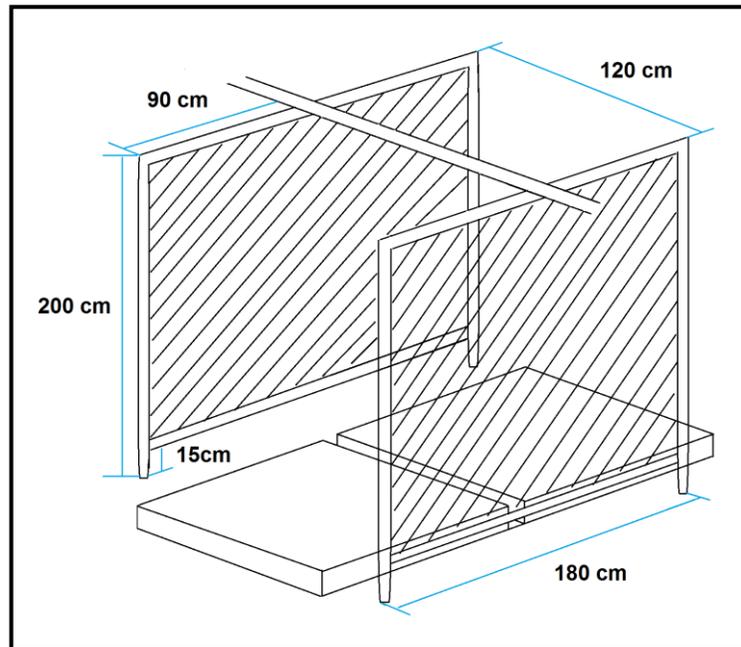


Figura Nro. 5.10. Jaula con capacidad de 2 paletas.

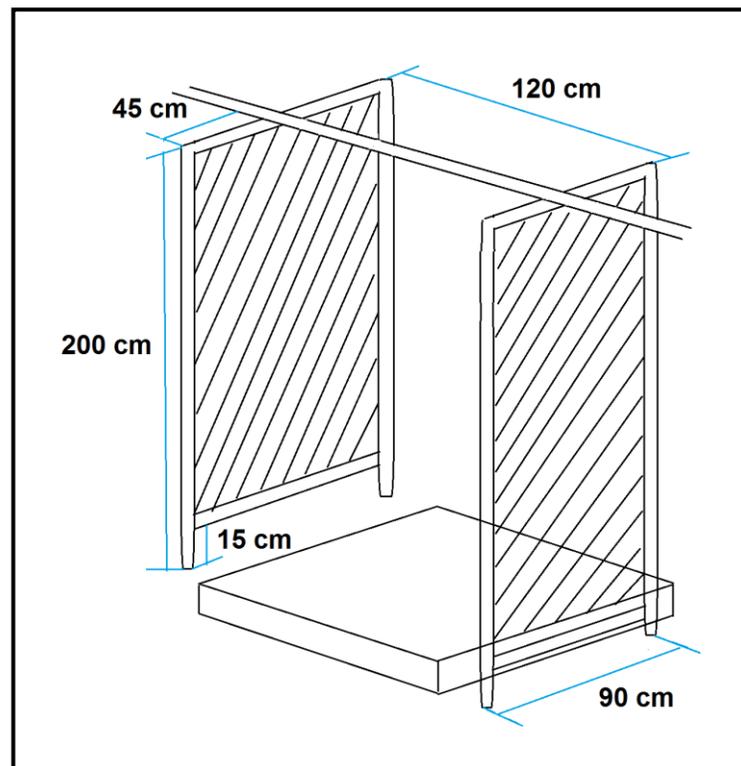


Figura Nro. 5.11. Jaula con capacidad de 1 paleta.



Se diseñan dos tamaños de jaulas debido a la disponibilidad de espacio y el manejo de materiales propio del área. Estas se emplean de la siguiente manera.

Por la entrada principal se instalan las jaulas en el área destinada al almacenamiento de desperdicios. Estas jaulas deben ser para una sola paleta debido a la poca disponibilidad de espacio en esa zona porque los montacargas deben entrar por ese lado para la movilización de los carros de tachos.

Como se puede apreciar en la Figura Nro. 4.20, las jaulas existentes son para dos paletas, y se pretende expandir ese espacio empleando ese tamaño de jaulas y la colocación de paletas en ellas se realiza por la parte de atrás sin necesidad de transitar toda el área de pigmentos, cumpliéndose así el principio FIFO (Primero que entra, primero que sale), pues siempre lo primero que entra a estas jaulas por su parte trasera, saldrá primero por su parte delantera.

También se requiere elevar el nivel de las paletas al suelo a 50 centímetros con la construcción de una mezanina, para que los operadores no incurran en movimientos pronunciados del tronco al tener que levantar el último saco de la paleta ubicado actualmente a 15 centímetros. Con esta mezanina el operador tomará el último saco de la paleta a 65 centímetros (50 cm de mezanina más 15 centímetros de la paleta).

Para esta mezanina se consideró el hecho de que todas las paletas completas no sobrepasan la altura de 100 centímetros, por tanto la máxima altura para tomar un saco será de 150 centímetros, que en comparación a agacharse para tomar pigmentos del suelo, consultando a los operadores, la primera condición es más favorable en conjunto con la utilización del carro para sacos propuesto.

Se debe determinar una zona fija para la acumulación de paletas vacías a medida que se van consumiendo los sacos de pigmentos, de manera que el montacarguista tenga fácil acceso a las mismas al momento de retirarlas.

ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO

Tabla Nro. 5.13. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
6 paletas en uso fijas y 13 paletas en uso sin ubicación fija.	19 paletas de pigmentos de mayor consumo en uso, debidamente ubicadas e identificadas.
Obstáculos en el área por paletas.	Cero obstáculos por paletas.
Levantamiento del último saco de la paleta en condiciones disergonómicas.	Mejora en el levantamiento del último saco de la paleta.
Paletas vacías regadas.	Paletas vacías debidamente ubicadas.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla Nro. 5.14. Evaluación de Propuesta Nro. 6.

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Instalación de jaulas y mezanina	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Mejora la ubicación e identificación de las paletas de mayor consumo, mejor manipulación de cargas por parte de los operadores y montacargas, orden en el área.	Paletas en el área sin ubicación fija, exceso de pedidos de paletas por turno, tiempo para ubicar un pigmento, movimientos disergonómicos al tomar los sacos.
Desventajas	
Se requiere de parada planificada para la instalación de mezanina.	

Los costos de inversión se presentan en el Capítulo 6 (ver Tabla Nro. 6.5).



BENEFICIOS

- El empleo de estas 13 jaulas adicionales permite la eliminación de obstáculos por paletas de pigmentos, además de tener debidamente ubicados e identificados todos los pigmentos de mayor consumo lo que reduce el tiempo de búsqueda cuando se requiere llenar los carros de pigmento en 10 min/jornada promedio.
 - Elimina la posible contaminación cruzada de pigmentos.
 - Al tener identificados todos los pigmentos, y completamente ordenados, el operador visualizará exactamente cuál es el pigmento que se necesita, ya que la jaula estará vacía. Esto evitará que se pidan paletas al almacén pensando que no se encontraban en el área por la desorganización existente, dando una tolerancia de pedido de 1 paleta/turno por operador.
 - Implementando la mezanina para las jaulas, se reducen los movimientos disergonómicos de los operadores al momento de levantar el último saco de la paleta.

5.2.4 PROPUESTA Nro. 7: Instalación de estantería para pigmentos de bajo consumo

Existen 12 pigmentos de menor consumo que se presentan constantemente en el área agrupados en paletas, produciendo incomodidad al operador en el proceso de identificarlos, se tiene el riesgo de contaminación cruzada entre ellos y equivocaciones en la selección del saco correcto. Al ser estos de menor consumo, no hay necesidad de traer una paleta completa, por tanto, para mejorar la ubicación e identificación de estos sacos y complementar el orden general del área de trabajo disminuyendo los obstáculos, se diseñan dos estantes que permitan almacenar eficientemente estos sacos y cajas, estableciendo divisiones claras entre ellos evitando la contaminación cruzada y las equivocaciones de selección de pigmentos.

DISEÑO

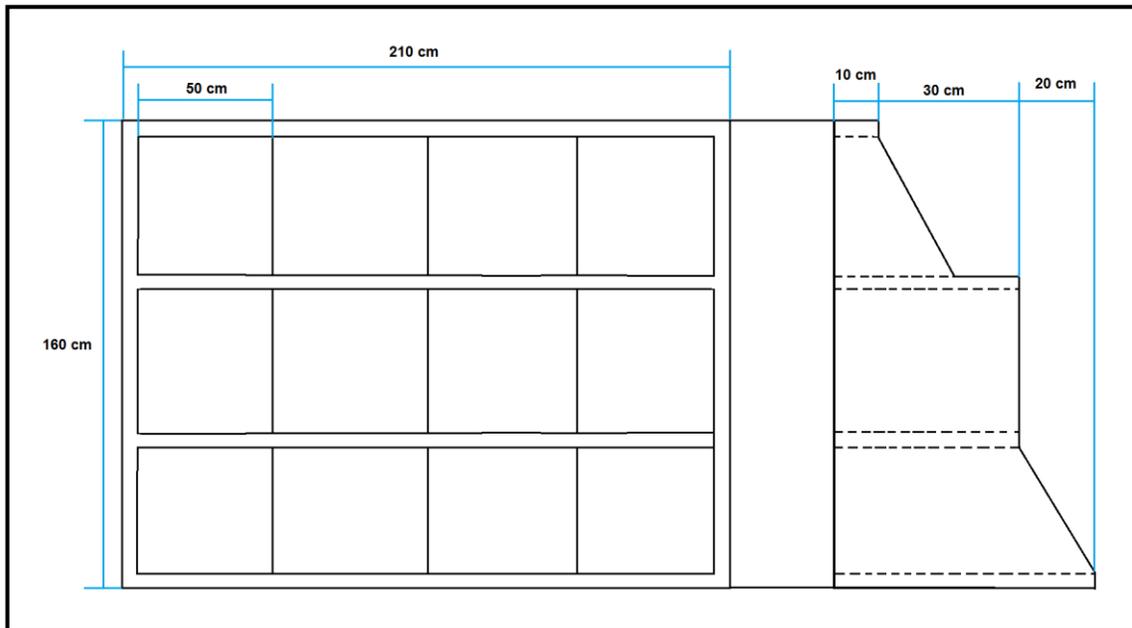


Figura Nro. 5.12. Estantería para pigmentos de bajo consumo.

ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO

Tabla Nro. 5.15. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Cajas y sacos de pigmentos agrupados en una paleta.	2 estantes con 12 espacios para almacenar 3 sacos por pigmento.
Dificultad de identificación de pigmentos.	Fácil identificación del pigmento a utilizar.
Movimientos innecesarios de sacos para encontrar el indicado.	Selección directa del saco a emplear.
Desorden en el área.	Mayor orden del área.
Contaminación cruzada.	Eliminación de contaminación cruzada.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla Nro. 5.16. Evaluación de Propuesta Nro. 7.

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Instalación de estantería para pigmentos de bajo consumo	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Mejora la ubicación de los pigmentos de bajo consumo, reduce obstáculos en el área de trabajo, rapidez en la selección del pigmento a utilizar, elimina la contaminación cruzada, los sacos quedan a disposición del operador de una forma más cómoda.	Sacos y cajas sin ubicación fija, retiro desorganizado de insumos en almacén de materia prima, tiempo para ubicar pigmentos, movimientos disergonómicos al seleccionar sacos.
Desventajas	

Los costos de inversión se presentan en el Capítulo 6 (ver Tabla Nro. 6.6).

BENEFICIOS

- Con la implementación del estante se eliminan los obstáculos generados por cajas y sacos regados en el área.
- Se mejora el pedido de materiales en el almacén de materia prima, porque se tendrá conocimiento del pigmento que haga falta al tener el cubículo correspondiente del estante vacío.
- Los tiempos de búsqueda, identificación y selección del saco o caja de pigmento se reducen en 5 min/jornada para cada operador.
- La disposición de varios niveles en el estante, facilita la selección y agarre del saco o caja por parte del operador, mejorando las condiciones ergonómicas, ya que no tendrá que inclinar el tronco o agacharse para tomar los insumos del suelo

5.2.5 PROPUESTA Nro. 8: Identificación de racks y carros de pigmentos

Debido a la gran cantidad de partículas de polvos que se encuentran suspendidas en el aire, principalmente durante las actividades de llenado de tachos y el llenado de los carros de pigmentos, los códigos de identificación en los carros se han ido tapando por la adherencia de estos polvos a la superficie que los refleja. Además, los racks no poseen una ubicación definida para cada carro, lo que retrasa el proceso de búsqueda de los mismos. Por ende, se requiere nuevamente pintar cada carro estampando con pintura en spray el código de identificación del mismo y reforzar su ubicación e identificación, fijando los espacios de cada racks a cada carro, contribuyendo al orden y rapidez del proceso de búsqueda.

DISEÑO

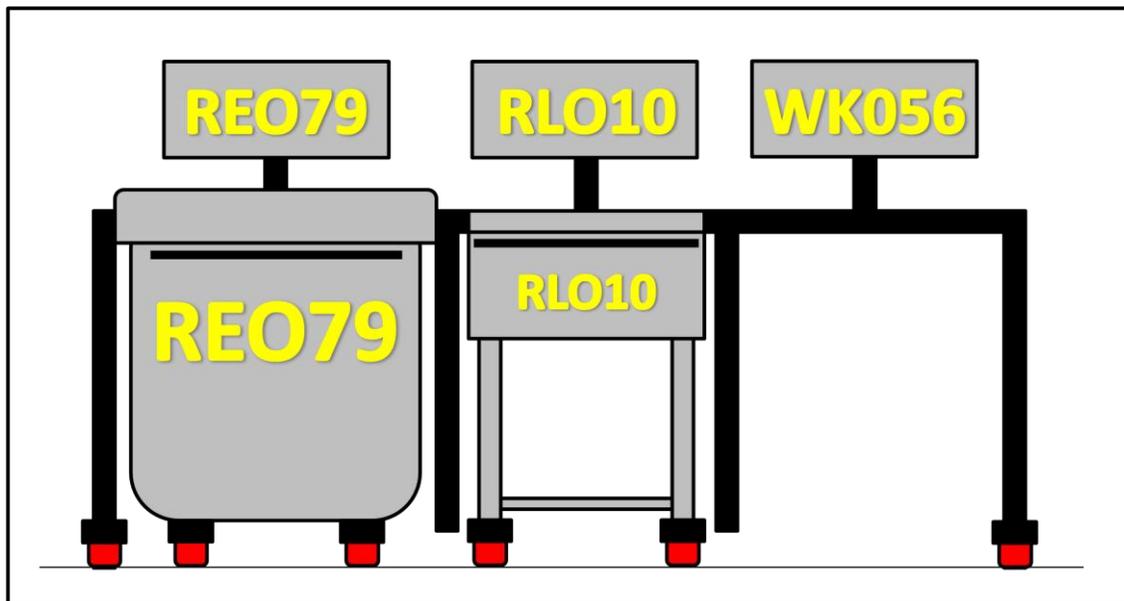


Figura Nro. 5.13. Identificación de carros y racks.



Como se aprecia en la figura Nro. 5.13., se requiere una identificación doble, tanto en los carros de pigmentos como en el racks de ubicación. Los carros serán identificados por sus cuatro lados y los indicadores del rack por ambos lados.

También es necesario añadir que esta es una representación gráfica de cómo será el resultado final en los carros y en el racks. Los carros grandes para pigmentos de mayor consumo poseen 2 racks y los carros pequeños para pigmentos de menor consumo un rack. Los racks no son de tres espacios (ver figura Nro.4.20).

Se instalan ruedas a los racks es sus extremos, reduciendo los separadores internos para que estos no rosen el piso al momento de movilizar los racks de manera más eficiente.

Se determinó que cada estación produce los tachos necesarios para un único bambury y que los tachos producidos en una estación, en especiales ocasiones, emplean pigmentos que otra estación pueda llegar a utilizar. Por tanto, se establece la división de los dos racks grandes, para que sean empleados cada uno, únicamente para dos estaciones, lo que amerita, que la identificación de los racks no sea un proceso aleatorio, sino condicionado por el uso de los pigmentos en 2 estaciones. El rack de carros pequeños no sufre divisiones.

ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO

Tabla Nro. 5.17. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Poca visibilidad de la identificación del carro.	Visualización clara del código de identificación de los carros de pigmentos.
Desorden en el área por no mantener los carros en los racks	Orden en el área de almacenamiento de carros.
Falta de identificación de los racks.	Identificación de espacios en los racks.



Almacenamiento desorganizado en los racks.	Ubicación fija para cada carro.
Dificultad para mover racks.	Racks con ruedas en los extremos para su fácil movimiento.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla Nro. 5.18. Evaluación de Propuesta Nro. 8.

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Identificación de racks y carros de pigmentos	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Mayor orden en el área, identificación rápida de los carros de pigmentos, fácil movimiento de los racks.	Tiempos para ubicar carros de pigmentos, largos desplazamientos para buscar carros de pigmentos.
Desventajas	

Los costos de inversión se presentan en el Capítulo 6 (ver Tabla Nro. 6.7).

BENEFICIOS

- Gracias a la eficiente identificación de los carros de pigmentos tanto en sus cuatro costados y en los racks de almacenamientos, los tiempos empleados para la búsqueda de los carros se reducen en un promedio de 10 min/jornada.
- La división de los racks grandes, para el empleo de pigmentos en cada uno de ellos con uso en solo dos estaciones de pesaje, hace que los desplazamientos para buscar los carros se reduzcan en un 50%, es decir, 150 metros/jornada.

5.2.6 PROPUESTA Nro. 9: Cambio y reubicación de recipientes de desperdicios

Con la finalidad de darle continuidad al uso de los carros para movilizar los sacos de pigmentos, medio de transporte que ocasiona desperdicios de sacos vacíos en las estaciones de pesaje una vez sean llenados los carros de pigmentos, se requiere el uso de un recipiente móvil para desperdicios que se ubique en el medio de dos estaciones de pesaje y sirva para el depósito de estos sacos vacíos, además de cualquier otro material de desecho que consideren los operadores.

La utilización de un solo recipiente de desperdicios por dos estaciones de pesaje y su ubicación en el medio de ellas elimina la utilización de múltiples bolsas colgadas en las jaulas que obstaculizan el acceso a los sacos de pigmentos, así como también los recipientes de desperdicios alejados de las principales zonas de generación de desperdicios, que solo contribuyen al desorden y contaminación del área.

Se emplearán dos recipientes y se tendrán dos de repuestos en el patio de desechos, cuando se lleven llenos al patio, se traerán los vacíos evitando los tiempos de espera por vaciado.

DISEÑO



Figura Nro. 5.14. Recipiente de desperdicios de 600lt.
Fuente: www.MercadoLibre.com

**ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO****Tabla Nro. 5.19. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.**

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Múltiples recipientes de desperdicios.	Un solo tipo de recipientes.
Recipientes alejados de las estaciones de pesaje.	Los recipientes se ubican entre las estaciones de pesaje y cerca del proceso de apertura de sacos.
Escasa utilización de las bolsas colgadas en jaulas.	Eliminación de bolsas en jaulas.
Recipientes pequeños.	Recipientes de 600lt.
Contenedores estáticos	Contenedores móviles

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**Tabla Nro. 5.20. Evaluación de Propuesta Nro. 9.**

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Cambio y reubicación de recipientes de desperdicios	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Contribuye al orden y limpieza del área, se ubican cerca de las zonas generadoras de desperdicios, mayor capacidad de almacenaje.	Distancia de los recipientes a las áreas donde se generan desperdicios, sacos vacíos regados en el área.
Desventajas	
Elevado precio de compra.	

