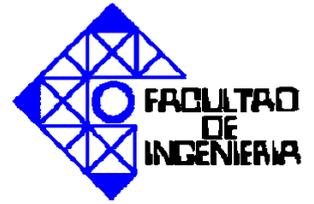




UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Propuestas de mejora para reducir las paradas en la línea del TAM de la
empresa 3M Manufacturera Venezuela**

Tutor Académico:

Ing. Ortiz, Florángel

Tutor Industrial:

Ing. Acosta, Carmen

Autores:

Br. Domínguez, Diego

Br. Deverteuil, Francis

Bárbula, Junio 2009



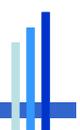
INDICE

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	II
CAPITULO I.....	9
1.1 EL PROBLEMA	9
1.2 Descripción General de la Empresa.....	9
1.2.1 Ubicación.....	9
1.2.2 Visión.....	9
1.2.3 Misión.....	10
1.2.4 Valores y Principios De La Empresa.....	10
1.2.5 Política de Calidad	11
1.2.6 Política de Seguridad	11
1.2.7 Política de Gestion Ambiental	12
1.2.8 Estructura Organizacional	13
1.3 Planteamiento del Problema	13
1.4 Formulación del Problema.....	18
1.5.1 Objetivos General	19
1.5.2 Objetivos Especificos	19
1.6 Justificación	19
1.7 Alcance	20
1.8 Limitaciones.....	20
CAPÍTULO II	22
2.1 MARCO TEÓRICO.....	22





2.2 Antecedentes.....	22
2.3 Bases Teóricas.....	25
2.3.1 Implementación de la Técnica de las 5S's	26
2.3.2 SMED	30
2.3.3 Desarrollo de la Metodología de Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)	32
2.3.4 Diagrama de Cuadrillas.....	34
2.3.5 Análisis REBA	36
2.4 Definición de Términos Básicos	37
3 CAPÍTULO III	40
3.1 MARCO METODOLÓGICO	40
3.2 Tipo de Investigación.....	40
3.3 Unidad de Estudio	41
3.4 Fuentes de la Investigación	41
3.4.1 Fuentes Vivas.....	41
3.4.2 Fuentes Documentales.....	42
3.5 Técnicas de Análisis de la Información.....	42
3.5.1 Los 5 porqués	42
3.5.2 Diagrama Causa-Efecto	42
3.6 Fases de la Investigación	43
3.6.1 Fase de Análisis	43
3.6.2 Fase de Propuestas.....	44
3.6.3 Fase de factibilidad de Propuestas.....	44
CAPÍTULO IV.....	45
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACION ACTUAL.....	45
4.2 Descripción del Proceso de Producción de lija.....	45
4.3 Descripción de las Áreas Críticas.....	48
4.3.1 Área Crítica I: El Coater	48
4.3.1.1 Estaciones del Coater	49





4.3.1.2 Materiales	50
4.3.1.3 Maquinarias y Equipos	52
4.3.1.4 Herramientas.....	53
4.3.2 Área Crítica II: El Sizer	54
4.3.2.1 Estaciones del Sizer	55
4.3.2.2 Materiales	56
4.3.2.3 Maquinarias y Equipos	57
4.3.2.4 Herramientas.....	57
4.3.3 Área Crítica III: El Winder.....	58
4.3.3.1 Estaciones del Winder	58
4.3.3.2 Materiales	59
4.3.3.3 Maquinarias y Equipos	60
4.3.3.4 Herramientas.....	60
4.3.4 Equipos de Protección personal de todas las	61
CAPITULO V.....	62
5.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	62
5.2 Análisis de las paradas programadas.....	62
5.2.1 Operación de Arranque en la línea del TAM	64
5.2.1.1 Arranque en el Coater	65
5.2.1.2 Arranque en el Sizer	69
5.2.1.3 Arranque en el Winder	70
5.2.2 Operación de Cambio de Producto	73
5.2.2.1 Cambio de producto en el Coater	75
5.2.2.2 Cambio de producto en el Sizer	76
5.2.2.3 Cambio de producto en el Winder	76
5.2.3 Operación de limpieza o cambio macro (Cambo de grano grueso a grano fino).....	77
5.2.3.1 Limpieza o Cambio Macro en el Coater	78
5.2.3.2 Limpieza o Cambio Macro en el Horno	83
5.2.3.3 Limpieza o Cambio Macro en el Sizer	86
5.2.3.4 Limpieza o Cambio Macro en el Winder	89





5.3 Análisis de la parada no programada	90
5.4 Análisis postural de la operación de empate.....	93
CAPITULO VI.....	97
6.1 PROPUESTA DE MEJORAS.....	97
6.1.1 Propuesta 1; Diseño de rodillo escurridor	98
6.1.2 Propuesta 2; Pistola de adhesivo para los protectores (Bombis).....	103
6.1.3 Propuesta 3; Diseño de un sistema de realimentación de la tolva en la Fosa	103
6.1.4 Propuesta 4; Aplicación de la metodología de las 5'S en la Fosa del área del Coater.....	107
6.1.5 Propuesta 5; Mejora para el horno con la adquisición de una aspiradora	115
6.1.6 Propuesta 6; Mejora de las herramientas y la secuencia de trabajo del empate	118
6.1.7 Propuesta 7; Redistribucion de las cargas en las operaciones	123
6.1.7.1 Redistribución del Cambio Macro.....	125
6.1.7.1 Redistribución del Arranque	128
6.1.7.1 Redistribución del Cambio de Producto	129
6.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	134
CONCLUSIONES.....	138
RECOMENDACIONES	139
BIBLIOGRAFÍA.....	140
ANEXOS	142





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1.1 Estructura organizacional de la empresa 3M Manufacturera Venezuela.	13
Figura Nº 1.2 Porcentaje de paradas de la línea del TAM del área de ABRASIVOS.	16
Figura Nº 4.1 Esquema de funcionamiento del sistema.....	47
Figura Nº 4.2 Esquema Aérea de las estaciones del Coater.....	48
Figura Nº 4.3 Esquema Aéreo del Sizer.	53
Figura Nº 4.4 Esquema Aéreo del Winder.	58
Figura Nº 5.1 Diagrama de Pareto del Arranque con el tiempo invertido por cada operario en sus actividades	64
Figura Nº 5.2 Diagrama de Pareto del arranque en el Coater.....	68
Figura Nº 5.3 Diagrama de Pareto del arranque en el Winder.....	72
Figura Nº 5.4 Diagrama de Pareto del cambio de producto en la línea del TAM.....	73
Figura Nº 5.5 Diagrama de Pareto para el Cambio Macro.....	77
Figura Nº 5.6 Diagrama de Pareto Coater.	81
Figura Nº 5.7 Diagrama de Ishikawa de la fosa	82
Figura Nº 5.8 Diagrama de Pareto de la Zona II del Horno	84
Figura Nº 5.9 Diagrama Causa-Efecto del Horno.	85
Figura Nº 5.10 Diagrama de Ishikawa de la ruptura del material.....	90
Figura Nº 5.11 Diagrama de Pareto del NPR.....	93
Figura Nº 6.1 Funcionamiento del rodillo escurridor.	99
Figura Nº 6.2 Diseño del rodillo escurridor con las medidas respectivas.	101
Figura Nº 6.3 Mecanismo para bajar y limpiar el rodillo.....	101
Figura Nº 6.4 Manera ilustrada para colocar el protector con la pistola.....	103
Figura Nº 6.5 Vista lateral del sistema de realimentación de la tolva.....	104
Figura Nº 6.6 Vista aérea del sistema de realimentación de la tolva.....	105
Figura Nº 6.7 Vista frontal del sistema de realimentación de la tolva.	105
Figura Nº 6.8 Estante de limpieza.	111
Figura Nº 6.9 Localización del estante en la fosa.....	111
Figura Nº 6.10 Formato de evaluación de 5'S.....	113
Figura Nº 6.11 Carretilla con la aspiradora.....	116
Figura Nº 6.12 Vista aérea de la mesa especial para el empate.	119
Figura Nº 6.13 Vista lateral de la mesa especial para el empate.	120
Figura Nº 6.14 Paso 1 de la secuencia del empate con la mesa especial.....	120
Figura Nº 6.15 Paso 2 de la secuencia del empate con la mesa especial	121
Figura Nº 6.16 Paso 3 de la secuencia del empate con la mesa especial.....	121
Figura Nº 6.17 Paso 4 de la secuencia del empate con la mesa especial.....	123

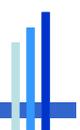




Figura Nº 6.18 Distribución de las cargas en la limpieza macro.....127

Figura Nº 6.19 Distribución de las cargas en el arranque.....129

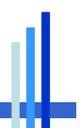
Figura Nº 6.20 Distribución de las cargas de cambio en el producto130





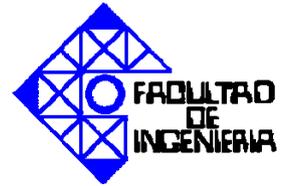
ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1.1 Indicadores de gestión del TAM y sus respectivos tiempos en un mes de trabajo	18
Tabla Nº 5.1 Formato de recolección de la información.	63
Tabla Nº 5.2 Actividades de arranque en el Coater.	66
Tabla Nº 5.3 Actividades de arranque en el Sizer.	70
Tabla Nº 5.4 Actividades de arranque en el Winder.	71
Tabla Nº 5.5 Actividades de cambio de producto en el Coater.	75
Tabla Nº 5.6 Actividades de cambio de producto en el Sizer.	76
Tabla Nº 5.7 Actividades de cambio de producto en el Winder.	77
Tabla Nº 5.8 Actividades de cambio macro en el Coater.....	80
Tabla Nº 5.9 Análisis de los 5 por qué's de la limpieza de los granos.	82
Tabla Nº 5.10 Las zonas del horno con sus respectivas actividades.	85
Tabla Nº 5.11 Análisis de los 5 por qué's en la limpieza del horno.....	86
Tabla Nº 5.12 Actividades de limpieza o cambio macro en el Sizer.	89
Tabla Nº 5.13 Actividades de limpieza o cambio macro en el Winder.....	90
Tabla Nº 5.14 Análisis de los 5 por qué's de la ruptura de papel.....	91
Tabla Nº 5.15 R.E.B.A del empate de papel.....	94
Tabla Nº 6.1 Propuestas planteadas para la línea del TAM.....	97
Tabla Nº 6.2 Inversión asociada a la propuesta de mejora de la realimentación de la tolva	107
Tabla Nº 6.3 Área del Coater estación de la fosa.	108
Tabla Nº 6.4 Relocalización de los elementos de la fosa.....	109
Tabla Nº 6.5 Inversión asociada a la propuesta de adaptación de la metodología de las 5'S.	114
Tabla Nº 6.6 Costos operativos de la inversión de las 5'S.	115
Tabla Nº 6.7 Inversión asociada a la propuesta de mejora del horno.....	117
Tabla Nº 6.8 Inversión asociada a la mejora del empate.	122
Tabla Nº 6.9 Inversión asociada a la redistribución de cargas en la limpieza (cambio macro).....	133
Tabla Nº 6.10 Inversión asociada a la redistribución de carga en el arranque y en el cambio de producto.....	134
Tabla Nº 6.11 Inversión total de todas las propuestas de mejora para las operaciones.....	135
Tabla Nº 6.12 Costos operativos asociados a la propuesta de mejora.....	136
Tabla Nº 6.13 Ahorros asociados a las propuestas de mejora.....	136
Tabla Nº 6.14 Tiempo de recuperación de la propuesta.	137





UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



“Propuestas de mejora para reducir las paradas en la línea del TAM de la empresa 3M Manufacturera Venezuela”

Tutor Académico.
Ing. Ortiz, Florangel
Tutor Industrial.
Ing. Acosta, Carmen

Autores
Br. De Verteuil, Francis
Br. Domínguez, Diego

Resumen

3M manufacturera Venezuela, S.A; Es una empresa dedicada a la producción de cintas adhesivas, selladores y abrasivos; así como de la comercialización de productos importados 3M. En busca del mejoramiento continuo y del cumplimiento de sus metas, esta empresa, anhela aumentar su nivel de excelencia, en una de sus áreas más críticas: la línea del TAM en el área de ABRASIVOS, la cual presentó en el año 2008 el menor índice de productividad de la planta debido a su alto porcentaje de paradas. Los objetivos de este estudio estuvieron avocados al análisis y propuesta de soluciones para eliminar esta problemática. Se determinaron los principales departamentos y actividades causantes de paradas en la línea del TAM mediante la elaboración de un diagrama de Pareto, en el cual resaltó el departamento de producción que arroja un porcentaje de 22,55%; destacando, las actividades de arranque, cambio de productos, limpieza o cambio macro y atasque o ruptura de material; que se llevan a cabo en los equipos del Coater, Sizer, Winder y Hornos. Se usaron diferentes herramientas para el análisis de la situación actual como: la metodología de cambio rápido SMED (Single Minute Exchange of Dies) anteriormente desarrollada en otras plantas 3M situadas en Brasil y USA, los ¿5 Por qué's?, Diagrama de Ishikawa, A.M.E.F y el análisis R.E.B.A como metodología de análisis ergonómico. Todas estas herramientas facilitaron la ubicación de las causas más influyentes en cada área y en cada actividad, obteniendo como resultado que las actividades a realizar durante paradas programadas y no programadas no estaban distribuidas equitativamente entre los trabajadores de la línea del TAM, aunado a esto dentro de cada actividad (arranque, cambio de grano, limpieza macro y ruptura de material) se consiguieron fallas puntuales que fueron atacadas particularmente. A partir de estos estudios las propuestas de mejoras programadas para cumplir con el objetivo del proyecto fueron: aplicación de las 5S's y la instalación de un extractor para realimentación de granos en la fosa del área del Coater; la implementación del uso de una aspiradora y sopladora para la limpieza del horno; una redistribución de cargas para la realización de todas las actividades relacionadas con el cambio de producto, el arranque y la limpieza macro. Como resultado se obtuvo una reducción de los tiempos de paradas del 46,5%% a partir de una inversión total de 200.435,3 BsF.

Palabras clave: Paradas, tiempos de preparación, fabricación de abrasivos.



INTRODUCCIÓN

El incremento de la productividad usando los mismos recursos es directamente proporcional a la reducción de los costos, por esta razón 3M Manufacturera Venezuela, planta Valencia, se ha orientado a incrementar el nivel de excelencia que presentan sus procesos en la actualidad, a través del reducción de las paradas del área con menor índice de productividad, en este caso, la línea del TAM del área de ABRASIVOS, lo cual se refleja en los estudios realizados a finales del año 2.008.

Muchos fueron los problemas observados dentro del área de estudio, los cuales fueron analizados para el desarrollo de este proyecto; cuyo objetivo fue diseñar mejoras para reducir las paradas en la línea del TAM del área de abrasivos de la empresa 3M Manufacturera Venezuela.

Para entender de manera clara las problemáticas exhibidas, se emplearon herramientas de análisis de ingeniería industrial, tales como: la metodología de cambio rápido SMED (Single Minute Exchange of Dies), los ¿5 Por qué's?, Diagrama de Ishikawa y el AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallas Potenciales). Por otra parte se detectó la necesidad de usar instrumentos de evaluación ergonómica, en este caso el estudio REBA para determinar el riesgo al que los trabajadores se exponen en los procesos de limpieza de horno y empate tras ruptura de papel.

Seis capítulos comprenden el estudio realizado; el primero contiene información general sobre la empresa donde se desarrolló el proyecto, así como el planteamiento y formulación del problema, los objetivos, la justificación, el alcance y las limitaciones del mismo. El segundo Capítulo comprende el marco teórico el cual presenta los antecedentes, bases teóricas, definición de términos. En el tercer Capítulo se tiene el marco metodológico que reseña la metodología desempeñada, que incluye el tipo de investigación, unidad de estudio, fuentes de la investigación, así como las fases de la misma.





En el cuarto de los capítulos se describe la situación actual de la línea del TAM, la cual contiene tanto la descripción del proceso de elaboración de lijas como el nombramiento de los equipos, herramientas e implementos de seguridad utilizados en las áreas críticas de la línea. En el quinto Capítulo se analiza la situación actual respecto a las áreas críticas definidas. Las propuestas de mejoras diseñadas de acuerdo a las oportunidades observadas, así como su evaluación económica se encuentran en el sexto capítulo, y por último se exponen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la presente investigación.





CAPITULO I

1.1 EL PROBLEMA

En este capítulo se describe el problema, el objeto de interés de la investigación, además se realiza una revisión de la empresa 3M Manufacturera Venezuela.

