

OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION DE GANCHOS PARA ROPA A BASE DE MATERIAL RECICLABLE EN LA EMPRESA TABARPLAST DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA, UTILIZANDO LA INGENIERIA DE METODOS

HUGO HERNANDO HERNANDEZ HERNANDEZ

MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

**ASESOR: GERMAN GERLYN GRANADOS MALDONADO
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA
2018**

CONTENIDO

RESUMEN	7
INTRODUCCION	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo General.....	11
2.2. Objetivos Específicos.....	11
3. METODOLOGIA	12
3.1. Tipo de investigación.....	12
3.2. Diseño de investigación	12
3.3. Población	13
4. CUERPO DEL TRABAJO	14
4.1. Descripción de la empresa.....	14
4.2. Descripción de la materia prima.....	15
4.3. Descripción de la maquinaria	16
4.3.1. Aglutinadora	16
4.3.2. Peletizadora	17
4.3.3. Inyectora	18
4.3.4. Molino	19
4.4. Sistema de Producción actual.....	21
4.4.1. Entradas al sistema	21
4.4.2. Proceso de Transformación	22
4.4.3. Salidas del sistema.....	23
4.5. Diagnóstico de la productividad	25
4.5.1. Rendimiento	25
4.5.2. Productividad.....	26
4.6. Diagnóstico de tiempos y movimientos	27
4.6.1. Cursograma Analítico del proceso	27
4.6.2. Cursograma sinóptico del proceso.....	32
4.6.3. Diagrama de recorrido	33
4.6.4. Diagramas Bimanuales.....	34
4.6.5. Hoja de estudio de observación del tiempo.....	39
5. PLAN DE MEJORA PARA LA EMPRESA TABARPLAST	45
5.1. Lista de verificación.....	45

5.2. Diagrama de Pareto	46
5.3. Diagrama de Ishikawa.....	48
5.4. Acciones a mejorar.....	50
5.5. Análisis beneficio – costo del proceso de mejora de la empresa TABARPLAST 54	
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFIA	60
ANEXOS	62

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Materia prima de la empresa	15
Ilustración 2. Maquina Aglutinadora	16
Ilustración 3. Maquina Peletizadora.....	17
Ilustración 4. Maquina Inyectora	18
Ilustración 5. Molino.....	19
Ilustración 6. Sistema de Producción, empresa TABARPLAST	21
Ilustración 7. Diagrama de flujo del proceso	22
Ilustración 8. Producto terminado	24
Ilustración 9. Cursograma Sinóptico del proceso	32
Ilustración 10. Diagrama de recorrido	33
Ilustración 11. Márgenes de tolerancia por retrasos personales y fatiga	39
Ilustración 12. Lista chequeo de defectos	45
Ilustración 13. Diagrama de Pareto defectos	47
Ilustración 14. Diagrama Ishikawa manejo de MP	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción general de la empresa.....	14
Tabla 2. Cursograma Analítico Aglutinado	28
Tabla 3. Cursograma Analítico Peletizado	29
Tabla 4. Cursograma Analítico Inyectora.....	30
Tabla 5. Cursograma Analítico Molino	31
Tabla 6. Diagrama Bimanual Aglutinado	35
Tabla 7. Diagrama Bimanual Peletizado.....	36
Tabla 8. Diagrama Bimanual Inyectora.....	37
Tabla 9. Diagrama Bimanual Molido.....	38
Tabla 10. Hoja de tiempos Aglutinado	41
Tabla 11. Hoja de tiempos Peletizado.....	42
Tabla 12. Hoja de tiempos Inyección	43
Tabla 13. Plan de mejora empresa TABARPLAST.....	50
Tabla 14. Costos implementación mejora	54
Tabla 15. Costos años anteriores y actual	55
Tabla 16. Pronostico siguientes tres años.....	56
Tabla 17. Tasas de interés siguientes tres años	56
Tabla 18. Beneficio - Costo.....	56

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Almacenamiento de producto terminado	62
Anexo 2. Clasificación de ganchos	63
Anexo 3. Maquina inyectora.....	64
Anexo 4. Maquina Aglutinadora	65
Anexo 5. Maquina Molido	66

RESUMEN

El objetivo principal de esta monografía es realizar una mejora en el proceso de transformación de material reciclable en ganchos para ropa de la empresa TABARPLAST de la ciudad de Bucaramanga, basándose uno a uno en los objetivos específicos, partiendo de un estudio previo, en el cual se describe la empresa, sus procesos, sus productos, etc. Hasta realizar la mejora de cada uno de los procesos, disminuyendo tiempos de ocio y aumentando la productividad y la eficiencia en los procesos, sumándole un análisis del beneficio – costo que conllevaría realizar dichas mejoras propuestas.

La metodología utilizada fue de carácter descriptiva pues se describen los resultados obtenidos mediante un proceso de recolección directa con los trabajadores de la empresa pues se realizó un trabajo de campo en el cual se dio un análisis de cada uno de los trabajadores en cuanto a tiempos, movimientos y demás, sin dejar a un lado un previo análisis de la materia prima y la maquinaria utilizada con el fin de encontrar fallas en el proceso que se puedan optimizar por medio de un plan de mejora.

El desarrollo se dio de acuerdo a cada uno de los objetivos, por medio de una serie de pasos sistemáticos y ordenados con ayuda de diagramas, tablas, y documentos para el análisis de los tiempos y movimientos obtenidos de la asignatura de ingeniería de métodos como sistemas de producción, cursogramas sinópticos, diagramas de recorrido, hoja de estudio de observación de tiempos, entre otros, todas estas herramientas para identificar las fallas en la empresa y la alternativa de solución para optimizar el proceso.

Por otro lado, se dio cumplimiento a los objetivos propuestos de acuerdo a los resultados obtenidos y los diagnósticos realizados al momento de identificar los métodos que aplica la empresa, en cuanto a procesos, tiempos y movimientos. También se planteó un plan de mejora a partir del estudio de ingeniería de métodos comparándolo con el proceso actual de la empresa y por último se realizó un análisis beneficio - costo para la implementación de la mejora en el proceso de transformación de material reciclable en ganchos de la empresa TABARPLAST de la ciudad de Bucaramanga.

A nivel general se logró identificar que el mayor problema que tiene la empresa y donde se puede centrar las estrategias para mejorar fue en la selección de la materia prima, donde se carece de conocimiento y no se aprovecha al máximo las ventajas que podría traer una correcta selección de la materia prima, evitando fallas en el proceso que la mayoría del tiempo se dan por la calidad de la materia prima procesada.

Palabras Clave: Ingeniería de métodos, Tiempos, Movimientos, Optimización, Sistemas de producción.

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como finalidad realizar un estudio de métodos de la situación actual de la empresa TABARPLAST de la ciudad de Bucaramanga con el fin de lograr optimizar la producción de la misma, esta es una empresa, pero con una finalidad muy grande al contribuir con el medio ambiente, partiendo de un reciclaje y generando una ganancia con la producción de ganchos para colgar ropa.

Según la UAP, El estudio de métodos "...Es el registro y examen crítico, sistemático, de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos"¹. Entendiendo que una empresa que aplique una ingeniería de métodos estará en la capacidad de mejorar todas las falencias que se identifiquen y así optimizar sus procesos y generar una reducción en sus costos, pero este estudio requiere de una estructura adecuada. Por esta razón va a estar dividido en tres fases:

La primera fase es el análisis del sistema de producción, en la cual se describe las entradas al sistema, sus diferentes tipos de materia prima, el proceso de transformación y sus respectivas salidas (ganchos). La segunda fase es el análisis de la productividad de la empresa, producción de ganchos a partir de la maquinaria actual, rendimiento, costos, etc. Por último, la tercera fase es el análisis de tiempos y movimientos en cada uno de los procesos de la empresa con el fin de determinar tiempos de ocio y movimientos que se pueden minimizar.

Este estudio tiene como finalidad optimizar la producción de ganchos para ropa a base de material reciclable en la empresa TABARPLAST y beneficiar tanto la empresa como sus clientes y así lograr que, con el crecimiento de esta empresa, otras empresas se lleguen a interesar por el tema ambiental y la producción de productos a base de material reciclable, cumpliendo con el propósito de ayudar con el medio ambiente a partir de la importancia del reciclaje.

¹ I. GENERALES, "Estudio Del Trabajo," Arquitectura, pp. 1–32.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas encargadas del reciclaje son empresas que deben encaminarse más en los cuidados del medio ambiente según lo plantea Segura "...El correcto manejo de residuos sólidos es una de las tareas principales que deben emprender las compañías, se hace necesario que ésta nueva labor, que deberán emprender las personas que hacen parte de las mismas, sea asimilada de manera efectiva para lograr los objetivos trazados por la organización en este campo"². Por esto es importante que las empresas en este campo entiendan la finalidad de contribuir con el reciclaje ya que lamentablemente en Colombia son pocas las empresas que se dedican a este tipo de actividad, en este caso la empresa TABARPLAST se encarga del proceso de transformación de material reciclable para posteriormente convertirlo en ganchos.

Al ser una empresa nueva y pequeña, carece de procesos y estrategias que podrían optimizar la producción de ganchos para ropa, la falta de capacitación en los trabajadores o la inversión en un estudio de métodos, el cual es de suma importancia, al igual que para Sánchez, quien considera que "...La ingeniería de métodos es una de las principales técnicas cuyo objetivo principal es estudiar los procesos donde se desarrollan las tareas productivas de una organización con el fin de reducir costos, maximizar la calidad de los productos, mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra, economizar el esfuerzo humano y minimizar tiempos de trabajo"³. En si son tareas que las empresas realizan, pero lo hacen sin conocimiento ni enfoque alguno más que el de mejorar, el cual no está mal, pero podría optimizarse aún más.

La empresa TABARPLAST, es una empresa que nació como una sociedad entre familiares y amigos por ende los trabajadores son personas sin ningún tipo de preparación más que solo la experiencia con el pasar del tiempo y una de las problemáticas que presenta es la cantidad de material que se pierde en el proceso, ya sea por una mala distribución de la materia prima, hasta por un error en el proceso de transformación, para Cerbino "...Las causas que afectan los rendimientos en los resultados, son muy variadas; por consiguiente, descubrirlas, modificarlas, combinarlas o eliminarlas, con el fin de mejorar los resultados, representa la tarea permanente del ingeniero industrial puesto al servicio de una organización"⁴. Por esta razón se aplica la ingeniería de métodos a esta empresa analizando los métodos actuales, con el fin de optimizar la productividad y reducir los tiempos y movimientos.

² C. P. Segura, "Modelo educación ambiental en la cadena productiva, de plásticos en Colombia, para el manejo de residuos sólidos," 2015.

³ A. Sanchez, J. Luis, L. De Investigación: Generación, Y. D. Cajamarca, and — Perú, "Facultad De Ingeniería," 2016.

⁴ M. Cerbino, "Movimientos y," pp. 112–121.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General.

Diseñar una propuesta de mejora para la producción de ganchos de ropa a base de material reciclable en la empresa TABARPLAST de la ciudad de Bucaramanga, optimizando su productividad.

2.2. Objetivos Específicos.

Identificar los métodos que aplica la empresa TABARPLAST de la ciudad de Bucaramanga, en cuanto a productividad, procesos, tiempos y movimientos.

Plantear un plan de mejora a partir del estudio de ingeniería de métodos comparándolo con el proceso actual de la empresa TABARPLAST de la ciudad de Bucaramanga.

Realizar un análisis beneficio - costo para la implementación de la mejora en el proceso de transformación de material reciclable en ganchos de la empresa TABARPLAST de la ciudad de Bucaramanga.