Los costos de inversión se presentan en el Capítulo 6 (ver Tabla Nro. 6.8).

BENEFICIOS

- Al implementar su uso, se aumenta la capacidad de almacenaje de desperdicios, evitando que los mismos se desborden constantemente.
- La ubicación entre las estaciones de pesaje, hace que la distancia desde estos al área de generación de desperdicios se reduzca a 3 metros.

5.2.7 PROPUESTA Nro. 10: Protector de impresora y reubicación de computadora

Con la finalidad de evitar pérdidas de tiempo en el reinicio del computador, truncamiento de los mecanismos de la impresora de etiquetas de identificación de lotes y obstrucción de los cartuchos de tintas, se requiere crear una cajetín protector de la impresora y darle una nueva ubicación a la cabina del computador para minimizar su exposición a las partículas de polvo.

DISEÑO

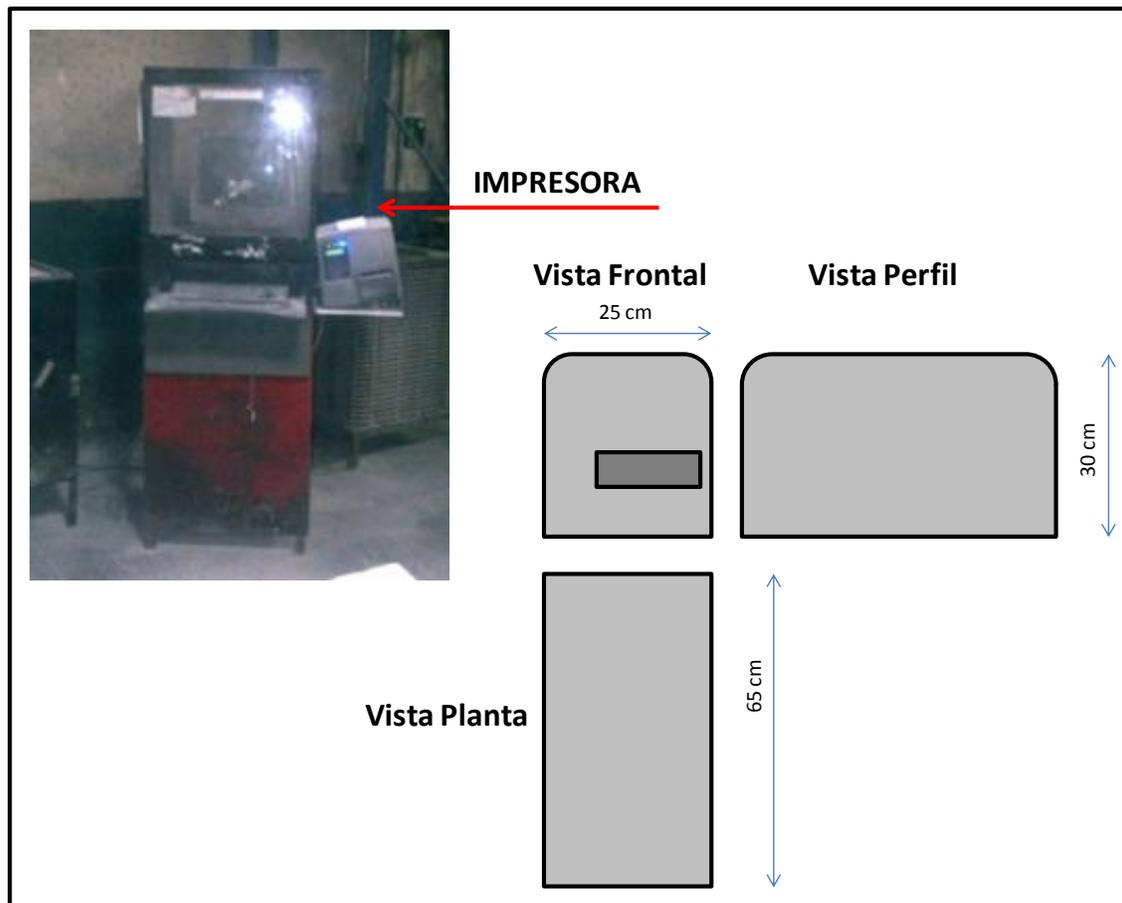


Figura Nro. 5.15. Diseño del protector para impresora de etiquetas.

**ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO****Tabla Nro. 5.21. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.**

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Fallas de impresora	Disminución de las fallas de la impresora
Constante cambio de equipo	Eliminación del cambio de equipo
Demoras por reinicios de sistema	Sistema estable
Exposición a partículas de polvos	Ubicación retirada de la generación de partículas de polvo

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**Tabla Nro. 5.22. Evaluación de Propuesta Nro. 10.**

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Protector de impresora y reubicación de computadora	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Mejor proceso de impresión de etiquetas de identificación de lote, elimina el constante cambio de equipos, menos recorridos de área.	Fallas de la impresora.
Desventajas	

Esta propuesta no presenta costos asociados, debido a la mínima utilización de materiales, los cuales se tomarán del sobrante de las anteriores propuestas.

BENEFICIOS

- Con esta mejora se logra un mejor proceso de impresión de etiquetas, ya que la impresora se ubica cercana a los carros de tachos, reduciendo los recorridos, su exposición a las partículas de polvos y fallas, dándole una tolerancia de 10 minutos/jornada por demoras.



En esta redistribución del área de pigmentos se aprecian las acotaciones de todos los pasillos, demostrando que estos superan el metro de longitud, por tanto el manejo de materiales es eficiente cuando se utilice el dispositivo de mayores dimensiones como lo es el carro de tachos, el cual tiene 1 metro exacto de ancho por 1,6 metros de largo.

Como todos los carros de pigmentos estarán estandarizados a estas medidas y tendrán ruedas para su mejor manipulación en el área, el montacargas solo tendrá acceso al área señalada para surtir las 6 jaulas que se encuentran en esa sección, retirar las paletas vacías que se acumulen y retirar los carros de tachos para llevarlos al área de Bamburys.

Adicional a las 6 jaulas anteriormente nombradas, completan la eficiente ubicación de todos los pigmentos de mayor consumo, las 13 jaulas que se encuentran en la parte posterior del área, que junto a los 2 estantes para sacos diseñados (en color verde, sirviendo cada uno a dos estaciones, evitando recorridos excesivos en los que incidirían 2 estaciones si solo se empleara uno), se hace posible tener todos los pigmentos en el área, recordando que las jaulas deben estar en una mezanina de 50 centímetros de altura para mejores posturas de trabajo. Las 13 jaulas posteriores tienen un espacio de acumulación de paletas vacías y emplean el principio FIFO (lo primero que entra, lo primero que sale), por tanto, éstas son surtidas por el montacargas transportando el material por el pasillo trasero perteneciente al almacén de materia prima, teniendo fácil acceso igualmente a las paletas vacías.

Se designa un rack grande para las estaciones 2 y 4, y el segundo rack para las estaciones 1 y 3. El racks pequeño se ubica entre las cuatro estaciones para que todas tengan igual acceso, dejando un ancho de pasillo de 1,32 metros, suficientes para transportar tanto el carro de tachos, el carro para bolsas de tachos y el carro para sacos.



Las estaciones de pesaje alcanza un área de 47 metros cuadrados (6,8m x 6,9m), donde se ubican perfectamente, el carro de tachos, los carros de pigmentos, el carro de bolsa para tachos y el carro de sacos, dejando una holgura de espacios para que el operador no se encuentre obstaculizado.

Entre dos estaciones de pesaje se logra ubicar una cartelera informativa (en color azul), presentando normativas, indicadores de producción, noticias y afines, junto a un estante (en color azul), para la colocación de la carpeta de especificaciones técnicas de los tachos, complementando todo esto, la ubicación del recipiente de desperdicios (en color anaranjado), alineado con los carros de pigmentos y lo más cerca posible al proceso de generación de sacos vacíos, proporcionando el eficiente depósito de desperdicios al operador. Todo esto para cada par de estaciones de pesaje.

Los lockers permanecen en su lugar (en color negro), en cambio, se lleva a cabo la reubicación tanto de la computadora con la impresora (en color azul y gris) y de la zona de primeros auxilios (en color rojo). La primera se lleva a cabo para minimizar la exposición de la computadora a los polvos, causantes de constantes fallas en el equipo, además de facilitar el proceso de impresión de tarjetas identificadoras al estar cerca al almacenamiento de carros de tachos, y la segunda reubicación con la finalidad de prestar un mejor servicio médico en caso de ser necesario.

Por último se evidencia el rayado del área en las estaciones de pesaje, espacio de primeros auxilios y en la zona de carro de tachos; la cual almacena temporalmente hasta 12 unidades; lo que complementa al ordenamiento del área para el eficiente desempeño de las actividades y le ofrece al operador un mayor sentido de pertenencia de su puesto de trabajo.

Una de las principales ventajas de esta redistribución es el perfecto aprovechamiento del espacio, ya que los pasillos se presentan justos a los



requerimientos de los equipos de manejo de materiales, exigiendo constantemente tener el área en perfectas condiciones de orden y limpieza.

LIMPIEZA (SEISO)

Para ejecutar una eficiente limpieza se pretende desarrollar la siguiente propuesta.

5.2.9 PROPUESTA Nro. 11: Manual de limpieza y registro de desperdicios

Como medida para la creación del hábito de limpieza en los operadores se pretende establecer un manual de limpieza que especifique los pasos a seguir en esta indebida pero necesaria actividad para llevar a cabo el proceso productivo, así como también llevar un registro de las cantidades de desperdicios de materiales que cada operador acumula durante su jornada laboral, como indicador imperioso para la formulación de nuevas propuestas que permitan la eliminación total de los mismos.

El manual y el registro se visualizarán en las carteleras informativas anteriormente nombradas, para que todo el personal tenga fácil acceso y conocimiento de estos.

DISEÑO

El manual de limpieza se ejecutará al finalizar la jornada laboral y constará de los siguientes pasos.

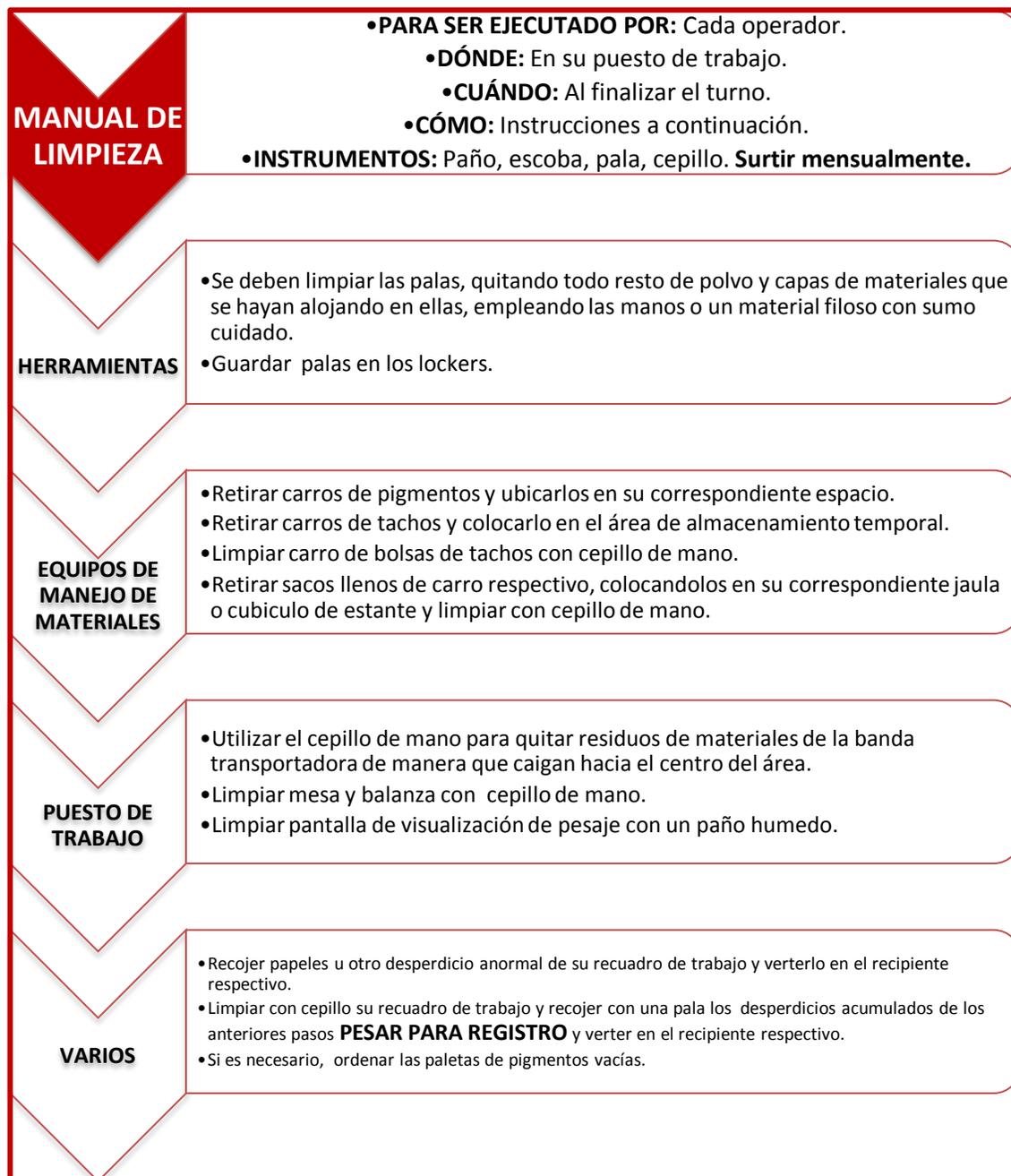


Figura Nro. 5.17. Manual de limpieza del área de pigmentos.

Tabla Nro. 5.23. Formato de Registro de Desperdicios.

DESPERDICIOS GENERADOS (Kg)																			
DÍA	SEMANA 1				SEMANA 2				SEMANA 3				SEMANA 4						
	RECOGIDO			ACUM	RECOGIDO			ACUM	RECOGIDO			ACUM	RECOGIDO			ACUM			
	A	B	C		A	B	C		A	B	C		A	B	C				
LUNES																			
MARTES																			
MIERCOLES																			
JUEVES																			
VIERNES																			
SABADO																			
SUBTOTAL					SUBTOTAL					SUBTOTAL					SUBTOTAL				
														TOTAL					

Con las propuestas implementadas los desperdicios por día tendrán una tolerancia aproximada de 30 kilogramos.

Esta tabla de registro se colocará en la cartelera informativa y cada operador anotara en el espacio correspondiente según su cuadrilla (A, B o C), las cantidades de desperdicios de material recolectadas al final del turno. Luego de 4 semanas se totalizan todos los desperdicios, generando el indicador mensual, que permitirá entre muchas cosas, evaluar la eficiencia de los métodos propuestos.

ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO

Tabla Nro. 5.24. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Descontrol en la manera de ejercer la limpieza.	Procedimiento claro de limpieza.
Operadores encuentran el área constantemente desorganizada.	Orden en el área al finalizar la jornada y al comienzo de la próxima.
Desconocimiento de la cuantificación de desperdicios de materiales.	Registro de desperdicios de materiales generados.
Descontrol de desperdicios.	Obtención de indicador para futuras mejoras.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

**Tabla Nro. 5.25. Evaluación de Propuesta Nro. 11.
Fuente: Chang-Javier (2012).**

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Manual de limpieza y registro de desperdicios	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Mantenimiento del área de pigmentos en perfectas condiciones de orden y limpieza, concientización de los operadores con los principios de la empresa, mayor sentido de pertenencia, relación ganar-ganar entre corporación y asociados.	Tiempos de limpieza del área, obstaculos.
Desventajas	
Resistencia del operador al realizar la labor de limpieza por pereza.	

Los costos asociados por la implementación de esta propuesta son despreciables y por lo tanto no considerados en el impacto económico.

BENEFICIOS

- Al implementar el manual de limpieza, las constantes limpiezas ejercidas durante la jornada laboral se reducen a una sola al final de turno.
- Cerrar el turno estableciendo la limpieza conjuntamente con el ordenamiento de los equipos de área, permite mantener en perfecto estado de orden y limpieza elementos, herramientas, equipos de manejo de materiales y estación.
- Los obstáculos se reducen completamente, ya que los operadores poseerán en su cartelera informativa la vista en planta de área, creando conciencia de la manera como deben dejarla.



ESTANDARIZACIÓN (SEIKETSU)

En este sentido se establecen las siguientes propuestas.

5.2.10 PROPUESTA Nro. 12: Actualización del formato de trabajo estándar

La empresa posee su departamento de capacitación, encargado de dar el entrenamiento principal-inicial para los operadores de nuevo ingreso, luego realizan supervisiones para verificar el cumplimiento de los procedimientos establecidos y de ser necesario llevar actualización en su formato de “RESUMEN DE OPERACIONES DE ESTÁNDAR DE TRABAJO”, comúnmente llamados “WS”.

En estos WS se lleva a cabo el registro detallado de todos los pasos que debe ejecutar el operador para realizar una actividad para el cumplimiento eficiente de los objetivos planteados por la empresa. Cada operador puede tener bajo su responsabilidad, múltiples WS a cumplir durante su jornada laboral.

El operador del área de pigmentos posee actualmente dos WS asociados a sus labores:

- Llenado de carro de pigmentos.
- Pesaje de pigmentos.

Se pretende actualizar estos formatos, según las nuevas actividades y procedimientos a realizar.

DISEÑO

Ver el **Apéndice IX y X**.

**ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO****Tabla Nro. 5.26. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.**

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Formato de trabajo estándar desactualizado.	Formato de trabajo estándar actualizado.
Incumplimiento de los procedimientos correctos de ejecución de actividades.	Cumplimiento de los procedimientos correctos de ejecución de actividades.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**Tabla Nro. 5.27. Evaluación de Propuesta Nro. 12.**

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Actualización del formato de trabajo estándar	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Transmisión de información de los correctos métodos de trabajo.	Falta de pericia o poco entrenamiento.
Desventajas	

Los costos asociados por la implementación de esta propuesta son despreciables y por lo tanto no considerados en el impacto económico.

BENEFICIOS

- Llevando a cabo la actualización de los WS, junto a un eficaz proceso de capacitación al operador, se fortalece la destreza del operador en la ejecución de sus labores diarias.

5.2.11 PROPUESTA Nro. 13: Aplicación del análisis de modo y efecto de falla AMEF

Esta es una técnica de prevención, utilizada para detectar por anticipado las posibles fallas, con el fin de establecer los controles adecuados que eviten la ocurrencia de defectos, por tanto es conveniente aplicarla a las actividades principales del área de pigmentos. Su visualización estará en la cartelera informativa.

DISEÑO

Ver el **Apéndice XI**.

ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO

Tabla Nro. 5.28. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Falta de conocimiento para prevenir errores y fallas.	Conocimiento de métodos de prevención para situaciones no deseadas.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla Nro. 5.29. Evaluación de Propuesta Nro. 13.