1.2 Descripción General de la Empresa

3M manufacturera Venezuela, S.A; es una empresa productora de cintas adhesivas, selladores y abrasivos; y comercializadora de productos importados 3M.

La empresa lleva 40 años en Venezuela, tiene más de 400 empleados y más de 2500 productos comercializados. Trabaja con manufactura local y exportación de cintas eléctricas y lija de agua. Posee certificados por premios a la calidad y la innovación por diversos clientes. Aprobados por el ISO 9001:2000 e ISO/TS – 16949:2002 en Gestión de Calidad y el ISO -14001:2004 por Gestión Ambiental. Tiene sus oficinas principales en Caracas y oficinas comerciales en Caracas, Valencia, Puerto La Cruz y Maracaibo.

1.2.1 Ubicación

3M Venezuela, Planta Valencia, se encuentra ubicada en la Av. General Motors, Zona Industrial Sur, Valencia, estado Carabobo, Venezuela.

1.2.2 Misión

“Satisfacer a nuestros clientes actuales y ganar nuevos clientes en los mercados, industriales, petróleo, industrias básicas, consumo y oficina, cuidado para la salud, gobierno y artes graficas, suministrando productos innovadores,





de alta calidad y brindando un servicio perfecto”. (*Manual de Calidad de 3M Manufacturera Venezuela, 2007*).

1.2.3 Visión

- “Ser reconocida por nuestros clientes como la empresa más innovadora y como su proveedor preferido de productos y servicios de calidad.
- Por nuestros trabajadores, como una compañía en la cual se sientan orgullosos trabajar.
- Por nuestra comunidad, como ciudadanos que contribuyen a mejorar la calidad de vida y a proteger el medio ambiente.
- Por la corporación, como una subsidiaria que genera un crecimiento rentable y sostenido”. (*Manual de Calidad de 3M Manufacturera Venezuela, 2007*).

1.2.4 Valores y Principios de La Empresa

- Proporcionar a los accionistas ingresos atractivos a través de un crecimiento sostenido.
- Satisfacer a los clientes con calidad, valor y servicios excelentes.
- Respetar el entorno social y físico.
- Ser una compañía de la que sus empleados se sienten orgullosos de pertenecer.

"La reputación de nuestra compañía está enraizada en nuestra cultura corporativa y sustentada en nuestras Políticas de Comportamiento en los Negocios. Todas éstas subrayan la importancia del ejercicio ético en todas nuestras acciones, explicando claramente lo que significa una forma de trabajo íntegra y legal en todo aquello que hacemos. En cualquier lugar donde





estemos, todos nuestros empleados actúan siguiendo los principios de esta filosofía de trabajo.

En 3M, creemos que el comportamiento de la corporación es tan importante como su rendimiento de negocios. Por ello, estamos orgullosos de tener una tradición centenaria de honestidad e integridad.” (3M Manufacturera Venezuela *Página Web*).

1.2.5 Política de calidad

- Practicar y mejorar continuamente su sistema de gestión de la calidad a fin de suministrar productos, servicios y actitudes que consistentemente satisfagan las expectativas del cliente.
- Asegurar que los objetivos de calidad de la organización estén alineados con la responsabilidad de cada uno de sus individuos, a fin de alcanzar el logro de los mismos. (*Manual de Calidad de 3M Manufacturera Venezuela, 2007*).

1.2.6 Política de seguridad y salud

En materia de seguridad y salud 3M se encuentra orientada a:

- Seguir y cumplir con los requisitos legales, corporativos y otros requisitos aplicables a seguridad y salud laboral.
- Asegurar el cumplimiento de los objetivos de seguridad y salud contemplados en la ley orgánica de prevención, condiciones y medio ambiente de trabajo (LOPCYMAT) y del plan global de salud y seguridad de 3M (GS&HP).
- Lograr la aplicación de mecanismos de prevención contra el abuso de drogas y alcohol en el entorno laboral y familiar de nuestros trabajadores



a través de la concientización, según lo contemplado en la ley orgánica contra el tráfico de sustancias estupefacientes y psicotrópicas.

- Ubicar puntos de mejora para optimizar nuestro desempeño y lograr la mejora continua.
- Detectar condiciones y actos inseguros para lograr un ambiente de trabajo sano y seguro. (*Manual de Seguridad de 3M Manufacturera Venezuela, 2007*).

1.2.7 Política de gestión ambiental

- Asegurar que las instalaciones y productos cumplan con los requisitos legales ambientales y otros requisitos aplicables a sus aspectos ambientales.
- Mantener y cumplir los objetivos ambientales a través del control de: emisiones atmosféricas, efluentes industriales, uso del agua, uso de energía, desechos peligrosos y no peligrosos.
- Buscar soluciones para la reducción de los desechos peligrosos y no peligrosos a través de las técnicas de reuso y reciclaje.
- Incorporar y mantener campañas de concienciación ambiental a sus trabajadores y contratistas.
- Establecer y promover la prevención de la contaminación a través de la revisión de sus procesos, productos y servicios.
- Nuestra organización colaborará en la medida de lo posible, a instituciones comprometidas en actividades relacionadas con el ambiente.

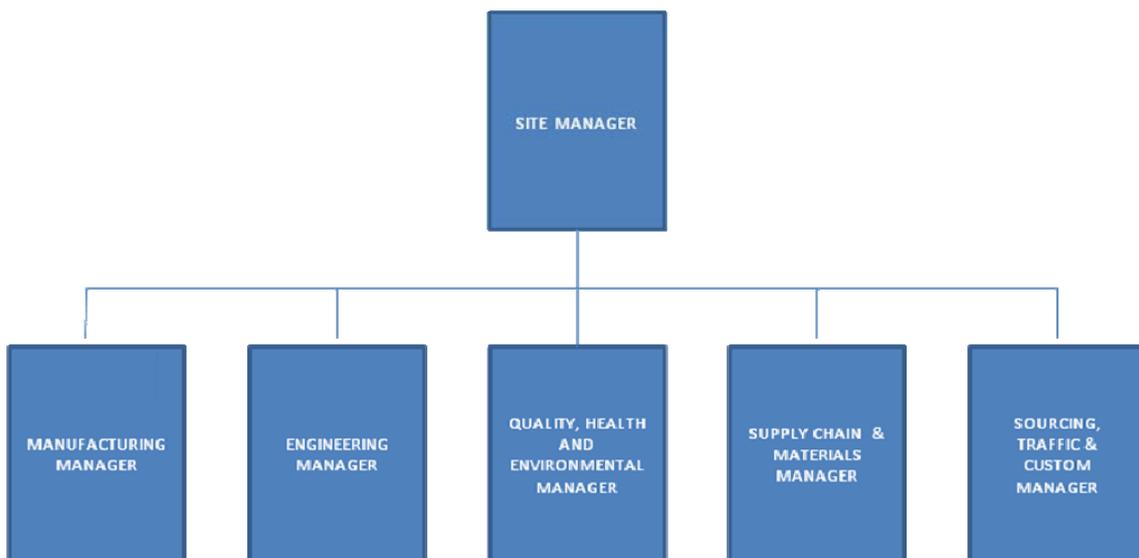


- Tener normalizado un sistema documentado de gestión ambiental, que asegure el cumplimiento de esta política ambiental.
- Establecer un proceso de mejora continúa con el fin de evaluar y revisar, las metas y objetivos ambientales anualmente. (*Manual de Calidad de 3M Manufacturera Venezuela, 2007*).

1.2.8 Estructura organizacional

En la figura N° 1.1, se muestra la estructura organizacional de la planta.

**Figura N° 1.1, Estructura Organizacional de la Planta 3M
Manufacturera Venezuela.**



Fuente: 3M Manufacturera Venezuela.

1.3 Planteamiento del Problema

La calidad y productividad se han convertido en palabras clave en las organizaciones exitosas en la actualidad. “El único camino para que una empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o utilidades) es aumentando su productividad” (*Niebel, 1996*). El aumento de la productividad con los mismos recursos es directamente proporcional a la disminución de los costos.



3M Manufacturera Venezuela en su planta Valencia se ha enfocado en mejorar el grado de excelencia que actualmente presenta en sus procesos, a través del incremento de la productividad de la planta; lo cual, en los últimos trimestres se ha visto obstaculizado por fallas en ciertas áreas.

Por otra parte la calidad a través de los tiempos ha cambiado su concepción debido a la evolución del hombre y sus necesidades. En la norma ISO 9000:2000, se tiene que la calidad es el “Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”, donde el término requisitos indica “necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria” y característica representa “rasgo diferenciador”. Por otra parte, se encuentra el concepto de “mejora continua”, este principio se define como “Criterio de que una organización debe constantemente medir la eficacia de sus procesos y esforzarse por lograr los más difíciles objetivos para satisfacer a los clientes”, (ISO 9000:2000).

Como se puede apreciar, en la actualidad la globalización ha adoptado también el concepto de calidad, unificando en el mismo los objetivos de competitividad, efectividad y excelencia; todos estos, valores hacia los que cualquier empresa debe dirigirse. 3M Manufacturera Venezuela, planta Valencia, en busca de este mejoramiento continuo y del cumplimiento de sus metas, anhela aumentar el nivel de excelencia que hoy por hoy muestran en sus procesos, a través del incremento de la productividad de una de sus líneas. Actualmente se notan inconvenientes en el área de ABRASIVOS, donde se produce, empaqueta y almacena el papel de lija en sus diversas presentaciones; y de manera específica en una de sus líneas, la línea del TAM, en la cual se realizan los procesos de fabricación de la lija.

En el área de ABRASIVOS se llevan acabo todos los procesos de producción de los diferentes tipos de lija, tales como: la adhesión de los granos al papel, el enrollado de la lija, el cortado de la lija y su empaquetado. El área está compuesta por dos líneas principales: la línea del TAM en donde comienza el proceso de fabricación de lija, en el cual se llevan a cabo

principalmente: la impresión del logo de la empresa al papel, la adhesión del grano y el embobinado de los rollos de lijas, para luego ser enviados a la línea de Corte y Empaque llamada REAMER ABRASIVOS. En la línea del TAM se encuentra tres equipos integrados: el Coater, el Sizer y el Winder los cuales alimentan al horno que se encuentra dividido en tres zonas a lo largo de los equipos.

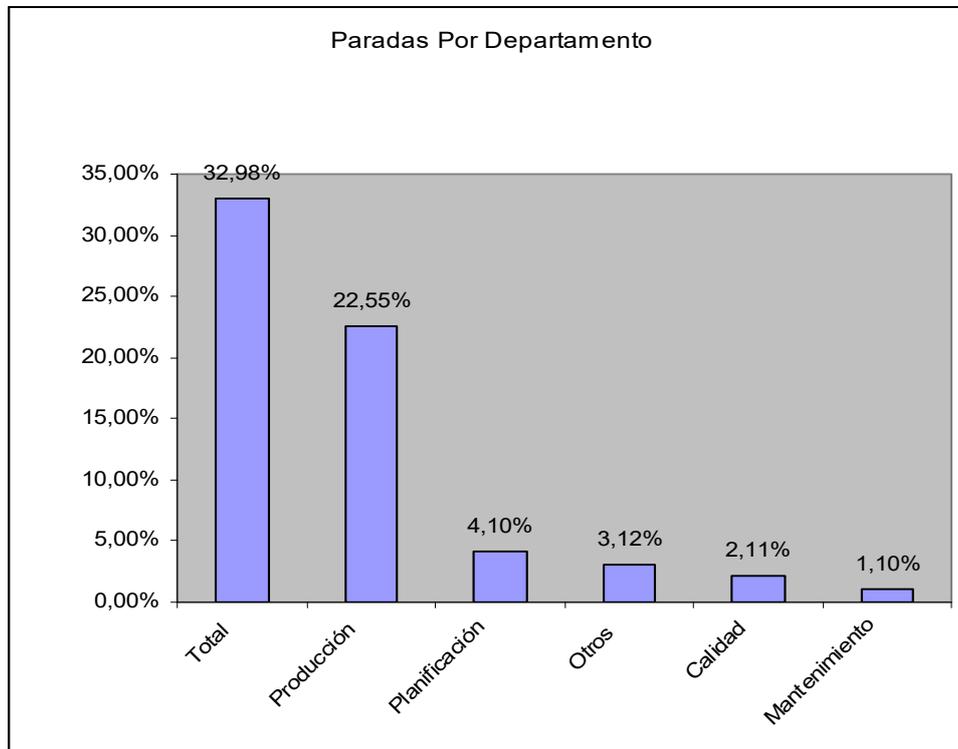
El proceso se inicia en el Coater donde se cargan los rollos de papel llamados Jumbos (que pueden ser del tipo A o del tipo C), éstos miden 1,4 metros de ancho y 0,5 metros de diámetro. Una vez cargados los jumbos, se imprime por la cara exterior del papel el logo de 3M y el tipo de lija que se va a producir. Luego se aplica la primera capa de adhesivo por la cara interior, para luego bajar a la fosa del Coater donde se encuentra la banda transportadora que contiene el grano. Hay 15 tipos de granos, de los cuales 6 son granos gruesos y los otros 9 granos finos. Éstos serán adheridos al papel por medio de un proceso de ionización. Luego la lija sube a la Zona I del horno donde se elimina parte del solvente que contiene el adhesivo.

Después que pasa a la zona II del horno, baja al Sizer y allí se aplica una segunda capa de adhesivo y sube por medio de los rodillos a la Zona II del horno, pasando por la zona III, hasta llegar al Winder. En esta fase se lleva a cabo el enrollado final; a través de un juego de rodillos se llega hasta el rodillo final llamado "core" donde se envuelve la lija para ser almacenada y dirigida a la siguiente área llamada REAMER ABRASIVOS, aquí se corta la lija y se empaqueta para enviarla al almacén de productos terminados. Vale acotar que toda la línea se mueve por medio de rodillos que se encuentran a lo largo del proceso.

La línea del TAM presentó en el año 2008 el menor índice de productividad de la planta debido a su alto porcentaje de paradas, como se refleja en la gráfica N°1.1, en la cual se muestra el porcentaje causado por cada departamento de la línea del TAM del año 2008:



Grafico N° 1.2, Porcentaje de paradas por departamento en la línea del TAM área de ABRASIVOS.



Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

El departamento de producción arroja un porcentaje de 22,55% mucho mayor en comparación a los otros. Las actividades que engloba las paradas por producción son: los altos tiempos de puesta a punto, tiempos elevados en el cambio de producto, ruptura del material y extensos y/o deficientes procedimiento de limpieza. Esto se refleja en la tabla mostrada a continuación, la cual fue obtenida de la evaluación mensual de los indicadores de gestión de la línea de TAM durante el año 2008, con su respectivo porcentaje de incidencia; que muestra los tiempos (min) promedios acumulados de las actividades que no le agregan valor a la línea durante un mes de trabajo. A continuación se muestra la tabla N° 1.1 con los indicadores de gestión.

La línea del TAM opera durante 2 turnos y tiene 6 operarios que trabajan 8 hrs/día. Actualmente en la línea existen tiempos de puesta a punto muy elevados, puesto que, al inicio del turno de la mañana (6 am a 3 pm) se debe encender el horno que tarda en calentarse 40 minutos aproximadamente.



Mientras éste está prendido los trabajadores realizan distintas labores tales como: la preparación del adhesivo, la impresión del logo y de los granos, el montaje del jumbo, la alineación de los rodillos; que consiste en colocarle un papel al rodillo para evitar que se desalinee (esto por el mal estado de los rodillos). Ciertas actividades tardan más de 40 minutos en realizarse. Por otra parte, actualmente en la línea se pide, en las órdenes de producción, trabajar hasta 3 tipos de granos (Ej.: grano grueso G-150, G-80, G-220) por turno, en la mayoría de los casos durante el turno solo se pueden llegar a realizar de 1 a 2 cambios de grano debido a lo largo del proceso. Se presenta un caso crítico cuando se debe hacer el cambio de grano grueso a grano fino, y aunque solo ocurre como máximo 2 veces por mes, tan solo ese procedimiento se tarda 7 horas y en ocasiones hasta 9 horas, en pocas palabras se puede tomar inclusive más de un turno completo.