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo de investigación

La investigación que acompaña el estudio de ingeniería de métodos fue la Descriptiva, debido a que como dice Hernandez Sampieri "...Los estudios descriptivos son los que permiten describir los acontecimientos observados durante el estudio"⁵. Es descriptiva debido a que inicialmente se realizó una recolección de la información de los datos en cuanto a métodos, tiempos y movimientos de la empresa TABARPLAST de la ciudad de Bucaramanga, a través de este tipo de investigación se describen todos los aspectos relevantes del estudio, también se analiza las falencias que presenta la empresa en el proceso de producción que está impidiendo un buen rendimiento de la misma y después de analizar la información se procede a realizar la propuesta de mejora para optimizar el proceso.

3.2. Diseño de investigación

Según Ballestrini-Acuña "...Un diseño de Investigación se define como el plan global de investigación que integra de un modo coherente y adecuadamente correcto técnicas de recogidas de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos"⁶. El diseño de la investigación es de campo, ya que se obtuvo toda la información recolectada directamente en la empresa realizando el estudio de ingeniería de métodos, analizando los procesos, los tiempos y movimientos, productividad, entre otros. Para ello se utilizó como fuente primaria la relación directa con el dueño de la empresa, misma persona encargada de la supervisión del proceso de transformación de material reciclable en ganchos y con cada uno de los empleados de la empresa.

El enfoque del estudio es Mixto como lo plantea Pereira "...Los diseños mixtos permiten la obtención de una mejor evidencia y comprensión de los fenómenos y, por ello, facilitan el fortalecimiento de los conocimientos teóricos y prácticos"⁷. Este enfoque permite utilizar los métodos cualitativos en una etapa o fase de la investigación y los cuantitativos en otra.

⁵ R. Hernández Sampieri, C. Fernández, and P. Baptista, Metodología de la investigación. 1997.

⁶ M. Ballestrini-Acuña, "Como Se Elabora El Proyecto de Investigacion." pp. 38–50, 1987.

⁷ Z. Pereira, "Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta," Rev. Electrónica Educ., vol. 15, no. 1, pp. 15–29, 2011.

3.3. Población

Para Vara la población “...Es el conjunto de todos los individuos (objetos, personas, eventos, situaciones, etc.) en los que se desea investigar algunas propiedades”⁸. La población en esta monografía está constituida por los trabajadores que operan cada una de las maquinas utilizadas en el proceso de transformación del material reciclable en ganchos para ropa, debido a que se medirán los tiempos y movimientos que realizan en sus estaciones de trabajo, con el fin de reducir tiempos de ocio y optimizar el proceso.

⁸ E. Proyecto, “ARÍSTIDES ALFREDO VARA HORNA El Proyecto de Tesis.”

4. CUERPO DEL TRABAJO

4.1. Descripción de la empresa

Tabla 1. Descripción general de la empresa

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	
Nombre	TABARPLAST
Ubicación	Bodega, carrera 13 # 19 – 36, zona industrial, Bucaramanga, Santander
Estado del contribuyente	Activo
Sector económico de desempeño	Transformación de material reciclable
Gerente general	Wilson de Jesús Tabares Ospina
Servicios prestados	<ol style="list-style-type: none">1. Transformación de material reciclable en material aglutinado.2. Transformación de material reciclable en material peletizado.3. Transformación de material reciclable en ganchos para ropa.
Mercado que atiende	Sector plásticos y otros
Cantidad de trabajadores	5 (2 en el área administrativa) (3 en el área de producción)

Fuente: Elaboración Propia

TABARPLAST es una empresa que se dedica a la transformación del material reciclable en ganchos para ropa, aunque también ofrece el producto ya transformado en algunas etapas del proceso como lo son el aglutinado y el peletizado, este material lo compran empresas que trabajan con esta materia prima transformada, algunas de estas dedicadas a la fabricación de escobas, recogedores, entre otros.

4.2. Descripción de la materia prima

La materia prima utilizada en el proceso por lo general es el plástico como bolsas y en ciertas ocasiones puede ser mezclado con ciertos trozos de cabuya plástica. Para Arandes "...Los plásticos, por su composición y su origen derivado del petróleo, son un residuo de alto valor, relativamente fácil de recuperar y abundante. En conjunto, el porcentaje de recuperación del plástico utilizado en diferentes sectores industriales es muy bajo"⁹. Sin saberlo, el reciclaje del plástico es muy valioso debido al producto transformado y el valor agregado del mismo del cual se hablará más adelante.

La materia prima está dividida en dos: material flexible y material inflexible, como material flexible está todo tipo de bolsas plásticas y cabuya plástica, como material inflexible están las sillas, mesas y demás productos plásticos duros. La mayoría de la materia prima es suministrada por pequeños contratos con trabajadores de material reciclable y aparte la empresa tiene un contrato con una empresa arrocera que le suministra toda la bolsa defectuosa en sus procesos internos, debido a que no le hacen reproceso.

Ilustración 1. Materia prima de la empresa

Tomada por: Autor



⁹ J. Arandes, J. Bilbao, and D. López, "Reciclado de residuos plásticos," Rev. Iberoam. polímeros, vol. 5, no. 1, pp. 28-45, 2004.

4.3. Descripción de la maquinaria

La empresa actualmente consta de: tres máquinas de uso constante (Aglutinadora, Peletizadora e inyectora) y una máquina de uso intermitente (Molino).

4.3.1. Aglutinadora

Ilustración 2. Maquina Aglutinadora



Tomada por: Autor

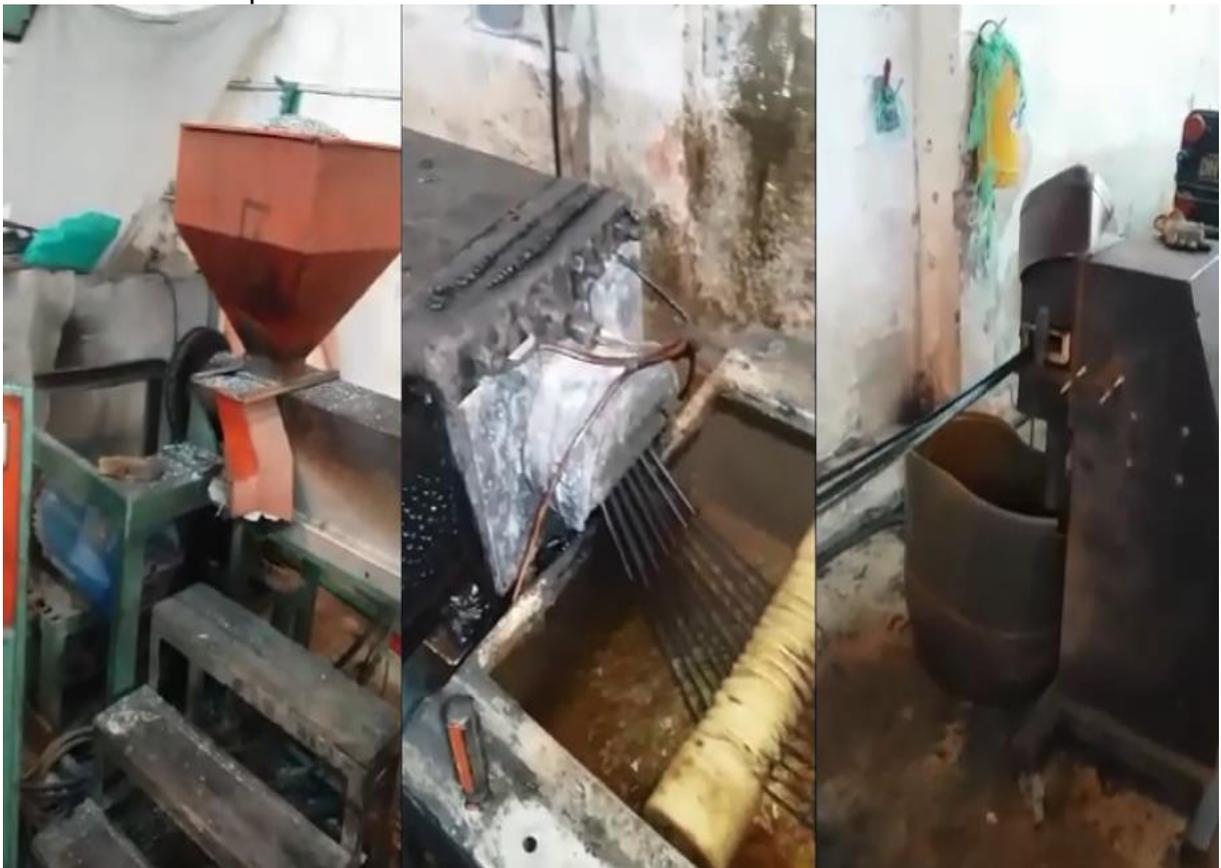
La materia prima flexible ingresa a la maquina aglutinadora, la cual y tal como lo plantean Chiriguayo y Alcivar "...Es utilizada para dar densidad o granular los empaques flexibles como las bolsas plásticas"¹⁰. Es una maquina con una capacidad de

¹⁰ E. Superior, P. Del, C. Esteban, C. Lozada, C. Alfredo, and A. Burgos, "Diseño y construccion de aglutinadora," 2015.

aproximadamente 120 kg de materia prima por proceso de aglutinaje, genera calor mediante un proceso de rotación constante de sus cuchillas a 1800 rpm (revoluciones por minuto), donde se va derritiendo y cortando el material formando pequeños trozos o material aglutinado.

4.3.2. Peletizadora

Ilustración 3. Maquina Peletizadora



Tomada por: Autor

Esta maquina consta de dos partes, la primera donde se transforma el material y la segunda donde se corta el material peletizado, tiene una capacidad de aproximadamente 90 kg de material aglutinado, este ingresa a la maquina peletizadora la cual según Cumbajin y Vasquez "...Transforma materia en esferas o cilindros pequeños de modo de conseguir un menor volumen, forzando el paso de un plástico o

material fundido, por medio de presión, a través de una malla”¹¹. Consiste en un proceso de fundición del plástico, formando un hilo de plástico, el cual va siendo cortado en pequeñas piezas o material peletizado.

4.3.3. Inyectora

Ilustración 4. Maquina Inyectora



Tomada por: Autor

¹¹ T. Previa, A. L. A. Obtención, and D. E. L. Título, “Diseño Y Construcción De Una Máquina Peletizadora De Polietileno,” Univ. Politec. Sales., vol. I, p. 398, 2013.

Es una maquina con una capacidad de aproximadamente 120 kg de material peletizado que es ingresado en la tolva de la inyectora, la cual se encarga de en cierto ciclo de tiempo producir un gancho, con la ayuda de un tornillo sin fin. Para Burbano y Sánchez “El movimiento del material lo realiza un tornillo sin fin o también conocido como usillo, este usillo se encuentra dentro del cañón o cilindro que es calentado por las resistencias”¹². Este tornillo es pieza fundamental de la inyectora, con la presión y el calor el material ingresa al molde con la forma del gancho.

4.3.4. Molino

Ilustración 5. Molino



Tomada por: Autor

¹² J. Enrique and B. Sotomayor, “FACULTAD DE INGENIERÍAS CARRERA : INGENIERÍA ELECTRÓNICA MENCION : SISTEMAS INDUSTRIALES PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INDUSTRIALES TEMA : Automatización y puesta en marcha de máquina inyectora Reed 100 en Plásticos Ecuatorianos S . A . JON,” 2013.