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Aplicación del análisis de modo y efecto de falla AMEF	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Reducción de paradas no planificadas, eficiencia en el proceso productivo, conocimiento de formas de prevención de errores y fallas, formación adecuada de los operadores.	Demoras en el proceso.
Desventajas	

Los costos asociados por la implementación de esta propuesta son despreciables y por lo tanto no considerados en el impacto económico.

BENEFICIOS

- Dar a conocer el análisis de efecto y modo de falla, permite identificar claramente estas últimas permitiendo al operador, enfocarse hacia la prevención y eliminación de problemas del proceso y del producto.

5.2.12 DIAGRAMA DE PROCESO PROPUESTO

La actualización de los WS y la implementación de todas las mejoras, da paso a presentar el estado propuesto para el diagrama de proceso, mostrando las diferencias entre el actual y propuesto.

Tabla Nro. 5.30. Diagrama de Proceso Propuesto RESUMEN.
Fuente: Chang-Javier (2012).

TIPO DE ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIAS	
	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo
OPERACIONES	5	291	5	319	0	28
TRANSPORTES	2	90	2	60	0	-30
INSPECCIONES	2	23	1	10	-1	-13
DEMORAS	3	22	3	22	0	0
ALMACENAJES	2	28	2	28	0	0
Distancia Recorrida	718 metros		368 metros		-350	
Tiempo Total	454 minutos		439 minutos		-15	

Se evidencia considerables reducciones de los recorridos ejercidos por el operador y una disminución del tiempo productivo, lo que indica en líneas generales, que las propuestas planteadas impactan positivamente en el proceso.

Tabla Nro. 5.30. Diagrama de Proceso Propuesto.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO	TIPO ACTIVIDAD					CUANTIFICACIÓN					ANÁLISIS					OBSERVACIONES	ACCIÓN				
	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancia (m)	Tiempos (min)	Repeticiones	Total (m)	Total (min)	¿Qué es?	¿Dónde es?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Cómo?		Eliminar	Combinar	Cambiar	Persona	Mejorar
1	Buscar herramientas y equipos de protección					2	3	2	4	6						Reubicado					
2	Revisar estación						10	1		10											
3	Suministrar bolsas					25	3	2	50	6						Con carro					
4	Activar estación						2	1		2											
5	Calibrar balanza						1	1		1						Una sola vez					
6	Revisar programación						2	5		10											
7	Buscar fórmula en sistema						2	5		10											
8	Buscar carros de pigmentos					6	2	25	150	50						Mejorado					
9	Buscar carro de tachos					10	2	5	50	10						Mejorado					
10	Pesar tachos						1,5	200		300						Mejorado					
11	Almacenar tachos					0,3	0,1	200	60	13											
13	Retirar carro de tachos					10	3	5	50	15											
14	Guardar herramientas y equipos de protección					2	3	2	4	6											



DISCIPLINA (SHITSUKE)

Para favorecer la disciplina de los operadores en el cumplimiento de las anteriores S, es conveniente la siguiente propuesta, reconociendo así la ardua labor y condiciones ambientales a la que se exponen los operadores.

5.2.13 PROPUESTA Nro. 14: Plan de incentivo por cumplimiento del 5S

Con la finalidad de que los operadores aumenten el valor por el trabajo realizado e incentivarlos a cumplir cabalmente con los nuevos procedimientos y el cuidado de los equipos, se establece una relación ganar-ganar entre los operadores y la empresa con el pago del “bono de orden y limpieza” de Bs 1.000 mensuales, siempre y cuando cumplan con el mantenimiento eficiente de sus puestos de trabajos en todos los aspectos, teniendo en cuenta el manual de limpieza, el registro de los desperdicios, el orden en las jaulas y estantes y la ubicación exacta de los carros de pigmentos en el espacio asignado en el rack.

En tal sentido se requiere la participación activa de los supervisores y gerentes del área, empleando criterios propios sobre el nivel de limpieza y orden en el área, para ejecutar al pago del bono.

ESTADO ACTUAL – ESTADO PROPUESTO

Tabla Nro. 5.31. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO
Resistencia para cumplir a cabalidad con todas y cada una de las normativas, procedimientos, métodos de limpieza y niveles de producción requeridos.	Incentivo económico que premia el eficiente desempeño del operador en el cumplimiento de las labores asignadas.



EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla Nro. 5.32. Evaluación de Propuesta Nro. 14.

Organización: Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.	
Sistema en estudio: Área de Pigmentos del Departamento de Bamburys	
Realizado por: Chang y Javier	
Fecha: Octubre de 2012	
EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	
Descripción de la solución	
Plan de incentivo por cumplimiento del 5S	
Ventajas	Desperdicio que Eliminan/Reducen
Aumento en los ingresos de los operadores incentivándolos a realizar eficientemente el trabajo, cumplir con la programación de la producción, mantener el área en perfectas condiciones y progresivamente adoptar a la 5S como un hábito de vida.	Salidas antes de fin de turno, sobretiempo de comida.
Desventajas	

Los costos asociados por la implementación de esta propuesta, se presentan como costos operacionales en el estudio económico del Capítulo VI.

BENEFICIOS

- Este bono busca mantener en buen estado el área y crear el sentido de pertenencia en los operadores de los equipos y espacios en lo que labora, además de buscar cumplir con los niveles de producción deseados, de una manera más eficiente debido a la aplicación total o parcial de las propuestas de mejora presentas.

5.2.14 COMPARATIVA ENTRE EL ESTADO ACTUAL Y EL PROPUESTO

Tabla Nro. 5.33. Comparación del estado actual y propuesto.

DESPERDICIO	UNIDAD	ANTES	DESPUÉS
Consumo significativo de tiempo			
En actividades de preparación y puesta punto	<i>Porcentual</i>	27%(+11%)	16% (0%)
En actividades de misceláneos	<i>Porcentual</i>	34%(+20%)	11%(-3%)
Demoras en el proceso			
Espera por materiales y equipo de manejo	<i>min/(jornada * operador)</i>	43	3
Salidas antes del fin de turno	<i>min/(jornada * operador)</i>	30	10
Sobretiempo de comida	<i>min/(jornada * operador)</i>	27	15
Fallas de la impresora	<i>min / jornada</i>	34	5
Limpieza de área	<i>min/(jornada * operador)</i>	6	3
Calibración de la balanza	<i>min/(jornada * operador)</i>	5	1,25
Espera de programa	<i>min/(jornada * operador)</i>	4	4
Limpieza del operador con aire	<i>min/(jornada * operador)</i>	2	2
Paradas menores	<i>min/jornada</i>	23	5
Falta de pericia o poco entrenamiento			
Paletas de pigmentos en el área sin ubicación fija	<i>Paletas</i>	13	0
Pedido de paletas por turno	<i>Paletas/(jornada * operador)</i>	2	1
Tiempo para ubicar pigmentos	<i>Min/(jornada * operador)</i>	35	10
Calibrar balanza de estación de pesaje	<i>Veces/(jornada * estación)</i>	4	1
Repeticiones por pigmento	<i>Veces/pigmento</i>	2	1,5
Desperdicios generados por la apertura de sacos	<i>Kg/jornada</i>	25	5



DESPERDICIO	UNIDAD	ANTES	DESPUÉS
Falta de pericia o poco entrenamiento (continuación)			
Desperdicios generados por llenado de tachos	<i>Kg/jornada</i>	15	5
Tachos defectuosos	<i>Tachos/(jornada * operador)</i>	15	5
Desplazamientos innecesarios			
Buscar carro de pigmentos	<i>metros/(jornada * operador)</i>	300	150
Almacenar los tachos en el carro	<i>metros/(jornada * operador)</i>	260	60
Condiciones que provocan fatiga			
Movimientos de brazo completo al llenar tachos	<i>veces/(jornada * operador)</i>	1440	1152
Levantamiento de sacos	<i>sacos/(jornada * operador)</i>	40	40
Ausencia			
Salidas antes del fin de turno	<i>min/(jornada * operador)</i>	30	10
Sobretiempo de comida	<i>min/(jornada * operador)</i>	27	15
Velocidad reducida			
Identificación de tachos	<i>veces/(jornada * operador)</i>	120	0
Retiro de pigmento sobrante en tachos	<i>min/(jornada * operador)</i>	25	0
Obstáculos			
Paletas de pigmentos en el área sin ubicación fija	<i>Paletas</i>	13	0
Carros mal ubicados	<i>Carros</i>	10	0
Inadecuada distribución de materiales			
Paletas de pigmentos en el área sin ubicación fija	<i>Paletas</i>	13	0
Distancia de los recipientes de basura a las jaulas de pigmentos	<i>Metros</i>	15	3



CAPÍTULO VI



CAPÍTULO VI

IMPACTO ECONÓMICO DE LAS PROPUESTAS

Toda propuesta debe poseer un soporte económico que determine la rentabilidad de la misma, siendo este, la base de la empresa al momento de tomar decisiones de invertir o no en pro de los objetivos propuestos.

En este capítulo se realiza la evaluación económica de las propuestas de mejoras, identificando los costos y ahorros involucrados en aquellas que lo ameriten. Los costos que se presentarán son extraídos de varias fuentes:

- Sistema SAP de la empresa, donde se puede acceder al stock de almacén y verificar los costos de los materiales necesarios.
- Cotizaciones de contratistas mediante el empleo de Sistema SAP, estableciéndose el contacto entre el Departamento de Compras y la contratista.
- Recibos de pago de los trabajadores para los cálculos del valor de la hora de trabajo.
- Investigaciones en internet.

Con lo anteriormente dicho, por políticas de la empresa, no podrán ser presentados detalles del sistema SAP ni las cotizaciones. Con respecto a las investigaciones en internet, podrán ser comprobadas en el **Anexo G**.

El empleo de la mano de obra para la fabricación de los dispositivos y elementos queda bajo la responsabilidad de la Cooperativa “Milagro de Dios”, que labora dentro de la empresa en el “Taller de Servicios Generales”, presentando en el numeral 6.3 “COSTO DE MANO DE OBRA”, los trabajos asignados y el costo general del servicio, basándose en el pago semanal de 1.500 Bs a cada uno de los 12 trabajadores que posee y el tiempo aproximado que requiere cada propuesta para su elaboración.

Es importante acotar que gran parte de los costos, beneficios y ahorros económicos obtenidos mediante el estudio, son de carácter aproximado, basándose en aportes de los departamentos de compras y ventas, unido al hecho de realizar cuantificaciones antes de llevar a cabo la implementación de las propuestas.

6.1 PROPUESTAS

6.1.1 PROPUESTA Nro. 1: Rediseño de las estaciones de pesaje

Inversión Necesaria

Para llevar a cabo esta propuesta, es necesario destacar la participación de contratistas para la compra e instalación de los equipos necesarios siguiendo los parámetros de diseño antes descritos, tanto para el colector de polvos como para la banda transportadora. Se tiene:

- Cotización de “Donaldson Filtration Solutions” para la compra e instalación de los colectores de polvo.
- Cotización de “SIDEMA” para la compra e instalación de la banda transportadora.
- Cotización de “Allen-Bradley” para las actualizaciones del software de pesaje y la instalación de alertas sonoras.
- Para la fabricación de las campanas y ductos de aire se utilizarán láminas galvanizadas, discos de corte y electrodos, empleando la cooperativa “Milagro de Dios”.

Tabla Nro. 6.1. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 1.

Fuente: Sistema SAP, Cotizaciones Contratistas, www.MercadoLibre.com.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO. U (Bs)	TOTAL (Bs)
Colector de polvos	4	130.000	520.000
Banda transportadora	4	18.000	72.000
Actualización en sistema de pesaje	1	9.000	9.000
Lámina galvanizada (1,22mx2,44m)	5	186	930



Electrodos 3/32"	1	170	170
Disco de Corte 4 1/2"	2	12	24
Pala pequeña 16oz	15	60	900
Pala grande 32oz	15	90	1.350
Recipiente de tachó	80	45	3.600
		TOTAL	607.974

6.1.2 PROPUESTA Nro. 2: Reacondicionamiento de los actuales carros de tachos

Inversión Necesaria

Tomando en cuenta el reciclaje de material de los modelos 5 y 6 que serán eliminados y aquellos carros donde el estado de deterioro es elevado, se estima la siguiente inversión para la creación del nuevo modelo y el mejoramiento de los actuales carros de tachos.

Tabla Nro. 6.2. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 2.
Fuente: Sistema SAP, www.MercadoLibre.com.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO. U (Bs)	TOTAL (Bs)
Lámina galvanizada (1,22mx2,44m)	20	186	3.720
Lámina de Hierro negro (1mx2,4m)	15	960	14.400
Ángulo 1 1/2" 6m	25	170	4.250
Tubo cuadrado 3" 6m	10	400	4.000
Caja de electrodos 3/32"	5	170	850
Rueda 6x2"	80	250	20.000
Disco de corte 4 1/2"	12	12	144
Pletina 2" 6m	5	120	600
Tubo circular 1" 6m	10	200	2.000
		TOTAL	49.964

6.1.3 PROPUESTA Nro. 4: Diseño de carro para bolsas de tachos

Inversión Necesaria

Para la elaboración de cuatro carros para transportar y almacenar rollos de bolsas para tachos se estima la siguiente inversión.

Tabla Nro. 6.3. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 4.
Fuente: Sistema SAP, www.MercadoLibre.com.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO. U (Bs)	TOTAL (Bs)
Lámina galvanizada (1,22mx2,44m)	8	186	1.488
Ángulo 1 ½ " 6m	8	170	1.360
Tubo cuadrado 3" 6m	4	400	1.600
Caja de electrodos 3/32"	2	170	340
Rueda 6x2"	16	250	4.000
Disco de corte 4 ½"	4	12	48
Tubo circular 1" 6m	6	200	1.200
		TOTAL	10.036

6.1.4 PROPUESTA Nro. 5: Diseño de carro para movilizar sacos

Inversión Necesaria

Para la elaboración de cuatro unidades se estima la siguiente inversión.

Tabla Nro. 6.4. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 5.
Fuente: Sistema SAP, www.MercadoLibre.com.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO. U (Bs)	TOTAL (Bs)
Lámina galvanizada (1,22mx2,44m)	4	186	744
Ángulo 1 ½ " 6m	4	170	680
Tubo cuadrado 3" 6m	4	400	1.600
Caja de electrodos 3/32"	2	170	340
Rueda 6x2"	16	250	4.000
Disco de corte 4 ½"	2	12	24
Tubo circular 1" 6m	2	200	400
		TOTAL	7.788

**6.1.5 PROPUESTA Nro. 6: Instalación de jaulas y mezanina****Inversión Necesaria**

Para la elaboración de jaulas y la mezanina se estima la siguiente inversión.

Tabla Nro. 6.5. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 6.
Fuente: Sistema SAP, www.MercadoLibre.com.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO. U (Bs)	TOTAL (Bs)
Lámina de hierro negro (1mx2,4m)	15	960	14.440
Viga IPN 80 6m	13	850	11.050
Tubo cuadrado 1x1'' 6m	20	200	4.000
Pletina 1'' 6m	7	100	700
Caja de electrodos 3/32''	10	170	1.700
Disco de corte 4 1/2''	20	12	240
Equipo de oxicorte	1	6.500	6.500
		TOTAL	38.590

6.1.6 PROPUESTA Nro. 7: Instalación de estantería para pigmentos de bajo consumo**Inversión Necesaria**

Para la elaboración de esta estantería se estima la siguiente inversión.

Tabla Nro. 6.6. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 7.
Fuente: Sistema SAP, www.MercadoLibre.com.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO. U (Bs)	TOTAL (Bs)
Lámina galvanizada (1,22mx2,44m)	14	186	2.604
Tubo cuadrado 1x1'' 6m	10	200	2.000
Caja de electrodos 3/32''	2	170	340
Disco de corte 4 1/2''	6	12	72
		TOTAL	5.016

6.1.7 PROPUESTA Nro. 8: Identificación de racks y carros de pigmentos

Inversión Necesaria

Para ejecutar nuevamente la identificación de carros de pigmentos e implementar la identificación de los racks de almacenamiento de los mismos, se estima la siguiente inversión.

Tabla Nro. 6.7. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 8.
Fuente: Sistema SAP, www.MercadoLibre.com.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO. U (Bs)	TOTAL (Bs)
Lámina galvanizada (1,22mx2,44m)	5	186	930
Pintura amarilla industrial (galón)	15	210	3.150
Tubo circular 1" 6m	4	200	800
Disco de corte 4 1/2"	3	12	36
Pistola de pintura	1	195	195
Caja de electrodos 3/32"	1	170	170
Moldes	31	20	620
		TOTAL	5.901

6.1.8 PROPUESTA Nro. 9: Cambio y reubicación de recipientes de desperdicios

Inversión Necesaria

Para esta propuesta se estima la siguiente inversión.

Tabla Nro. 6.8. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 9.
Fuente: www.MercadoLibre.com.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO. U (Bs)	TOTAL (Bs)
Recipiente de Desperdicios 600lt	4	6.200	24.800
		TOTAL	24.800



6.2 COSTOS DE MATERIALES POR PROPUESTA

Tabla Nro. 6.9. Costos Totales de materiales por Propuestas.

PROPUESTA	COSTO (Bs)
Rediseño de las estaciones de pesaje	607.974
Reacondicionamiento de los actuales carros de tachos	49.964
Diseño de carro para bolsas de tachos	10.036
Diseño de carro para movilizar sacos de pigmentos	7.788
Instalación de jaulas y mezanina	38.590
Instalación de estantería para pigmentos de bajo consumo	5.016
Identificación de racks y carros de pigmentos	5.901
Cambio y reubicación de recipientes de desperdicios	24.800
TOTAL	750.069

6.3 COSTOS DE MANO DE OBRA

Como se planteó anteriormente, la cooperativa labora dentro de las instalaciones de la empresa, desarrollando continuamente trabajos en los diferentes departamentos que componen el proceso productivo, asociados a trabajos de herrería, instalación de sistemas eléctricos, de pintura y afines, es por tal motivo que la disponibilidad de trabajadores para la ejecución de estas actividades se limita a 3 del total de los 12 trabajadores que la componen.

Se requiere su participación para la elaboración de los siguientes trabajos.

Tabla Nro. 6.10. Trabajos a realizar en las propuestas.

PROPUESTA	TRABAJO A REALIZAR	DÍAS
1 Rediseño de las estaciones de pesaje	<ul style="list-style-type: none">• Elaboración de los ductos de aire.• Instalación en el área.	4
2 Reacondicionamiento de los actuales carros de tachos	<ul style="list-style-type: none">• Fabricar unidades del carro modelo.• Mantenimiento de ruedas.• Redimensionar carros.• Aumentar o disminuir alturas.• Enderezar partes dobladas.• Recuperar materiales de carros deteriorados.• Cambio de ruedas.	24
3 Diseño de carro para bolsas de tachos	<ul style="list-style-type: none">• Fabricar 4 unidades.	2
4 Diseño de carro para movilizar sacos de pigmentos	<ul style="list-style-type: none">• Fabricar 4 unidades.	2
5 Instalación de jaulas y mezanina	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar paños de jaulas.• Cortar vigas y láminas para la estructura de la mezanina.• Instalar y soldar elementos en el área.	17
6 Instalación de estantería	<ul style="list-style-type: none">• Fabricar 2 unidades.	2
7 Identificación de racks y carros de pigmentos	<ul style="list-style-type: none">• Picar tubo soporte de aviso.• Picar láminas para rectángulo de aviso que se colocará en los espacios de los racks.• Soldar avisos en los racks.• Pintar con moldes respectivo los códigos de identificación de pigmentos en los cuatro lados del carro y en los avisos de racks.	12
8 Protector de impresora y reubicación de computadora	<ul style="list-style-type: none">• Picar trozos de láminas y soldar.	1

A continuación se detalla el tiempo de ejecución de trabajos asociados a cada propuesta de mejora.