La limpieza o mantenimiento del sistema es llevado a cabo cada vez que hay un cambio de grano, esto consiste en deshacerse de los restos dejados por el tipo de grano anterior para así poder garantizar la calidad del producto. En el Coater; dado que éste cuenta con la banda transportadora por la cual viajan los granos para ser adheridos al papel y, en vista de lo fino de los mismos, los granos se desbordan de la banda causando que el operario deba limpiar con una escoba la fosa donde se encuentra la banda transportadora. Por otra parte en el Sizer se debe desarmar parte del sistema para acceder a los rodillos y poder limpiarlos, porque, de descuidarse, en los rodillos se acumulan suciedades que después de un tiempo se pueden convertir en protuberancias que amenazan la calidad de la lija, ya que puede causar rupturas o el doblaje de las puntas de la lija.

En vista de que algunas veces por el tipo de papel y la carga de granos que lleva en el Winder, la lija tiende a doblarse hacia adentro, suelen estar uno o dos operarios en la parte de enrollado impactando repetidamente con un martillo los bordes, para evitar que el papel se doble hacia adentro. En la misma parte de enrollado sucede también lo que llaman reventón, que es la ruptura repentina del papel en alguno de los rodillos finales causando una



parada de por los menos 15 a 20 minutos más la pérdida de material. Algunas de las muchas causas que se le atribuyen del reventón son las protuberancias derivadas por la mala limpieza o su ausencia, fallas mecánicas, la carga estática y/o algún problema del papel (doblado, arrugado, etc.), entre otras.

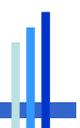
Tabla N°1.1 Indicadores de gestión de la línea TAM y sus tiempos de un mes de trabajo

Indicadores de Gestión	Promedios (min)	Porcentaje
Tiempo de Máquina Trabajando	5708.25	62.13%
Arranque	821.17	8.94%
Cambio de Productos	629.75	6.85%
Limpieza o Cambio Macro	527.67	5.74%
Atasque o Ruptura de Material	516.75	5.62%
Falla Mecánica/Eléctrica	338.00	3.68%
Cambio en Planificación	163.83	1.78%
MP No Despachada o Incompleta	157.33	1.71%
Pruebas Diarias de Calidad	128.42	1.40%
Charlas, Reuniones	100.50	1.09%
Otros (Inasistencia, Traslados, Accidentes)	72.33	0.79%
Pruebas Experimentales	12.92	0.14%
Paro por Calidad de MP	10.00	0.11%

Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

1.4 Formulación del Problema

Por todo lo previamente mostrado, se tomaron en cuenta como puntos críticos: En el área de Abrasivos: la línea de TAM de fabricación de lijas, compuesta por las áreas del Coater, los hornos, Sizer y Winder; que como fué expuesto, presentan problemas tales como: el elevado tiempo de puesta a





punto, el extenso proceso de cambio de producto, la ruptura de material y largos y/o deficientes procedimientos en la limpieza que no garantiza su confiabilidad; por lo que se pretende presentar propuestas de unas mejoras orientadas a la solución de dificultades concernientes a estas áreas para disminuir la incidencia de paradas en la línea y contribuir con el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

1.5.1 Objetivo General

Diseñar mejoras para reducir las paradas en la línea del TAM del área de abrasivos de la empresa 3M Manufacturera de Valencia.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Describir la situación actual de la línea del TAM de Venezuela, Planta Valencia; analizando los métodos de trabajo utilizados durante las paradas del proceso de producción de lija.
- Identificar posibilidades de mejora a través del estudio la situación actual
- Presentar mejoras que ayuden a las paradas en el área.
- Evaluar la factibilidad económica y técnica de las mejoras planteadas.

1.6 Justificación

Esta investigación tiene como fin servir de apoyo a los objetivos de la planta 3M Manufacturera Venezuela, en lo que respecta específicamente a los propuestos en la línea del TAM. Luego de una evaluación de los indicadores de productividad de la planta, esta línea resultó registrar el porcentaje más bajo a causa de sus elevados tiempos de puesta a punto. En cuyo caso existe la necesidad de seguir la metodología dictada por el SMED, anteriormente utilizada por las sedes de 3M en Brasil y USA en el año 2006, además, es una práctica que puede ayudar al incremento de las tasas de trabajo de máquinas



al lograr la disminución del tiempo de puesta a punto; junto a ella el desarrollo de la metodología 5S's, indispensable para lograr reducir tanto los tiempos de cambio de grano en la línea de TAM, como su cantidad de fallas en el sistema, causadas por la mala limpieza o la falta de la misma, dando pie a la formación de protuberancias. Por otra parte la aplicación de la metodología AMEF para el(los) equipo(s) crítico(s), es vital en estos momentos para la línea, debido a que los operarios no cuentan con una instrucción estandarizada en cuanto a las fallas presentes en el sistema, como la del “reventón” en la fase final del proceso.

Aunado a lo antes expuesto, la investigación sirve de soporte para estudios venideros de nivel académico o de nivel industrial en cuanto a la técnica y beneficios obtenidos de tan interesante herramienta como la es el SMED.

1.7 Alcance

El trabajo de investigación se realiza en la empresa 3M Manufacturera de Valencia, C.A, ubicada en la zona industrial municipal sur, centrándose en las mejoras del área de Abrasivos, en los diversos procesos la línea del TAM de fabricación de lijas.

Es importante destacar que la aplicación de las propuestas que se presentan en este estudio depende de la empresa, quedando los autores libres de obligación por la implementación de las mismas.

1.8 Limitaciones

Una limitación para el desarrollo del estudio por parte de los autores es el tiempo, debido a que la toma de datos por política de la empresa solo puede ser en el horario de lunes a viernes de 7:00am a 4:00pm (para los investigadores).





Otro factor limitante en el análisis, observación y recolección de datos de los procesos de producción de la línea del TAM, es que la misma no siempre está funcionando. Los cambios de puesta a punto del grano fino al grano grueso suelen ocurrir 1 o 2 veces al mes como máximo, lo que representa una limitante para captar y registrar todos los datos de las demoras que se pueden presentar durante el proceso.



CAPITULO II

2.1 MARCO TEÒRICO

2.2 Antecedentes

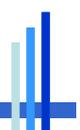
Las investigaciones cuyas propuestas estaban destinadas a la mejora de determinados procesos, fueron utilizadas para fortalecer y aumentar los conocimientos tanto prácticos como teóricos en la búsqueda del progreso de la presente investigación. A continuación se presentan como respaldo las siguientes:

CABRERA Y VILLASMIL (2008) Propuestas de Mejora para Incrementar la Productividad en una Empresa Embotelladora de Bebidas no Carbonatadas. Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. En La planta Pepsi-Cola de Venezuela, planta Valencia, la empresa busca incrementar su grado de excelencia aumentando la productividad de las líneas donde se elaboran los jugos Yukery. Conforme a la problemática, se desarrollaron los objetivos del estudio, cuya estrategia consistió primordialmente en determinar los equipos menos productivos mediante la elaboración de un diagrama de Pareto, en el cual destacaron dentro del 20% como razón de baja productividad, los equipos que participan en la etapa de preparación higiénica y envasado para la línea 1 y los que forman parte de la etapa de etiquetado y encajonado del producto de la línea 2. Posteriormente se utilizaron diversas herramientas en el análisis para la situación actual entre las que destacan: Diagrama de Ishikawa, ¿5 Por qué's?, A.M.E.F, Diagrama del operador y el R.E.B.A como metodología de análisis ergonómico para la detección de movimientos repetitivos en la tapadora y Kalfass de la línea 1 y línea 2 respectivamente, llegando a la conclusión que para la línea 1 los problemas radicaban en las 200 botellas/turno que se generan por rompimiento y/o truncamientos dentro de la lavadora, mientras que para la línea 2, las fallas principales detectadas eran un 55,94% a nivel mecánico y 40,75% a nivel operacional. Por lo que las propuestas de mejoras planteadas para cumplir con el objetivo de este proyecto fueron: Aplicación de



las 5S's, instalación de un sensor y reutilización de las aguas en el área del rinser e instalación de un horómetro en la llenadora para la línea 1, y para la línea 2: Diseño de un programa de adiestramientos, Implementación de un mantenimiento preventivo en la etiquetadora e Implementación de un nuevo método de trabajo e instalación de un Display Visual en la encajonadora. Como aporte al presente estudio se tiene la aplicación de la metodología de 5S's y del AMEF, ya que estas son algunas de las metodologías que serán aplicadas en el estudio.

GONZÁLEZ Y GUTIÉRREZ (2004) Propuestas de mejoras para incrementar la Productividad en la línea de aire de Panel de una empresa fabricante de autopartes. Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. WIX de Venezuela, empresa fabricante de autopartes, se vio en la necesidad de hacer una evaluación de su proceso para realizar propuestas de mejoras que permitan el incremento de la productividad en la línea de Filtros de Aire Panel y así poder cubrir con los requerimientos de producción presentados actualmente. En el desarrollo de su estudio se hizo uso de técnicas como la observación directa, análisis de la operación y de herramientas como el Kaizen y los diagramas Causa-Efecto para diagnosticar fallas en los puestos de trabajo, entre las cuales encontraron: la presencia de rebaba en el 100% de los filtros elaborados, inventarios en proceso elevados e innecesarios y fallas en la disponibilidad de material. En busca del logro de los objetivos planteados se realizaron una serie de propuestas de mejoras para incrementar la productividad de la línea, siendo las más significativas: la colocación de empaaduras en los moldes de los filtros para obtener un sello perfecto, el rediseño del Lay Out, el diseño de un dispositivo posicionador de Carriers, y un sistema de control de inventarios de insumos. Se demostró en el trabajo: que con las propuestas planteadas, la productividad de la línea se puede incrementar en un 45.85%. También se mostró la necesidad de adquirir nuevos equipos, como una plastificadota, para incorporarlo al proceso de producción. Así mismo se probó que con el rediseño del Lay Out se eliminan los recorridos innecesarios al colocar toda la línea de forma continua. Por otra parte se logró reducir el tiempo efectivo de las



estaciones de plisado, plastificado y dosificado de la línea PANEL en al menos 42%. Se argumentó la factibilidad de las mejoras, donde la inversión inicial a realizar en relación a los ahorros obtenidos se puede recuperar en 25 días. Adicional a esto, se mostraron los beneficios extras de 2.055 BsF./día producto de los ingresos a obtener por el aumento de la producción en 685 filtros diarios (42.85%). Los aportes obtenidos de esta tesis son esencialmente la aplicación del diagrama Causa-Efecto para la detección del origen de las fallas en el área de estudio así como los métodos utilizados para el estudio de la factibilidad económica.

ALAÑA Y PIÑATE (2004) Reducción del tiempo de puesta a punto en una empresa metalmecánica (caso: Dana “bake and chasis”). Su objetivo general plantea una reducción del tiempo de puesta a punto de esta área en un 25% a través de mejoras en los métodos de trabajo. El estudio se desarrollo por 4 capítulos a lo largo de los cuales se describen los siguientes aspectos; Capítulo 1: contiene información general sobre la empresa en la cual se desarrollo parte del proyecto. De igual forma, se explica la situación problemática existente, así como los objetivos y justificación de la investigación. En el Capítulo 2 describe la situación actual de la empresa desde sus productos hasta su proceso de puesta a punto. El Capítulo 3 Presenta los principales problemas encontrados en el proceso en estudio mediante la realización de un análisis crítico del mismo. Además, contiene la primera fase del SMED en la cual se identifican las actividades internas y externas en el método actual. Capítulo 4 describe las fases 2 y 3 del SMED a través de las cuales se plantean las soluciones que contribuyen a la reducción del tiempo de puesta a punto. También contiene el registro normalizado del método propuesto, conjuntamente con la reducción de tiempos obtenida y la evaluación económica de todas las mejoras propuestas. A través de las actividades realizadas a lo largo del presente trabajo se logro obtener porcentajes de reducción mayores al 70%, superando de esta manera los objetivos planteados inicialmente. El trabajo especial de grado anterior servirá como guía del método del SMED.



ARNALDO MORA (2004) Disminución del tiempo de puesta a punto de la empresa Trefilería Carabobo “TRECARSA”, S.A. Es una empresa que se dedica a la transformación de productos mecánicos. Que en la búsqueda de disminuir los tiempos de producción y puesta a punto en por lo menos 20%, para así lograr obtener un incremento en la capacidad productiva y una mayor rapidez de respuesta a sus clientes, durante el estudio se aplicaron unas técnicas de análisis tales como el diagrama de causa-efecto y la técnica de los 5 ¿Por qué? . Una vez analizadas las causas, se desarrolla un conjunto de 13 propuestas de mejoras en el cual se logro un incremento en los niveles de producción de 45%, obteniendo como factible todas las propuestas con una recuperación de la inversión en menos de 1 mes. Del trabajo anteriormente expuesto se tomara como guía las herramientas de análisis de la información como son los 5 ¿Por qué? , el diagrama causa-efecto y la metodología del SMED.

2.3 Bases teóricas

Como marco contextual para el desarrollo de la investigación, se utilizaron principalmente, herramientas cuyo conocimiento fue adquirido cursando la carrera de Ingeniería Industrial, como son la metodología de cambio rápido SMED (Single Minute Exchange of Dies) anteriormente desarrollada en otras plantas 3M situadas en Brasil y USA, la cual se basa en una serie de pasos para convertir tiempos de puesta a punto muy extensos en tiempos menores de 10 min. Las 5S's, que forman parte de una metodología para el incremento de la productividad laboral, que como filosofía básicamente se centra en mantener el lugar de trabajo limpio y organizado; finalmente el AMEF (análisis de modo, efecto y fallas), fundamentándose en la identificación de aquellas fallas potenciales en el proceso para minimizar o eliminar el riesgo aunado a las mismas.



2.3.1 Implementación de las 5S's

Es una metodología que consta, como su nombre lo dice, de cinco pasos fundamentales. Éstos permiten organizar, limpiar y mantener un área de trabajo óptima para el buen desempeño de las actividades que allí se realizan, es decir, se trata de impartirle mayor "calidad de vida" al trabajo

El término de las 5S's procede la cultura japonesa que diariamente se ponen en práctica en la vida cotidiana y no son términos ajenos a cualquier ser humano, es más, todos las personas, o casi todas, tienen propensión a practicar o han practicado las 5S's, aunque no lo hagan de manera conciente.

El centro y la razón de las 5 S's es alcanzar el funcionamiento más eficiente y uniforme de los trabajadores en la empresa. El establecimiento de una estrategia de 5 S's es trascendental en diversas áreas, podemos mencionar que, permite reducir desperdicios y por otra parte, permite optimizar las condiciones de seguridad industrial, favoreciendo así a la empresa y sus empleados.

Los cinco pasos son:

Organizar (SEIRI)

Organizar es separar por clases, tipos, tamaños, categorías o frecuencias de uso.

Para efectos de la metodología, organizar consiste en, separar, en el área de trabajo, las cosas que sirven de las que son inútiles, lo necesario de lo innecesario, lo suficiente de lo excesivo y eliminar lo que no sirve, lo innecesario y lo excesivo con autorización para aquellas cosas que no se requieran.

Beneficios de organizar:

- Disminuir los tiempos de acceso a materiales, herramientas y otros elementos





- Mejorar el control visual de elementos de producción, artículos de oficina, Stocks de seguridad, entre otros.
- Liberar espacio útil en planta y oficinas.
- Proporcionar el control visual de las materias primas que se van terminando.

Algunos métodos utilizados para clasificar son:

- Etiquetado
- Tarjetas colgantes
- Marcado con colores.
- Colocación de avisos.

Limpiar (SEISO)

Es el acto de quitar lo sucio de algo, la limpieza permite eliminar manchas, sucio, grasa, polvo, desperdicios de todos los elementos del sitio de trabajo y permite mantener condiciones adecuadas de higiene y aseo. Aunado a esto también propone el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos reducir la suciedad, y crear ambientes de trabajo más seguros.

Beneficios de la limpieza:

- Se reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Se mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza

Reglas para una óptima limpieza:

- Identificar y eliminar las fuentes de contaminación.
- Limpiar todo de forma profunda.
- Adoptar la limpieza como una forma de inspección.
- Hacer de la limpieza un hábito.





- Mantener el concepto de “No ensuciar”.

Ordenar/Almacenar (SEITON)

Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Ordenar es mantener un conjunto de objetos, partes o elementos dentro de un espacio definido, en especial en una combinación que esté acorde con algún principio racional o con cualquier arreglo metódico de partes.

Beneficios de ordenar:

- El ambiente de trabajo es más agradable.
- Da fácil y rápido acceso a elementos que se requieren para el trabajo.
- Se logra un mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- La empresa puede contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas.