Por último el molino es una máquina, el cual su uso es limitado, debido a que la empresa solo lo enciende o lo usa cuando tienen material plástico inflexible que triturar al igual que Pilatasig y Pozo quienes plantean que el molino "...Consta de un espacio con una pieza giratoria de acero aleado con wolframio, molibdeno y otros elementos de aleación, que le proporcionan mayor resistencia, dureza y durabilidad que al girar rápidamente hace la función de cuchilla, para cortar el plástico en pequeños pedazos listos para ser usados y procesados nuevamente"¹³. También la utilizan para triturar los ganchos que salen defectuosos con el fin de reutilizar el material, tiene una capacidad de aproximadamente 150 kg de material inflexible o reutilizable.

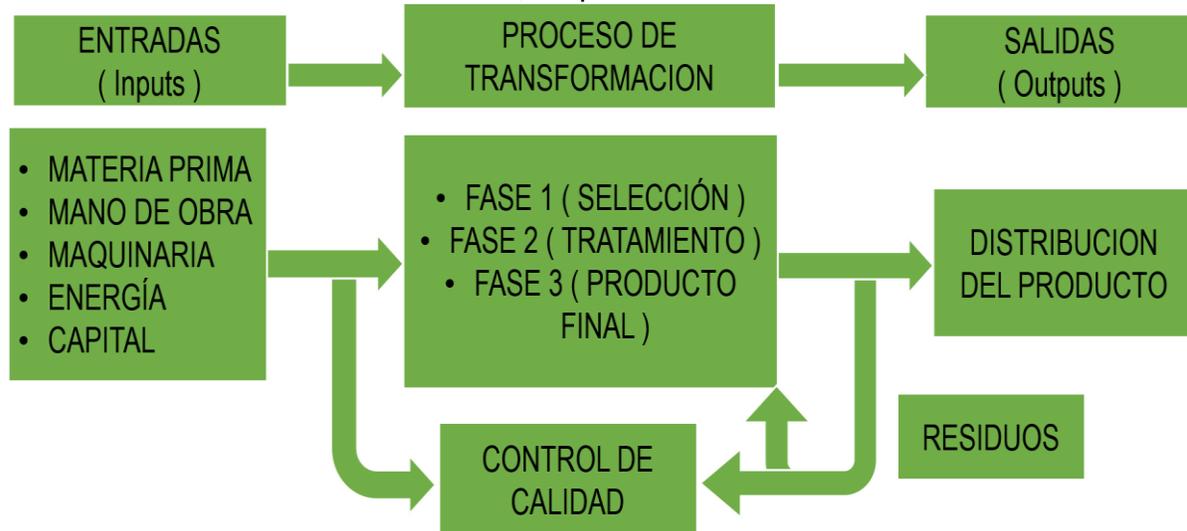
¹³ R. Naturales, Universidad Técnica De Cotopaxi. 2015.

4.4. Sistema de Producción actual

Para que las empresas logren operar de forma efectiva, deben tener sistemas, los cuales les ayude a optimizar de manera eficiente el tipo de producción, estos son llamados los sistemas de producción, según la UMSS “Los sistemas de producción consisten en mano de obra, equipos y procedimientos diseñados para combinar los materiales y procesos que constituyen sus operaciones de manufactura”¹⁴. Consiste en un sistema que costa de unas entradas (inputs), estas son algunas como la materia prima, mano de obra, entre otras. Todas estas entradas sufren un proceso de transformación, para luego convertirse en producto terminado o salidas (outputs), sin dejar a un lado el tratamiento de los residuos y el control de calidad en el proceso.

A continuación se presenta el sistema de producción actual de la empresa TABARPLAST de la ciudad de Bucaramanga, identificando las entradas, el proceso de transformación (describiendo una a una sus fases) y por ultimo las salidas.

Ilustración 6. Sistema de Producción, empresa TABARPLAST



Fuente: Elaboración Propia

4.4.1. Entradas al sistema

Las entradas al sistema se convierten en el conjunto de factores importantes para poder dar inicio a la producción, son todos los insumos necesarios como materia prima, mano de obra, maquinaria, energía, capital. La empresa TABARPLAST como se mencionó

¹⁴ UMSS-Facultad de Ciencias y Tecnología, “Sistemas de producción,” pp. 19–23.

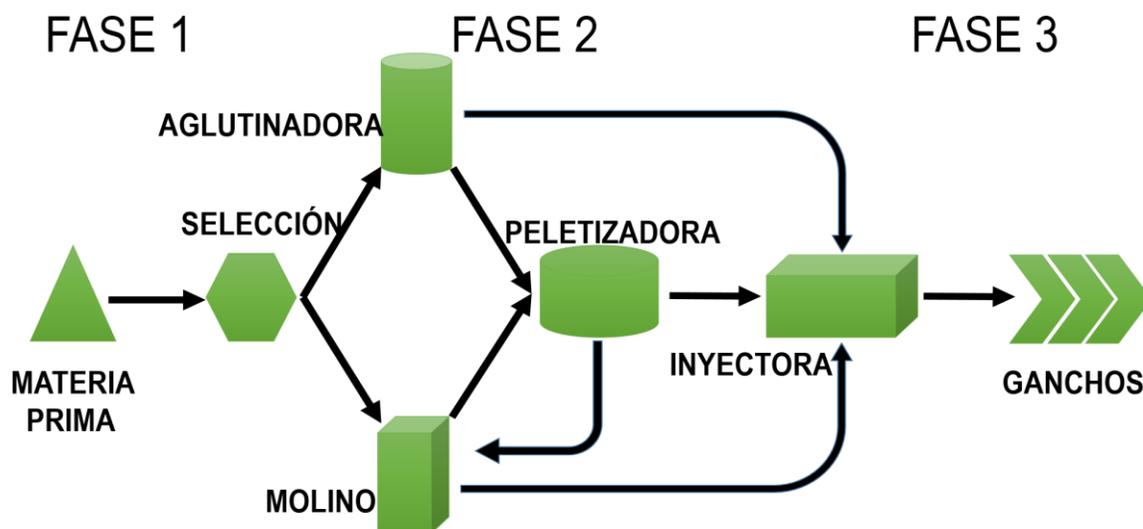
anteriormente trabaja con material reciclable por lo general plástico, flexible e inflexible, la mayor parte de la materia prima es suministrada por personas recicladoras a las cuales la empresa les compran el material semanalmente, también la empresa tiene contrato con algunas empresas arroceras y productoras de pastas de la ciudad de Bucaramanga, quienes en sus procesos de empaqueo cometen errores en la impresión de los empaques de las mismas y les sale costoso Re fabricar el producto, así que generan un ingreso para no tener total perdida, vendiendo este material defectuoso a la empresa TABARPLAST.

En cuanto a la mano de obra y la maquinaria la empresa cuenta con 5 trabajadores, los cuales están distribuidos de la siguiente manera: 3 operarios en el área de producción, en cada una de las máquinas, uno para cada máquina, aglutinadora, peletizadora, inyectora, 1 trabajador en el área administrativa y el gerente general que hace las veces de operario en la zona de producción cuando debe inspeccionar el trabajo y cuando debe encender el molino y también se encuentra en el área administrativa, pendiente de los pedidos y despachos que debe realizar la empresa.

4.4.2. Proceso de Transformación

El proceso de transformación consta de tres fases, selección, tratamiento y producto final. Para entender un poco las fases del proceso se realiza el siguiente diagrama de flujo partiendo desde la selección de la materia prima.

Ilustración 7. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: Elaboración Propia

La selección es aquella donde se separa el tipo de materia prima a utilizar en el proceso de aglutinado, en este caso la materia prima flexible, pero es un material difícil de separar pues como lo plantea Domingo "...La utilización de este material requiere un proceso de selección previa ya que el mismo viene en general mezclado con otros materiales"¹⁵. Por ser un material reciclable se encuentra mezclado con otro tipo de materiales, de allí su complejidad en la selección la cual no es la mejor, también se selecciona el material inflexible el cual debe pasar para su posterior proceso en el molino.

La siguiente fase es el tratamiento que se le da a la materia prima, es decir el proceso en general. Después de realizarse la selección, la materia prima es llevada a la maquina Aglutinadora (ver ilustración 2), en este proceso el trabajador debe ingresar de manera controlada la bolsa plástica a la aglutinadora mientras las cuchillas van cortando el material en pequeños trozos, es un proceso que requiere de una adición de agua pues al moverse las cuchillas velozmente, la máquina y el material se va calentando lo que puede causar que el material se empaste, es decir, los trozos salgan con una estructura más grande de lo debido, una vez el material se encuentre aglutinado es llevado al siguiente proceso.

En el peletizado, el material previamente aglutinado (o el material proveniente del molino según sea el caso), es ingresado en la tolva de almacenamiento en donde el material es fundido con ayuda de temperaturas muy altas y es transformado en una serie de hilos que son acomodados para ser llevados a la cuchilla donde son cortados en pequeños trozos o material peletizado (ver ilustración 3), el objetivo de este proceso es lograr que el material quede lo más puro y limpio posible para que la calidad del gancho o para que la calidad del material que se venderá a las empresas que lo compran sea de óptima calidad.

Una vez el material se encuentre peletizado es llevado a la maquina inyectora donde es ingresado en la tolva de almacenamiento, con la ayuda del tornillo sin fin, la presión y el calor, el material es ingresado en el molde donde después del ciclo de inyección de unos segundos, produce un gancho, el cual se inspecciona la forma, la dureza y demás características que requiere el gancho para ser de óptima calidad. Si el gancho tiene algún defecto es llevado al molino en el cual se corta en pequeños trozos y es ingresado a la maquina peletizadora para seguir con el respectivo proceso y terminar con la última fase que es la del producto final, el gancho para ropa.

4.4.3. Salidas del sistema

¹⁵ R. Domingo, "Estudio del mercado de productos plásticos reciclados," Compras Publicas sustentables, p. 3, 2011.

Las salidas del sistema son el producto terminado (ganchos) y en su defecto también se considera salida del sistema al material transformado (aglutinado, peletizado) vendido a las empresas mencionadas anteriormente. La distribución del producto está dividida en dos puede ser bajo pedido del cliente o para almacenamiento y posterior venta, al ser un producto no perecedero, su tiempo de duración es alto comparado con otros productos. Lamentablemente al ser una pequeña empresa, no se le da tanta importancia a estrategias de mercadeo, para la venta del producto, pero a pesar de ello, la calidad, su diseño y su variedad en los colores del gancho le ha ayudado en el aumento de sus clientes y reconocimiento del producto (ver ilustración 8).

Ilustración 8. Producto terminado



Tomada por: Autor

4.5. Diagnóstico de la productividad

En esta parte del trabajo se desarrollará el diagnóstico de la productividad de la empresa, así como su rendimiento, costo del producto entre otros, los valores y cantidades empleados son suministrados por el señor Wilson de Jesús Tabares Ospina, gerente de la empresa TABARPLAST.

4.5.1. Rendimiento

Para determinar la productividad, necesitamos hallar las salidas del proceso, las entradas ya están establecidas por el gerente de la empresa el cual para el caso particular se tomó como la cantidad de materia prima que entra al sistema al mes (10 toneladas de materia prima). El rendimiento del producto se toma como un indicador de la productividad. Para hallarlo se toma la ecuación planteada por Kumar

$$“Y = (I)(\%G) + (I)(1-\%G)(\%R)”^{16}$$

Donde,

Y = Rendimiento.

I = Número de unidades iniciadas en producción.

%G = Porcentaje de unidades buenas.

%R = Porcentaje de unidades defectuosas en reproceso.