- **Propuesta 1:** Se estima un día por cada sistema de ductos a fabricar, para un total de 4 días.
- **Propuesta 2:** Dada la cantidad de 42 unidades de transporte de tachos, se estima la revisión y modificaciones de mejora para 3 carros en 1 día, para un total de 14 días, más una tolerancia de fabricación de 10 carros en sustitución por aquellos completamente deteriorados para los cuales se calcula 1 día para la fabricación de una unidad. Se toman 24 días en la ejecución de esta propuesta.
- **Propuesta 3:** Para la fabricación de 4 unidades de transporte de bolsas de tachos, se estiman 2 días.
- **Propuesta 4:** Al igual que la propuesta 3, se toma 2 días para la fabricación de 4 carros para la manipulación de sacos.
- **Propuesta 5:** Por ser una de las tres propuestas que requiere ser ejecutada directamente en el área, se considera un mayor lapso de tiempo para no incurrir en prolongadas paradas del proceso. Para la creación de las jaulas se dan 4 días, más 3 días para los cortes necesarios en vigas y láminas a soldar para la creación de la mezanina, sumando al final 10 días para ir colocando poco a poco cada tramo de la mezanina y jaulas para minimizar en lo posible el entorpecimiento de las labores del área. Esta propuesta se toma en total 17 días.
- **Propuesta 6:** La fabricación de dos estanterías para pigmentos de bajo consumo se estima en 2 días.
- **Propuesta 7:** Teniendo en cuenta el entorpecimiento en el cual se puede incurrir por trabajar en el área y estar identificando carros que se necesiten utilizar, se establece la identificación de 34 carros grandes, 27 carros pequeños y 3 racks en todos sus espacios, mas el corte de laminas y tubos para los avisos en 12 días.
- **Propuesta 8:** Para el corte de 4 trozos de lámina para la fabricación de un cajetín protector para la impresora se considera un tiempo de 1 día.

Cabe destacar que para el tiempo total de ejecución de estos trabajos hay “tiempos muertos” en los cuales se pueden ejecutar trabajos en simultaneo, pero a efectos de este estudio, estos se consideran nulos, al igual que se considera a todos los trabajos como contingentes cuando son independientes, (GONZÁLEZ, I.; GUERRA, V.; GIUGNI, L. y ETTEGUI, C. (2009) “un proyecto es contingente de otro proyecto cuando su aceptación está supeditada a la aceptación previa de otro”), con la finalidad de facilitar los cálculos de costos de mano de obra, reconociéndose el escenario más pesimista.

El total de días necesarios para todos los trabajos es de 64 días, estableciendo 25 días hábiles al mes, se estima un tiempo total de 2,5 meses de trabajo empleando tres trabajadores de la cooperativa.

En este lapso, trabajarán en simultaneo las contratistas que captaron la cotización para la compra e instalación de los nuevos colectores de polvo y las bandas transportadoras, empleando un fin de semana por cada estación, para no entorpecer con el proceso productivo, totalizando 4 fines de semana. Los costos de implementación y mano de obra de estas contratistas ya están incluidos en el costo del material.

Dicho esto, queda establecer el costo de mano de obra de la siguiente manera.

Costo de mano de Obra

$$= \left[\left(\frac{1.500 \text{ Bs}}{\text{semana} - \text{trabajador}} \right) \times (3 \text{ trabajadores}) \times \left(\frac{4 \text{ semanas}}{1 \text{ mes}} \right) \right. \\ \left. \times \left(\frac{2,5 \text{ meses}}{\text{total propuestas}} \right) \right] = 45.000 \text{ Bs} / \text{total propuestas}$$

6.4 COSTOS DE INGENIERÍA

El costo de ingeniería se refiere al pago del personal extra que se contrata para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos planteados. Los autores de esta investigación se desenvolvían como pasantes del área.

Tabla Nro. 6.11. Costos de Ingeniería.
Fuente: Departamento de Recursos Humanos BFVZ.

DESCRIPCIÓN	MESES	SUELDO (Bs)	TOTAL
Sueldo Mensual de Pasantías Nathaly Javier	6	1.970	11.820
Sueldo Mensual de Pasantías Julio Chang	6	1.970	11.820
		TOTAL	23.640

6.5 COSTOS TOTALES

En este apartado es importante resaltar que a los costos por Materiales, Mano de Obra e Ingeniería, se adiciona una tolerancia del 20% de la sumatoria de los costos anteriores debido a imprevistos que pueden surgir en variaciones de los precios de materiales por la posible inflación en la que pueden incurrir para el momento en que se decida ejecutar las propuestas.

Tabla Nro. 6.12. Costos Totales.

PROPUESTA	COSTO (Bs)
COSTOS DE MATERIALES	750.069
COSTOS DE MANO DE OBRA	45.000
COSTOS DE INGENIERÍA	23.640
Tolerancia por imprevistos e inflación (20%)	163.742
TOTAL	982.451

6.6 AHORROS

Los ahorros económicos que se obtienen con la puesta en marcha de la totalidad de las propuestas, están asociados a la disminución de los desperdicios de materiales generados durante la realización de las labores

diarias. Esta disminución es del 75%, es decir, actualmente se tienen 120 kilogramos de desperdicios de materiales y con las propuestas de mejoras pasan a ser en promedio 30 kilogramos al día (ver comparación entre los estados en la Tabla Nro.5.33). Las propuestas de mayor incidencia en esta disminución son el rediseño de las estaciones de pesaje y el cambio de procedimientos de apertura de sacos implementando el carro de transporte de los mismos.

Según el departamento de compras, el costo de kilogramo desperdiciado de pigmentos, promediando todos los tipos, es de 12 Bs, por tanto,

Actualmente:

$$\begin{aligned} \text{Costo mensual desperdicios} &= \left[\left(\frac{120 \text{ kg}}{\text{día}} \right) \times \left(\frac{25 \text{ días}}{\text{mes}} \right) \times \left(\frac{12 \text{ Bs}}{\text{kg}} \right) \right] \\ &= 36.000 \text{ Bs/mes} \end{aligned}$$

Con las propuestas:

$$\begin{aligned} \text{Costo mensual desperdicios} &= \left[\left(\frac{30 \text{ kg}}{\text{día}} \right) \times \left(\frac{25 \text{ días}}{\text{mes}} \right) \times \left(\frac{12 \text{ Bs}}{\text{kg}} \right) \right] \\ &= 9.000 \text{ Bs/mes} \end{aligned}$$

$$\text{Ahorro mensual} = 36.000 \text{ Bs/mes} - 9.000 \text{ Bs/mes} = 27.000 \text{ Bs/mes}$$

6.7 BENEFICIOS

Los beneficios económicos inherentes a las propuestas de mejoras se ven reflejados en el aumento de la producción. Para aclarar estos beneficios se presentan los siguientes cálculos.

Según datos generales del departamento de ventas de la empresa, considerando un promedio ponderado de todos los modelos de caucho, desde el caucho para vehículo pequeño hasta el caucho para camión agrícola, el precio de venta al mercado es de 1.260 Bs por unidad, de los cuales el 90% representa el costo asociado a la producción del caucho y el 10% son las ganancias netas gravables por unidad vendida, es decir, 1.134 Bs para cubrir costos operacionales y 126 Bs de beneficio económico por caucho vendido.

Actualmente la empresa cuenta con un nivel de producción de cauchos de 9.000 cauchos al día, lo cual está por debajo de su capacidad instalada de 9800 cauchos al día y que por factores externos a este estudio no serán nombrados. Para llegar a producir esta cantidad de cauchos al día se requiere producir en los Bamburys 1.727 batches al día según departamento técnico (para mayor detalle de esta relación ver **Apéndice XII**).

Por tanto se establece una relación de:

$$\text{caucho por batch} = \left\{ \frac{9.000 \left(\frac{\text{cauchos}}{\text{día}} \right)}{1.727 \left(\frac{\text{cauchos}}{\text{día}} \right)} \right\} = 5,21 \frac{\text{cauchos}}{\text{batches}} \cong 5 \frac{\text{cauchos}}{\text{batches}}$$

Para producir esos 1.727 batches, se producen 1440 tachos al día, o lo que es igual al promedio de 120 tachos por operador-jornada, nombrado en los capítulos iniciales.

Ejecutando las propuestas de mejoras este promedio se traslada a los 195 tachos por operador-jornada, es decir, 2340 tachos al día (900 tachos diarios adicionales).

Se debe tener en cuenta que entre los batches producidos y los tachos producidos no existe una relación directa, debido a la existencia de mezclas intermedias de insumos que igualmente generan batches pero que no llevan un tacho asociado a dicha mezcla (ver Figura Nro.4.3).



Si bien es cierto lo anteriormente dicho, también lo es el hecho de que cada tacho forma parte de la mezcla necesaria para producir un batch, por tanto, implantando el supuesto del aumento de 900 tachos al día, se tendrán 900 batches adicionales producidos en el área de Bamburys.

Estableciendo que todos los departamentos que conforman el proceso productivo pueden asimilar este aumento de los niveles de producción del departamento de Bambury y que el departamento de ventas tiene un mercado potencial para cubrir, las mejoras podrán aumentar el nivel de producción de cauchos a 13.135 cauchos al día, como se muestran en los siguientes cálculos.

Cauchos al día

$$= [(batches \text{ actualmente producidos} \\ + \text{ aumento de batches por aumento de tachos}) \\ \times (\text{cauchos por batch})]$$

$$\text{Cauchos al día} = \left(1.727 \frac{\text{batch}}{\text{día}} + 900 \frac{\text{batch}}{\text{día}}\right) \times \left(5 \frac{\text{cauchos}}{\text{batch}}\right) = \mathbf{13.135} \frac{\text{cauchos}}{\text{día}}$$

Se tiene un aumento en los niveles de producción de 4.135 cauchos al día.

Siendo realistas, es improbable que las mejoras de pigmentos aumenten la producción de cauchos en un 46% de la producción actual, por tanto, se descarta el supuesto anterior y se considera un criterio de beneficio conservador, aumentan los niveles de producción en 1%, es decir, 90 cauchos adicionales al día.

Con este aumento en los niveles de producción se calculan los beneficios asociados.

**Beneficios mensuales adicionales**

$$\begin{aligned} &= \left(90 \frac{\text{cauchos}}{\text{día}} \times 1.260 \frac{\text{Bs}}{\text{caucho}} \times (0,1) \times 25 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \right) \\ &= \mathbf{283.500 \text{ Bs/mes}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beneficio neto gravable} &= \left(283.500 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}} - (\text{bono de limpieza}) \right) \\ &= \left(283.500 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}} - 12.000 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}} \right) \end{aligned}$$

$$\mathbf{\text{Beneficio neto gravable} = 271.500 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}}}$$

Se introduce el bono de limpieza, pues es un costo operacional añadido como parte de las propuestas, asumiendo el cumplimiento constante de los operadores con las directrices por las cuales es otorgado este bono.

Haciendo más específicos los beneficios, utilizando la tarifa de impuestos a rentas de empresas de 50%, ya que estos beneficios forman parte de un total que excede los 5.000.000 Bs mensuales (GONZÁLEZ, I.; GUERRA, V.; GIUGNI, L. y ETTEGUI, C. (2009), apéndice B), se tiene:

$$\text{Beneficio neto gravable despues de impuesto} = \left(271.500 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}} \times (0,5) \right)$$

$$\mathbf{\text{Beneficio neto gravable despues de impuesto} = 135.750 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}}}$$

Recordando que estos son solos los beneficios por la producción adicional de cauchos estimada por las mejoras de pigmentos.

De igual forma se asume que en el período de implementación de las mejoras (2,5 meses), no se obtendrá absolutamente ningún beneficio por estas, hasta que no sean implementadas en su totalidad.



6.8 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para llevar a cabo el estudio económico que indique si es factible realizar la inversión o no, primero se deben establecer una serie de condiciones como punto de partida de dicha evaluación. Se tiene entonces.

- La implementación de las propuestas tardará dos meses, período en el cual no se generan ahorros ni beneficios.
- El tiempo de evaluación de esta investigación será de 1 año, donde el valor residual de la inversión requerida será del 80%, estableciendo implícitamente un período de 5 años de vida útil, considerando aceptable este lapso de tiempo para realizar posteriores estudios para encontrar nuevas formas de ejecutar más eficiente las labores.
- Se tiene un porcentaje de ganancia sobre el precio de venta del caucho del 10%, y una tasa de impuesto sobre la renta del 50%.
- La tasa mínima de rendimiento se establece en 20%.
- La producción no varía, solo se ve afectada positivamente en el aumento de 90 cauchos al tercer mes.
- Se cumple eficientemente el manual de limpieza por parte de los operadores, cancelando el bono de limpieza todos los meses.

Ya descritas las condiciones, se procede a ejecutar el primero de los modelos de rentabilidad.

6.8.1 VALOR ACTUAL

Teniendo la inversión inicial de 982.451 Bs y un valor residual del 80%, 785.961 Bs, se presenta las siguiente tablas representativas de todos los flujos monetarios a considerar.

Tabla Nro. 6.13. Flujos Monetarios.
Fuente: Departamento de Compras-Ventas y Recursos Humanos BFVZ.

MES	0	1	2	3	4	5	6
P.V		Bs. 1.260					
PROD		225000	225000	227250	227250	227250	227250
I.I	-Bs. 982.451	Bs. 0					
ING. B.	Bs. 0	Bs. 283.500.000	Bs. 283.500.000	Bs. 286.335.000	Bs. 286.335.000	Bs. 286.335.000	Bs. 286.335.000
COSTOS OP.	Bs. 0	-Bs. 255.150.000	-Bs. 255.150.000	-Bs. 257.701.500	-Bs. 257.701.500	-Bs. 257.701.500	-Bs. 257.701.500
I.S.R	Bs. 0	-Bs. 14.175.000	-Bs. 14.175.000	-Bs. 14.316.750	-Bs. 14.316.750	-Bs. 14.316.750	-Bs. 14.316.750
AHORROS	Bs. 0	Bs. 0	Bs. 0	Bs. 27.000	Bs. 27.000	Bs. 27.000	Bs. 27.000
BONO	Bs. 0	-Bs. 12.000					
V.R	Bs. 0						
MES	7	8	9	10	11	12	
P.V	Bs. 1.260						
PROD	227250	227250	227250	227250	227250	227250	
I.I	Bs. 0						
ING. B.	Bs. 286.335.000						
COSTOS OP.	-Bs. 257.701.500						
I.S.R	-Bs. 14.316.750						
AHORROS	Bs. 27.000						
BONO	-Bs. 12.000						
V.R	Bs. 0	Bs. 785.961					

Tabla Nro. 6.14. Flujos Monetarios Netos.
Fuente: Departamento de Compras-Ventas y Recursos Humanos BFVZ.

MES	0	1	2	3	4	5	6
FLUJO NETO	-Bs. 982.451	Bs. 14.163.000	Bs. 14.163.000	Bs. 14.331.750	Bs. 14.331.750	Bs. 14.331.750	Bs. 14.331.750
MES	7	8	9	10	11	12	
FLUJO NETO	Bs. 14.331.750	Bs. 15.117.711					

Teniendo los flujos monetarios netos se procede a aplicar la ecuación del modelo de rentabilidad de Valor Actual.

$$\begin{aligned}
 VA(20\%) &= \{-982.451 + [14.163.000(P/R_{20\%,2})] \\
 &\quad + [14.331.750(P/R_{20\%,9})(P/S_{20\%,2})] + [15.117.711(P/S_{20\%,12})]\} \\
 VA(20\%) &= \{-982.451 + [14.163.000(1,5277)] \\
 &\quad + [14.331.750(4,0309)(0,69445)] + [15.117.711(0,11216)]\} \\
 &= \mathbf{62.468.239 Bs}
 \end{aligned}$$

Esto indica que los ingresos del proyecto son superiores a los costos, incluyendo la tasa mínima de rendimiento del 20%. El proyecto reporta un



beneficio equivalente en el punto cero de 62.468.239 Bs después de cubrir el 20% de rendimiento.

Cabe destacar que es la magnitud de las ventas de la empresa la que le permite llevar a cabo proyectos de gran tamaño con facilidad, siempre y cuando sus beneficios sean tangibles, tanto para el aumento de la producción como para el bienestar de los empleados y operadores, en consonancia con los principios de la corporación.

6.8.2 TIEMPO DE PAGO

Considerando los beneficios asociados solamente a las propuestas, alcanzando los 135.750 Bs mensuales más los ahorros por disminución de desperdicios de 27.000 Bs mensuales, se consigue un beneficio total de 162.750 Bs al mes, y determinando el Tiempo de Pago, como indicador adicional en esta evaluación económica, se concluye que la inversión de 982.451 Bs se recupera en 9 meses, siendo un lapso menor al tiempo de pago crítico de 1 año impuesto por la empresa. Para mayor comprensión se presentan los cálculos siguientes.

$$\begin{aligned} \textit{Tiempo de Pago} &= \left[\left(\frac{\textit{Inversión Inicial}}{\textit{Ahorros} + \textit{Beneficios}} \right) + \textit{Tiempo de implementación} \right] \\ &= \left[\left(\frac{982.451 \textit{ Bs}}{135.750 \frac{\textit{Bs}}{\textit{mes}} + 27.000 \frac{\textit{Bs}}{\textit{mes}}} \right) + 2,5 \textit{ meses} \right] \cong \mathbf{9 \textit{ meses}} \end{aligned}$$

El proyecto es totalmente rentable.



APÉNDICES



APÉNDICE I

Tabla I.1. Registros de Producción en el Mes de Junio de 2012.
Fuente: BFVZ.