Reglas para un buen ordenamiento:

- Identifica cada uno de los elementos que necesitas para trabajar.
- Dale a cada elemento un sitio o lugar apropiado.
- Delimita e identifica los sitios.
- Si es necesario elabora compartimientos para cada uno de ellos
- Elabora un mapa de localización.

Prevenir/Estandarizar (SEIKETSU)

En caso que los trabajadores no estén atentos para mantener el patrón de organización, orden y limpieza alcanzado, el retorno a la situación inicial es apenas cuestión de tiempo. El estandarizar sólo se logra cuando se trabajan permanentemente los tres principios preliminares. En esta etapa o fase de aplicación, deben ser los trabajadores quienes adelanten programas y diseñen mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos.





A menudo el sistema de las **5S** se aplica sólo puntualmente. *Seiketsu* recuerda que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día. Para lograrlo es importante crear estándares. Para conseguir esto, las normas siguientes son de ayuda:

Pasos para una buena prevención/Estandarización:

- Desarrolle reglas que todos respeten.
- Verifique diariamente su cumplimiento.
- Busque solución a los puntos débiles.
- Favorecer una gestión visual ortodoxa
- Estandarizar los métodos operatorios
- Formar al personal en los estándares

Beneficios de estandarizar:

- Al establecer un hábito de mantener ideal el sitio de trabajo, se mejora el bienestar del personal.
- Se protege el conocimiento formado durante años de trabajo.
- Se prepara al personal para asumir responsabilidades de mayor envergadura en los puestos de trabajo.
- Aumenta la productividad de la planta y los tiempos de intervención se optimizan.

Disciplina/Mantener (SHITSUKE)

Disciplina significa: Hacer de nuestro sistema el mejor, sin dejarlo decaer, evitar que se quiebren los procedimientos ya establecidos. La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Solo si se establece la disciplina y la consecución de las normas y procedimientos ya acogidos se podrá disfrutar de los beneficios ofrecidos por la herramienta.





Beneficios de la disciplina:

- Se funda una cultura de respeto, sentido de pertenecía, y cuidado de los recursos de la empresa.
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor respeto entre personas.
- Se acrecienta la moral en el trabajo. *(Cabrera y Villasmil, 2008)*

2.3.2 SMED

La empresa 3M posee antecedentes desde 2006 de haber utilizado la metodología desarrollada por el guru de la calidad Shigeo Shingo, la cual se fundamenta en las siglas SMED, que traducidas quieren decir cambio de herramienta en menos de diez minutos, ésta sigue una serie de pasos para disminuir el tiempo de preparación de un determinado proceso, la misma conlleva como elemento clave la separación del puesta a punto interno del externo.

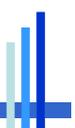
PAP Interno: Se puede llevar acabo solo cuando el proceso está parado (Ej.: El cambio de la matriz de una máquina).

PAP Externo: Se puede hacer mientras el proceso esta en funcionamiento (Ej.: La búsqueda de la matriz).

Las etapas para el desarrollo del SMED se explican a continuación:

- ***Primera Etapa, Observar el proceso/Recolectar data.***

Para la ejecución de este paso se necesitará del análisis de la operación, la observación informal y la discusión con los operadores para la comprensión total de la operación. Una forma efectiva de recolectar la información del



proceso es el uso de equipos audiovisuales tales como la cámara digital que serviría para capturar imágenes y videos.

- **Segunda Etapa, separar PAP interno del externo.**

Muy a menudo se suelen confundir las actividades externas con las internas, sucediendo que se realizan mientras el proceso está parado; centrándose en la data recolectada se puede llegar a incrementar las actividades externas afectando el proceso de preparación de tal forma que las internas se reducirán en un 30-50%.

Acciones de la primera etapa:

- ✓ Elaborar un mapa de procesos del proceso, incluir todas las herramientas o elementos utilizados durante el mismo.
- ✓ Crear una lista de chequeo de control de cambio que pueda ser usado por los operadores.
- ✓ Analizar la función de cada herramienta o elemento utilizado durante el proceso.
- ✓ Cualquier transporte deberá ser tomado como una actividad externa.

- **Tercera Etapa, Convertir actividades internas en externas.**

Revisar el proceso para detectar si alguna(s) operación(es) interna(s) se pueda realizar de manera externa; Desarrollar el modo de que la misma(s) se realice(n) de forma externa. Elaborar cualquier cambio de especificación del equipo antes del proceso de preparación. Si hay partes mecánicas en el proceso, reemplazar solo aquellas que ameriten ser reemplazadas, de ser posible solo cambiar aquellas partes que entren en contacto con el producto.



- **Cuarta Etapa, Agilización de toda la operación**

En esta etapa se busca agilizar cada elemento de las actividades tanto internas (las más críticas) como las externas. Esta etapa puede llevarse a cabo en conjunto con la segunda etapa. (Mora, 2004).

2.3.3 Desarrollo de la Metodología de Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)

El Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) es una metodología de un equipo sistemáticamente dirigido que identifica los modos de falla potenciales en un sistema, producto u operación de manufactura / ensamble causadas por deficiencias en los procesos de diseño o manufactura / ensamble. AMEF es una herramienta utilizada para prevenir los problemas antes de que ocurran. El AMEF en los formatos de Diseño y Proceso provee la principal herramienta para mitigar el riesgo dentro de la estrategia de prevención. Cada causa potencial debe ser considerada por su efecto sobre el producto o proceso y de acuerdo al riesgo las acciones deben ser determinadas y el riesgo recalculado después de que las acciones se han terminado.

Los AMEFs han estado por mucho tiempo. Antes de que cualquier formato documentado sea elaborado, los inventores y expertos del proceso tratan de anticiparse a lo que puede estar mal en un diseño o un proceso antes de que el mismo sea desarrollado. La prueba y error así como el conocimiento de cada falla son tanto costosos como consumidores de tiempo. Por ejemplo: cada interacción de un invento debe fallar mediante un experimento llevado por un grupo de ingenieros o inventores y aprovechar su conocimiento para reducir la probabilidad de que la falla ocurra.

El principal empuje para la prevención de fallas vino durante los 60's mientras se desarrollaba la tecnología para enviar un hombre a la luna. Ford Motor Company introdujo los AMEF en la industria automotriz a finales de los



70's para consideraciones de seguridad y requisitos regulatorios después del fracaso del modelo "Pinto". Ford

Desarrollo del AMEF

Los AMEF's son desarrollados en tres distintas fases donde las acciones pueden ser determinadas. Es imperativo hacer un trabajo previo al AMEF para asegurar que lo Robusto y la historia pasada están incluidos en el análisis.

- **Paso 1** es determinar todos los modos de falla con base en los requerimientos funcionales y sus efectos. Si la severidad de los efectos es de 9 o 10 (impactando aspectos de seguridad o regulatorios) las acciones deben ser consideradas para cambiar el diseño o el proceso eliminando el Modo de Falla si es posible o protegiendo al cliente de su efecto.
- **Paso 2** describir las causas y ocurrencias para cada modo de falla. Esto es el desarrollo detallado en la sección del AMEF de proceso. Revisando el nivel de la probabilidad de ocurrencia para las severidades más altas y trabajando hacia abajo, las acciones son determinadas si la ocurrencia es alta (> 4 para lo que no es seguridad y nivel de ocurrencia < 1 cuando la severidad es 9 o 10)
- **Paso 3** considerar pruebas, verificación del diseño y métodos de inspección. Cada combinación de los pasos 1 y 2 los cuales sean considerados como riesgo requieren un número de detección. El número de detección representa la habilidad de las pruebas e inspecciones planeadas para quitar defectos o evitar los modos de falla.

Después de que cada uno de estos pasos es desarrollado, se calculan los **Números Prioritarios de Riesgo (NPR)** son calculados. Es importante notar que los NPRs son calculados después de que tres posibles oportunidades para tomar acciones han ocurrido. Las acciones no son solamente determinadas con base en los valores NPR ya que como tal no juega un rol importante en las acciones, solamente en la evaluación de las acciones cuando han sido terminadas.

Seleccionar un valor de NPR arbitrariamente no es efectivo para dirigir los cambios si el orden de las mejoras no es controlado (severidad, ocurrencia, detección) en los pasos 1, 2, 3 descritos anteriormente.

En años pasados, seleccionar un NPR llevó a lograr inmediatamente números más bajos sin cambios reales o mejoras. Esto no es prevención de la falla, sino un mal direccionamiento de los equipos de diseño y proceso en los requerimientos para el desarrollar el AMEF.

Beneficios del AMEF. La erradicación de los modos de falla representa beneficios tanto a corto como a largo plazo. En corto plazo, se obtendrán ahorros de los costos de reparaciones, el tiempo de parada de la maquina y las pruebas repetitivas. En un largo plazo es mucho más difícil medir el beneficio, en vista de que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad; esta percepción puede afectar compras futuras del producto y es decisiva para sembrar una buena imagen en el cliente del mismo. (Cabrera y Villasmil, 2008)

2.3.4 Diagrama de cuadrillas

La aplicación de este diagrama en las actividades de paradas planificadas y puesta punto en la línea del TAM permitirán establecer el tiempo de ciclo de cada operación, analizar las actividades del grupo, lo cual permite determinar cual es el integrante que más rebaja y cual es el que menos trabaja; y por último hacer una redistribución de las tareas, con la finalidad de reducir las mejoras y balancear las asignaciones de tareas de cada uno de los integrantes de la cuadrilla.

Tomando en cuenta que muchas de las actividades no están estandarizadas y que la mayor parte de las tareas se llevan a cabo en el área del Coater, es imperativo realizar una redistribución de carga de las mismas, por lo que el uso de una adaptación de la metodología del Diagrama de Cuadrilla se incluirá como propuesta de mejora en este trabajo.



Es la representación gráfica, sobre una escala de tiempos, de las actividades realizadas por un grupo de personas que persiguen un fin común.

En esencia es una composición de los Diagramas de Proceso tipo Hombre de cada uno de los integrantes del grupo, dispuestos de tal manera que permitan un análisis minucioso de las actividades de cada miembro de la “Cuadrilla” respecto a la de los otros. En la misma línea horizontal se indican las actividades realizadas simultáneamente por la cuadrilla..

Construcción del Diagrama de cuadrillas:

El diagrama se construye sobre una escala de tiempos y se utilizan los mismos símbolos del Diagrama de Proceso para identificar las 5 actividades básicas (Operación, Transporte, Inspección, Demora, Almacenamiento). A cada actividad imputable a un determinado operario se le asigna un número distinto, el cual se repetirá tantas veces como lo requiera el tiempo total consumido por la actividad en concordancia con la escala seleccionada. Cada unidad de tiempo de ejecución de la actividad de acuerdo con la escala, recibe el nombre de “Paso”

El diagrama debe cumplir un ciclo completo del miembro que ejecute el mayor número de pasos. Otros miembros del grupo pueden repetir sus ciclos durante este tiempo.

Las actividades que no ocurren en todos los ciclos pueden omitirse, pero no deben confundirse con aquellas que ocurren con cierta frecuencia, las cuales por supuesto, si se incluirán. Los diagramas correspondientes a cada uno de los integrantes de la cuadrilla reciben el nombre de Diagramas Hermanos. Ver anexo N° 1 para el formato del diagrama de cuadrilla. (*Burgos Vivas, 2005*)



2.3.5 Análisis REBA (*Rapid Entire Body Assessment*)

La Dirección de Proyectos y Decisión en Ingeniería del Departamento de Proyectos de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Valencia, en su línea de investigación Diseño orientado al usuario y ergonomía, revisada en cada edición por José Antonio Diego Más, Doctor Ingeniero Industrial y Sabina Asensio Cuesta Ingeniera Informática, ambos profesores de la Universidad Politécnica de Valencia; nos presenta un resumen detallado de la creación y funcionalidad del método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*)

El método REBA es una herramienta de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas.

El método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) fue propuesto por Sue Hignett y Lynn McAtamney y publicado por la revista especializada *Applied Ergonomics* en el año 2000. El método es el resultado del trabajo conjunto de un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, que identificaron alrededor de 600 posturas para su elaboración.

El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. Permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas, e

incorpora como novedad la posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables.

Cabe destacar la inclusión en el método de un nuevo factor que valora si la postura de los miembros superiores del cuerpo es adoptada a favor o en contra de la gravedad. Se considera que dicha circunstancia acentúa o atenúa, según sea una postura a favor o en contra de la gravedad, el riesgo asociado a la postura.

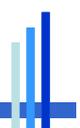
Para la definición de los segmentos corporales, se analizaron una serie de tareas simples con variaciones en la carga y los movimientos. El estudio se realizó aplicando varias metodologías, de fiabilidad ampliamente reconocida por la comunidad ergonómica, tales como el método NIOSH (Waters et al., 1993), la Escala de Percepción de Esfuerzo (Borg, 1985), el método OWAS (Karhu et al., 1994), la técnica BPD (Corlett y Bishop, 1976) y el método RULA (McAtamney y Corlett, 1993). (Hignett y McAtamney, 2000)

2.4 Definición de Términos Básicos

Winder: se traduce al español como embobinador, área del TAM en donde a través de un juego de rodillos, se ejecuta el embobinado final de la lija para ser almacenada y luego enviada a la línea de Corte. (3M Manufacturera Venezuela.).

Sizer: Área de la línea del TAM, donde la lija desciende y se le aplica la segunda capa de adhesivo, para luego subir y dirigirse al Winder. (3M Manufacturera Venezuela.).

Coater: Componente de la línea del TAM, donde arranca la producción, las tareas llevadas a cabo aquí: se imprime el logo de la empresa, se le aplica la primera capa de adhesivo y se le adhieren los granos para llevar la liga al horno y continuar el proceso en el Sizer (3M Manufacturera Venezuela.).



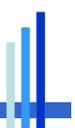
Adhesión: “Atracción molecular entre materiales de diferente naturaleza”(Enciclopedia VISOR, 1.999). Es la fuerza que resiste la separación de dos cuerpos que están en contacto. Un aditivo Es un material capaz de mantener unidos dos materiales sólidos proporcionando la fuerza de atracción física necesaria entre las dos superficies.

Equipo: Según la real academia española, en su vigésima segunda edición del año 2.001, se define como “Colección de utensilios, instrumentos y aparatos especiales para un fin determinado”. Es un mecanismo que forma el todo o parte de una máquina o instalación que, tiene datos, historial y programas de reparación propios, por sus características específicas.

Eficiencia: Para Koontz y Weihrich (1.974), la eficiencia es “el logro de las metas con la menor cantidad de recursos”. Es la relación existente entre el vector insumos (cantidad, calidad, espacio y tiempo) y el vector productos (ídem), durante el subproceso estructurado, de conversión de insumos en productos.

Desperdicio: “Residuo de lo que no se puede o no es fácil aprovechar o se deja de utilizar por descuido” Así lo define la Real Academia Española, edición número 22, año 2.001. Por otra parte podemos decir que es cualquier cosa diferente a la cantidad mínima de tiempo de la gente, materiales, máquinas, equipos, herramientas, espacio y gastos, que son absolutamente necesarios para agregar valor al producto o servicio.

Productividad: según la EPA (Agencia Europea de Productividad). Productividad es el grado de utilización efectiva de cada elemento de producción. Es sobre todo una actitud mental. Busca la constante mejora de lo que existe ya. Está basada sobre la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer, y mejor mañana que hoy. Requiere esfuerzos continuados para adaptar las actividades económicas a las condiciones cambiantes y aplicar nuevas técnicas y métodos. Es la firme creencia del progreso humano





Lija: un tipo de papel cuya superficie está recubierta por algún tipo de material abrasivo, partículas de vidrio o arena encoladas que sirve para pulir madera o metales. *(3M manufacturera de Venezuela).*

Abrasivo: Sustancia utilizada para desgastar o pulimentar una superficie a través de la fricción. “Pueden ser naturales, como el diamante, el trípoli, el esmeril, la arena y el corindón, o artificiales, como el carburo de silicio, el rojo ingles, el oxido crómico artificial, el vidrio en polvo y la alúmina” *.(Enciclopedia VISOR).*

Reventón: Termino usado por los encargados de la línea del TAM de la planta 3M para describir la imprevisión que ocurre en el Winder al repentinamente romperse el papel y parar el proceso por un periodo aproximado de 15 minutos. *(3M manufacturera de Venezuela).*





CAPITULO III

3.1 MARCO METODOLÓGICO

3.2 Tipo de Investigación

La investigación es de tipo descriptiva, busca analizar a profundidad el objeto de la investigación siendo en este caso el sistema de operaciones que componen a la línea y sus equipos (Los hornos, El Sizer, El Winder y El Coater) a fin de crear una plena familiarización con los mismos (Acosta, 2004).