Para el número de unidades iniciadas en producción se tomó en cuenta la cantidad de materia prima que ingresa en el sistema (entradas) la cual es 10 toneladas (para efectos del ejercicio se pasa a kilogramos), en cuanto el porcentaje de unidades buenas y unidades defectuosas en reproceso fue un dato que dio el señor Tabares, por medio de la observación con el pasar del tiempo y la experiencia, además de un aproximado del respectivo peso de la cantidad de ganchos y los bultos de material transformado que se va a vender, los datos fueron un 80% de unidades buenas y un 10% de unidades defectuosas en reproceso.

Con los datos suministrados el rendimiento es:

$$Y = (I) (\%G) + (I) (1-\%G) (\%R)$$

$$Y = (10000 \text{ kg}) (0.8) + (10000 \text{ kg}) (1-0.8) (0.1)$$

$$\underline{Y = 8200 \text{ kg}}$$

Como se puede notar de 10 toneladas que entran en el proceso en el mes, al final solo salen 8,2 toneladas convertido en producto final como ganchos o como material

¹⁶ A. Kumar, “Quality and Productivity,” 2006.

transformado. Una vez obtenido el rendimiento se procede a hallar la productividad de la empresa.

4.5.2. Productividad

Realizar un diagnóstico de la productividad de la empresa representa un debido análisis de los factores influyentes en esta, para Carro y González "...La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos"¹⁷. Es decir, hace una comparación entre la cantidad de salidas o servicios producidos en el sistema sobre las entradas y recursos que ingresan al sistema, por lo tanto:

Productividad = Salidas / Entradas

Como se mencionó anteriormente las entradas corresponden a la materia prima que entra en el sistema al mes (10 toneladas) y en las salidas se toma el rendimiento como un indicador de la productividad (8,2 toneladas).

$$P = (\text{Salidas} / \text{Entradas}) * 100$$
$$P = (8200 \text{ kg} / 10000 \text{ kg}) * 100$$
$$\underline{P = 82\%}$$

La productividad de la empresa es del 82%, se evidencia que se pierde mucho material en el proceso debido a la cantidad de ganchos que salen defectuosos por fallas en el proceso o calidad de la materia prima, por lo que del 20% de unidades defectuosas en reproceso que virtualmente se tiene en realidad solo se llega a reutilizar un 10% y el restante se pierde en alguna etapa del proceso.

¹⁷ R. Carro and D. González, "Productividad y Competitividad," Adm. las Operaciones; Fondo Ciencias Económicas y Soc., pp. 1-16, 2014.

4.6. Diagnóstico de tiempos y movimientos

Para el diagnóstico de tiempos y movimientos se analiza a los trabajadores en cada uno de los puestos de trabajo debido a que como dice Tejada Díaz "...El estudio de tiempo y movimiento es una herramienta la cual sirve para determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso, así como para analizar los movimientos que son realizados por parte de un operario para llevar a cabo dicha operación"¹⁸. Para tener un óptimo análisis de los movimientos se apoyó la recolección de los datos en herramientas como cursogramas y diagramas, es importante conocer el diagrama de recorrido de la empresa con el fin de entender el proceso y para el análisis de los tiempos se utilizó la hoja de estudio de observación de tiempo.

4.6.1. Cursograma Analítico del proceso

También llamado diagrama de flujo del proceso, para E. tomaremos el cursograma analítico del proceso "...Muestra la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las demoras y los almacenamientos"¹⁹. Es el más completo para analizar una a una las actividades donde comprende las operaciones, inspecciones, demoras, transportes y almacenamiento, para los cuales a cada uno le corresponde un símbolo:

Operación: ○
Inspección: □
Demoras: D
Transportes: ⇨
Almacenamientos: △

A continuación, se presenta uno a uno los cursogramas para las cuatro estaciones de trabajo en el proceso de transformación, aglutinadora, peletizadora, inyectora y molino. Se tiene en cuenta que la recepción de materia prima es una etapa que se realiza antes de iniciar el proceso de producción y la selección la hace el empleado de la aglutinadora o del molino si viene el caso, ya que estas máquinas preceden a las otras dos (peletizadora e inyectora).

¹⁸ Y. Movimiento and I. A. L. Gsd, "METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TIEMPO METHODOLOGY OF STUDY OF TIME MOVEMENT ; INTRODUCTION TO THE GSD," pp. 39–49, 2017.

¹⁹ E. Tomaremos, "Diagrama de recorrido o de circulación."

Tabla 2. Cursograma Analítico Aglutinado

CURSOGRAMA ANALITICO DE PROCESO	ACTIVIDAD	ACTUAL
DIAGRAMA N°1	Operación	3
PROCESO: AGLUTINADO	Transporte	2
ACTIVIDAD: Generar calor mediante proceso de rotación constante a 1800 rpm para derretir el material y quede aglutinado	Demora	2
METODO: Actual	Inspección	1
LUGAR: Bodega, carrera 13 # 19 – 36, zona industrial, Bucaramanga, Santander	Almacenamiento	1
REALIZADO POR: Hugo Hernandez		

DESCRIPCION	TIEMPO (S)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
		○	➔	D	□	△	
Calentar el motor	600			●			
Llevar materia prima a la maquina	5		●				
Aglutinado del material	1200 – 1800	●					1 bulto 25 kg
Revisar que la maquina funcione correctamente	60				●		
Adicionar agua	10	●					No se comprima
Usar palo de plástico	15			●			Ablandar material
Separar el material	60	●					Para vender
Almacenar material	300					●	
Llevar material siguiente fase	60		●				
TOTAL	2310 - 2910	3	2	2	1	1	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. Cursograma Analítico Peletizado

CURSOGRAMA ANALITICO DE PROCESO	ACTIVIDAD	ACTUAL
DIAGRAMA N°2	Operación	3
PROCESO: PELETIZADO	Transporte	3
ACTIVIDAD: Purificar el material para una mejor calidad del producto	Demora	2
METODO: Actual	Inspección	2
LUGAR: Bodega, carrera 13 # 19 – 36, zona industrial, Bucaramanga, Santander	Almacenamiento	1
REALIZADO POR: Hugo Hernandez		

DESCRIPCION	TIEMPO (S)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
		○	➔	D	□	△	
Ajustar temperatura	3600			●			
Llevar material al embudo	5		●				
Revisar tornillo del embudo	10				●		Para que no se tape
Organizar hilos en el rodillo	30	●					
Cambiar filtro o malla	600			●			Para que no se tape
Revisar condición del hilo	5				●		
Llevar residuos	10		●				Material grueso
Picar el hilo en trocitos	50	●					
Separar material	60	●					Para vender
Almacenar material	60					●	
Llevar material siguiente fase	5		●				
TOTAL	4435	3	3	2	2	1	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5. Cursograma Analítico Molino

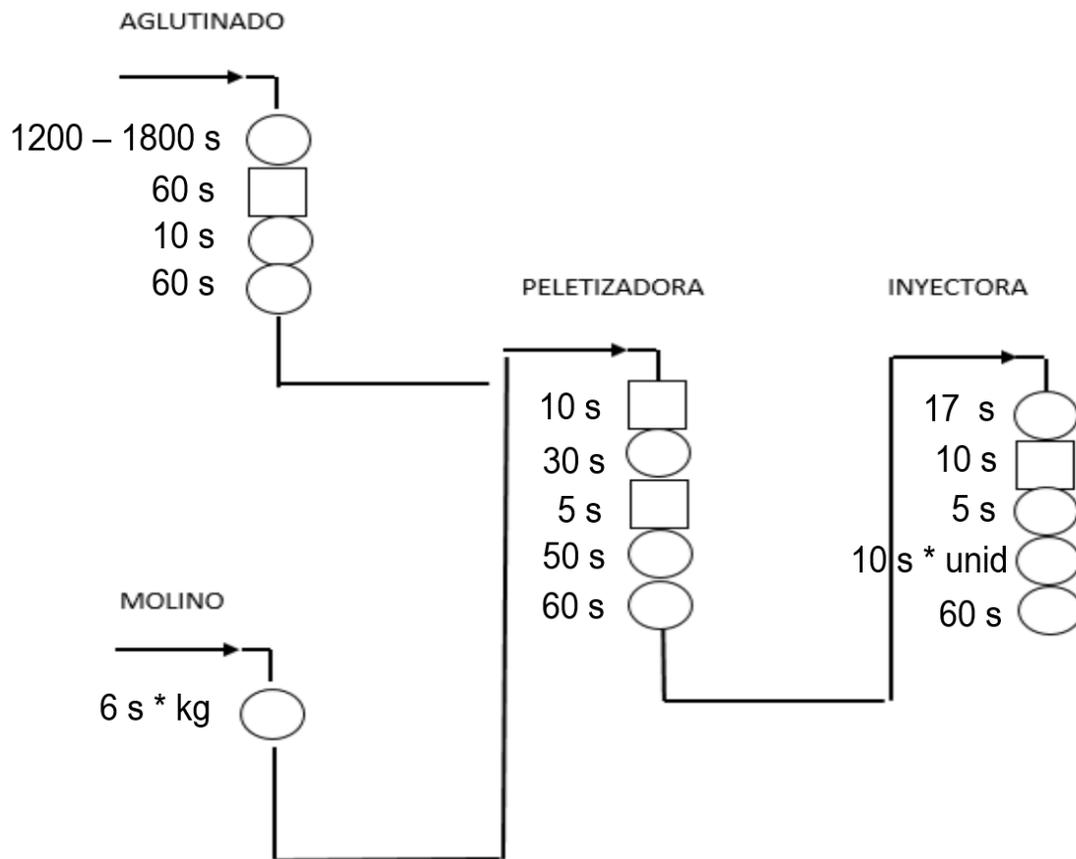
CURSOGRAMA ANALITICO DE PROCESO		ACTIVIDAD					ACTUAL
DIAGRAMA N°4		Operación					1
PROCESO: MOLINO		Transporte					2
ACTIVIDAD: Triturar el material grueso que viene de las otras fases y alguna materia prima inflexible		Demora					1
METODO: Actual		Inspección					0
LUGAR: Bodega, carrera 13 # 19 – 36, zona industrial, Bucaramanga, Santander		Almacenamiento					0
REALIZADO POR: Hugo Hernandez							
		SIMBOLO					
DESCRIPCION	TIEMPO (S)						OBSERVACIONES
Calentar motor	600						
Llevar material de re trabajo	5						Y materia prima
Molienda del material	6						
Llevar material a las fases	20						Según corresponda
TOTAL	631	1	2	1	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

4.6.2. Cursograma sinóptico del proceso

El cursograma sinóptico del proceso nos muestra como son las actividades del proceso de forma gráfica, para Blanco y Aguilar "...Los diagramas de proceso son una familia de representaciones gráficas relativas a un proceso industrial o administrativo, empleados para visualizar y analizar de manera sistemática dicho proceso o ciclo de trabajo"²⁰. Este cursograma solo tiene las operaciones y las inspecciones en orden cronológico sin tener en cuenta los transportes, demoras y los almacenamientos, por lo general se emplea cuando se estudia el propósito de la operación.