BANBURY	TURNO	ESTACIÓN	TACHO	PIGMENTOS	TAMAÑO DE LOTE	TACHOS/JORNADA-OPERADOR
1	1	2	J2757	7	20	175
1	1	2	V0397	7	25	
1	1	2	V7917	5	50	
1	1	2	J7497	5	40	
1	1	2	B3737	2	40	
4	1	4	J5487	6	40	130
4	1	4	RN287	5	50	
4	1	4	V1697	4	40	
3	1	1	V0391	3	20	130
3	1	1	J3991	4	30	
3	1	1	V8771	3	40	
3	1	1	J8811	4	40	
2	1	2	J2757	7	20	200
2	1	2	V7527	6	60	
2	1	2	V1697	4	60	
2	1	2	J5487	6	60	
4	1	4	J2755	2	60	140
4	1	4	V7917	6	50	
4	1	4	V8407	7	30	
3	1	1	J2752	2	60	140
3	1	1	J7492	3	50	
3	1	1	B3731	5	30	
1	2	3	V1691	6	40	120
1	2	3	J8811	4	40	
1	2	3	V7521	5	40	
2	2	2	RN287	5	30	100
2	2	2	J2757	7	20	
2	2	2	B3737	2	45	
2	2	2	V0047	4	5	
3	2	1	V9631	4	30	90
3	2	1	V0701	6	20	
3	2	1	J5481	6	40	
4	2	4	V7917	6	50	
4	2	4	J7497	6	26	



4	2	4	V1407	6	24	
4	2	4	V9857	7	20	120
4	3	2	J8817	5	50	
4	3	2	J2987	9	20	
4	3	2	RN287	5	30	
4	3	2	V9637	4	30	130
2	3	1	RN297	2	10	
2	3	1	V0707	7	20	
2	3	1	J7497	6	30	
2	3	1	V1697	4	50	
2	3	1	J8817	5	30	140
1	3	4	J3991	4	30	
1	3	4	J2911	5	30	
1	3	4	V9851	4	10	
1	3	4	V4271	7	30	100
4	3	2	J8817	5	50	
4	3	2	J2987	7	10	
4	3	2	J2757	7	26	
4	3	2	V7917	6	50	136
4	1	3	J2755	2	55	
4	1	3	J2757	2	40	
4	1	3	V7527	6	35	130
3	1	1	V9631	4	30	
3	1	1	V1401	4	30	
3	1	1	V9632	1	40	
3	1	1	J8811	4	40	
3	1	1	J2751	3	10	150
1	2	3	V0042	2	5	
1	2	3	V7911	5	40	
1	2	3	J7491	5	40	
1	2	3	V1691	6	40	125
2	2	2	V8407	7	60	
2	2	2	V9857	7	20	
2	2	2	J3997	7	20	100
3	2	1	J2751	3	40	
3	2	1	V9632	1	32	
3	2	1	V9851	4	20	
3	2	1	J5481	6	30	122
4	2	4	J5487	6	50	
4	2	4	J2757	7	10	





4	2	4	V5387	4	40	
4	2	4	V1697	4	50	150
4	3	2	J8817	5	50	,
4	3	2	J2755	2	50	
4	3	2	J3437	4	20	
4	3	2	V4277	5	30	150
3	3	4	J3997	7	11	
3	3	4	V1402	1	18	
3	3	4	V4271	5	30	
3	3	4	J5481	5	26	85
2	3	1	B3737	2	45	
2	3	1	J2757	7	20	
2	3	1	V2327	4	50	
2	3	1	V9857	7	20	
2	3	1	J2917	6	11	146
2	1	4	V9637	5	40	
2	1	4	V7917	6	50	
2	1	4	V1697	5	50	
2	1	4	B3737	2	40	
2	1	4	V0707	7	10	190
3	1	1	B3731	5	40	
3	1	1	V8402	1	50	
3	1	1	RN281	3	30	120
3	1	4	J3431	4	10	
3	1	4	J1691	6	50	60
1	2	3	V8771	3	30	
1	2	3	J8811	4	50	
1	2	3	V4277	5	20	100
3	2	4	B3971	2	5	
3	2	4	J3431	7	10	
3	2	4	RN311	5	20	
3	2	4	J2751	3	44	79
4	2	4	V9637	5	15	
4	2	4	J2987	6	10	
4	2	4	V0027	5	32	
4	2	4	J2757	5	20	
4	2	4	J5487	6	40	117
2	3	1	B3737	2	40	
2	3	1	B3977	5	5	
2	3	1	J7497	6	26	



2	3	1	V1697	4	50	
2	3	1	J3997	7	20	141
1	3	4	RN312	1	24	
1	3	4	J5481	6	27	
1	3	4	J2752	2	49	100
2	3	3	J8817	5	50	
2	3	3	V4277	5	11	
2	3	3	J2757	7	20	
2	3	3	J2917	6	20	
2	3	3	V0067	5	40	141
4	3	2	J2755	2	50	
4	3	2	J5487	6	50	
4	3	2	J2757	7	40	140
1	1	4	v1691	6	50	
1	1	4	v0701	6	18	68
3	1	1	J8811	4	50	
3	1	1	J5481	6	60	
3	1	1	V7671	6	20	130
2	1	2	V5387	4	40	
2	1	2	J2757	7	20	
2	1	2	V7527	6	40	
2	1	2	V2327	4	35	135
1	2	3	J5481	6	40	
1	2	3	J2987	6	10	
1	2	3	J2987	3	10	
1	2	3	J3997	7	13	73
3	2	1	J2751	3	40	
3	2	1	V1401	4	20	
3	2	1	V0391	3	30	
3	2	1	V8401	4	40	130
1	3	4	J7491	5	20	
1	3	4	J7492	3	42	
1	3	4	J3991	4	30	
1	3	4	V1401	3	20	
1	3	4	V1402	1	23	135
1	1	4	J3431	4	10	
1	1	4	J7497	6	20	
1	1	4	J2987	6	10	
1	1	4	J3997	1	10	50
2	1	2	V5387	4	40	



2	1	2	V7917	6	50	110
2	1	2	J2757	7	20	
1	2	3	J3997	7	20	42
1	2	3	J8811	4	22	
3	2	1	V7671	4	20	117
3	2	1	V7671	2	20	
3	2	1	J2752	2	22	
3	2	1	V6121	6	5	
3	2	1	J5481	6	50	
4	2	4	V4277	5	40	142
4	2	4	J2755	2	52	
4	2	4	J5487	6	50	
2	3	2	J8817	5	50	105
2	3	2	V1697	4	50	
2	3	2	V6127	4	5	
4	3	1	J2757	7	20	126
4	3	1	V1407	6	16	
4	3	1	V8407	7	40	
4	3	1	V1697	4	50	
1	3	4	J8811	4	50	90
1	3	4	V4271	7	30	
1	3	4	J5521	4	5	
1	3	4	J5522	1	5	
2	1	3	V9857	7	20	130
2	1	3	J3997	9	10	
2	1	3	J8817	5	50	
2	1	3	B3737	2	50	

De esta tabla se obtiene en su última columna las cantidades producidas por un operador en su jornada laboral, obteniéndose un valor máximo de 200 y un mínimo de 42 tachos por turno, arrojando un promedio de 120 tachos por turno. Estos valores extremos tan alejados del promedio, dan pie a inferir que dicha variabilidad se debe a factores que deben ser eliminados o reducirlos.

APÉNDICE II

Tabla II.1. Estudio de Tiempo Estación 1.
Fuente: Chang-Javier (2012).

ESTACIÓN 1				
Fecha: Junio 2012		Min	%	%Acum
Operación: Pesaje de Pigmentos	Operativo	136,900	41%	41%
Hora de Inicio: 8:00am	Miscelaneos	82,530	25%	66%
Hora de Culminación: 2:00pm	Preparación	76,980	23%	90%
Tiempo Total de la Operación: 5,5 horas	Personales	21,440	6%	96%
	Falla de Equipos	12,150	4%	100%
	Totales	330,000	100%	
TIEMPO OPERATIVO	FRECUENCIA	TIEMPO TOTAL	PROMEDIO	%
Tacho J4271	40	52,690	1,317	15,97%
Tacho J5487	28	34,360	1,227	10,41%
Tacho J7497	20	26,590	1,330	8,06%
Tacho J3997	20	23,260	1,163	7,05%
TOTAL	108	136,900		41,48%
PREPARACIÓN Y/O CAMBIO DE MATERIAL	FRECUENCIA	TIEMPO TOTAL	PROMEDIO	%
Retiro de Compuesto (Cambio de compuesto)	15	27,610	1,841	8,37%
Llena carro compuesto	13	19,930	1,533	6,04%
Se coloca implementos de Seguridad	9	8,980	0,998	2,72%
Identifica Tachos	6	8,200	1,367	2,48%
Llena tarjeta	5	6,090	1,218	1,85%
Traslado de carro lleno de tachos	3	3,180	1,060	0,96%
Busca especificaciones técnicas	1	1,050	1,050	0,32%
Busca herramientas	2	0,770	0,385	0,23%
Cambia rollo (bolsas)	1	0,750	0,750	0,23%
Revisar Plan de Producción	1	0,420	0,420	0,13%
TOTAL	56	76,980		23,33%
FALLAS DE EQUIPO	FRECUENCIA	TIEMPO TOTAL	PROMEDIO	%
Ajustes de estación	3	11,900	3,967	3,61%
Reinicio de sistema	1	1,060	1,060	0,32%
TOTAL	4	12,960		3,93%
NECESIDADES PERSONALES	FRECUENCIA	TIEMPO TOTAL	PROMEDIO	%
Hablando	12	12,500	1,042	3,79%
Teléfono	6	6,600	1,100	2,00%
Tomar Agua	4	1,180	0,295	0,36%
Tomar aire/parado frente máquina	2	1,160	0,580	0,35%
TOTAL	24	21,440		6,50%
MISCELÁNEOS	FRECUENCIA	TIEMPO TOTAL	PROMEDIO	%
Fin de turno	1	31,030	31,030	9,40%
Exceso de comida	1	29,880	29,880	9,05%
Cambia de franela	2	6,800	3,400	2,06%
Se limpia con aire	5	4,650	0,930	1,41%
Limpia balanza	10	4,510	0,451	1,37%
Acomodar carritos en el área de trabajo	5	4,360	0,872	1,32%
Limpieza de area	1	1,300	1,300	0,39%
TOTAL	25	82,530		25,01%

APÉNDICE III

Tabla III.1. Formato de Clasificación (1/2).
Fuente: Chang-Javier (2012).

HERRAMIENTA 55: CLASIFICAR (SEIRI) (1/2)								
ÁREA: PIGMENTOS				RESPONSABLE: CHANG Y JAVIER				FECHA: AGOSTO 2012
ELEMENTO	CONDICIONES			CANTIDAD	NECESARIO		ACCIÓN A TOMAR	
	BUENAS	REGULARES	MALAS		SI	NO		
EQUIPOS DE PRODUCCIÓN								
Balanza		X		4	X		MEJORAR	
Colector de polvos			X	4	X		CAMBIAR	
Impresora de etiquetas			X	1	X		REUBICAR	
Mesa para balanza	X			4	X			
Montacarga		X		1	X		AUMENTAR	
Software de pesaje	X			4	X			
EQUIPOS DE MANEJO DE MATERIALES								
Carro de pigmentos grandes	X			34	X		REDISTRIBUIR	
Carro de tachos				42	X		MEJORAR	
MATERIALES								
Cajas de pigmentos	X			5	X		REORDENAR	
Paletas de pigmento		X		19	X		REORDENAR	
Rollos de bolsas para tachos	X			8	X		REORDENAR	
Sacos de pigmentos		X		7	X		REORDENAR	
HERRAMIENTAS PERSONALES								
Cuchillos	X			4	X			
Marcador-Pluma	X			4	X			
Palas		X		4	X		MEJORAR	
OBJETOS EN EL ÁREA								
Camilla	X			1	X			
Contenedor de pesas para balanza			X	1		X	ELIMINAR	
Estante de documentos			X	4		X	ELIMINAR	
Extintores	X			2	X			
Jaulas	X			6	X		AUMENTAR	
Lava ojos	X			1	X			
Lockers	X			12	X			
Racks de carros de pigmentos	X			3	X		IDENTIFICAR	
Recipientes de basura			X	10	X		MAJORAR	
Regadera	X			1	X			
Soportes de rollos de bolsa	X			7	X		DISMINUIR	



Tabla III.2. Formato de Clasificación (2/2).
Fuente: Chang-Javier (2012).

HERRAMIENTA 5S: CLASIFICAR (SEIRI) (2/2)							
ÁREA: PIGMENTOS					FECHA: AGOSTO 2012		
RESPONSABLE: CHANG Y JAVIER							
ELEMENTO	CONDICIONES			CANTIDAD	NECESARIO		ACCIÓN A TOMAR
	BUENAS	REGULARES	MALAS		SI	NO	
ZONAS							
Carro de tachos		X		1	X		
Carros de pigmentos		X		3	X		REDISTRIBUIR
Desperdicios			X	1		X	ELIMINAR
Estaciones de Pesaje	X			4	X		
Jaulas	X			1	X		EXPANDIR
Lockers	X			1	X		
Primeros auxilios		X		1	X		REUBICAR
ACTIVIDADES							
Buscar herramientas y equipos	X			/	X		
Suministrar bolsas			X	/	X		MEJORAR
Activar estación	X			/	X		
Calibrar balanza		X		/	X		REDUCIR
Revisar programación	X			/	X		
Buscar fórmula en sistema	X			/	X		
Buscar carros de pigmentos		X		/	X		MEJORAR
Buscar carro de tachos		X		/	X		MEJORAR
Pesar tachos		X		/	X		MEJORAR
Almacenar tachos		X		/	X		MEJORAR
Identificar lote de tachos			X	/		X	ELIMINAR
Retirar carro de tachos		X		/	X		MEJORAR
Guardar herramientas y equipos	X			/	X		
AMBIENTE DE TRABAJO							
Iluminación		X		/	X		MEJORAR
Ventilación			X	/	X		MEJORAR
Ruidos	X			/		X	
Orden y Limpieza			X	/	X		MEJORAR
Polvos, Gases y Nieblas			X	/		X	MEJORAR

APÉNDICE IV

Tabla IV.1. Capacidad de Producción al 65% de la jornada laboral.
Fuente: Chang-Javier (2012).

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN PIGMENTOS en (292 min)							
Tiempo en minutos							65%
Nº de Pig.	Tacho	Cantidad	Tiempo	Promedio	Tiempo de Ciclo	Factor Equivalente	Tachos/Turno
1	RN312	24	12,617	0,526	0,526	1,00	556
2	B3737	58	35,856	0,618	0,602	1,14	486
	J2755	5	2,328	0,466			
	J4177	7	5,059	0,723			
3	J2751	13	11,568	0,890	0,910	1,73	322
	RN281	20	18,177	0,909			
	V0021	18	16,620	0,923			
	V0391	8	9,280	1,160			
	V1697	40	34,701	0,868			
	V2327	36	33,006	0,917			
	V8771	16	11,234	0,702			
4	J2981	12	12,060	1,005	1,091	2,07	268
	J3437	7	7,204	1,029			
	J8811	9	13,590	1,510			
	J8817	18	20,041	1,113			
	V0027	15	19,242	1,283			
	V0067	40	44,797	1,120			
	V4277	20	16,537	0,827			
	V8401	15	12,974	0,865			
	V8777	12	12,177	1,015			
	V9637	15	17,152	1,143			
5	J3997	30	41,671	1,389	1,413	2,69	207
	J5487	28	34,360	1,227			
	J7491	21	30,784	1,466			
	J7497	31	40,120	1,294			
	RN311	19	27,647	1,455			
	V5381	9	15,662	1,740			
	V7521	9	13,610	1,512			
	V7917	21	30,698	1,462			
6	V9851	6	7,055	1,176	1,638	3,11	179
	J2917	9	14,273	1,586			
	J5481	19	27,962	1,472			
	V0701	6	12,760	2,127			
	V0707	15	22,512	1,501			
	V1691	8	15,986	1,998			
	V8407	14	19,060	1,361			
7	V9857	16	22,689	1,418	1,870	3,56	156
	J2757	20	48,440	2,422			
	V4271	40	52,690	1,317			

APÉNDICE V

Tabla V.1. Cálculos de caudal requerido.
Fuente: Departamento de Mantenimiento Mecánico BFVZ.

	NORMA					$Q = V \cdot 0,75(10X^2 + A)$	$Q(CFM) = Q(m^3/s) \times 2220$
	ANCHO (M)	ALTO (M)	AREA (M2)	DISTANCIA FOCO (M)	VELOCIDAD CAPTURA(M/S)	CAUDAL (M3/S)	CAUDAL (CFM)
CAMPANA 1	0,357	0,133	0,047481	0,28	1	0,62361075	1384,415865
CAMPANA 2	0,4318	0,133	0,0574294	0,17	1	0,25982205	576,804951
CAMPANA 3	0,533	0,133	0,070889	0,43	1	1,43991675	3196,615185
CAMPANA 4	0,501	0,1524	0,0763524	0,28	1	0,6452643	1432,486746
CAMPANA 5	0,745	0,133	0,099085	0,25	1	0,54306375	1205,601525
						3,5116776	7795,924272

Se requiere un caudal de 7795CFM (pie cubico por minuto).

Tabla V.2. Algunos cálculos para los ductos de aire.
Fuente: Departamento de Mantenimiento Mecánico BFVZ.

DIAMETROS DE CONDUCTOS	Q	Hd	QxHd		
Tramo 1-A	0,62361075	40,95829559	25,54203343		
Tramo 2-A	0,25982205	41,45108287	10,76990533		
suma	0,8834328		36,31193876		
Hdd		41,10322682			
Velocidad en Tramo siguiente	16,35	672,0377585	25,92369107	Velocidad Tramo A-B	
Diametro A-B	Q	V	A	D (m)	D (pulg)
	0,8834328	25,92369107	0,034078203	0,208354801	8,202928528
	Q	Hd	QxHd		
Tramo A-B	0,8834328	42,84013516	37,84638055		
Tramo 3-B	1,43991675	246,1669556	354,4599227		
suma	2,32334955		392,3063032		
Hdd		168,8537582			
Velocidad en tramo siguiente	16,35	2760,758947	52,54292481	Velocidad Tramo B-C	
Diametro B-C	Q	V	A	D(m)	D (pulg)
	2,32334955	52,54292481	0,044218124	0,237336934	9,343955074
	Q	Hd	QxHd		
Tramo B-C	2,32334955	249,9608685	580,7464714		
Tramo 4-B	0,6452643	41,52864869	26,79695443		
suma	2,96861385		607,5434258		
Hdd		204,6555923			
Velocidad en tramo siguiente	16,35	3346,118934	57,8456475	Velocidad tramo C-D	
Diametro C-D	Q	V	A	D(m)	D (pulg)
	2,96861385	57,8456475	0,051319572	0,255685843	10,06635165
	Q	Hd	QxHd		
Tramo C-D	2,96861385	256,5155251	761,4955405		
Tramo 5-D	0,54306375	47,6781309	25,89226456		
suma	3,5116776		787,3878051		
Hdd		224,2198444			
Velocidad en tramo siguiente	16,35	3665,994456	60,54745623	Velocidad tramo C-D	
Diametro D-E	Q	V	A	D(m)	D (pulg)
	3,5116776	60,54745623	0,057998764	0,271815701	10,70138415

APÉNDICE VI

Tabla VI.1. Volumen de tachos.

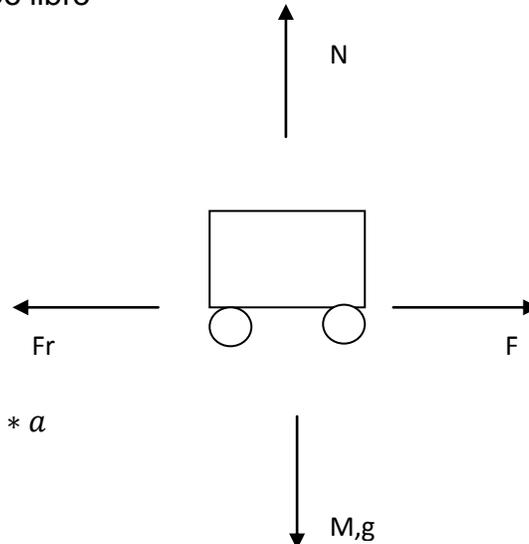
Fuente: Chang-Javier (2012).