Por otra parte, se considera que la investigación está enmarcada bajo el esquema de proyecto factible y contiguamente como de campo y documental. Esto debido a que toda investigación factible necesariamente debe apoyarse en las mismas. La UPEL (2001) define un Proyecto Factible como: aquel que 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; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El Proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades". (p.7).

Con la intención de proyectar los resultados de análisis y diseños de propuestas de mejora para la línea de TAM de 3M Manufacturera Venezuela, en soluciones realizables y comprobables, se establece la necesidad de recoger datos del ambiente propio de estudio directamente, a través de la observación directa y la encuesta en su modalidad (entrevista), las cuales fueron aplicadas directamente en la empresa.

Los datos y muestras de los indicadores se estudian bajo criterios preestablecidos sin alterar o manipular las variables del proceso normal de la producción de lija en la línea del TAM; ya que el trabajo se realiza a través de las normas, formatos y procedimientos señalados para un proyecto que cumple con los parámetros de una metodología de Mejora Continua (UPEL, 2006).



Las etapas generales que conforman el proyecto factible son: por una parte el procedimiento metodológico, acciones y trámites necesarios para su ejecución; por otro tenemos la fundamentación teórica de la propuesta, diagnóstico y su planteamiento: fundamentándose en las propuestas de mejoras en la línea del TAM a través de la realización de: Análisis de la Operación, El Análisis de Modo de Efectos y Fallas (AMEF), el método SMED y de las 5S's.

3.3 Unidad de Estudio

La línea del TAM conformada por los procesos de: Impresión del logo de la empresa en el reverso de papel, la adhesión de los granos, la preparación de la mezcla de adhesivo en el área, la aplicación del adhesivo al papel, la limpieza de los granos en los rollos, los cambios de los diferentes granos y el enrollado final. Y está compuesto por los siguientes equipos: el Coater; El Horno, que se divide en 3 zonas 1,2 y 3; el Sizer y el Winder.

3.4 Fuentes de la Investigación

Debido a que la presente investigación, se apoya en una investigación documental, a continuación se explican las fuentes según la clasificación de vivas y documentales (*Cabrera y Villasmil, 2008*), necesarias para la realización del actual estudio:

3.4.1 Fuentes Vivas

- El Supervisor del área: quien suministra información en cuanto a la recolección de datos de los equipos del presente estudio, así como de las situaciones observadas por la misma en las áreas en periodos anteriores.
- Personal de Mantenimiento: indispensable para generar las propuestas de acuerdo a las fallas mecánicas generadas por los equipos.



3.4.2 Fuentes Documentales

Impresas. Para el presente estudio se emplearon distintas fuentes impresas para profundizar y soportar la investigación entre las cuales se encuentran libros, publicaciones en las carteleras de la empresa y los procedimientos operacionales ubicados cerca de los equipos de la planta.

Audiovisuales. Gracias a la tecnología que actualmente se emplea, se recolectó información a través de entrevistas telefónicas a supervisores de mantenimiento y de servicio generales de la planta, por no coincidir estos muchas veces en los turnos de análisis de estudio por parte de los autores.

Electrónicas. Esta fuente se utilizó haciendo uso de las páginas web necesarias para profundizar la investigación.

3.5 Técnicas de Análisis de la información

3.5.1 Los 5 por qué

La herramienta de los cinco por que es una técnica de análisis de posibles causas de un problema a resolver; la cual parte del principio de que ningún problema o desperdicio tolera mas de cinco ¿Por qué? antes de manifestarse su causa raíz. Esta herramienta posee un formato en el cual se encuentran unas tablas, donde la primera columna corresponde a las causas y las siguientes cinco columnas a los por que de cada una de ellas. (Mora ,2004)

3.5.2 Diagrama CAUSA-EFECTO

El diagrama causa-efecto permite la representación grafica, categorización y evaluación de todas las posibles causas de un defecto, el que por lo general se expresa como un problema a resolver. Jaoru Ishikawa quien propuso este tipo de análisis. De ahí que el diagrama Causa-efecto también se



llama diagrama de Ishikawa. Sin embargo, se le conoce así mismo como diagrama de esqueleto de pescado, debido a su apariencia.

El diagrama Causa-Efecto, es un vehiculo para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto. Además, permite lograr un conocimiento común de un problema complejo sin ser nunca sustitutivo de los datos.

Se utiliza para conocer con profundidad el proceso con que se trabaja, visualizando con claridad las relaciones entre los efectos y sus causas. Permitiendo de esta manera, encontrar rápidamente las causas raíces que hacen que el proceso se aparte de su funcionamiento habitual.

La línea central del diagrama representa el problema principal, mientras que los principales elementos que originan el problema se representan por líneas primarias que salen de la línea principal. Por último, a medida que las causas se definen mejor específicamente, se añaden líneas secundarias y terciarias al diagrama. (*Mora, 2004*).

3.6 Fases de la Investigación

En el presente estudio se toman en cuenta las siguientes fases:

3.6.1 Fase de análisis

Se estudia exhaustivamente la situación actual para realizar un diagnostico en las áreas críticas de la empresa, el estudio se llevara a cabo por medio de:

La información obtenida gracias a registros históricos del área en la empresa, preguntas no estructuradas al personal y observación directa del proceso.



La recopilación de información acerca de estudios de aplicación de 5S'S, AMEF y SMED a implementar en el área, y en otros procesos similares. La interpretación y análisis de los datos a través de herramientas de ingeniería industrial como el: AMEF, Diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y los 5 por que's.

3.6.2 Fase de propuestas

En vista del análisis previo:

Se realizaran propuestas como el SMED para mejorar los métodos de trabajo del área y lograr disminuir los tiempos de puesta a punto, en cuanto a el orden en el área se empleara la técnica de las 5S'S, con respecto a las fallas presentadas por los equipos se ejecuto un análisis AMEF.

3.6.3 Fase de factibilidad de propuestas

- Elaboración de una lista con la totalidad de costos.
- Determinar la inversión total.
- Determinar y cuantificar los beneficios de la aplicación de la propuesta.
- Elaborar el estudio de rentabilidad.
- Determinar el tiempo de recuperación de la inversión.





CAPÍTULO IV

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La descripción de la situación actual comprende la ilustración de las condiciones en las que se encuentra el área seleccionada, referido particularmente a la materia prima, equipos y herramientas utilizados, actividades y métodos de trabajo empleados por los operadores para la fabricación de los productos que allí se realizan.

Dos secciones representan la descripción de la situación actual. La primera concierne a la descripción del proceso de elaboración de lija en el área de ABRASIVOS, así como las operaciones de limpieza, cambio de producto y arranque de turno, la sección siguiente se enfoca en la descripción de los materiales maquinaria y herramientas utilizados en las áreas críticas de la línea del TAM, tomando en cuenta los equipos de protección personal y la documentación utilizada en los mismos.

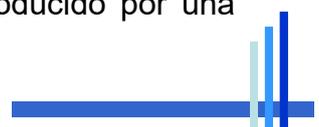
Aunque la investigación no está orientada a la localización de problemas en toda el área, se explica con el propósito de que se comprenda en términos generales la fabricación del producto estudiado.

4.2 Descripción del Proceso de Producción de lija

Consiste básicamente en el procesamiento de bobinas o jumbos de papel, por medio de un conjunto de procedimientos llevados a cabo en varias etapas o equipos, a través de los cuales el papel es conducido por un sistema continuo de rodillos impulsados hidráulicamente.

La etapa inicial es desarrollada en el Coater, donde se llevan a cabo las operaciones de desenrollado de la bobina, impresión de grabado en el reverso del papel, aplicaciones de adhesivo y mineral, y el curado del material.

Inicialmente la bobina es insertada y debidamente ajustada en la barra de sujeción del equipo de desenrollado, cuyo movimiento producido por una





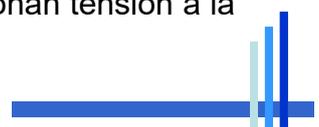
bomba hidráulica hace posible el desenvolvimiento progresivo del papel, el cual va a ser conducido por medio de rodillos a la imprenta. En esta fase, la operación conjunta de cuatro cilindros hace posible la impresión; otro cilindro, que está recubierto con un molde de goma poseedor del relieve del grabado ó cirel (portacliché), ejerce contacto con la cara opuesta de la hoja logrando que el papel quede ligeramente presionado. Otro de los cilindros se encuentra sumergido en una bandeja de tinta negra siendo su función agitarla (agitador), y un último rodillo que está en contacto con los rodillos porta cliché y agitador, que tiene la función de transferir la tinta de un cilindro a otro proporcionando las cantidades requeridas para la impresión.

Después de la impresión, el papel es trasladado hasta un rodillo de acero fijo que le sirve de soporte, para que posteriormente por medio de un rodillo de goma inmerso en una bandeja con adhesivo Make, se lleve a cabo la transferencia de este adhesivo hacia el papel, logrando así la aplicación de una primera capa. El espesor de la capa de adhesivo debe ser definido ajustando la separación de estos dos rodillos.

Posteriormente, el papel con la capa de adhesivo se pone en contacto con el mineral, el cual es dispensado desde una tolva; garantizando que ocurra la colocación del sólido sobre el papel. Con la ayuda de una cuchilla es posible ajustar el área de paso del mineral proveniente de la tolva, estableciendo así el espesor de la capa de mineral sobre el papel.

Luego, el papel tratado es sometido a interacciones con placas electrostáticas con el fin de lograr la adherencia del mineral sobre el mismo por medio de un proceso de ionización, para posteriormente trasladarlo a un horno con la finalidad de someter el material a un proceso de curado.

La siguiente etapa es llevada a cabo en el Sizer y consiste básicamente en una aplicación de un segundo adhesivo (Size) sobre el papel después del primer curado. Al salir del horno el papel sigue siendo trasladado por rodillos, los cuales además de darle continuidad al proceso, le proporcionan tensión a la



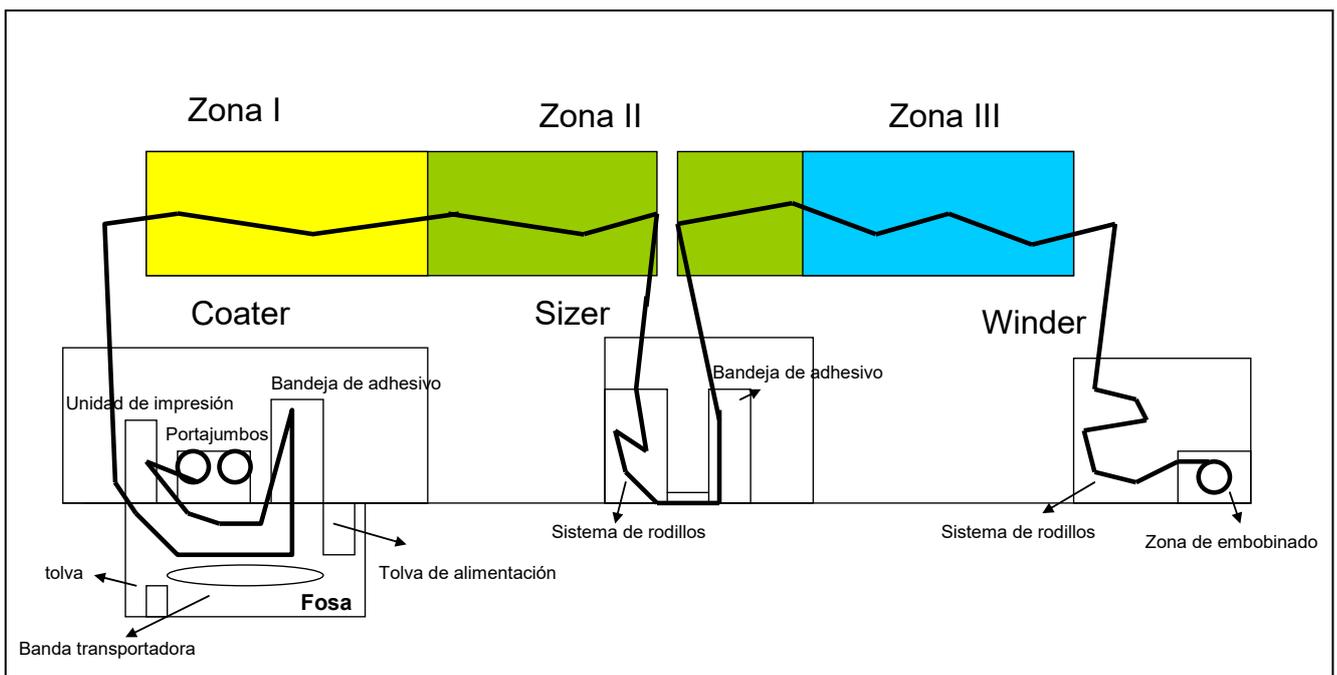
hoja; en dirección a un sistema de aplicación de adhesivo similar al del Coater, donde un rodillo de acero soporta al papel y otro sumergido en una bandeja de adhesivo, producen la transferencia del material adherente al papel. Este adhesivo tiene la finalidad de darle firmeza a la lámina.

Seguidamente el material es sometido a una siguiente etapa, la cual toma lugar en el Winder y consiste en tensar y enrollar la lámina en un core de metal para disponerla en forma de bobina o jumbo.

Después de que el material sale del Sizer éste sigue siendo trasladado por un sistema de rodillos de manera continua, los cuales son impulsados por energía hidráulica para proporcionar la fuerza de halado del papel, conduciéndolo a la zona de enrollado en un core de metal hasta formar el jumbo, para luego ser desmontado y colocado en un porta jumbo.

En la figura N° 4.1, se muestra una ilustración del funcionamiento del sistema.

Figura N° 4.1, Esquema del funcionamiento del sistema.



Fuente: 3M Manufacturera de Venezuela y elaboración propia.



4.3. DESCRIPCION DE LAS AREAS CRÍTICAS

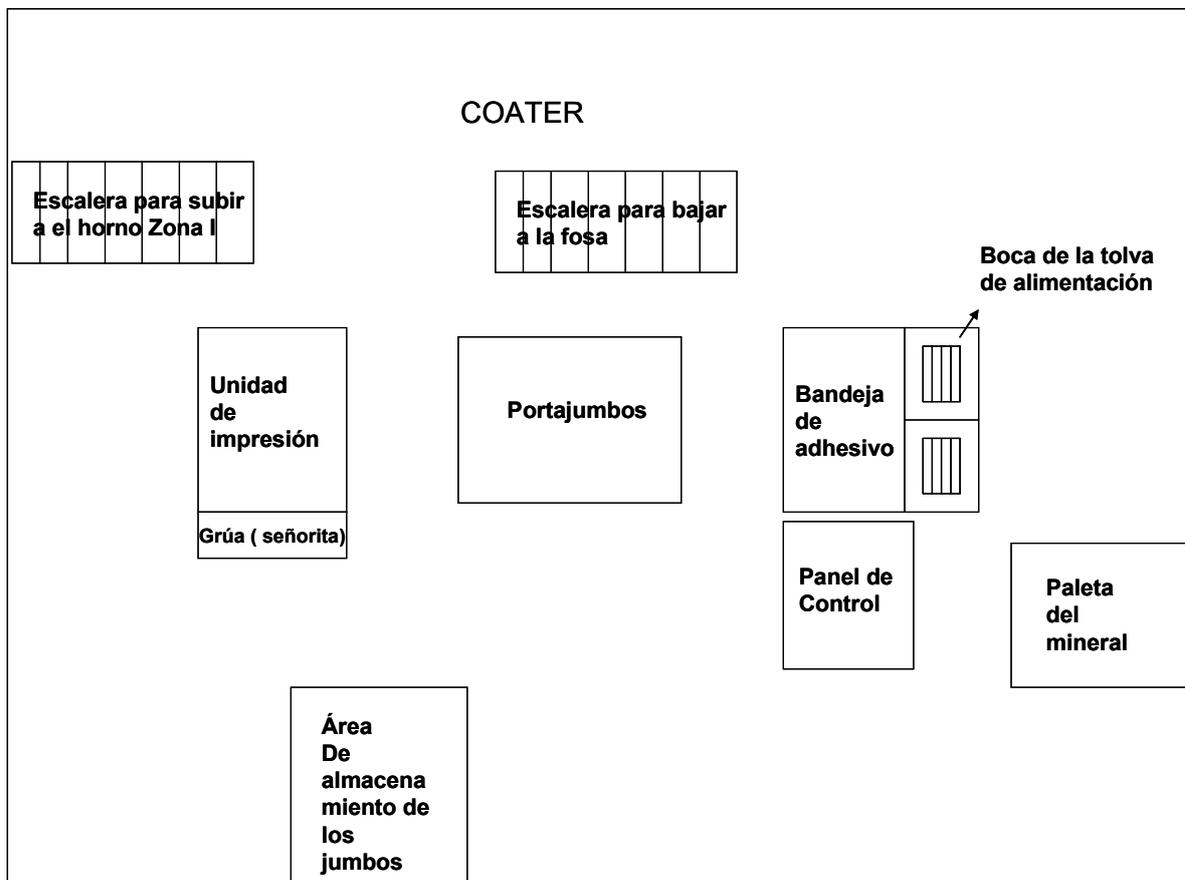
El galpón donde se encuentra la planta tiene unas dimensiones generales de 63m de largo por 60m de ancho aproximadamente.