Ilustración 9. Cursograma Sinóptico del proceso



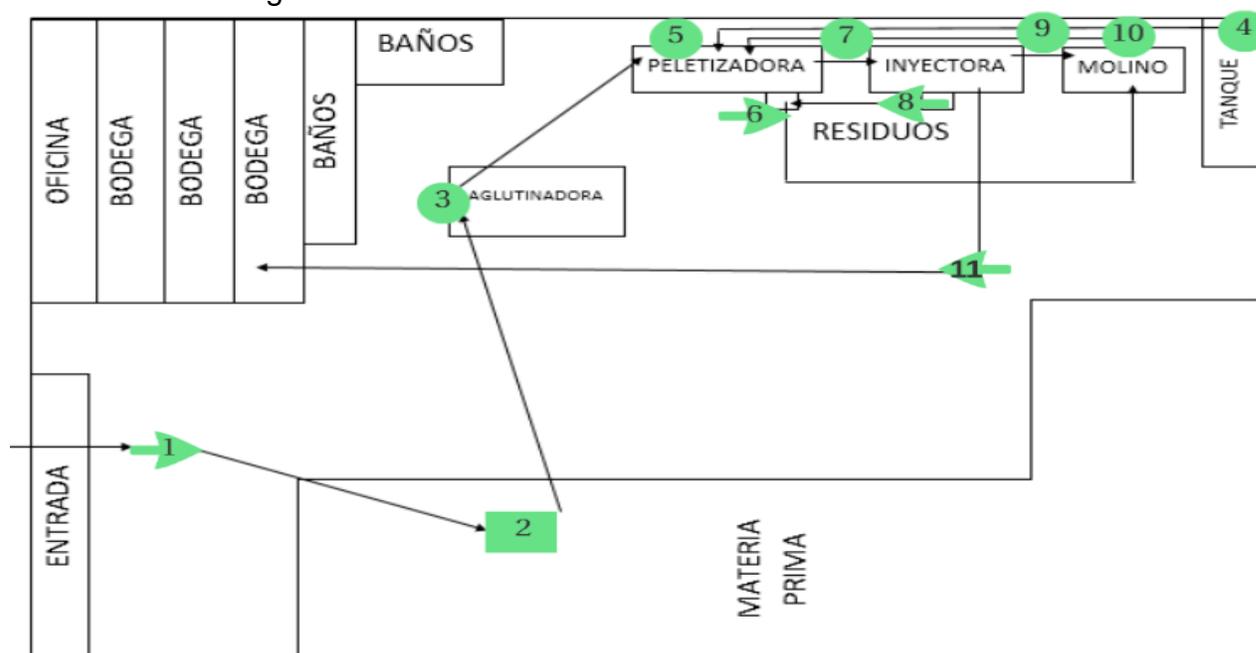
Fuente: Elaboración Propia

²⁰ M. Brenda, R. Blanco, M. C. Myrna, and A. Solis, "Ingeniería de métodos," pp. 1–36, 2013.

4.6.3. Diagrama de recorrido

Como dice E. tomaremos, el diagrama de recorrido “Es un esquema de distribución de planta en un plano bi o tridimensional a escala, que muestra dónde se realizan todas las actividades. La ruta de los movimientos se señala por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente”²¹. En este diagrama se mezcla la distribución de la planta con el flujo del proceso o del material.

Ilustración 10. Diagrama de recorrido



Fuente: Elaboración Propia

Como se ve en el diagrama de recorrido, en general, la materia prima es llevada al área de almacenamiento donde se inspecciona de forma rápida y poco detallada, inmediatamente pasa a la aglutinadora (material flexible) donde después del proceso de aglutinado pasa al proceso de peletizado, es esta fase el material dañado sale a la zona del molino (material inflexible) y el de buena calidad pasa a la inyectora donde es transformado en gancho o producto final, luego es transportado a la bodega donde es almacenado para su posterior venta.

²¹ E. Tomaremos, “Diagrama de recorrido o de circulación.”

4.6.4. Diagramas Bimanuales

Según lo plantea la UDB el diagrama bimanual "...Muestra todos los movimientos realizados por la mano izquierda y la mano derecha y la relación que existe entre ellos"²². Su función es estudiar las operaciones para observar cuales son repetitivas, en este se maneja la misma simbología que en los otros diagramas, eliminando la inspección y atribuyendo al símbolo de almacenamiento un nuevo concepto que es de Sostenimiento. A continuación se presenta un análisis de los diagramas bimanuales de los operarios para los procesos de aglutinado, peletizado, inyección y molienda.

²² E. Del and M. Teórico, "Estudio del trabajo industrial."

Tabla 6. Diagrama Bimanual Aglutinado

DIAGRAMA DE MANO IZQUIERDA MANO DERECHA N° 1							
PROCESO DE AGLUTINADO							
Método: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>					Resumen de actividades		
Lugar: Bodega, CARRERA 13 # 19-36 BARRIO GAITAN (BUCARAMANGA)					Act	M - I	
Elaborado por:					○	6	
Revisado por:					⇒	2	
Fecha de elaboración:					D	2	
					▽	0	
					Total	10	
MANO IZQUIERDA				MANO DERECHA			
DESCRIPCION	SIMBOLOGIA				SIMBOLOGIA		DESCRIPCION
	○	⇒	D	▽	○	⇒	
Llevar material			●			●	Llevar material
Sostiene material							Saca el material
Se sostiene del tanque							Aplicar agua
Desempasta miento			●			●	Desempasta miento
Sostiene material							Saca el material
Se sostiene del tanque							Aplicar agua
Desempasta miento			●			●	Desempasta miento
Abrir compuerta	●					●	Distribución en caneca
Sostiene costal							Llena costal
Llevar material 2 fase			●			●	Llevar material 2 fase

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7. Diagrama Bimanual Peletizado

DIAGRAMA DE MANO IZQUIERDA MANO DERECHA N° 2 PROCESO DE PELETIZADO									
Método: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>					Resumen de actividades				
Lugar: Bodega, CARRERA 13 # 19-36 BARRIO GAITAN (BUCARAMANGA)					Act	M - I			
Elaborado por:						M - D			
Revisado por:									
Fecha de elaboración:									
									
					Total				
MANO IZQUIERDA			MANO DERECHA						
DESCRIPCION	SIMBOLOGIA				SIMBOLOGIA				DESCRIPCION
									
									Ajustar temperatura
Llevar material embudo									Volcar material
Sostener hilos									Separar hilos
Abrir compuerta de filtro									Extraer filtro
Sostiene filtro									Limpia filtro
Inserta filtro									Inserta filtro
Sostiene costal									Llena costal
Llevar material 3 fase									Llevar material 3 fase

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Diagrama Bimanual Inyectora

DIAGRAMA DE MANO IZQUIERDA MANO DERECHA N° 3									
PROCESO DE <u>INYECTORA O MOLDE</u>									
Método: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto ___						Resumen de actividades			
Lugar: Bodega, CARRERA 13 # 19-36 BARRIO GAITAN (BUCARAMANGA)						Act	M - I	M - D	
Elaborado por:						○	3	6	
Revisado por:						⇒	2	1	
Fecha de elaboración:						D	0	1	
						▽	2	0	
						Total	7	8	
MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA				SIMBOLOGÍA				DESCRIPCIÓN
	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	
									Ajustar temperatura
Llevar material embudo									Volcar material
Calibrar inyectora									Iniciar ciclo de inyección
Recoger ganchos									Recoger ganchos
Sostiene ganchos									Separa ganchos
Sostener gancho									Pulir el gancho
Clasificar ganchos									Clasificar ganchos
Llevar material a bodega									Llevar material a bodega

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Diagrama Bimanual Molido

DIAGRAMA DE MANO IZQUIERDA MANO DERECHA N° 4 PROCESO DE <u>MOLIDO</u>							
Método: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto ___ Lugar: Bodega, CARRERA 13 # 19-36 BARRIO GAITAN (BUCARAMANGA) Elaborado por: Revisado por: Fecha de elaboración:				Resumen de actividades			
				Act	M - I	M - D	
				○	0	1	
				⇨	2	1	
				◻	0	0	
				▽	0	0	
				Total	2	2	
MANO IZQUIERDA			MANO DERECHA				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA			SIMBOLOGIA			DESCRIPCIÓN
	○	⇨	◻	▽	○	⇨	
Llevar material re trabajo		●			●		Volcar material
Llevar material molido		●			●		Llevar material molido

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede evidenciar la mano derecha es la más utilizada en la mayoría de las fases del proceso, a pesar que la mano izquierda se utiliza más para sostener o apoyarse en alguna fase del proceso, la derecha realiza la mayoría de las operaciones que por el tipo de proceso son operaciones de tipo riesgoso para el trabajador y se evidencia la falta de elementos de protección personal EPP en la empresa, a pesar del tiempo y la experiencia en los trabajadores, no están exentos de sufrir un accidente, sea por tipo mecánico o factor humano.

4.6.5. Hoja de estudio de observación del tiempo

Según el A. R. Ei, el estudio de tiempos "...Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para ejecutar una tarea definida y actualizada con base a una norma de rendimiento preestablecida"²³. El tiempo resultante se ajusta por fatiga u otros márgenes de tolerancia para luego convertirse en tiempo estándar. Esta técnica requiere del uso de un cronometro, para con su ayuda registrar el tiempo que demora un trabajador en realizar una operación u actividad. A continuación se muestra el listado del factor de tolerancia y luego el estudio de tiempos para las fases de aglutinado, peletizado, inyección y molido.

Ilustración 11. Márgenes de tolerancia por retrasos personales y fatiga

A. Márgenes de tolerancia constantes		5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)-variables	0-10	
1. Márgenes de tolerancia personales	5	6. Atención extrema		
2. Márgenes de tolerancia básicos por fatiga	4	a. Trabajo bastante delicado	0	0
B. Márgenes de tolerancia variables		b. Delicado o exacto	2	
1. Márgenes de tolerancia por estar de pie	2	c. Muy delicado o muy exacto	5	
2. Márgenes de tolerancia por posiciones anormales		7. Nivel de ruido		
a. Ligeramente incómoda	0	a. Continuo	0	
b. Incómoda (inclinación)	2	b. Intermitente-alto	2	
c. Muy incómoda (tendido, acostado)	7	c. Intermitente-muy alto	5	
3. Empleo de fuerza o energía muscular (levantar, empujar o arrastrar)		d. Agudo-alto	5	
Peso levantado, libras		8. Esfuerzo mental		
5	0	a. Proceso bastante complejo	1	
15	2	b. Complejo o con un rango amplio de atención	4	
20	3	c. Muy complejo	8	
25	4	9. Monotonía		
30	5	a. Baja	0	
35	7	b. Media	1	
40	9	c. Alta	4	
45	9	10. Tedio		
50	11	a. Más o menos tedioso	0	
60	13	b. Tedioso	2	
70	17	c. Muy tedioso	5	
	22			
4. Huminación mala				
a. Ligeramente por debajo de lo recomendado	0			
b. Muy por debajo	2			
c. Extremadamente inadecuada	5			

Fuente: Adaptado de Niebel (1993), p. 446

²³ A. R. El, T. Que, and D. E. E. Motivos, "¿c^és «-^."

Para la empresa TABARPLAST la medición de los tiempos se realizó de la siguiente manera para todas las fases:

- a. Se identificaron las operaciones más relevantes en cada una de las fases del proceso, se tomó de a 10 mediciones por cada una.
- b. Se utilizó:
 ΣT = sumatoria de tiempos.
N = número de ciclos.
CT = tiempo de ciclo.
NT = tiempo normal.
AF = factor de tolerancia.
ST = tiempo estándar.
RF = ritmo de factor.
Aw = tolerancia trabajador.
At = tolerancia día laborado.
- c. Se calcula el tiempo de ciclo (CT) con la siguiente ecuación:
 $CT = \Sigma T / N$.
- d. Se asigno el valor RF según el ritmo al cual el trabajador realiza la operación si es un tiempo normal tiene un valor de 100%, si trabaja más rápido de lo normal el observador asigna un valor más alto según corresponda (el máximo valor puede ser de 125%).
- e. Se calcula el tiempo de ciclo (NT) con la siguiente ecuación:
 $NT = CT * RF$.
- f. Se calcula el factor de tolerancia (AF), este valor puede ser:
AF del trabajador ($AF = 1 + Aw$)
AF del día laborado ($AF = 1 / (1 - At)$).
- g. Se calcula el tiempo estándar (ST) con la siguiente ecuación:
 $ST = NT * AF$. Puede ser para el trabajador y para el día laborado.