TACHO	Volumen Total (cm3)	Volumen de Tobo (cm3) D=30cm y A=40cm	Cumple
B3737	6802,81	28274	si
J2751	14827,92	28274	si
J2755	4544,11	28274	si
J2757	13854,92	28274	si
J2917	23290,65	28274	si
J2981	15407,81	28274	si
J3437	14986,17	28274	si
J3997	27284,28	28274	si
J4177	5568,14	28274	si
J5481	17466,17	28274	si
J5487	10878,41	28274	si
J7491	17358,78	28274	si
J7497	10303,15	28274	si
J8811	19117,90	28274	si
J8817	6718,87	28274	si
RN281	12358,50	28274	si
RN311	22285,75	28274	si
RN312	24973,57	28274	si
V0021	20139,02	28274	si
V0027	13435,88	28274	si
V0067	5329,08	28274	si
V0391	10505,22	28274	si
V0701	14834,12	28274	si
V0707	10522,57	28274	si
V1691	27124,00	28274	si
V1697	5386,13	28274	si
V2327	4340,29	28274	si
V4271	9661,90	28274	si
V4277	6880,47	28274	si
V5381	20223,41	28274	si
V7521	13225,51	28274	si
V7917	7899,86	28274	si
V8401	10844,97	28274	si
V8407	7921,23	28274	si
V8771	17494,87	28274	si
V8777	10715,24	28274	si
V9637	5111,30	28274	si
V9851	17200,18	28274	si
V9857	8597,84	28274	si

APÉNDICE VII

Fuerza ejercida para mover un carro de tachos lleno.

Diagrama de cuerpo libre



$$\sum f_x = f - f_r = m * a$$

$$\sum f_y = n = m * g$$

Entonces en el eje x $f = (m * a) + f_r$ Donde $f_r = \mu_s * n$; según referencia el $\mu_s = 0,015$ para ruedas de rodamientosCalculando la aceleración estimada: $V = \frac{X_f - X_0}{T_f - T_0}$ entonces $V = \frac{1-0}{10-0} = 1/10$
== 0,1 m/s.Entonces $a = \frac{V_f - V_0}{T_f - T_0}$ entonces $a = \frac{0,1-0}{5-0} = 0,02 \text{ m/s}^2$.Finalmente $f_x = (m * a) + (\mu_s * m * g)$ Se obtiene $f_x = (304,81 * 0,02) + (0,015 * 1020 * 9,81) = 156,19 \text{ Newton}$.

$$156,19 \text{ Newton} = 15,93 \text{ Kgf}$$

Finalmente la fuerza máxima permitida de empuje de un objeto por ergonomía es de 18,79 Kgf, lo que indica que es aceptable.

Valor extraído del trabajo de grado de Delgado, N. y Barbosa, L. titulado "Determinación de la fuerza máxima aceptable para empujar y halar cargas por parte de trabajadores con experiencia previa en la manipulación de cargas, en una muestra del personal de la Pontificia Universidad Javeriana"

APÉNDICE VIII

Justificación de las necesidades reales de montacargas.

Ecuación a emplear:

$$N_{\text{equipos}} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{T_{\text{servicio } i}}{N_i} \right) * \left(\frac{\text{Lotes}}{J * n} \right)$$

Donde:

Nequipos= Número de montacargas necesarios en el área.

Tservicio= Tiempo promedio que emplea el montacargas i para trasladar un carro de tachos a su área de destino.

N= Eficiencia del montacargas i.

$$N = \frac{\% \text{Tiempo trabajando}}{\% \text{Tiempo trabajando} + \text{Tolerancias}}$$

Lotes= Cantidad diaria de carros de tachos que se desean trasladar al Área de Bamburys.

J= Jornada efectiva en el día.

n= Número de montacargas disponibles.

Características del sistema actual:

A través de un estudio de tiempos realizado se obtuvo como resultado la siguiente grafica:

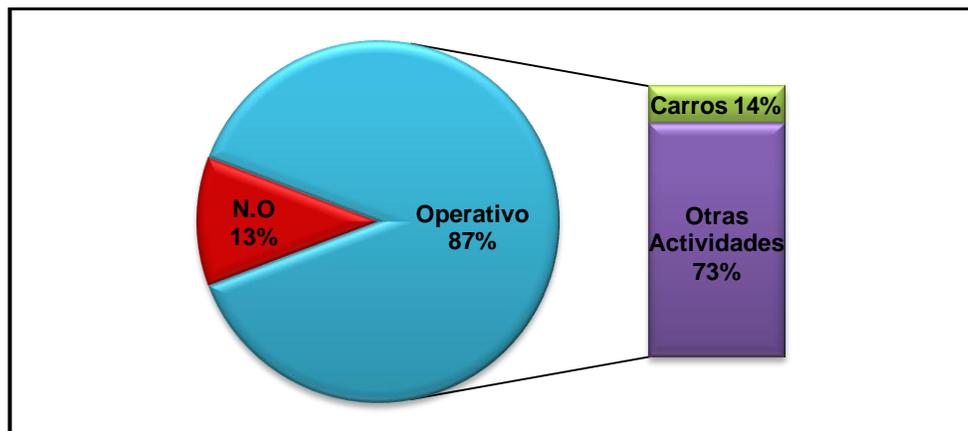


Figura VIII.1. Distribución de los tiempos operativos del montacargas.
Fuente: Chang-Javier (2012).

Por medio de la grafica se puede apreciar que el 14% del tiempo se dedica a transportar carros, lo que equivale a transportar unos 10 carros en promedio sobre jornada.

La tolerancia admitida por la empresa en cuanto a demoras inevitables es de 10%, por lo que:

$$N = \frac{87\%}{87\% + 10\%} = 0,89\%$$

$$J = 7,5 \frac{h}{j} * 0,87 * 0,14 = 0,9135 \frac{h}{j} * \frac{3j}{\text{día}} = 3,15 \frac{h}{\text{día}} * \frac{60\text{min}}{h} = 164,43 \frac{\text{min}}{\text{día}}$$

Sabiendo que:

$$1 \text{ carro de tachos} = 1 \text{ lote}$$

$$1 \text{ lote} = 30 \text{ tachos}$$

$$\text{Capacidad Meta (Indicador)} = \frac{2340 \text{ tachos}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ lote}}{30 \text{ tachos}} = 78 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}$$

$$\text{Lotes} = 78 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ carro}}{1 \text{ lote}} = 78 \frac{\text{carros}}{\text{día}}$$

El tiempo de servicio será:

$$T_{\text{servicio}} = \frac{1}{10 \frac{\text{carros}}{j - \text{montacargas}}} * 0,913 \frac{h}{j} * \frac{60\text{min}}{1h} = 5,48 \frac{\text{min} - \text{montacargas}}{\text{carros}}$$

$$N_{\text{equipos}} = \left(\frac{5,48 \frac{\text{min} - \text{montacargas}}{\text{carro}}}{0,89} \right) * \left(\frac{78 \frac{\text{carros}}{\text{día}}}{164,43 \frac{\text{min}}{\text{día}} * 1} \right) = 2,92 \approx 3$$

Por lo tanto, se requieren de 3 montacargas para satisfacer las necesidades de manejo de materiales de carros de tachos presentes en el área.



APÉNDICE IX

Resumen de operaciones de estándar de trabajo.

PESAJE DE PIGMENTOS

PASO No.		RESUMEN DE OPERACIONES	FECHA EFECTIVO: POR ESTABLECER			PÁG.: 01	DE: 02
			DEPARTAMENTO: 270112	LABOR: PESAJE DE PIGMENTOS		CÓD: 03-SBB-028 EQUIPO/MAQUINA: ESTACIÓN DE PESAJE	
		CARGO: PESADOR DE PIGMENTOS					
		SEGURIDAD	CALIDAD	AMBIENTE	OBSERVACIONES		
1		VERIFICAR CONDICIONES DEL PUESTO DE TRABAJO.					
2		INTRODUCIR INFORMACIÓN PARA LA ACTIVACIÓN DEL SISTEMA.					
3		VERIFICAR LA CALIBRACIÓN DE LA BALANZA.					EN CASO DE DETECTAR FALLA, INDICAR AL SUPERVISOR.
4		REVISAR EL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN.					
5		BUSCAR FÓRMULA DEL TACHO EN EL PANEL VISUAL DE LA ESTACION DE PESAJE Y COMPARAR CON DATOS DEL TACHO EN HOJA DE ESPECIFICACIONES.					NOTIFICAR AL SUPERVISOR EN CASO DE NO COINCIDIR LOS DATOS.
6		BUSCAR LOS CARROS CONTENEDORES DE PIGMENTOS SEGÚN REQUERIMIENTO DE LA FÓRMULA DEL TACHO A PESAR Y COLOCARLOS EN EL ÁREA DESIGNADA PARA SU USO.					REVISAR QUE EL CONTENIDO DEL PIGMENTO EN CADA CARRO SEA SUFICIENTE PARA PESAR LA CANTIDAD REQUERIDA. EN CASO CONTRARIO PASAR AL "LLENADO DE CARRO DE PIGMENTOS".
7		BUSCAR CARRO DE TACHOS Y COLOCARLO EN LA ESTACIÓN.					
8		TOMAR CARRO DE BOLSA DE TACHOS Y COLOCAR BOLSAS A CADA RECIPIENTE DE LA BANDA TRANSPORTADORA.					EN CASO DE NO POSEER BOLSAS, BUSCAR AL ALMACEN DE MATERIA PRIMA.
9		SELECCIONE EN EL PANEL VISUAL EL PIGMENTO A USAR.					
10		COLOQUE CARRO DE PIGMENTO AL LADO DE LA BALANZA.					
11		AGREGAR AL RECIPIENTE INTERMEDIO LA CANTIDAD DE PIGMENTO SEGÚN ESPECIFICACIONES. VERIFICAR QUE LA BALANZA ACEPTE LA CANTIDAD PESADA Y SE LIBERE.					TANTAS VECES COMO SEA NECESARIO
12		TOMAR RECIPIENTE INTERMEDIO Y VACIAR EN TOLVA DE BANDA TRANSPORTADORA.					
13		COLOCAR RECIPIENTE INTERMEDIO EN LA BALANZA					

03-FIND-10A

REV. 02 02/02



APÉNDICE XI
Tabla XI.1. AMEF del Área de Pigmentos.

ITEMS	FUNCIÓN DEL PROCESO	REQUISITO	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFECTO DE LA FALLA	SÍMBOLOS	CAUSA POTENCIAL DE LA FALLA	CONTROLES ACTUALES DEL PROCESO	
							PREVENCIÓN	DETECCIÓN
1	CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DE BALANZAS	CALIBRACIÓN DE LA BALANZA	TACHOS MAL PESADOS	VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL COMPUESTO	⊖	ERROR EN LA PESADA DE LOS PIGMENTOS (POR BALANZA)	VERIFICACIÓN DE BALANZAS ANTES DE INICIAR EL TURNO	ENSAYOS DE LABORATORIO Y VERIFICACIÓN EN BALANZAS DE CONFIRMACIÓN DE TACHOS EN BAMBURY
2	LLENAR CARROS CON PIGMENTOS	MANIPULACIÓN DE MATERIAL	PIGMENTOS CONTAMINADOS	PIGMENTO ALMACENADO EN CARROS EQUIVOCADOS	⊖	CARRO SIN Y/O MAL IDENTIFICADOS	CHEQUEANDO TARJETA CON IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL, FECHA DE ENVEJECIMIENTO Y SELLO DE APROBADO POR LABORATORIO	
				MATERIA EXTRAÑA EN CARROS	⊗	CUALQUIER TIPO DE OBJETO EN LOS CARROS	AYUDA VISUAL EN EL ÁREA DE ALMACENAJE DE PIGMENTOS	
3	PESAJE DE PIGMENTOS (TACHOS)	PROCESO DE PESAJE	PESAJE DEFECTUOSO	VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MEZCLA	⊗	ERROR EN LA PESADA DE LOS PIGMENTOS O CONFUSIÓN DE MATERIALES	POKA-YOKE DE AYUDAS VISUALES EN PIGMENTOS	ENSAYOS DE LABORATORIO Y VERIFICACIÓN EN BALANZAS DE CONFIRMACIÓN DE TACHOS EN BAMBURY
				USO DE MATERIAL SIN APROBACIÓN O FUERA DE ESPECIFICACIÓN	⊗		CHEQUEANDO TARJETA CON IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL, FECHA DE ENVEJECIMIENTO Y SELLO	AUDITORIA DE TACHOS TESTIGOS
4	ALMACENAJE DE TACHOS EN CARROS	PROCESO DE PESAJE	TACHOS DEFECTUOSOS	PESOS EQUIVOCADOS	⊖	ERROR EN LA PESADA DE LOS PIGMENTOS POR BALANZA DESCALIBRADA	PROGRAMA DE VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DE BALANZAS	
		IDENTIFICACIÓN Y APROBACIÓN DE MATERIAL		PIGMENTOS EQUIVOCADOS		PIGMENTO MAL IDENTIFICADO	CHEQUEANDO TARJETA CON IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL, FECHA DE ENVEJECIMIENTO Y SELLO DE APROBADO POR LABORATORIO	
SÍMBOLO DE LA CARACTERÍSTICA					CLIENTE	BFVZ		
NO RELACIONADA A SEGURIDAD LEGAL					◇	--		
RELACIONADA A SEGURIDAD LEGAL					⊖	--		
CORPORATIVO					--	⊗		

Fuente: Chang-Javier (2012).

APÉNDICE XII

Relación entre los cauchos y batches producidos.

Para una producción actual de 9.000 cauchos diarios, se estima un 7,4% de pérdidas, por tanto la producción real de cauchos es.

$$\text{Producción Real} = \frac{9.000 \frac{\text{cauchos}}{\text{día}}}{0,926} \cong 9.720 \frac{\text{cauchos}}{\text{día}}$$

El peso promedio del caucho es de 32 libras, y se requiere saber la cantidad de kg de goma a producir para generar estos 9.720 cauchos diarios, por tanto.

$$\text{Kilogramos por día} = 9.720 \frac{\text{cauchos}}{\text{día}} \times 32 \frac{\text{lb}}{\text{caucho}} \times \frac{1\text{Kg}}{2,205\text{lb}} \cong 141.061 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

Dado que el caucho está compuesto por un 87% de goma, siendo el 13% restante telas, mallas metálicas y otros compuestos, se requiere saber la cantidad de goma que los Bamburys deben producir en condición de goma original.

$$\text{Kilogramos de goma por día} = 141.061 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times (0,87) \cong 122.723 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Se sabe que los Bamburys procesan la goma para la fabricación del caucho varias veces, sin embargo cada vez que es reprocesada la goma, esta cuenta como material producido como nuevo, por este hecho, surge el Factor de Mezcla, que constantemente es actualizado según la producción y que actualmente su valor es de 2,849. Este valor no es muy variante, así que los 4 Bamburys deben procesar.

$$\text{Kilogramos diarios goma en Bamburys} = 122.723 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 2,849 \cong 349.637 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Cada batch pesa 202,5 Kg, por tanto se desea saber cuántos batches deben producirse en Bamburys para procesar esta cantidad de goma diaria.

$$\text{Batches diarios} = \frac{349.637 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{202,5 \frac{\text{Kg}}{\text{Batch}}} \cong 1.727 \frac{\text{Batches}}{\text{día}}$$

Obteniéndose así la relación de 9.000 cauchos por 1.727 batches producidos.

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO IV

Figura Nro. 4.1. Plano de ubicación de la empresa	33
Figura Nro. 4.2. Diagrama de bloque del proceso de producción de cauchos .35	
Figura Nro. 4.3. Diagrama de operaciones del proceso de goma original	36
Figura Nro. 4.4. Distribución del tiempo en jornada de 6 horas, estación 1	41
Figura Nro. 4.5. Distribución del tiempo en jornada de 8 horas, estación 2	41
Figura Nro. 4.6. Distribución del tiempo en jornada de 6 horas, estación 3	41
Figura Nro. 4.7. Distribución del tiempo en jornada de 8 horas, estación 4	42
Figura Nro. 4.8. Porcentajes de tiempos no operativos en bamburys	43
Figura Nro. 4.9. Porcentaje de costos del departamento de mezclado	44
Figura Nro. 4.10. Rollos de bolsas para tachos	51
Figura Nro. 4.11. Modelos de carros de tachos	55
Figura Nro. 4.12. Estación de pesaje	57
Figura Nro. 4.13. Carros de pigmentos	58
Figura Nro. 4.14. Línea de jaulas para almacenar paletas de pigmentos	58
Figura Nro. 4.15. Lockers de operadores.....	59
Figura Nro. 4.16. Zona de carro de tachos	59
Figura Nro. 4.17. Ducha, lava ojos y camilla	60
Figura Nro. 4.18. Cabina de la computadora	60
Figura Nro. 4.19. Almacén temporal de desperdicios	61
Figura Nro. 4.20. Vista en planta del Área de Pigmentos	61
Figura Nro. 4.21. Iluminación del Área de Pigmentos	62
Figura Nro. 4.22. Desorden en el Área de Pigmentos.....	62
Figura Nro. 4.23. Colector de Polvos de Estación de Pesaje I y II	63
Figura Nro. 4.24. Visualización de recorridos del Área de Pigmentos	64
Figura Nro. 4.25. Llenado del carro de pigmentos	66
Figura Nro. 4.26. Contaminación por apertura de sacos.....	66
Figura Nro. 4.27. Estructura para colocar la bolsa	67

Figura Nro. 4.28. Movimientos disergonómicos durante la operación.....	68
Figura Nro. 4.29. Lotes producidos según la cantidad de pigmentos.....	72
Figura Nro. 4.30. Pareto para Actividades Misceláneas	77
Figura Nro. 4.31. Pareto para Actividades de Preparación	78
Figura Nro. 4.32. Diagrama Causa-Efecto para Demoras en el Proceso.....	79
Figura Nro. 4.33. Diagrama Causa-Efecto para Falta de Pericia	81

CAPÍTULO V

Figura Nro. 5.1. Vista Frontal de Estación de Pesaje Alternativa 1	102
Figura Nro. 5.2. Vista Superior de Estación de Pesaje Alternativa 1	103
Figura Nro. 5.3. Vista Frontal de Estación de Pesaje Alternativa 2.....	104
Figura Nro. 5.4. Vista Superior de Estación de Pesaje Alternativa 2	104
Figura Nro. 5.5. Campanas y ductos de aire.....	106
Figura Nro. 5.6. Dimensiones para el mejoramiento de Carro de Tachos	111
Figura Nro. 5.7. Cambios a realizar en los carros actuales.....	112
Figura Nro. 5.8. Plano del Carro para bolsa de tachos	117
Figura Nro. 5.9. Plano del Carro para sacos de pigmentos	120
Figura Nro. 5.10. Jaula con capacidad de 2 paletas	123
Figura Nro. 5.11. Jaula con capacidad de 1 paleta.....	123
Figura Nro. 5.12. Estantería para pigmentos de bajo consumo	127
Figura Nro. 5.13. Identificación de carros y racks	129
Figura Nro. 5.14. Recipiente de desperdicios de 600lt.....	132
Figura Nro. 5.15. Diseño del protector para impresora de etiquetas.....	134
Figura Nro. 5.16. Redistribución del Área de Pigmentos	136
Figura Nro. 5.17. Manual de limpieza del área de pigmentos	140

APÉNDICE

Figura VIII.1. Distribución de los tiempos operativos del montacargas	201
---	-----