4.3.1 Área crítica I: El Coater

Se encuentra en un área de 12,50m x 5,82m aproximadamente, dos operarios realizan las actividades en esta área. Su descripción se define a través de una sucesión estaciones de trabajo mostradas en la figura N° 4.2:

Se recomienda revisar anexo N° 3.

Figura N° 4.2, Esquema Aérea de las estaciones del Coater



Fuente: Elaboración Propia.





4.3.1.1 Estaciones del Coater

Portajumbos

Ayudados por la grúa o señorita, los operarios montan el jumbo en uno de los 2 desbobinadores, de allí se empata con una guía de tela llamada líder, la cual ayuda a pasar al papel por los rodillos a través de toda la línea.

La Unidad de Impresión

En ella se encuentra la bandeja de tinta con 1,56m de largo y 0,31m de ancho y 0,125m de alto y un rodillo de 1,46 de largo y 0,14m de diámetro. Se llevan a cabo la impresión de ciertas especificaciones, esta operación se realiza a través del cirel y una bandeja de tinta negra.

Bandeja de Adhesivo

Compuesta por el rodillo que mide 1,54m de largo y 0,3m de diámetro y una bandeja de 1,71m de largo y 0,54m de ancho y 0,19m de alto, el papel pasa en esta ocasión por un rodillo el cual se sumerge en una bandeja de adhesivo, de esta manera se impregna el papel en su totalidad. El adhesivo es indispensable para que el grano pueda adherirse al papel en la siguiente estación de trabajo, ver anexo N° 4.

La Fosa

La fosa es un área que se encuentra 3,24m bajo el nivel del piso, con dimensiones 8,00m x 4,42 m, en la fosa el papel baja a través de un sistema de rodillos y pasa por una banda transportadora donde se encuentran los granos específicos del tipo de lija deseado. Allí se ocurre un proceso de ionización magnética, que junto con el adhesivo, logran que el papel quede completamente lleno del grano. La fosa es abastecida de grano a través de una tolva que desemboca en la banda transportadora. En dicha tolva el operario debe depositar el contenido de sacos de 25 Kg. del mineral a medida que el





proceso transcurre, ver anexo N° 5 para visualización de algunos de los elementos de la fosa.

Sistema de Rodillos

Teniendo un total de 24 rodillos los cuales tienen dimensiones entre 8 y 22 cm de diámetro y 1,53 mts en promedio, en toda la línea el papel pasa por los rodillos posicionados de manera especial para lograr la tensión y presión necesaria para la aplicación de los diversos elementos que conforman el papel de lija. Específicamente luego de la fosa, el papel sube a través de rodillos a la zona I del Horno.

Zona I Horno

Esta zona se encuentra en la parte superior del área del Coater, se encuentra a una temperatura entre los 150°C y 200°C, en esta parte del horno se asegura que el adhesivo se seque completamente para así afirmar la Adhesión del grano al papel. El papel recorre esta zona del horno a través de 4 rodillos, ver anexo N° 6.

Panel de Control

Con unas dimensiones 0,86 x 0,54 x 1,92 a través del panel de control se controlan todas las operaciones de encendido, parada de área, parada de emergencia, Accionamiento de equipos, entre otros. Los operarios deben tener un buen conocimiento de las funciones de cada control del panel para poder manejar de manera óptima las estaciones de trabajo del área.

4.3.1.2 Materiales

Granos: Es un mineral (Óxido de aluminio) del cual existen 4 distintas familias de granos de lija para un total de 25 tipos de grano. Los granos se vierten en la fosa a través de una tolva para caer paulatinamente en la banda transportadora donde se adhiere al papel impregnado de adhesivo. Los granos suelen venir en presentaciones de 25 Kg.





Adhesivo Make: Es una mezcla de diversas sustancias que, ayudado por un proceso de ionización, logra que los granos se adhieran al papel. Un operario está encargado de realizar la mezcla con la anticipación necesaria para abastecer las bandejas de aplicación. Este mezclado ocurre en un tambor y es producido por un agitador eléctrico. Los diversos tipos de adhesivo son: Resina Epoxy der, Unirez 2145 y Xylol.

Jumbo: Rollo de papel especial de dimensiones 1,4m de ancho y sus diámetros varían de 0,70 a 0,85 m de diámetro, que constituye aproximadamente 80000,00 mts² de papel a ser desbobinados destinado a las diferentes etapas del proceso de la lija.

Tartan TAPE: Es una cinta plástica de color amarillento, de 0,15m de ancho, la cual se utiliza para recubrir los extremos de los rodillos de manera que no se le adhiera el adhesivo o el adhesivo con la resina que pasa por ellos, ver anexo N° 7.

Mylar TAPE: Es una cinta siliconada de color azul transparente de 0,15m de ancho, que se utiliza para recubrir los rodillos y que gracias a su recubrimiento, logra evitar cualquier adhesión de la mezcla del grano con el adhesivo, ver anexo N° 10.

Tirro (masking tape): Cinta adhesiva que sigue diversos usos en el área, tales como empatao del papel en caso de un reventón, colocación de papel en los rodillos para evitar la desalineación, entre otros.

Cinta Plástica: Cuando se realiza un cambio de grano y se prepara el cirel para cambiar las especificaciones que se van a imprimir en el papel, se usa la cinta plástica para pegar los números de corrida nuevos en la plantilla del mencionado cirel.

Adhesivo fast-bond: Pegamento de color azul que es utilizado para realizar los empates en caso de que suceda una ruptura inesperada del material.





Tinta: Es una tinta negra a base de agua la cual se utiliza para imprimir el logotipo, tipo de papel, el código barra, el año y número de corrida en la parte posterior del papel de lija a través del cirel.

Solvente: Se utiliza para limpiar el rodillo donde se aplica el adhesivo en caso de que se vaya a realizar una parada prolongada.

4.3.1.3 Maquinarias y Equipos

Sistema de rodillos: Guía el papel proveniente del jumbo a las distintas estaciones que debe concurrir para la elaboración del papel de lija. Los rodillos del área oscilan entre los 1,46m y 1,54m de largo, y un diámetro entre 0,14m y 0,30m.

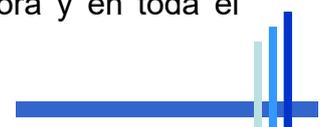
Cirel (portacliché): Es una lamina de silicón que se encuentra adherida alrededor del rodillo en la unidad de impresión, para imprimir en el papel el logo de la empresa, el número de la corrida y el número de grano, ver anexo N° 9.

Banda transportadora: Tiene un largo de 2,20 metros y 1,47 metros de ancho. Esta banda se encuentra en la fosa, se ocupa de transportar los granos para que se adhieran al papel a través del proceso de ionización.

Tolva de Alimentación: Con dimensiones 1,24 x 1,58 su función es la de almacenar el grano y verterlo de manera gradual a banda transportadora que se encuentra en a fosa.

Tolva de recolección: Donde caen los granos sobrantes que se desbordan de la banda transportadora. Sus dimensiones son 1,41m de profundidad y un ancho de 1,58m

Compresor de Aire: Con una manguera de aire, los operarios limpian los restos de granos en los diversos rodillos, banda transportadora y en toda el





área en general. El compresor surte el aire a la manguera para dicha operación.

Grúa o señorita: De largo 1,75 mts, los cambios de Jumbo y Cyrel que se llevan a cabo cuando hay cambio de grano o cuando se acaba un jumbo, se realizan a través de una señorita.

Montacargas Manual (Zorra): Es utilizado para cargar las paletas de sacos de grano (aproximadamente 40 sacos de 25 Kg cada uno) y transportarla a la tolva de la fosa.

4.3.1.4 Herramientas

Paleta de plástico: Cuando se realiza un empate se deben unir las partes donde ocurre la ruptura, para esto se aplica un pegamento especial con unas paletas de plástico para que su esparcimiento sea uniforme.

Pala Larga: de 2m de largo, esta pala de hierro es utilizada para ayudar a deslizar el grano a través de la tolva que surte a la banda transportadora en la fosa.

Portacuchillas: Cada operario lleva siempre consigo una portacuchilla o “exacto” los cuales utilizan para hacer diversos cortes en la lamina de papel, cintas adhesivas, entre otros.

Trapo de tela: Es utilizado primordialmente para aplicar solvente en los rodillos de aplicación de adhesivo de manera de poder remover los excesos de pegamento que quedan en la superficie de dichos rodillos.

Escoba: Con la escoba se barre el remanente de granos que quedan fuera de la zona de carga de grano a la tolva.





Escoba sin mango: Se utiliza para limpiar la tolva donde caen los granos de recolección de la banda transportadora, así como las compuertas del horno, ver anexo N° 11.

Paila: Con dimensiones 0,38 mts de diámetro y 0,42 mts de alto, sirve para recolectar el polvo o mineral (grano) encontrado sobre la superficie del área. También se utilizan para depositar el adhesivo en las bandejas de adhesivo de los rodillos.

Llave de tubo o Allen: Sirven para alinear los rodillos manualmente y para desmontarlos.

Plancha domestica: Es utilizada en un empate para planchar la lamina de papel sobre el líder o el otro extremo del papel y hacer la función del adhesivo fast-bond efectiva.

4.3.2 Área crítica II: El Sizer

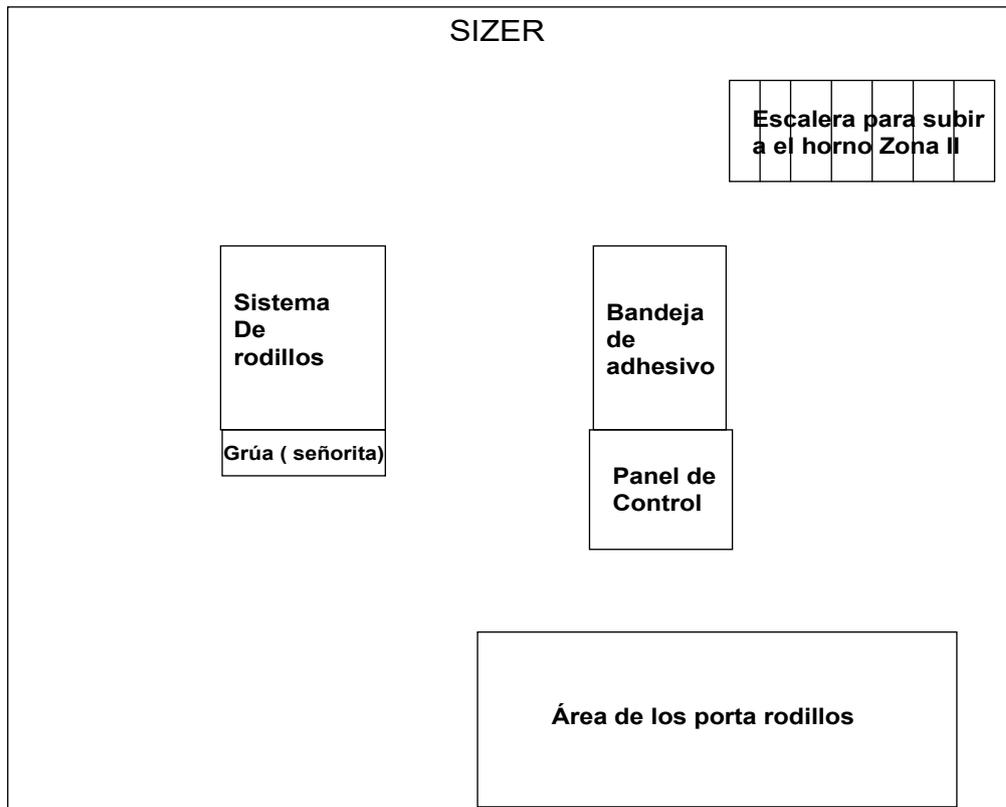
Esta área tiene una dimensión de 6,95m x 5,82m, un operarios lleva a cabo las actividades en esta área. Una vez terminado el proceso en el Coater y que la lija pasa por la Zona I del horno, llega al área del Sizer donde pasa por tres estaciones de trabajo: Luego pasa a la segunda etapa del Horno para luego ir al área del Winder.

El Sizer está conformado por las siguientes estaciones de trabajo mostrado en el esquema aéreo de la figura N° 4.3:

Ver anexo N° 12 para visualizar ciertos elementos del Sizer.



Figura N° 4.3, Esquema Aéreo del Sizer.



Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2.1 Estaciones del Sizer

Sistema de Rodillo

El sistema de rodillo, compuesto por 6 rodillos en la parte inferior del área y 2 en su parte superior para un total de 8, que existen en el área del Sizer hacen bajar el papel hasta la estación de adhesivo y luego vuelve a subirlo, pero esta vez a la zona II del horno.

Bandeja de Adhesivo

De la misma manera que la bandeja de adhesivo del área del Coater el papel pasa por un rodillo el cual se sumerge en una bandeja de adhesivo. En esta ocasión se le aplica el adhesivo como una capa que recubre al grano ya adherido al papel. Sus dimensiones son de 1,54m x 0,53m.





Zona II del Horno

Una vez más el horno trabaja como afirmante del adhesivo para asegurar una compenetración total del grano al papel. Tiene 4 rodillos por lo que pasa el papel para ser tensado mientras recorre dicha zona del horno.

Panel de Control

A través del panel de control se controlan todas las operaciones de encendido, parada de área, parada de emergencia, Accionamiento de equipos, la altura del rodillo de la bandeja de adhesivo. Los operarios deben tener un buen conocimiento de las funciones de cada control del panel para poder manejar de manera optima las estaciones de trabajo del área.

4.3.2.2 Materiales

Adhesivo Size: Es una mezcla de diversas sustancias que, en esta ocasión, reafirmar la adhesión de los granos en el papel. Un operario está encargado de realizar la mezcla con la anticipación necesaria para abastecer las bandejas de aplicación. Los diversos tipos de adhesivo son: Resina Epoxy der, Unirez 2145 y Xylol. Éste mezclado ocurre en un tambor y es producido por un agitador eléctrico.

Mylar TAPE: Es una cinta siliconada de color azul transparente de 0,15m de ancho, que se utiliza para recubrir los rodillos y que gracias a su propiedad siliconada, logra evitar cualquier adhesión de la mezcla de adhesivo y grano al rodillo.

Tartan TAPE: Es una cinta plástica de color amarillento, de 15 cm de ancho, la cual se utiliza para recubrir los extremos de los rodillos de manera que no se le adhiera el adhesivo que pasa por ellos.





Tirro: Cinta adhesiva que sigue diversos usos en el área, tales como empinado del papel en caso de un reventón, colocación de papel en los rodillos para evitar la desalineación, entre otros.

Solvente: Se utiliza para limpiar el rodillo donde se aplica el adhesivo en caso de que se vaya a realizar una parada prolongada.

4.3.2.3 Maquinarias y Equipos

Sistema de rodillos: Guía el papel proveniente del jumbo a las distintas estaciones que debe concurrir para la elaboración del papel de lija. Los rodillos presentan dimensiones entre los 0,29m y 0,75m de diámetro y un largo promedio de 1,52m.

Grúa o señorita: Los cambios de rodillos que se llevan a cabo cuando hay cambio de familia de grano, se realizan a través de una señorita ya que los rodillos pesan mucho para hacer el proceso manualmente. El largo de su brazo principal es de 1,74m, ver anexo N° 13.

4.3.2.4 Herramientas

Paleta de plástico: Cuando ocurre una ruptura de papel se deben unir las partes donde ocurre la ruptura, para esto se aplica un pegamento especial con unas paletas de plástico para que su esparcimiento sea uniforme.