La medición de los tiempos se realizó con un cronometro repitiendo los tiempos en cada una de las actividades más representativas y de mayor valor para el proceso, se anotó t (Tiempo elemental) y R (tiempo acumulativo).

Tabla 10. Hoja de tiempos Aglutinado

HOJA DE ESTUDIO DE OBSERVACION DE TIEMPO

IDENTIFICACION DE LA OPERACIÓN: AGLUTINADO

Operador: Jesús González

Aprobador: Wilson Tabares

Fecha
Observador: Hugo Hernandez

		Ciclos										Σt	CT	RF	Nt	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Aglutinado del material	t	20,37	22,23	21,09	29,49	26,36	30,33	27,58	24,35	28,17	30,15	260,12	26,01	1,00	26,01
		R	0,04	22,23	21,09	29,49	26,36	30,33	27,58	24,35	28,17	30,15				
2	Adicionar agua	t	0,10	0,08	0,14	0,07	0,10	0,10	0,09	0,10	0,11	0,11	1,00	0,10	1,00	0,10
		R	0,14	22,31	21,23	29,56	26,46	30,43	27,67	24,45	28,28	30,26				
3	Separar material	t	1,03	0,55	0,58	1,00	0,57	0,59	1,05	0,54	1,01	1,05	7,97	0,80	1,10	0,88
		R	1,17	22,86	21,81	30,56	27,03	31,02	28,72	24,99	29,29	31,31				

NT= 26,99

N= 10

AF (trabajador)= 1,39

ST (trabajador)= 37,514 min

Aw= 0,39

AF (día laborado)= 1,6393

ST (día laborado)= 44,244 min

At= 0,39

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede notar la actividad del aglutinado del material es el más demorado por su complejidad en el proceso de transformación, calidad de la materia prima y demás. El factor de tolerancia usado fue del 39% y el tiempo estándar fue de 37,514 min (trabajador) y 42,244 min (día laborado).

Tabla 11. Hoja de tiempos Peletizado

HOJA DE ESTUDIO DE OBSERVACION DE TIEMPO

IDENTIFICACION DE LA OPERACIÓN: PELETIZADO

Fecha
Observador: Hugo Hernandez

Operador: Fredy Parra

Aprobador: Wilson Tabares

		Ciclos										Σt	CT	RF	Nt	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Organizar hilos en el rodillo	t	0,54	0,69	0,50	0,70	0,64	0,55	0,64	0,50	0,57	0,78	6,11	0,61	1,00	0,61
	R	0,04	0,73	1,23	1,93	2,57	3,12	3,76	4,26	4,83	5,61					
2	Picar el hilo en trocitos	t	0,88	0,83	0,90	1,00	1,02	0,75	0,88	0,75	0,94	0,91	8,86	0,89	1,00	0,89
	R	0,92	1,56	2,13	2,93	3,59	3,87	4,64	5,01	5,77	6,52					
3	Separar material	t	1,03	1,00	1,04	1,01	1,20	1,15	1,03	1,09	1,08	1,27	10,90	1,09	1,10	1,20
	R	1,95	2,56	3,17	3,94	4,79	5,02	5,67	6,10	6,85	7,79					
		t														
		R														

NT= **2,70**

N= 10 AF (trabajador)= 1,31 ST (trabajador)= 3,5318 min
 Aw= 0,31 AF (día laborado)= 1,4493 ST (día laborado)= 3,9072 min
 At= 0,31

Fuente: Elaboración Propia

En esta fase del proceso se puede notar que no tiene una actividad tan demorada como el aglutinado debido a que la materia prima ya viene procesada y de mejor calidad, el factor de tolerancia usado fue del 31% y el tiempo estándar fue de 3,5318 min (trabajador) y 3,9072 min (día laborado).

Tabla 12. Hoja de tiempos Inyección

HOJA DE ESTUDIO DE OBSERVACION DE TIEMPO

IDENTIFICACION DE LA OPERACIÓN: INYECCION

Fec
ha
Observador: Hugo Hernandez

Operador: Alejandro Tabares

Aprobador: Wilson Tabares

		Ciclos										Σt	CT	RF	Nt	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Iniciar ciclo de inyección	t	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	2,80	0,28	1,00	0,28
	R	0,04	0,32	0,60	0,88	1,16	1,44	1,72	2,00	2,28	2,56					
2	Separar ganchos	t	0,08	0,08	0,09	0,01	0,02	0,08	0,09	0,02	0,08	0,09	0,65	0,06	1,00	0,06
	R	0,12	0,40	0,69	0,89	1,18	1,52	1,81	2,02	2,36	2,65					
3	Pulir ganchos	t	0,16	0,17	0,19	0,20	0,18	0,19	0,18	0,21	0,19	0,17	1,84	0,18	1,10	0,20
	R	0,28	0,57	0,88	1,09	1,36	1,71	1,99	2,23	2,55	2,82					
4	Clasificación de ganchos	t	1,01	1,20	1,01	1,03	1,00	1,05	1,03	1,02	1,00	1,13	10,48	1,05	1,10	1,15
	R	1,29	2,49	3,50	4,53	5,53	6,58	7,61	8,63	9,63	10,76					

NT= **1,70**

N= 10 AF (trabajador)= **1,35** ST (trabajador)= **2,2947** min
 Aw= 0,35 AF (día laborado)= **1,5385** ST (día laborado)= **2,6151** min
 At= 0,35

Fuente: Elaboración Propia

En esta fase del proceso se puede notar que es la de ciclos más rápidos pues sus actividades no dependen en su totalidad del operario sino más bien del ciclo de inyección, el factor de tolerancia usado fue del 35% y el tiempo estándar fue de 2,2947 min (trabajador) y 2,6151 min (día laborado).

Para el proceso de molido se desprecia el análisis en la hoja de tiempos pues no se usa continuamente y cuenta con una sola operación, lo cual implica que sería el proceso con el menor tiempo. Además las demás fases son las más importantes y las que están en constante proceso diario pues el molido como tal, no se vende como la demás materia prima y por ser material inflexible es un material muy duro y poco factible para usar en la inyección directamente pues correría el riesgo de dañar la máquina, tapando un filtro o el molde y acarrearía con un gasto enorme, parando la línea de producción de producto final (gancho), que a comparación de la venta de material aglutinado y peletizado es la de mayor utilidad para la empresa.

5. PLAN DE MEJORA PARA LA EMPRESA TABARPLAST

Después de analizar la información recolectada en los diagramas, cursogramas, hoja de tiempos y demás instrumentos se procede a identificar las fallas o falencias que posee actualmente la empresa TABARPLAST, para ello se utilizan algunas herramientas como lista de verificación, diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa con el fin de identificar cual es el defecto principal con el fin de abordarlo y encontrar la mejora a proponer.

5.1. Lista de verificación

También llamada lista de chequeo, según lo plantea Cardona y Restrepo "...La lista de chequeo, como herramienta metodológica está compuesta por una serie de ítems, factores, propiedades, aspectos, componentes, criterios, dimensiones o comportamientos, necesarios de tomarse en cuenta, para realizar una tarea, controlar y evaluar detalladamente el desarrollo de un proyecto, evento, producto o actividad"²⁴. En este caso se realiza para contar la cantidad de defectos que tiene los defectos principales encontrados en la empresa.

Ilustración 12. Lista chequeo de defectos

TIPO DE DEFECTO	CUENTA	TOTAL
A. SEGURIDAD		16
B. EXPANDIR EL MERCADO		10
C. MANEJO ADMINISTRATIVO		4
D. CONTAMINACIÓN AUDITIVA		5
E. MANEJO MATERIA PRIMA		25

Fuente: Elaboración Propia

²⁴ C. S. Cardona and E. A. C. Restrepo, "Herramientas de control Lista de Chequeo," 2016.

Se identifican 5 defectos principales los cuales son:

Seguridad: La seguridad de la empresa no es la mejor pues al ser una empresa productiva y al tener procesos que requiere la interacción del operario con la máquina, se convierte en un trabajo de sumo cuidado y con la debida protección personal, pero se evidencia que no se cuenta con EPP, ni métodos de protección de ningún tipo más que la experiencia del operario, su puntuación total es de 16, valor que se da por análisis en el puesto de trabajo y errores encontrados en temas de seguridad.

Expandir el mercado: TABARPLAST al ser una empresa nueva y pequeña carece de estrategias en mercadeo para la venta de su producto, la mayoría de los clientes siguen siendo los mismos de cada año sin innovar en el mercado al tener un producto de buena calidad y diseño diferente está en la capacidad de competir en el mercado con las grandes empresas. Su puntuación es de 10.

Manejo administrativo: El manejo administrativo que se le da a la empresa no es el adecuado pues no se da prioridad en la estructura organizacional, ni en la calidad de los empleados contratados, algunos son familia del gerente y amigos cercanos que piden la oportunidad de trabajar, pero no están capacitados en los procesos así que deben enseñarse a partir de experiencia diaria. Su puntuación es de 4.

Contaminación Auditiva: Al contar con maquinaria pesada, se crea un nivel de intensidad sonora alto, pues los procesos como aglutinado, peletizado, inyección y molido son procesos de maquinado que producen ruido, vibraciones y demás riesgos para el trabajador, el cual tiene que estar cerca de la maquina largas jornadas de trabajo. Su puntuación es de 5.

Manejo de materia prima: El manejo de la materia prima es el problema principal que tiene la empresa pues al no darle el debido manejo y por las características del mismo se mezcla con otros materiales que dañan el proceso y hasta perjudican directamente la máquina y la producción. Su puntuación es de 25.