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO IV

Tabla Nro. 4.1. Tipos de mezclas.....	37
Tabla Nro. 4.2. Promedio de desperdicio de material en estaciones	42
Tabla Nro. 4.3. Producción promedio diaria de bamburys	43
Tabla Nro. 4.4. Promedio de desperdicio de material en bamburys.....	44
Tabla Nro. 4.5. Paso 1 de la Metodología ESIDE (Selección del área Crítica). 46	
Tabla Nro. 4.6. Paso 2 de la Metodología ESIDE	47
Tabla Nro. 4.7. Tachos producidos en el Área de Pigmentos	49
Tabla Nro. 4.8. Tipos de pigmentos	50
Tabla Nro. 4.9. Equipos y Herramientas	52
Tabla Nro. 4.10. Equipos de Protección Personal.....	56
Tabla Nro. 4.11. Diagrama de Proceso Actual	69
Tabla Nro. 4.12. Tiempo de ciclo promedio por tacho.....	72
Tabla Nro. 4.13. Impacto de los Elementos en los Indicadores	73
Tabla Nro. 4.14. Lista de desperdicios comunes	74
Tabla Nro. 4.15. Tolerancias para la ejecución de actividades	76
Tabla Nro. 4.16. Distribución real del tiempo de las actividades	76
Tabla Nro. 4.17. Descripción de las Demoras en el Proceso	80
Tabla Nro. 4.18. Descripción de la Falta de Pericia	82
Tabla Nro. 4.19. Cuantificación de los desperdicios	93
Tabla Nro. 4.20. Análisis de las causas de los desperdicios.....	95

CAPÍTULO V

Tabla Nro. 5.1. Algunas Técnicas para eliminar los desperdicios.....	100
Tabla Nro. 5.2. Ponderación por puntos	105
Tabla Nro. 5.3. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	107
Tabla Nro. 5.4. Evaluación de Propuesta Nro. 1.....	108
Tabla Nro. 5.5. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	113

Tabla Nro. 5.6. Evaluación de Propuesta Nro. 2	114
Tabla Nro. 5.7. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	116
Tabla Nro. 5.8. Evaluación de Propuesta Nro. 3.....	116
Tabla Nro. 5.9. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	118
Tabla Nro. 5.10. Evaluación de Propuesta Nro. 4.....	118
Tabla Nro. 5.11. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	121
Tabla Nro. 5.12. Evaluación de Propuesta Nro. 5.....	121
Tabla Nro. 5.13. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	125
Tabla Nro. 5.14. Evaluación de Propuesta Nro. 6.....	125
Tabla Nro. 5.15. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	127
Tabla Nro. 5.16. Evaluación de Propuesta Nro. 7.....	128
Tabla Nro. 5.17. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	130
Tabla Nro. 5.18. Evaluación de Propuesta Nro. 8.....	131
Tabla Nro. 5.19. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	133
Tabla Nro. 5.20. Evaluación de Propuesta Nro. 9.....	133
Tabla Nro. 5.21. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	135
Tabla Nro. 5.22. Evaluación de Propuesta Nro. 10.....	135
Tabla Nro. 5.23. Formato de Registro de Desperdicios	141
Tabla Nro. 5.24. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	141
Tabla Nro. 5.25. Evaluación de Propuesta Nro. 11.....	142
Tabla Nro. 5.26. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	144
Tabla Nro. 5.27. Evaluación de Propuesta Nro. 12.....	144
Tabla Nro. 5.28. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	145
Tabla Nro. 5.29. Evaluación de Propuesta Nro. 13.....	145
Tabla Nro. 5.30. Diagrama de Proceso Propuesto.....	146
Tabla Nro. 5.31. Tabla Comparativa Actual-Propuesto.....	148
Tabla Nro. 5.32. Evaluación de Propuesta Nro. 14.....	149
Tabla Nro. 5.33. Comparación del estado actual y propuesto	150

CAPÍTULO VI

Tabla Nro. 6.1. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 1.....	154
Tabla Nro. 6.2. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 2.....	155
Tabla Nro. 6.3. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 4.....	156
Tabla Nro. 6.4. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 5.....	156
Tabla Nro. 6.5. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 6.....	157
Tabla Nro. 6.6. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 7.....	157
Tabla Nro. 6.7. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 8.....	158
Tabla Nro. 6.8. Inversión necesaria en la Propuesta Nro. 9.....	158
Tabla Nro. 6.9. Costos Totales de materiales por Propuestas.....	159
Tabla Nro. 6.10. Trabajos a realizar en las propuestas.....	160
Tabla Nro. 6.11. Costos de Ingeniería	163
Tabla Nro. 6.12. Costos Totales.....	163
Tabla Nro. 6.13. Flujos Monetarios	169
Tabla Nro. 6.14. Flujos Monetarios Netos	169

APÉNDICE

Tabla I.1. Registros de Producción en el Mes de Junio de 2012	186
Tabla II.1. Estudio de Tiempo Estación 1.....	191
Tabla II.2. Estudio de Tiempo Estación 2.....	192
Tabla II.3. Estudio de Tiempo Estación 3.....	193
Tabla II.4. Estudio de Tiempo Estación 4.....	194
Tabla III.1. Formato de Clasificación (1/2)	195
Tabla III.2. Formato de Clasificación (2/2)	196
Tabla IV.1. Capacidad de Producción al 65% de la jornada laboral	197
Tabla V.1. Cálculos de caudal requerido	198
Tabla V.2. Algunos cálculos para los ductos de aire.....	198
Tabla VI.1. Volumen de tachos	199
Tabla XI.1. AMEF del Área de Pigmentos	206

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIAS	ix
ÍNDICE	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xx
RESUMEN	xxii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.....	5
1.2 Formulación del problema.....	8
1.3 Objetivos de la investigación.....	8
1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivos específicos	8
1.4 Justificación de la investigación	9
1.5 Alcance	10
1.6 Limitaciones	11

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.....	13
2.2 Bases teóricas.....	15
2.2.1 Lean manufacturing	15
2.2.2 Cinco S (5S)	17
2.2.3 Análisis del modo y efecto de las fallas (AMEF)	18
2.2.4 Eliminación sistémica del desperdicio (ESIDE).....	18
2.2.5 Ingeniería de métodos	21
2.2.6 Manejo de materiales.....	22
2.2.6.1 Análisis sistemático de manejo de materiales (SHA)	23

2.2.7 Diagrama Causa-Efecto (Espina de Pescado).....	24
2.3 Definición de términos básicos.....	25

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Nivel de la investigación.....	27
3.2 Diseño de la investigación.....	27
3.3 Unidad de análisis.....	28
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	28
3.6 Fases de la investigación.....	29

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 Descripción de la situación actual	32
4.1.1 Generalidades de la empresa	32
4.1.1.1 Reseña histórica	32
4.1.1.2 Bridgestone Firestone en Venezuela	33
4.1.1.3 Ubicación	33
4.1.1.4 Misión.....	34
4.1.1.5 Visión	34
4.1.1.6 Valores	34
4.1.2 Descripción general del proceso	35
4.1.3 Definición del sistema de estudio.....	39
4.1.4 Descripción del área crítica	47
4.1.4.1 Producto.....	48
4.1.4.2 Insumos.....	50
4.1.4.3 Equipos y herramientas.....	52
4.1.4.4 Equipos de protección personal	56
4.1.4.5 Área de trabajo.....	57
4.1.4.6 Proceso de producción.....	65

4.1.4.7 Tiempos	72
4.2 Análisis crítico de la situación actual	73
4.2.1 Impacto de los elementos del sistema en los indicadores de gestión	73
4.2.2 Identificación y descripción de los desperdicios	74
4.2.3 Análisis de los desperdicios	75
4.2.3.1 Actividades	75
4.2.3.2 Mano de obra	80
4.2.3.3 Equipos y herramientas	85
4.2.3.4 Espacio	86
4.2.4 Herramienta 5S para el análisis	87
4.2.5 Cuantificación de los desperdicios	92
4.2.6 Análisis de las causas de los desperdicios	94

CAPÍTULO V

PROPUESTAS DE MEJORAS

5.1 Técnicas para eliminar desperdicios	100
5.2 Aplicación de la herramienta 5S	100
5.2.1 Propuesta Nro. 1: Rediseño de las estaciones de pesaje	100
5.2.2 Mejorar el sistema de manejo de materiales	110
5.2.2.1 Propuesta Nro. 2: Reacondicionamiento de los actuales carros de tachos	111
5.2.2.2 Propuesta Nro. 3: Incremento del número de montacargas	114
5.2.2.3 Propuesta Nro. 4: Diseño de carro para bolsas de tachos	117
5.2.2.4 Propuesta Nro. 5: Diseño de carro para movilizar sacos de pigmentos	119
5.2.3 Propuesta Nro. 6: Instalación de jaulas y mezanina	122
5.2.4 Propuesta Nro. 7: Instalación de estantería para pigmentos de bajo consumo	126
5.2.5 Propuesta Nro. 8: Identificación de racks y carros de pigmentos	129
5.2.6 Propuesta Nro. 9: Cambio y reubicación de recipientes de desperdicios	132

5.2.7 Propuesta Nro. 10: Protector de impresora y reubicación de computadora	134
5.2.8 Redistribución del área de pigmentos	136
5.2.9 Propuesta Nro. 11: Manual de limpieza y registro de desperdicios.....	139
5.2.10 Propuesta Nro. 12: Actualización del formato de trabajo estándar	143
5.2.11 Propuesta Nro. 13: Aplicación del análisis de modo y efecto de falla AMEF	145
5.2.12 Diagrama de proceso propuesto	146
5.2.13 Propuesta Nro. 14: Plan de incentivo por cumplimiento del 5S.....	148
5.2.14 Comparativa entre el estado actual y el propuesto	150

CAPÍTULO VI

IMPACTO ECONÓMICO DE LAS PROPUESTAS

6.1 Propuestas	154
6.1.1 Propuesta Nro. 1: Rediseño de las estaciones de pesaje	154
6.1.2 Propuesta Nro. 2:Reacondicionamiento de los actuales carros de tachos	155
6.1.3 Propuesta Nro. 4: Diseño de carro para bolsas de tachos	156
6.1.4 Propuesta Nro. 5: Diseño de carro para sacos de pigmentos	156
6.1.5 Propuesta Nro. 6: Instalación de jaulas y mezanina	157
6.1.6 Propuesta Nro. 7: Instalación de estantería para pigmentos de bajo consumo	157
6.1.7 Propuesta Nro. 8: Identificación de racks y carros de pigmentos.....	158
6.1.8 Propuesta Nro. 9: Cambio y reubicación de recipientes de desperdicios	158

6.2 Costos de materiales por propuesta	159
6.3 Costos de mano de obra.....	159
6.4 Costos de ingeniería	163
6.5 Costos totales	163
6.6 Ahorros.....	163
6.7 Beneficios.....	164
6.8 Evaluación económica	168
6.8.1 Valor Actual.....	168
6.8.2 Tiempo de pago.....	170
CONCLUSIONES	171
RECOMENDACIONES	176
REFERENCIAS	180
APÉNDICES	
Apéndice I	186
Apéndice II	191
Apéndice III	195
Apéndice IV.....	197
Apéndice V.....	198
Apéndice VI.....	199
Apéndice VII.....	200
Apéndice VIII.....	201
Apéndice IX.....	203
Apéndice X.....	205
Apéndice XI.....	206
Apéndice XII.....	207

ANEXOS

Anexo A. Plano de Planta.....	209
Anexo B. Hoja de Estudio de Tiempos.....	210
Anexo C. Extracto Norma UNE-EN ISO 14738.....	211
Anexo D. Velocidad de Captura del Contaminante	214
Anexo E. Velocidades de Transporte	215
Anexo F. Medidas Antropométricas de la Población Latinoamericana	216
Anexo G. Precios de Productos	217



RECOMENDACIONES



RECOMENDACIONES

Para finalizar, se ofrece una serie de recomendaciones que complementan las propuestas de mejoras planteadas y que pueden ser punto de partida para el inicio de nuevas investigaciones, conservando la filosofía empresarial de mejoramiento continuo.

- Implantar las propuestas de mejoras generada en el presente estudio, ya que está comprobada su factibilidad técnica y económica, aumentando la productividad de la empresa, mejorando los métodos de trabajo, la disminución de desperdicios y tiempos no operativos, dando mayor sentido de pertenencia al operador sobre su puesto de trabajo ofreciendo un mayor nivel de orden y limpieza, generando beneficios económicos significativos.
- Comentar detalladamente con los operadores del área los cambios a realizar, con la finalidad de hacer de su conocimiento los beneficios que estos traen tanto para ellos como para la empresa.
- Tomar en cuenta la opinión de los operadores para la generación de nuevas alternativas de solución o mejoramiento de las actuales, pues son estos los que están a tiempo completo inmersos en el proceso productivo del área bajo estudio.
- Implementar la primera estación de pesaje de pigmentos y verificar la eficiencia operativa, determinando la necesidad de ajustar detalles técnicos y operacionales, antes de implementar las 3 unidades restantes.
- Ejecutadas la totalidad de las propuestas, se recomienda la revisión de los Resúmenes de Operaciones de Estándar de Trabajo (WS), para



verificar la exacta actualización de los mismos o si es necesario realizar modificaciones.

- Complementar los WS con la respectiva revisión por parte del Departamento de Seguridad, Departamento de Calidad y Departamento de Ambiente, para establecer observaciones o recomendaciones de los pasos establecidos por el Departamento de Ingeniería Industrial.
- Mejorar el entrenamiento del personal, empleando la supervisión periódica para el cumplimiento de los nuevos métodos de trabajo y sugerir el constante cumplimiento de los mismos, hasta crear hábito en los operadores.
- Establecer con el Departamento de Ergonomía nuevos estudios de las actividades principales del operador del área, para actualizar la información respectiva sobre la carga de trabajo y posible existencia de condiciones disergonómicas adoptadas por los nuevos métodos de trabajo.
- Establecer un plan de pausas activas de 5 minutos por jornada bajo la responsabilidad del Departamento de Ergonomía, con intenciones de relajar al operador a la mitad de su jornada laboral.
- Realizar estudios detallados de iluminación y ventilación con la finalidad de establecer la correcta intensidad de luz para la ejecución de las actividades y un mejor sistema de ventilación del área general que le permita a los operadores no sufrir las consecuencias de altas temperaturas que generan fatiga física y mental, ya que el área no cuenta con ventiladores industriales ni está cerca de las paredes que dan al área externa y el techo elevado. Siempre considerar un sistema de ventilación que no condense la concentración de polvos en el área.



- Debido a las actualizaciones del área de pigmentos, en cuanto a maquinarias, métodos y distribución de área, se recomienda al departamento de mantenimiento actualizar su plan preventivo para la renovada área de pigmentos, haciendo énfasis en el colector de polvos, banda transportadora, balanza y limpieza de ruedas de carros.
- Emplear el desperdicio de materiales que pueda generarse como insumo adicional en proporciones pequeñas en los tachos, siempre y cuando este solo se haya recogido del suelo sin elementos extraños, con la finalidad de eliminar los costos asociados. Para ello el Departamento de Laboratorio Físico-Químico debe evaluar las variaciones en las propiedades intensivas y extensivas de la goma para determinar la factibilidad de esta recomendación.
- Así como está implementada en todos los Departamentos y Áreas de Trabajo de la planta, establecer para pigmentos una tarifa de pago a destajo que incentive el aumento de la producción del área, reducción de los tiempos no operativos.
- Realizar estudios más detallados del aumento en la producción de cauchos diarios debido a las mejoras diseñadas para el área de pigmentos.
- Realizar un estudio más detallado de los ahorros, beneficios y rentabilidad del proyecto por parte del Departamento de Compras y Ventas, tomando en cuenta los costos de las propuestas, detallados en el presente estudio.
- Aplicar periódicamente la herramienta 5S, para verificar que se estén cumpliendo las mejoras tratadas y proponer otras nuevas.



REFERENCIAS



REFERENCIAS

- ARCAY, C. (2005). Guía de Conceptos de Metodología de la Investigación. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial.
- ÁVILA, R.; PRADO, L. y GONZÁLEZ, E. (2001). Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. Universidad de Guadalajara. Centro de Investigaciones en Ergonomía.
- BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A. [Página Web en línea]. Disponible en: www.bfvz.com.ve.
- BURGOS, F. (2009). Ingeniería de Métodos IV Edición. Dirección de Medios y Publicaciones. Universidad de Carabobo.
- DELGADO, N. y BARBOSA, L. (2004). Determinación de la fuerza máxima aceptable para empujar y halar cargas por parte de trabajadores con experiencia previa en la manipulación de cargas, en una muestra del personal de la Pontificia Universidad Javeriana. Tesis de Grado. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia.
- GARCÍA, L. (2003). Manual para la Elaboración de un Proyecto de Investigación. Publicaciones de la Unidad Educativa Colegio "San Luis Rey" de Villa de Cura, Estado Aragua. Venezuela
- GÓMEZ, E. y NÚÑEZ, F. (2007). Plantas Industriales (aspectos técnicos para el diseño). Dirección de Medios y Publicaciones. Universidad de Carabobo.



GÓMEZ, E. y RACHADELL, F. (2003). Manejo de Materiales. Dirección de Medios y Publicaciones. Universidad de Carabobo.

GONZÁLEZ, I.; GUERRA, V.; GIUGNI, L. y ETTEDEGUI, C. (2009). Evaluación de Proyectos de Inversión. 6ta reimpression. Dirección de Medios y Publicaciones. Universidad de Carabobo.

GRUPO KAIZEN, S.A. (2009). [Página Web en línea]. Disponible en: http://www.grupokaizen.com/mck/Que_es_el_Lean_Manufacturing.pdf.

HERNÁNDEZ, A. y PALACIOS, A. (2010). Propuestas de mejora en los métodos y condiciones de trabajo del área de armado radial de una empresa fabricante de cauchos. Tesis de Grado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Industrial. Valencia, Edo. Carabobo. Venezuela.

HERNÁNDEZ, M. y OVIEDO, B. (2010). Propuestas de mejora en los procesos de fabricación para el aumento de la productividad en la nueva planta de FERREPLAS C.A. Tesis de Grado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Industrial. Valencia, Edo. Carabobo. Venezuela.

LIKER, J. y MEIER, D. (2006). The Toyota Way Fieldbook. Editorial: McGraw Hill.

MUTHER, R. y KNUT, H. (1975). "Systematic Handling Analysis" Management and Industrial Research Publication, Tercera impresión. Kansas City, Estados Unidos.

NIEBEL y FREIVALDS (2004). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11va edición. Ediciones Alfaomega. Estados Unidos.



NORMA ESPAÑOLA UNE-EN ISO 14738:2002 (2002). Seguridad de las máquinas - Requisitos antropométricos para puestos de trabajo asociados a máquinas.

NORMA VENEZOLANA COVENIN 2250:2000 (2000). Ventilación de los lugares de trabajo (1era Revisión).

OLIVARES, A. y SÁNCHEZ, M. (2010). Manual de Asesoramiento para la Elaboración del Trabajo Especial de Grado e Informe de Pasantías. Instituto Universitario de Tecnología de Administración Industrial Extensión Valencia Ampliación San Joaquín.

ORTIZ, F. e ILLADA, R. (2007). Eliminación Sistemática del Desperdicio. Manual para la aplicación. Dirección de Medios y Publicaciones. Universidad de Carabobo.

PALENCIA, A. y ZAMBRANO, J. (2012). Propuestas para el incremento de la capacidad de producción de una empresa manufacturera de tequeños y pastelitos, Caso: Don Sabroso C.A. Tesis de Grado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Industrial. Valencia, Edo. Carabobo. Venezuela.

PIÑA, L. y PIRONA, F. (2010). Reducción de Desperdicios en el área de prensa de impresión flexográfica en la Empresa Envases Internacional S.A. Tesis de Grado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Industrial. Valencia, Edo. Carabobo. Venezuela.