Portacuchillas: Cada operario lleva siempre consigo una portacuchilla o “exacto” los cuales utilizan para hacer diversos cortes en la lamina de papel, cintas adhesivas, entre otros.

Trapo de tela: Es utilizado primordialmente para aplicar solvente en los rodillos de aplicación de adhesivo de manera de poder remover los excesos de pegamento que quedan en la superficie de dichos rodillos.



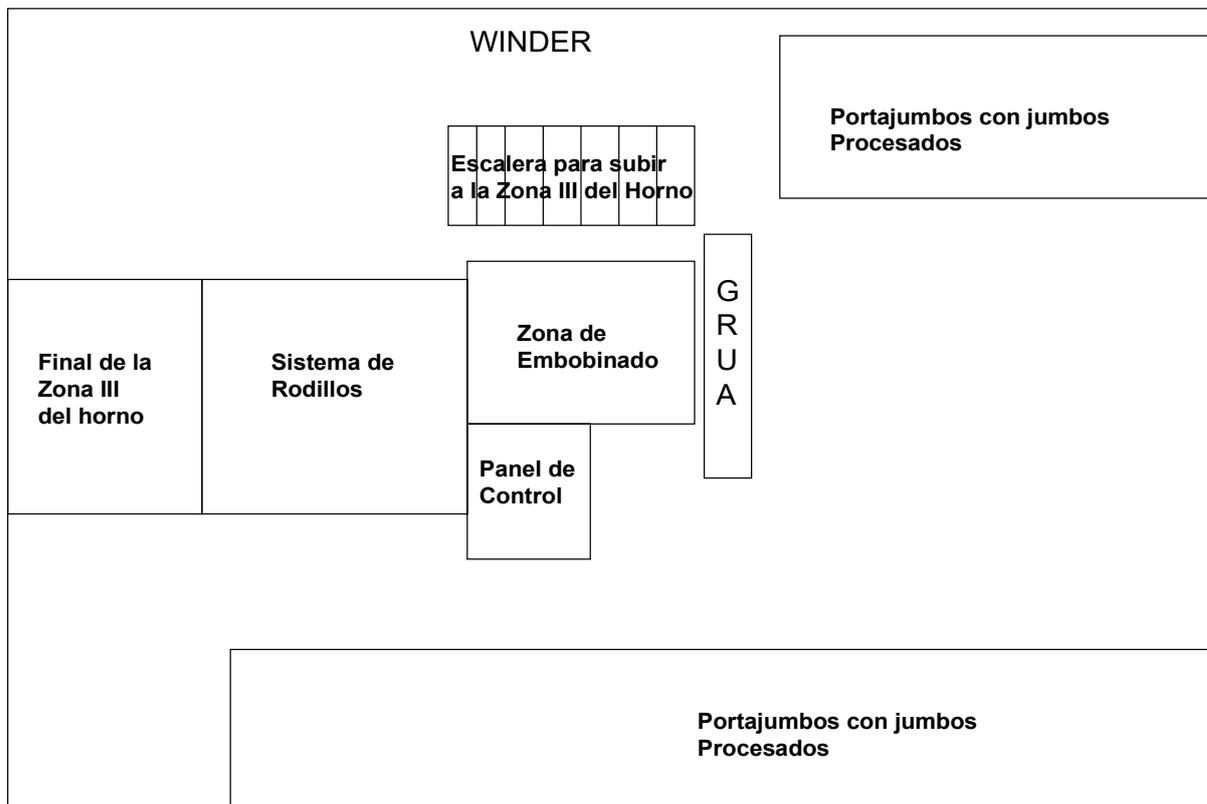


Paila: Se utilizan para depositar el adhesivo en las bandejas de adhesivo de los rodillos.

4.3.3 Área crítica III: El Winder

Esta área tiene una dimensión de 12,13m por 5,82 ,dos operarios llevan a cabo las actividades en esta área. Sus estaciones de trabajo se muestran en la figura N° 4.4:

Figura N° 4.4, Esquema Aéreo del Winder



Fuente: Elaboración Propia.

4.3.3.1 Estaciones del Winder

Zona III del horno

Después de que el material sale del Sizer está sigue siendo trasladado por un sistema de rodillos de manera continua, a través de la zona II del horno





y consecutivamente a la zona III, ambas zonas del horno sirven para afirmar el adhesivo para asegurar una compenetración total del grano al papel. En la zona III del horno hay una cantidad total de 14 rodillos que aseguran que el papel realice el recorrido sin inconvenientes.

Sistema de rodillos

Luego de salir del horno el papel pasa a otro rodillo utilizado para graduar y aumentar la tensión de la lámina. Luego, el material es conducido por otro conjunto de rodillos, de diámetros entre los 0,13m hasta los 0,64m y un largo de 153 aproximadamente, que contribuyen con al tensado el papel.

Zona de Embobinado del Jumbo

Es la última estación del Winder, donde la lámina de papel se jala a través del sistema hasta llegar al core de metal donde es embobinado para formar el jumbo, que luego es desmontado y colocado en un portajumbo.

Panel de Control

A través del panel de control se controlan todas las operaciones de encendido, parada de área, parada de emergencia, Accionamiento de equipos, el embobinado en el core, entre otros. Los operarios deben tener un buen conocimiento de las funciones de cada control del panel para poder manejar de manera óptima las estaciones de trabajo del área.

4.3.3.2 Materiales

Tirro: Cinta adhesiva que sigue diversos usos en el área, tales como empatado del papel en caso de un reventón, colocación de papel en los rodillos para evitar la desalineación, entre otros.

Mylar TAPE: Es una cinta siliconada de color azul transparente de 0,15m de ancho, que se utiliza para recubrir los rodillos y que gracias a su propiedad siliconada, logra evitar cualquier adhesión de la mezcla de adhesivo y grano al rodillo.





Tartan TAPE: Es una cinta plástica de color amarillento, de 0,15m de ancho, la cual se utiliza para recubrir los extremos de los rodillos de manera que no se le adhiera el adhesivo que pasa por ellos.

4.3.3.3 Maquinarias y Equipos

Core: Mide 1,2m de ancho y 0,2m de diámetro, este rodillo es en donde es embobinado y almacenado el jumbo una vez recorrido el proceso, en ocasiones ocurren paradas en la línea por no tener disponibles los cores.

Barra: Es utilizada para atravesar el core y poderlo montar en el embobinador.

Grúa o señorita: Mide a lo largo de 1.75m Los cambios de rodillos que se llevan a cabo cuando hay cambio macro o limpieza, se realizan a través de una señorita ya que los rodillos pesan mucho para hacer el proceso manualmente.

Montacargas Manual (Zorra): Es utilizado para cargar los jumbos de papel de lija o de líder (tela que funciona como guía del papel para pasar por el sistema de rodillos de la línea).

4.3.3.4 Herramientas

Paleta de plástico: Cuando ocurre una ruptura del material se deben unir las partes donde ocurre la ruptura, para esto se aplica un pegamento especial con unas paletas de plástico para que su esparcimiento sea uniforme.

Portacuchillas: Cada operario lleva siempre consigo una portacuchilla o “exacto” los cuales utilizan para hacer diversos cortes en la lamina de papel, cintas adhesivas, entre otros.

Cuchilla: Como un tipo de espátula mide 0,16m de largo, alargada es utilizada para limpiar los extremos de los rodillos de las protuberancias que se forman.





4.3.4 Equipos de Protección Personal de Todas las Áreas.

3M manufacturera tiene como política la utilización de ciertos equipos de seguridad para lograr una mayor seguridad y otorgar una protección personal a los trabajadores al momento de realizar las operaciones toda la línea del TAM:

Calzado de seguridad: Se usan para proteger los pies de los trabajadores cuando se trabaja con herramientas o materiales pesados, en caso de que éstos puedan caer al suelo y causar algún accidente o lesión.

Lentes de seguridad: Protegen los ojos de los trabajadores en caso de que ciertas partículas salgan inesperadamente cuando se realizan las operaciones y los lesionen.

Protector auditivo: Se usa para filtrar la cantidad de ruido existente en el área y de esta forma evitar posibles lesiones auditivas.

Gautes industriales de tela código 057: Son utilizados por los operarios cuando necesitan manipular materiales o partes de los equipos que se encuentren a altas temperaturas o sean materiales filosos o ásperos y de esta forma evitar quemaduras, cortadora o lesiones.

Gautes de goma Butílica: Son indispensables cuando se trabaje con algunos líquidos corrosivos como tintas o solventes.

Mascarilla contra vapores orgánicos (8210, 6000, 6001 de 3M): Se utiliza principalmente en las actividades que ameritan que el operario baje a la fosa, por ejemplo los cambios de grano, es decir de tipo de lija, o en la limpieza de la misma. Con la máscara se logra evitar la contaminación por parte del oxido de aluminio (grano de lija). También se suele utilizar la mascara en las ocasiones que se trabaja con solvente.





CAPITULO V

5.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La productividad de la línea del TAM de la empresa 3M Manufacturera Venezuela se ha visto afectada por diversas causas, las cuales se identifican en este capítulo. Ésta tarea se lleva a cabo a través de diversos métodos y herramientas.

Cabe destacar que a pesar de que durante el desarrollo del análisis se definen ciertas áreas críticas que requieren mayor atención, se desarrollan propuestas de mejoras que influyen a toda la línea por lo que se refleja toda la información recolectada durante el desarrollo del estudio.

5.2. Análisis de las paradas programadas

Para el análisis de las paradas programadas se aplica tanto la primera como la segunda etapa del SMED, que tal como se explico en el capitulo III se refieren a la recolección de la información y separación de las actividades internas de las externas.

La primera etapa se realiza a partir de la descripción presentada en el capitulo IV, vaciada en unos formatos, donde se refleja la actividad, la descripción, el tiempo que lleva la actividad, las herramientas y/o equipos utilizados, la frecuencia con que se efectúa, el numero de operarios que la realizan y una casilla con observaciones para que el analista coloque situaciones que a su juicio o por parte del trabajador sean de relevancia.

A continuación en la tabla N° 5.1 se describen los elementos del formato diseñado para recoger la información.





Tabla N° 5.1, Formato de recolección de la Información

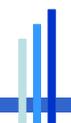
Área de Trabajo: <u>Área que se esta estudiando</u>		Tipo de Actividad: Operación en estudio del area(arranque, cambio,etc.)				
Estación	Actividad	Descripción	Tmpo (min)	Herramientas y equipos	Op	Observación
Parte de el area donde se ejecuta la actividad.	Nombre de las actividades realizadas durante la operación.	Detalles de reelevantes de la actividad.	Duracion en minutos de la actividad.	Implementos utilizados para su ejecución.	Cantidad de operarios que realizan la actividad.	Situaciones irregulares que registra el analista.

Fuente: Elaboración Propia.

Los tiempos de las actividades, en su mayoría fueron recolectados de forma directa por parte de los autores y también se contó con el soporte del departamento de producción del área de ABRASIVOS, el cual suministró parte de los estimados en las diferentes áreas y operaciones de la línea del TAM. En el presente trabajo no fue realizado un estudio exhaustivo de tiempo debido a los métodos desorganizados y/o no estandarizados de trabajo empleados en las áreas por lo que se presentan sólo estimados.

La información se presenta en la segunda etapa del SMED. Para esta etapa se enseñan los procedimientos de cada una de las operaciones; aunado a esto se muestran los mismos formatos que se utilizaron para la recolección de la información, con la diferencia de que se les agrega una casilla para determinar que tipo de actividad representan, seguidamente se realiza un análisis a aquellos sistemas y actividades críticas que serán determinadas con base en el tiempo empleado en ellas. Para el análisis se emplean las herramientas de la ingeniería industrial como son el diagrama de Pareto, el diagrama de Ishikawa y los 5 por que's.

Antes de visualizar la descripción y los formatos, se elabora un gráfico para revisar aquellas áreas que tengan el mayor tiempo o posean la mayor carga de responsabilidades para cada una de las operaciones analizadas.

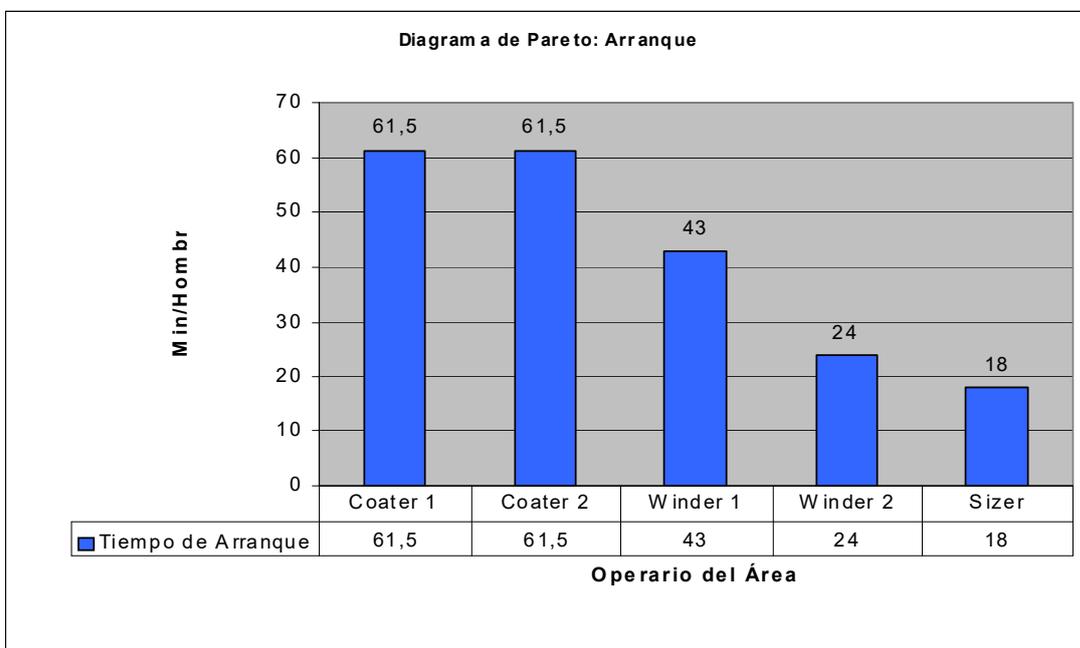




5.2.1 Operación de Arranque en la línea del TAM

A continuación se muestra en el gráfico N° 5.1, las áreas con sus respectivos tiempos invertidos por operario.

Figura 5.1, Diagrama de Pareto del arranque con el tiempo invertido por cada operario en sus actividades



Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

Análisis

Como se muestra en el gráfico, se observa una desproporción entre la repartición de las cargas del trabajo en la línea, mostrando como críticas las áreas del Coater y el Winder. Por ello se procede a trabajar en dichas áreas que requieren la mayor atención





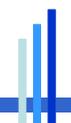
5.2.1.1 Arranque en el Coater

Procedimiento de arranque en el Coater

El procedimiento empieza con la preparación de la fosa, donde se limpia la banda transportadora con el compresor que se encuentra en la misma, removiendo cualquier grano restante; se calibran las cuchillas para determinar la salida del grano (o salida del mineral) a la banda transportadora, luego se ajusta la velocidad de la banda, se sueltan las bandas protectoras de la tolva alimentadora para sacar el resto de los granos que finalmente caen en el piso. Se colocan protectores (llamados “bombis” por los operarios); esta actividad puede consistir en 2 cosas, ya sea colocar un papel con tirro en cada extremo de un rodillo o cubrir dicho extremo con cinta tartan, esto para evitar que el rodillo se impregne de adhesivo o de adhesivo con mineral; los bombis se ponen en 3 de los rodillos en la fosa, 4 en la estación de adhesivo y finalmente en 1 rodillo en la entrada del horno Zona I; en total son 16 bombis ya que son 2 por cada rodillo. Se traslada la paleta del mineral con el montacargas (“zorra”) hacia los alrededores de la tolva de alimentación y se vacían los sacos de 25 Kg en la misma.

En la bandeja de adhesivo, se lija el rodillo para eliminar posibles grumos de adhesivos que queden presentes y puedan causar un desperfecto en la lámina de papel; en la bandeja de adhesivo se cambia el papel del piso y se pega con tirro uno nuevo a lo largo del mismo, esto para no manchar el piso. Luego se realiza el vaciado del adhesivo Make en la bandeja. En la unidad de impresión, se monta con la grúa el rodillo con el cirel correspondiente a la corrida, para ajustarlo y así verter la tinta en la bandeja.