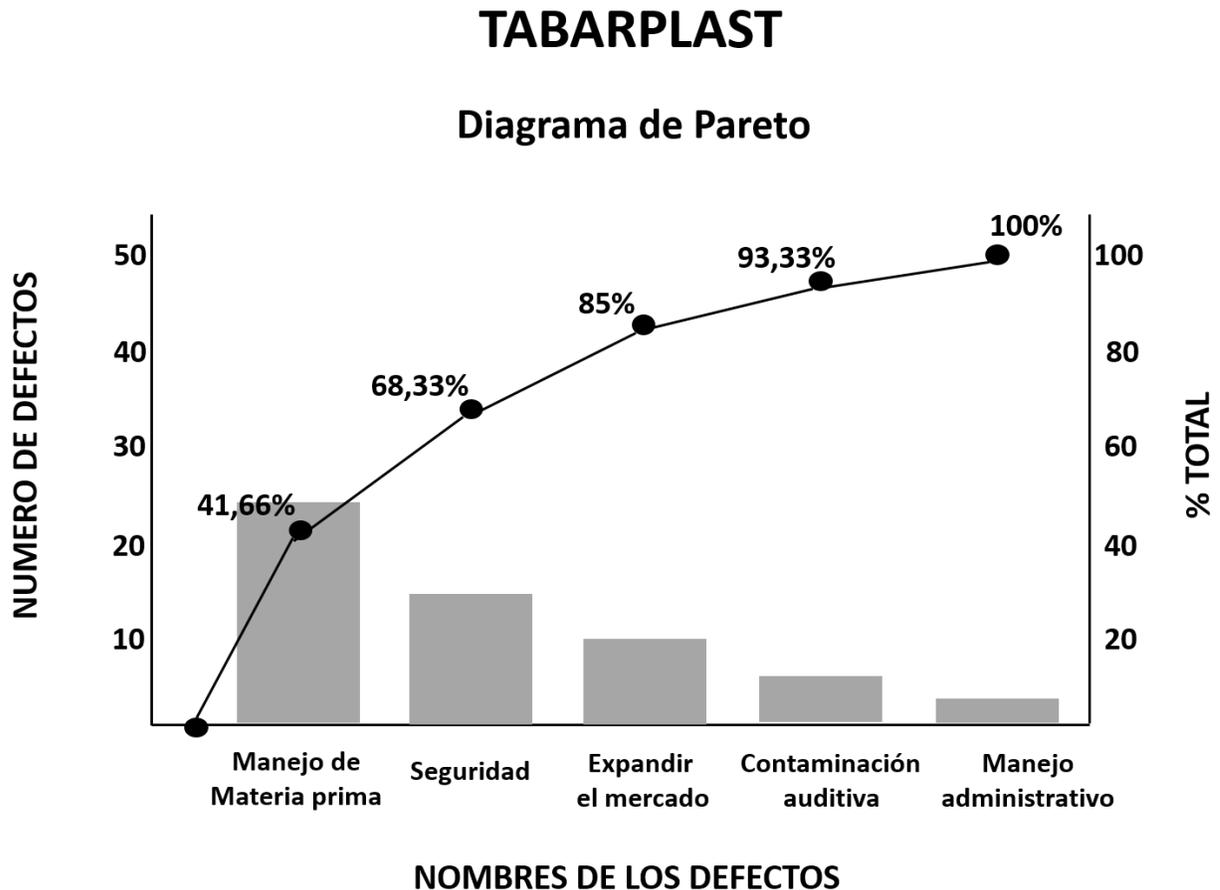
5.2. Diagrama de Pareto

Para Ruiz-Falcó "...El diagrama de Pareto no es más que un histograma en el que se han ordenado cada una de las "clases" o elementos por orden de mayor a menor frecuencia de aparición. A veces sobre este diagrama se superpone un diagrama de frecuencias acumuladas"²⁵. Al identificar los defectos principales se ordenan de mayor a

²⁵ A. Ruiz-Falcó Rojas, "Herramientas de calidad," Herramientas Calid., p. 70, 2009.

menor con el fin de profundizar en el defecto principal. A continuación, se presenta el diagrama de Pareto partiendo de la información suministrada por la lista de chequeo.

Ilustración 13. Diagrama de Pareto defectos



Fuente: Elaboración Propia

Se identifica que el mayor defecto es el manejo de la materia prima con un valor que lo da el número de defectos del manejo de materia prima sobre el número de defectos totales, multiplicado por 100.

$$\text{Manejo de MP} = (25/60) * 100 = 41,66\%$$

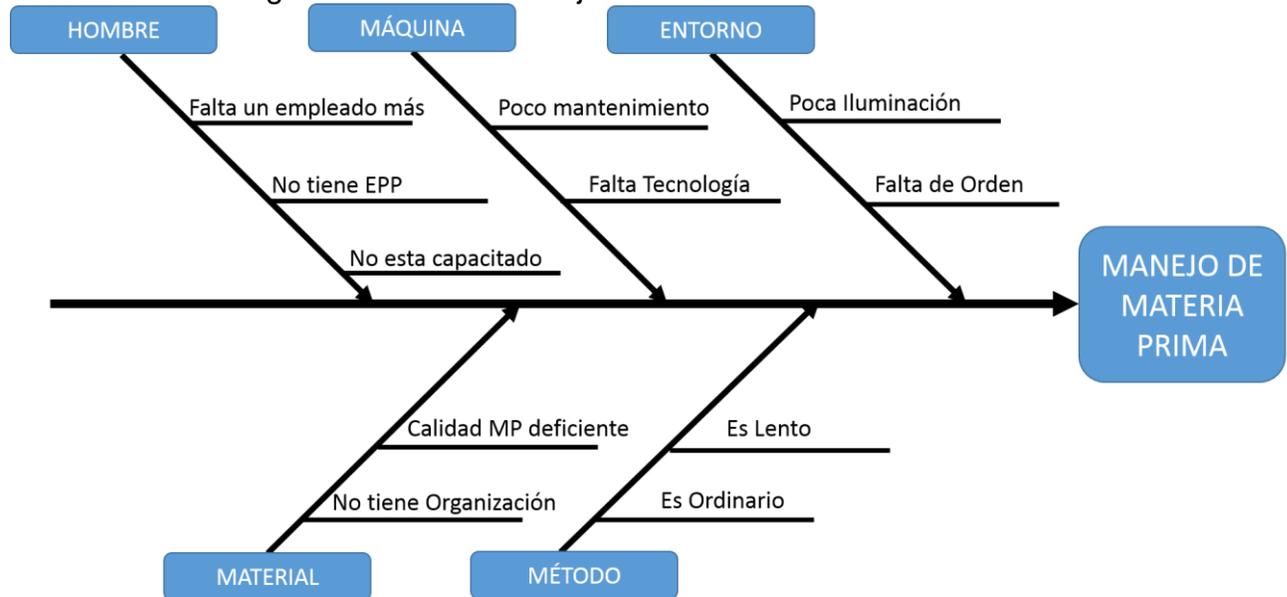
Para los siguientes valores se van sumando junto con el anterior.
 Seguridad = $((25+16)/60) * 100 = 68,33\%$.

Y así sucesivamente con los demás valores hasta llegar al último defecto principal y debe llegar al 100%.

5.3. Diagrama de Ishikawa

También llamado diagrama causa – efecto, diagrama de espina de pescado, para Domenech, el diagrama de Ishikawa “...Consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha”²⁶. Relaciona un problema de rendimiento clave con sus posibles causas.

Ilustración 14. Diagrama Ishikawa manejo de MP



Fuente: Elaboración Propia

El manejo de la materia prima como problema principal se debe a muchas causas como se ve en el diagrama de Ishikawa, una causa principal es el hombre en este caso no existe un empleado específicamente para la selección de la materia prima, la cual no está debidamente almacenada ni dividida en material flexible e inflexible, lo que puede generar impurezas en el material que afectan la calidad del producto, a este problema se le suma la falta de capacitación de la persona encargada.

²⁶ J. Domenech, “Diagrama de Ishikawa,” Igarss 2014, no. 1, pp. 1–5, 2014.

La falta de tecnología de punta y el método actual influyen en el incorrecto manejo de la materia prima, además del entorno donde se realiza el proceso pues carece de iluminación y orden, si la empresa se centra en mejorar este problema, lograría mejorar la productividad a partir de eficiencia en el proceso de transformación de material reciclable en ganchos sin disminuir la calidad del producto terminado y evitando fallas o defectos, optimizando la producción y generando más utilidades.

5.4. Acciones a mejorar

Ya identificado el problema principal en el proceso de transformación de material reciclable en ganchos se realiza un plan de acción de mejora que se debe emplear para mejorar y optimizar la producción. En este plan se va a priorizar las acciones a mejorar, las tareas para cada acción de mejora, el responsable o encargado de la tarea, el tiempo de inicio y final proyectado, los recursos necesarios y su financiación.

Tabla 13. Plan de mejora empresa TABARPLAST

Acciones a mejorar	Tareas	Responsable de la tarea	Tiempo (inicio – final)	Recursos necesarios	Financiación	Indicador de seguimiento	Frecuencia
Contratar otro empleado	Buscar un empleado adecuado para la selección de la materia prima (por tipo de material, por color, por tamaños).	Área administrativa.	(20 de Junio de 2018 – 20 junio de 2021).	\$5.400.000	Préstamo	(total de empleados contratados / total de empleados requeridos para el proceso) * 100	Contrato por 3 meses
Capacitar empleado	Capacitar al nuevo empleado en la selección de la materia prima (por tipo de material, por color, por tamaños).	Área administrativa y área de producción.	(20 de junio de 2018 – 15 de julio de 2018).	\$6.500.000	Propia	(total de capacitaciones ejecutadas / total de capacitaciones programadas) * 100	Cada 3 meses.

Re diseño de la zona de almacenamiento de materia prima.	Re diseñar la zona de almacenamiento de materia prima de la empresa con el fin de que la selección sea más eficiente.	Área administrativa y área de producción.	(20 de junio de 2018 – 20 de agosto de 2018).	\$56.900.000	Préstamo	(total de área de diseño de la zona de almacenamiento de materia prima / total de área de la empresa) * 100	No aplica
Área de esterilización	Se debe crear un área de esterilización en el área de selección de materia prima con el fin de lavar el material y evitar una actividad en la primera fase del proceso de transformación.	Área administrativa y área de producción.	(30 de junio de 2018 – 20 de julio de 2018).	\$24.000.000	Préstamo	(Total de área de esterilización / total área de la empresa) * 100	No aplica
Horario de pausas activas	Generar un espacio de pausas activas en el proceso de selección de materia prima	Área administrativa.	(20 de junio de 2018 - en adelante)	\$0	Ninguna	(total de pausas activas realizadas en el día / total de pausas activas programadas) * 100	Al menos tres veces al mes.

Mejora continua	Implementación de acciones correctivas y preventivas en la acción de mejora.	Área de producción.	(20 de julio de 2018 – en adelante)	\$22.200.000	Préstamo	(total de acciones correctivas y preventivas / total de mejoras a realizar) * 100	Cada 3 meses.
TOTAL				\$115.000.000			

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 13. Plan de mejora, se puede analizar que contratando una persona para ingresar una nueva fase que sería la recolección de la materia prima se optimizaría el proceso de producción y transformación de material reciclable en ganchos pues al tener una buena selección en la materia prima se disminuyen costos, es decir, si la materia prima se selecciona por color, se elimina otra actividad en el proceso de inyección pues no se usaría ningún pigmento para darle color a los ganchos, sino que se deja el color del material seleccionado o en su defecto el uso del pigmento en menor cantidad, también al controlar el tipo de material y esterilizándolo se eliminan impurezas o material que disminuye la calidad del producto.

También se disminuyen los tiempos pues con el material de mejor calidad se evita fallas en las máquinas de peletizado e inyección pues no quedaría material indeseado en los filtros o en el molde lo que reduciría notablemente la cantidad de ganchos defectuosos, minimizando el reproceso y aumentando así la productividad de la empresa al aumentar las salidas del sistema.

Con la aplicación de la mejora el porcentaje de unidades buenas aumentaría a un 90% para lo cual su rendimiento sería:

$$Y = (I) (\%G) + (I) (1-\%G) (\%R)$$

$$Y = (10000 \text{ kg}) (0.9) + (10000 \text{ kg}) (1-0.9) (0.1)$$

$$Y = 9100 \text{ kg}$$

Con el nuevo rendimiento lo aplicamos en la fórmula de la productividad

$$P = (\text{Salidas} / \text{Entradas}) * 100$$

$$P = (9100 \text{ kg} / 10000 \text{ kg}) * 100$$

$$P = 91\%$$

Con el plan de mejora la empresa TABARPLAST pasaría de tener una productividad del 82% a tener una productividad del 91%, el aumento es notable lo que muestra una

optimización en el proceso de transformación de material reciclable en ganchos para ropa.