SACRISTÁN, F. (2005). Las 5S. Orden y Limpieza en el puesto de trabajo. Editorial: Fundación Confemetal. Madrid, España.



TAMAYO, M. (2004). El proceso de la Investigación Científica(4ta. ed.).
Editorial Limusa. Mexico.

UPEL (2003). Manual de la Investigación. Universidad Pedagógica
Experimental Libertador.

VILLANUEVA, E. (2012). Rediseño del almacén de materiales productivos para
un nuevo modelo de vehículo en Ford Motor de Venezuela S.A. Tesis de
Grado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería Industrial.
Valencia, Edo. Carabobo. Venezuela.



ANEXOS



ANEXO B. Hoja de Estudio de Tiempos.

BRIDGESTONE FIRESTONE VENEZOLANA, C.A.
DPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPO

TURNO:

OPERACIÓN		FECHA:		NOMBRE:			
N°	ELEMENTOS/OPERACIONES	TIEMPOS ACUMUL.	TIEMPO PARCIAL	N°	ELEMENTOS/OPERACIONES	TIEMPOS ACUMUL.	TIEMPO PARCIAL
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			
6				6			
7				7			
8				8			
9				9			
10				10			
11				11			
12				12			
13				13			
14				14			
15				15			
16				16			
17				17			
18				18			
19				19			
20				20			
21				21			
22				22			
23				23			
24				24			
25				25			
26				26			
27				27			
28				28			
29				29			
30				30			
31				31			
32				32			
33				33			
34				34			
35				35			
36				36			
37				37			
38				38			
39				39			
40				40			
41				41			
42				42			
43				43			
44				44			
45				45			

Fuente: BFVZ.

ANEXO C. Extracto Norma UNE-EN ISO 14738.

EN ISO 14738:2002

- 24 -

9.1 Postura de pie. Mediciones

Tabla 8
Postura de pie, alturas de trabajo y requisitos de espacio libre para los pies

Postura	Notación	Valor europeo (mm) ^a	Explicación de la mediciones
<p>Altura de trabajo para tareas con requisitos visuales y/o de precisión altos</p>	A	1 584	Altura del plano de trabajo, regulable $A_{m\acute{a}x.} = 1,3h_4(P95) + x_1$
		1 053	$A_{m\acute{i}n.} = 1,1h_4(P5) + x_1$ no regulable
		de 1 315 a 1 554	$A = k \cdot h_4(P95)$ el coeficiente k varía entre 1,1 y 1,3 según las demandas visuales ($1,1 \leq k \leq 1,3$)
<p>Altura de trabajo para tareas con requisitos visuales o de precisión medios</p>	B	1 225	Altura de trabajo regulable $B_{m\acute{a}x.} = h_4(P95) + x_1$
		960	$B_{m\acute{i}n.} = h_4(P5) + x_1$ no regulable
		1 195	$B = h_4(P95)$
<p>Altura de trabajo que permite libertad de movimientos de los brazos y manejo de objetos pesados con requisitos visuales bajos.</p>	C	1 105	Altura de trabajo regulable $C_{m\acute{a}x.} = 0,9h_4(P95) + x_1$
		867	$C_{m\acute{i}n.} = 0,9h_4(P5) + x_1$ no regulable
		1 075	$C = 0,9h_4(P95)$
<p>Altura del espacio para los pies</p>	D	226 + G	Altura del espacio para los pies $D = h_8(P95) + x_2 + F$ (si es el caso)
		E	210
<p>Altura de la plataforma (regulable) cuando la altura de trabajo no es regulable</p>	G	265	$G_{m\acute{a}x.} = h_4(P95) - h_4(P5)$
		0	$G_{m\acute{i}n.} = 0$
			Para los márgenes x , véase el capítulo 5

NOTA - Para una explicación de la notación, véase el anexo A.

^a Véase la página 16.

Fuente: UNE-EN ISO 14738.

ANEXO A (Normativo)
DATOS ANTROPOMÉTRICOS

A.1 Datos europeos

La tabla A.1 incluye las mediciones del cuerpo humano necesarias para calcular las dimensiones de los puestos de trabajo, teniendo en cuenta el intervalo conocido de tamaños del cuerpo en Europa. Los datos están basados en la información extraída de estudios antropométricos representativos de grupos de población, dentro de Europa, que comprenden, al menos, tres millones de personas. Se han tenido en cuenta tanto hombres como mujeres. Los datos se basan en información actualizada.

La tabla A.1 contiene las definiciones apropiada y los valores correspondientes de las mediciones antropométricas empleadas en esta norma internacional. Siempre que es posible, se utilizan las definiciones contenidas en la Norma ISO 7250. La columna "Valor P5 mm" incluye los valores correspondientes al percentil 5 de las mediciones antropométricas pertinentes, mientras que la columna "Valor P95 mm" incluye los valores correspondientes al percentil 95 de las mismas mediciones.

Tabla A.1
Notación, explicación y datos europeos correspondientes a los percentiles P5 y P95 de las mediciones empleadas en esta norma internacional

Símbolo	Explicación	Valor P5 mm	Valor P95 mm	Definición véase	Para su utilización véase
a_2	Anchura de hombros (biacromial)	310	430	ISO 7250:1996, 4.2.8	tabla 4
a_{17}	Anchura de caderas, sentado		440	ISO 7250:1996, 4.2.11	tablas 5 y 7
b_2	Alcance del puño, alcance hacia delante	605		ISO 7250:1996, 4.4.2	tabla 4
b_{15}	Espesor abdomen-trasero, sentado	190		ISO 7250:1996, 4.2.17	tablas 5 y 6
b_{18}	Espacio libre para el muslo (espesor del muslo)	125	185	ISO 725:1996, 4.2.13	tablas 5 y 6
c_1	Longitud rodilla-trasero		687	ISO 7250:1996, 4.4.7	tablas 5 y 6
c_2	Longitud del pie		285	ISO 7250:1996, 4.3.7	tablas 5, 6, 7 y 8
d_1	Diámetro del brazo, valor fijo	121	121	ISO 15534-3	t_2 basada en ésta

(Continúa)

Fuente: UNE-EN ISO 14738.

EN ISO 14738:2002

- 26 -

Tabla A.1 (Fin)
Notación, explicación y datos europeos correspondientes a los percentiles P5 y P95 de las mediciones empleadas en esta norma internacional

Símbolo	Explicación	Valor P5 mm	Valor P95 mm	Definición véase	Para su utilización véase
h_1	Estatura (altura del cuerpo)		1 881	ISO 7250:1996, 4.1.2	tabla 6
h_4	Altura del codo	930	1 195	ISO 7250:1996, 4.1.5	tablas 6 y 8
h_6	Altura de la entrepierna	665	900	ISO 7250:1996, 4.1.7	tabla 7
h_8	Altura del tobillo, valor fijo	96	96	ISO 15534-3	tabla 8
h_{11}	Altura sentado (erguido)	790	1 000	ISO 7250:1996, 4.2.1	figura 6
h_{12}	Altura de los ojos, sentado	680	870	ISO 7250:1996, 4.2.2	tabla 4
h_{13}	Altura de los hombros, sentado	505		ISO 7250:1996, 4.2.4	tabla 4
h_{16}	Longitud de la pierna (altura del popliteo)	340	505	ISO 7250:1996, 4.2.12	tabla 5 y 6
h_{17}	Altura del puño por debajo de la superficie del asiento, sentado, valor fijo	50	50	—	tabla 4
l_2	Distancia de alcance del antebrazo, longitud codo-puño menos el diámetro del brazo	170		ISO 7250:1996, 4.4.3 ISO 15534-3	tabla 4
l_3	Alcance lateral del brazo	495		ISO 15534-3	tabla 4

Fuente: UNE-EN ISO 14738.

ANEXO D. Velocidad de Captura del Contaminante.

Tabla 10. Velocidad de Captura del Contaminante

Condición de dispersión del contaminante	Intervalo de velocidad de captura (m/s)	Ejemplo
Generado prácticamente sin velocidad en aire tranquilo.	0,3 - 0,5	Evaporación de tanques. Desengrase.
Generado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo.	0,5 - 1,0	Cabinas de pulverización, llenados intermitentes de recipientes, transferencias entre transportadores de baja velocidad, soldadura, galvanización.
Generación activa en zonas de rápido movimiento de aire.	1,0 - 2,5	Pintura a presión en cabinas, llenado de barriles, carga de transportadores, trituradores, criba en frío.
Generación con una alta velocidad inicial en zonas de muy rápidos movimientos de aire.	2,5 - 10,0	Molienda, limpieza con abrasivo cribado en caliente.

Fuente: COVENIN 2250:2000.

ANEXO E. Velocidades de Transporte.

Tabla 11. Intervalo General de Velocidades de Transporte

Naturaleza del contaminante	Intervalo de velocidades (m/s)	Ejemplos de contaminantes
Humos y cualquier tipo de vapores y gases.	Cualquier velocidad. Usualmente se utilizan un valor entre 5,0 - 6,0	Vapores, gases y humos.
Humo de fundiciones	7,0 - 10,0	Humos de óxido de aluminio y óxido de zinc.
Polvos livianos muy finos	10,0 - 13,0	Pelusa de algodón, polvo fino en operaciones de lijado de maderas, polvo en operaciones de litografía.
Polvos secos	13,0 - 18,0	Polvo fino de goma, polvo de moldeo de baquelita, polvo de algodón, polvo de jabón.
Polvos industriales típicos	18,0 - 20,0	Aserrín pesado y húmedo, pelusa de pulitura seca, polvo de lana de yute, polvo de molindas, arenas de sílice, polvo de granito, polvo de cuero, manejo de cuero, manejo de materiales polvorientos y baldosas, polvos de fundiciones, polvo de arcilla, polvo de cal, polvo en operaciones pesado de asbesto en la industria textil.
Polvo pesado	20,0 - 23,0	Polvo de operaciones de torneado de metales, polvo de preparación de arena de desmoldeo en fundiciones, polvo de limpieza con chorro de arena, polvo de plomo, polvo en la forja de hierro, viruta metálica.
Polvos pesados y húmedos	> 23,0	Polvo de plomo con pequeñas virutas, polvo de cemento húmedo, polvo de cal viva.

Fuente: COVENIN 2250:2000.

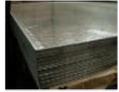
ANEXO F. Medidas Antropométricas de la Población Latinoamericana.

PERCENTILES DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS LATINOAMERICANAS (medidas en metros)					
Dimensiones	Promedio	Desviación Estandar	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
Estatura	1,57	0,053	1,47	1,57	1,66
Altura de ojos	1,45	0,052	1,35	1,45	1,54
Altura de hombros	1,29	0,049	1,21	1,29	1,38
Altura codo flexionado	0,97	0,040	0,91	0,97	1,04
Altura nudillo	0,71	0,032	0,66	0,70	0,77
Alcance brazo frontal	0,69	0,032	0,63	0,68	0,74
Altura hombro sentado	0,55	0,023	0,51	0,55	0,59
Altura codo sentado	0,25	0,026	0,21	0,25	0,29
Longitud nalga-rodilla	0,58	0,028	0,53	0,57	0,63
Longitud nalga-popitea	0,47	0,033	0,43	0,47	0,51

Fuente: ÁVILA, R.; PRADO, L. y GONZÁLEZ, E. (2001).

ANEXO G. Precios de Productos.

Lámina Galvanizada

	Laminas Galvanizadas En Todos Los Calibres  Precio Por Lamina Calibre 28 De 1,22x2,44	BsF 186⁰⁰ Acepta tarjetas de crédito MercadoPago
---	--	--

Fuente: www.MercadoLibre.com

Electrodos

	Electrodo 308L-16 3/32 X 300 Mm Acero Inox. Bs/kg. 170,00	BsF 170⁰⁰ Acepta tarjetas de crédito MercadoPago
---	--	--

Fuente: www.MercadoLibre.com

Disco de Corte

	Disco De Corte 4 1/2 Pulgadas Para Metal 	BsF 12⁰⁰ Acepta tarjetas de crédito MercadoPago
---	---	---

Fuente: www.MercadoLibre.com

Pala Grande

	Pala Para Hielo De Aluminio De 24 Oz. Especial Para Recoger Gran Capacidad De Hielo	BsF 90⁰⁰ Acepta tarjetas de crédito MercadoPago
---	---	---

Fuente: www.MercadoLibre.com

Lámina de Hierro Negro



Lamina De Hierro Negro De 1.0x2.4 De 3.0mm Estriada

Oferta De Lamina De Hierro Negro De 1,0x2,4 De 3,00 Mm Estriada

BsF 960⁰⁰

Acepta tarjetas de crédito

[MercadoPago](#)

Fuente: www.MercadoLibre.com

Tubo Cuadrado



Tubo De Hierro Cuadrado 6 M 1x1 Calibre 14 Alta

Resistencia

Hierro Negro Pesado

BsF 200⁰⁰

Acepta tarjetas de crédito

[MercadoPago](#)

Fuente: www.MercadoLibre.com

Ruedas Industriales



Ruedas Industriales Poliuretano Herramientas

Rolineras Rolin

BsF 250⁰⁰

Acepta tarjetas de crédito

[MercadoPago](#)

Fuente: www.MercadoLibre.com

Equipo de Oxicorte



Equipo De Oxicorte Con Sus Bombonas De Oxigeno Y Acetileno

BsF 6.500⁰⁰

Acepta tarjetas de crédito

[MercadoPago](#)

Fuente: www.MercadoLibre.com

Viga



Vigas Ipn-80 Lote De 6 U. De 12 Metros De Longitud-fondeadas

Hay Disponibles 12 Unidades Doble T-8mm Nuevas

BsF 850⁰⁰

Acepta tarjetas de crédito

[MercadoPago](#)

Fuente: www.MercadoLibre.com

Pintura

	<p>Pinturas Cromas Esmalte Hierro Cromalite Galon Hierro Rejas Madera Brillo Puertas Muebles</p>	<p>BsF 210⁰⁰ Acepta tarjetas de crédito MercadoPago</p>
---	---	---

Fuente: www.MercadoLibre.com

Pistola de Pintura

	<p>Mini Pistola De Gravedad En Spray Para Acabado De Pintura De Alta Calidad Aerografia Taller De</p>	<p>BsF 195⁰⁰ Acepta tarjetas de crédito MercadoPago</p>
---	--	---

Fuente: www.MercadoLibre.com

Recipiente de Basura

	<p>Contenedores De Basura (pipote) 600 Lt Y Mas Mantenimiento, Reciclaje, Desechos, Limpieza</p>	<p>BsF 6.200⁰⁰ Acepta tarjetas de crédito MercadoPago</p>
---	---	---

Fuente: www.MercadoLibre.com



CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

En el presente trabajo especial de grado se diseñó un plan de mejoras acorde con el objetivo principal de la empresa basado en el aumento de la productividad del Área de Pigmentos del Departamento de Mezclado, ejecutando eficientemente la metodología para la Eliminación Sistemática de Desperdicios combinándola con una sencilla pero eficiente herramienta de mejoramiento continuo como lo es la 5S dentro de la cual, implícitamente, se desarrollaron otras, que abordan el empleo de la técnica justo a tiempo, el análisis del modo de ejecución y los efectos de posibles fallas, los principios de manejo de materiales, la estandarización de operaciones, sin dejar a un lado directrices para una eficiente redistribución del área considerando todas las propuestas dadas.

Los estudios de tiempos realizados eficientemente fueron el punto de partida para determinar que las tolerancias en la distribución del tiempo de la jornada laboral no se estaban cumpliendo.

Se emplearon Diagramas de Causa-Efecto, Diagramas de Pareto y los Criterios del Análisis de la Operación para la detección de la raíz del incumplimiento de estas tolerancias y de los elementos que no agregaban valor al proceso y se plantearon las mejoras basándose en los tres principales indicadores de gestión provistos por la empresa, Aumento de la Producción, Reducción de Desperdicios de Materiales y Reducción de los tiempos no Operativos.

La ejecución de la totalidad de las propuestas dadas a la empresa, en beneficio de estos tres indicadores se traducen en:



- La disminución de los tiempos de preparación de preparación y puesta punto del 27% al 16% de la jornada laboral, logrando una reducción del 11% y cumpliendo con la tolerancia impuesta por la empresa en este apartado y la reducción de pérdidas de tiempos no justificadas del 34% al 11%, abordando las principales causas como lo son las salidas antes de fin de turno, el sobretiempo en el lapso de comida y las esperas por equipos de manejo de materiales. Cumpliendo de igual forma con las tolerancias dadas.

- Reducción de los desperdicios de materiales de 120 Kg diarios a un promedio de 30 Kg diarios, gracias al mejoramiento de los métodos de trabajo, estandarización de actividades y un mejor puesto de trabajo que reduce el rango de acción del operador, permitiendo un mayor control de todas las variables y una mayor precisión en el proceso de pesaje.

- Aumento promedio de la producción de 120 tachos por operador a 195 tachos, cumpliendo con la capacidad instalada, lo que se traduce diariamente en pasar de 1440 unidades a 2340 unidades, 900 unidades adicionales.

Las propuestas fueron estructuradas para abordar la totalidad de todos los desperdicios cuantificados en el análisis, generando reducciones en muchos de ellos, así como también la eliminación de otros, tomando en cuenta que:

- El tiempo de espera por materiales y equipos de manejo se reducen en un 43%.
- El tiempo de salida antes del fin de turno se reduce en un 67%.
- Disminución en los tiempos de espera por fallas en la impresora en un 85%.
- La necesidad de limpieza del área se reduce en un 50%.
- La calibración de la balanza se disminuye en un 75%.



- Todas las paletas de pigmentos tienen una ubicación fija, así como los sacos de pigmentos de bajo consumo tienen un espacio de estantería donde poder ubicarlos rápidamente, lo que hace que el proceso de búsqueda e identificación se disminuya en un 70%.
- El nuevo procedimiento de pesar uno a uno cada pigmento, en vez de pesar uno a uno cada tacho, vislumbra el mantenimiento de los tiempos de ciclo pero disminuye considerablemente la generación de tachos defectuosos en un 67%.
- Los recorridos se reducen en un 60%, juntando las necesidades de buscar los carros de tachos, y el almacenamiento de los tachos finales.
- Eficiente empleo de los recipientes contenedores de desperdicios, que permitirán mantener el orden y limpieza.
- Eliminación del innecesario proceso de identificación individual de tachos.

De esta manera queda totalmente evidenciado el aumento de la productividad del área de pigmentos, reduciendo los desperdicios de materiales y aumentando significativamente los niveles de producción del área.

La inversión requerida para la ejecución de las propuestas es de 982.451 Bs, con los cuales se logran obtener ahorros mensuales de 27.000 Bs por disminución de desperdicios de material, así como un beneficio neto gravable después de impuesto sobre los 135.750 Bs mensuales sólo por el aumento en la producción inherente a esta inversión.

Los modelos de rentabilidad empleados, indican que el proyecto es totalmente rentable, ya que el Valor Actual del mismo es mayor a cero y el Tiempo de Pago estipulado de 9 meses no supera al Tiempo de Pago crítico impuesto por la empresa.



Por último, no olvidar que todo esto es posible siempre y cuando el operador también sea participe activo en este proceso de mejoramiento continuo y obtenga el sentido de pertenencia necesario para valorar, como suyos, los beneficios asociados a la ejecución de esta investigación.