El aumento de la productividad se presenta a partir de una mejora en la calidad de la materia prima lo que sería directamente proporcional a la calidad del producto terminado (ganchos), y a la reducción de tiempos y movimientos por eliminación de actividades que se producían en el proceso a causa de una falla por la materia prima, como el cambio de filtros, pulir los ganchos y separarlos de los que salen defectuosos, y la adición de agua en aglutinado.

5.5. Análisis beneficio – costo del proceso de mejora de la empresa TABARPLAST

Según lo plantea la S.L.C. “...El Análisis Beneficio - Costo es el proceso de colocar cifras en dólares en los diferentes costos y beneficios de una actividad. Al utilizarlo, podemos estimar el impacto financiero acumulado de lo que queremos lograr”²⁷. Para este análisis las cifras están en pesos.

Tabla 14. Costos implementación mejora

Acciones a mejorar	Recursos necesarios
Contratar empleado otro	\$5.400.000
Capacitar empleado	\$6.500.000
Re diseño de la zona de almacenamiento de materia prima.	\$56.900.000
Área de esterilización	\$24.000.000
Horario de pausas activas	\$0
Mejora continua	\$22.200.000
TOTAL	\$115.000.000

Fuente: Elaboración Propia

La inversión a realizar para la implementación de la mejora propuesta es de \$115.000.000.

²⁷ B. Analysis, “Análisis Costo/Beneficio,” pp. 1–11, 2000.

Para analizar el valor del beneficio se compara los costos para los siguientes tres años sin realizar la mejora y los costos para los siguientes tres años utilizando la mejora, la sumatoria de la diferencia entre estos valores serán los beneficios que tendría la empresa a partir de la mejora.

Para la justificación de estos costos se dan los siguientes valores:
 Valor del gancho= \$350 por unidad.

Como dato adicional el señor Alejandro Tabares, operario de la inyectora, manifiesta que de un kilo de material que ingresa en el ciclo se producen aproximadamente 16 ganchos.

Ahora bien para el valor actual se maneja la productividad hallada con el método analizado sin aplicar la mejora, recordemos:

1 kg -----16 ganchos
 8200 kg ----- x

X = 131200 ganchos al mes.

Ganancia mensual = $131200 * \$350 = \$45.920.000$ al mes. = $\$551.040.000$ al año.

Con los valores hallados con la mejora se tiene:

1 kg -----16 ganchos
 9100 kg----- x

X= 145600 ganchos al mes.

Ganancia mensual = $145600 * \$350 = \$50.960.000$ al mes. = $\$611.520.000$ al año

Se tienen en cuenta los costos de los años 2015, 2016 y 2017 de la empresa TABARPLAST los cuales fueron suministrados por el gerente de la empresa y el valor del 2018 determinado anteriormente (sin mejora).

Tabla 15. Costos años anteriores y actual

AÑO	COSTOS
2015	\$366.270.000
2016	\$426.024.000
2017	\$510.163.200
2018	\$551.040.000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Pronostico siguientes tres años

AÑO DE OPERACIÓN	INVERSION	COSTOS SIN MEJORA	COSTOS CON LA MEJORA	AHORRO DEL PROCESO	FLUJO NETO
ACTUAL	\$150.000.000				-\$150.000.000
2019		\$568.673.280	\$631.088.640	\$62.415.360	\$62.294.400
2020		\$610.354.757	\$677.344.913	\$66.990.156	\$66.088.129
2021		\$674.751.642	\$748.809.749	\$74.058.107	\$72.216.283
VPN	\$50.598.812		SUMA DE LA MEJORA	\$203.463.623	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Tasas de interés siguientes tres años

AÑO	TASA DE INTERES
2019	3,2%
2020	3,6%
2021	3,4%

Fuente: Adaptada de www.dinero.com, artículo, perspectivas económicas de Colombia para 2018 según Bancolombia.

Según lo plantea Sáenz "...Para saber si un proyecto es viable, se debe considerar lo siguiente: Si $B/C > 1$, indica que los beneficios son mayores a los costos y el proyecto debe ser considerado. Si $B/C = 1$, significa que los beneficios igualan a los costos. No hay ganancias, el proyecto es indiferente. Si $B/C < 1$, muestra que los costos superan a los beneficios. El proyecto no debe ser considerado"²⁸. La viabilidad de un proyecto de esta magnitud por lo general es positiva debido a que lo que se busca es disminuir las fallas en el proceso y optimizar la producción sin dejar a un lado la calidad del producto o materia prima.

A continuación se presenta el beneficio – costo estimado gracias a los datos suministrados, recolectados y operaciones de los mismos.

Tabla 18. Beneficio - Costo

TIR	16%
B/C	1,36

Fuente: Elaboración Propia

²⁸ C. Saenz, "Trabajo De Grado." p. 20, 2017.

Como se puede notar la viabilidad del proyecto es óptima pues el beneficio – costo es mayor a 1 es decir los beneficios recibidos son mayores a los costos, lo que indica más que el proyecto deba ser considerado es que debería ponerse en marcha pues la inversión se recupera rápidamente y los ingresos a futuro son muy altos, la tasa interna de retorno es del 16%, porcentaje que representa el tiempo del valor que se va recuperando por año. En conclusión por cada peso invertido se recibe una ganancia de 0,36 pesos.

CONCLUSIONES

- Al aplicar la ingeniería de métodos en la empresa TABARPLAST se demostró de su importancia en cualquier tipo de proceso pues, al tener una metodología ordenada y sistemática, la recolección de los datos se realiza de manera eficiente, permitiendo valorar los resultados a juicio del observador y con las pautas requeridas.
- La empresa TABARPLAST a pesar de ser una empresa nueva y pequeña ha venido creciendo con el pasar del tiempo, de forma lenta pero igual se mantiene con el pasar de los años, situación que se podría optimizar aún más con el plan de mejora propuesto y la correcta implementación del mismo.
- Al analizar los tiempos y movimientos de los trabajadores en los distintos procesos se llega a la conclusión que muchos tienen tiempos de ocio o realizan más movimientos de los que deberían hacer para lo cual un estudio como estos se hace de vital importancia para la empresa.
- El producto final y el material transformado de la empresa se convierte en un punto a favor en la productividad de la empresa pues tiene ventajas comparativas con la competencia, gracias al precio, al diseño, entre otros, pero lamentablemente no cuenta con el reconocimiento necesario para lograr crecer y obtener nuevos clientes.
- El beneficio – costo que tendría la empresa con la implementación del plan de mejora es muy bueno, pues se recupera pronto la inversión y se generan grandes ingresos a futuro (ver tabla 18. Beneficio – costo). La empresa si se dedica y realiza mejora continua podría aumentar aún más este indicador y ser una empresa más reconocida con más productos y de la mejor calidad en el mercado.

RECOMENDACIONES

- Implementar el plan de mejora presentado, con el fin de demostrar el beneficio – costo que tendría la empresa.
- Diseñar un plan de mejora con la metodología presentada, pero a mayor escala y con más años proyectados.
- Generar una conciencia de mejora continua en toda la estructura organizacional de la empresa.
- Seguir con el proceso de implementación constantemente sin dejar de hacerlo al obtener los primeros resultados positivos sino volverlo una costumbre.
- Realizar capacitaciones sobre estudios de tiempos y movimientos para reducir actividades que no estén generando valor al proceso.
- Realizar pausas activas debido al tipo de trabajo que resulta ser muy pesado en algunas estaciones de trabajo.
- Generar conciencia en la importancia del uso de elementos de protección personal, pues por el tipo de riesgo, en caso de presentarse algún accidente laboral podría resultar mortal para el trabajador.

BIBLIOGRAFIA

- [1] I. GENERALES, "Estudio Del Trabajo," Arquitectura, pp. 1–32.
- [2] C. P. Segura, "Modelo educación ambiental en la cadena productiva, de plásticos en Colombia, para el manejo de residuos sólidos," 2015.
- [3] A. Sanchez, J. Luis, L. De Investigación: Generación, Y. D. Cajamarca, and — Perú, "Facultad De Ingeniería," 2016.
- [4] M. Cerbino, "Movimientos y," pp. 112–121.
- [5] R. Hernández Sampieri, C. Fernández, and P. Baptista, Metodología de la investigación. 1997.
- [6] M. Ballestrini-Acuña, "Como Se Elabora El Proyecto de Investigacion." pp. 38–50, 1987.
- [7] Z. Pereira, "Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta," Rev. Electrónica Educ., vol. 15, no. 1, pp. 15–29, 2011.
- [8] E. Proyecto, "ARÍSTIDES ALFREDO VARA HORNA El Proyecto de Tesis."
- [9] J. Arandes, J. Bilbao, and D. López, "Reciclado de residuos plásticos," Rev. Iberoam. polímeros, vol. 5, no. 1, pp. 28–45, 2004.
- [10] E. Superior, P. Del, C. Esteban, C. Lozada, C. Alfredo, and A. Burgos, "Diseño y construccion de aglutinadora," 2015.
- [11] T. Previa, A. L. A. Obtención, and D. E. L. Título, "Diseño Y Construccion De Una Maquina Peletizadora De Polietileno," Univ. Politec. Sales., vol. I, p. 398, 2013.
- [12] J. Enrique and B. Sotomayor, "FACULTAD DE INGENIERÍAS CARRERA : INGENIERÍA ELECTRÓNICA MENCIÓN : SISTEMAS INDUSTRIALES PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INDUSTRIALES TEMA : Automatización y puesta en marcha de máquina inyectora Reed 100 en Plásticos Ecuatorianos S . A . JON," 2013.
- [13] R. Naturales, Universidad Técnica De Cotopaxi. 2015.
- [14] UMSS-Facultad de Ciencias y Tecnología, "Sistemas de producción," pp. 19–23.

- [15] R. Domingo, "Estudio del mercado de productos plásticos reciclados," *Compras Publicas sustentables*, p. 3, 2011.
- [16] A. Kumar, "Quality and Productivity," 2006.
- [17] R. Carro and D. González, "Productividad y Competitividad," *Adm. las Operaciones; Fondo Ciencias Económicas y Soc.*, pp. 1–16, 2014.
- [18] Y. Movimiento and I. A. L. Gsd, "METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TIEMPO METHODOLOGY OF STUDY OF TIME MOVEMENT ; INTRODUCTION TO THE GSD," pp. 39–49, 2017.
- [19] E. Tomaremos, "Diagrama de recorrido o de circulación."
- [20] M. Brenda, R. Blanco, M. C. Myrna, and A. Solis, "Ingeniería de métodos," pp. 1–36, 2013.
- [21] E. Del and M. Teórico, "Estudio del trabajo industrial."
- [22] A. R. El, T. Que, and D. E. E. Motivos, "¿ c^ és «-^."
- [23] C. S. Cardona and E. A. C. Restrepo, "Herramientas de control Lista de Chequeo," 2016.
- [24] A. Ruiz-Falcó Rojas, "Herramientas de calidad," *Herramientas Calid.*, p. 70, 2009.
- [25] J. Domenech, "Diagrama de Ishikawa," *Igarss* 2014, no. 1, pp. 1–5, 2014.
- [26] B. Analysis, "Análisis Costo/Beneficio," pp. 1–11, 2000.
- [27] C. Saenz, "Trabajo De Grado." p. 20, 2017.

ANEXOS

Anexo 1. Almacenamiento de producto terminado



Tomada por: Autor

Anexo 2. Clasificación de ganchos



Tomada por: Autor

Anexo 3. Maquina inyectora



Tomada por: Autor

Anexo 4. Maquina Aglutinadora



Tomada por: Autor

Anexo 5. Maquina Molida



Tomada por: Autor