Para el montaje del jumbo se verifica la disposición y buen estado de la materia prima y además se chequea que el mismo tenga buena presencia. Seguidamente se remueve la envoltura del jumbo con una cuchilla





cuidadosamente de forma tal de no romperlo. Posteriormente la barra de sujeción es cargada por dos operarios y es introducida a través del core de cartón que contiene el centro del jumbo; después se le coloca la copa y la tuerca a uno de los extremos para luego trasladar el jumbo con una grúa (señorita) hasta el soporte vacío en la zona de desenrollado (hay 2 soportes), entonces se le baja el acople y se colocan las guardas de seguridad, se le alinea la bobina de papel nueva con la que se está corriendo, además se regula el sistema de frenos de acuerdo a lo que dicta el estándar y se realiza el empate que consiste en unir los dos extremos del papel con el líder, colocándole el adhesivo fast-bond y pasándole una plancha caliente para hacer efectivo la adhesión, luego se le coloca mylar tape a lo largo de la lija y 2 tiras de tirro perpendicular a la cinta mylar para asegurarla, el empate es realizado para que el líder guíe el papel por medio de todo el sistema hasta llegar al Winder.

En la tabla N° 5.2, se reflejan todas las actividades realizadas en el Coater y la separación de internas y externas vale acotar que el orden en la tabla no tiene relevancia alguna.

Tabla 5.2, Actividades de arranque en el Coater.

Área de Trabajo: <u>Coater</u>		Tipo de Actividad: Arranque.						
Equipo	Actividad	Descripción	Tmpo (min)	Herramienta y/o Equipo	Op	Frec (veces)	Observaciones	Interna / Externa
FOSA	Preparación de la fosa	Se limpia y calibra la cuchilla, se ajusta la velocidad de la banda.	4	Escoba	2	1 por Corrida	Todos los granos restantes caen en el piso.	INTERNA
	Limpieza de la tolva de alimentación	Se quitan las bandas protectoras y caen los granos restantes.	0,5	Parte de una escoba	1	En Cada cambio de corrida	N/A	INTERNA
	Limpieza de la banda transportadora	Con el compresor se limpia la banda transportadora	0,5	Compresor	1	1 por turno	N/A	INTERNA
	Remoción de los bombis	Se quitan los bombis de ambos extremos de los 3 rodillos	3	Portacuchillas	2	1 por turno	N/A	INTERNA
	Colocación de nuevos los bombis	Se colocan los bombis a los extremos de los 3 rodillos	5	Portacuchillas	2	1 por turno	Esta operación se realiza para que no impregne el rodillo de adhesivo y mineral.	INTERNA

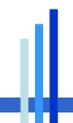




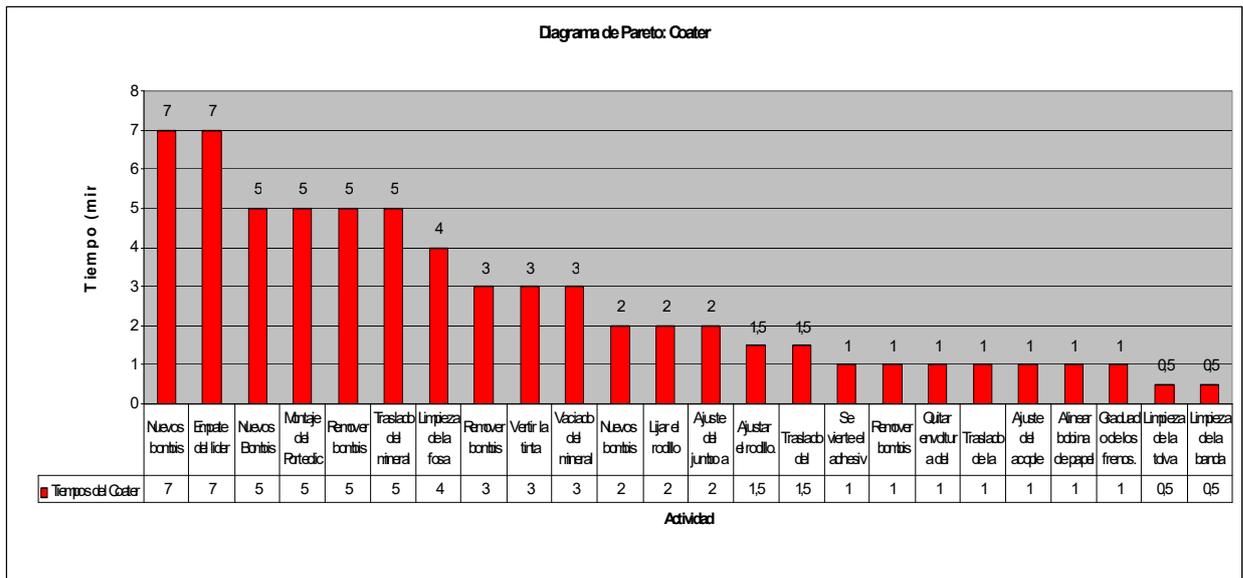
Tabla N° 5.2 (cont.)

Equipo	Actividad	Descripción	Tmpo (min)	Herramienta y/o Equipo	Op	Frec (veces)	Observaciones	Interna / Externa
UNIDAD DE IMPRESIÓN	Montaje del rodillo con el cirel nuevo a la imprenta.	Se traslada el rodillo con el cirel nuevo con la ayuda de la grúa.	5	Grúa	2	1 Por Corrida.	N/A	INTERNA
	Ajuste el rodillo.	Se colocan los tornillos para fijar el rodillo de la estación y bajar la guarda de seguridad.	1,5	N/A	1	1 por corrida.	N/A	INTERNA
	Vertido de la tinta en la bandeja.	Se agrega la tinta de la bandeja de la imprenta y se baja la tapa.	3	Paila	1	2 veces por turno	El operario carga manualmente la paila con la tinta que pesa aprox 18 kg.	INTERNA
BANDEJA DE ADHESIVO	Remoción los bombis	Se quitan los bombis de ambos extremos de los 4 rodillos	5	Portacuchillas	2	1 por turno	N/A	INTERNA
	Colocación de nuevos bombis	Se colocan los bombis a los extremos de los 4 rodillos	7	Portacuchillas	2	1 por turno	N/A	INTERNA
	Lijado del rodillo	Se lija para eliminar impurezas dejadas por el adhesivo en el rodillo.	2	Lija 120 o 180	1	1 por turno	N/A	INTERNA
	Vertido del adhesivo	Se vierte el adhesivo en la paila para luego llevarlo a la bandeja.	1	Paila	1	8 veces por turno	El operario carga manualmente la paila con el adhesivo que pesa aprox 18 kg.	INTERNA
OTRO	Traslado del mineral hacia los alrededores de la tolva.	Se lleva el mineral hasta la tolva.	5	Montacargas	1	En caso de que el montacargista no despache el material area.	N/A	INTERNA
	Vertido del mineral en la tolva de alimentación.	Se verifican que las especificaciones del mineral sean correctas.	3	Portacuchillas	2	En Cada cambio de grano agachado con la cuchilla para que caiga sobre la rendija que esta sobre la tolva y regandose un poco en el piso.	Actividad disergonomica que realiza el operario, cargando el saco que pesa 25 kg y cortandolo	INTERNA
	Remoción del bombi de la entrada al horno	Se quitan los bombis de ambos extremos de los 1 rodillos	1	Portacuchillas	2	1 vez al dia	N/A	INTERNA
	Colocación del nuevo bombi en la entrada del horno	Se colocan los bombis a los extremos de los 1 rodillos	2	Portacuchillas	2	1 vez al dia	N/A	INTERNA
	Cambio del papel del piso.	Se bota el anterior y se coloca un nuevo papel a lo largo del piso adheriendolo con masking tape, esto para no manchar el piso.	4	Portacuchillas	1	1 vez al dia	N/A	INTERNA
	Remover envoltura del jumbo.	Se retira la envoltura del papel con la ayuda de una cuchilla minuciosamente evitando que el papel se rompa	1	Portacuchillas	2	3 veces por turno	N/A	INTERNA
	Traslado de la barra de sujeción.	Se traslada la barra de sujeción hasta la bobina de papel e introducirla en el core de cartón de la misma.	1	Grúa	2	3 veces por turno	N/A	INTERNA
	Ajuste del jumbo a la barra.	Se coloca la copa y la tuerca al extremo de la barra de sujecion.	2	N/A	2	3 veces por turno	N/A	INTERNA
	Traslado del conjunto a la zona de desenrollado.	Se traslada con la grúa la bobina hasta uno de los soportes de la zona de desenrollado.	1,5	Grúa	2	3 veces por turno	N/A	INTERNA
	Ajuste del acople de la barra.	Bajar el acople y colocar las guardas de seguridad.	1	N/A	2	3 veces por turno	N/A	INTERNA
	Empate del papel con el lider	Con masking tape, adhesivo fast-bond y mylar tape, se realiza el empate del papel.	7	Portacuchillas, plancha, paleta de plastico	2	Cada vez que se corre un nuevo jumbo, aprox 4 veces por turno.	Actividad disergonomica realizada en el suelo por parte de los operarios con herramientas inadecuadas	INTERNA
	Alineación de la bobina de papel.	Se alinean la bobina de papel con la que se está corriendo.	1	Panel de Control	1	3 veces por turno	N/A	INTERNA
	Graduado de los frenos.	Se regula el sistema de frenos de acuerdo a lo que establece el estándar.	1	Panel de Control	1	3 veces por turno	N/A	INTERNA
	TOTAL TIEMPO EN INTERNAS							



Se elabora un diagrama de Pareto para determinar el impacto de aquellas actividades críticas.

Figura N° 5.2, Diagrama de Pareto del arranque en el Coater



Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

Análisis

Analizando el gráfico, se puede apreciar que las actividades que mas se tardan son la colocación de los protectores o bombis en la bandeja de adhesivo y la actividad de empate, sin embargo se observa un patrón en el gráfico y es la operación con los bombis que al parecer es la que más afecta al sistema en el arranque.





5.2.1.2. Arranque en el Sizer

A pesar de que el Sizer no se toma como área crítica, se muestra su información que en próximos capítulos del estudio será utilizada para complementar y proponer mejoras dirigidas a todo el sistema.

Procedimiento de arranque del Sizer

En el Sizer las actividades las realiza un solo operario, se cortan los pedazos de papel del jumbo, necesario para recubrir el área del piso de la estación de adhesivo, se coloca el papel sobre la superficie y se asegura con tirro, esto para evitar que el adhesivo haga contacto directo con el suelo al momento de ser vertido en la bandeja. También se debe colocar los protectores o bombis en los extremos de los rodillos del horno, se colocan en el rodillo de la salida de la zona II al Sizer y en el rodillo de entrada de vuelta de la lija a la zona II del horno, en cada rodillo van 2 bombis, uno en cada extremo. Luego se debe lijar la bandeja de adhesivo junto con el rodillo aplicador de adhesivo para quitarle las partículas del mineral acumuladas. Sigue verter el adhesivo Size en la bandeja, el cual es preparado por un operario de la línea, Luego de que el glueman prepara el adhesivo se llena la bandeja con este.

En la tabla N° 5.3, se muestran las actividades realizadas en el Sizer con sus respectivos tiempos.





Tabla N° 5.3, Actividades de arranque en el Sizer

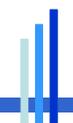
Área de Trabajo: _____Sizer_____		Tipo de Actividad: Arranque						
Equipo	Actividad	Descripción	Tmpo (min)	Herramienta o Equipo	Op	Frec	Observaciones	Interna / Externa
BANDEJA DE ADHESIVO	Lijado el rodillo	Se lija el rodillo para eliminar las partículas de mineral que puedan quedar adheridas a este.	3	Lija 80 o 120	1	2 veces al día	N/A	INTERNA
	Lijado de la bandeja de adhesivo.	Se lija la bandeja para eliminar las partículas de mineral restantes que contiene el adhesivo.	3	Lija 80 o 120	1	2 veces al día	N/A	INTERNA
	Colocación de nuevos los bombis	Se colocan los bombis a los extremos de los 2 rodillos que se encuentran en la entrada al Sizer y en la salida del mismo.	3	Portacuchillas	1	1 vez al día	N/A	INTERNA
	Llenado de la bandeja de adhesivo.	Se vierte primero en el pipote y luego se vierte en la paila para depositarlo en la bandeja.	2	Paila	1	8 veces por turno	El operario carga manualmente la paila con el adhesivo que pesa aprox 18 kg.	INTERNA
OTRO	Remoción de los bombis	Se quitan los bombis de ambos extremos de los 2 rodillos que se encuentran en la entrada al Sizer y en la salida del mismo.	2	Portacuchillas	1	1 vez al día	N/A	INTERNA
	Cambio del papel del piso	Se bota el anterior y se coloca un nuevo papel a lo largo del piso adheriéndolo con masking tape, esto para no manchar el piso.	5	Portacuchillas	1	1 vez al día	Utiliza masking tape para pegarlo al piso.	INTERNA
TOTAL TIEMPO EN INTERNAS								18

5.2.1.3. Arranque en el Winder

Procedimiento en el Winder

Las actividades de arranque son realizadas por dos operarios, Uno de los operarios del Winder se ocupa de la única actividad de arranque del horno, la cual consiste en limpiar las protuberancias que se forman en los rodillos de la zona II y III del horno, causadas por la mezcla del adhesivo resina y el mineral, el cual se va corriendo hacia los lados de los rodillos y forman dichas protuberancias. Se remueven los bombis de los 4 rodillos del sistema en el Winder, para colocar unos nuevos.

Se monta con la grúa el jumbo terminado en portajubmos, luego se introduce la barra en el core para ajustarlo correctamente y se introduce el core junto a la barra en el embobinador, se le baja el acople y se colocan las guardas de seguridad; una vez montado se activan los dispositivos del panel de control

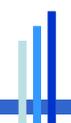




para el arranque del equipo, sigue asegurarse de haber cumplido con los pasos previos antes de presionar el botón de arranque del Winder para comenzar el funcionamiento de la maquinaria del área, se lleva a cabo girando la perilla en forma de timón, ésta se ubica en la pestaña derecha del panel de control, luego se pone en marcha la barra de enrollado hasta que el líder atraviesa todo el sistema, una en funcionamiento el sistema se va graduando la presión de enrollado del papel, girando la perilla ubicada en el panel de control. En la tabla N° 5.4 las actividades internas y externas del winder.

Tabla N° 5.4, Actividades del arranque en el winder.

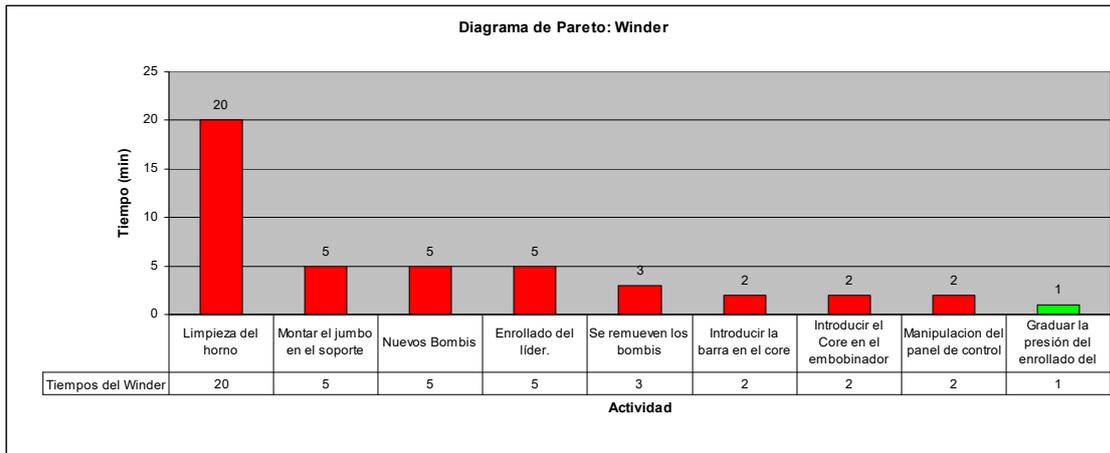
Área de Trabajo: <u>Winder</u>		Tipo de Actividad: Arranque						
Equipo	Actividad	Descripción	Tmpo (min)	Herramienta o Equipo	Op	Frec	Observaciones	Interna / Externa
ZONA II Y ZONA III DEL HORNO	Eliminación de los excesos de mineral o adhesivo depositados en los rodillos de los hornos.	Con una cuchilla se elimina las impurezas de la superficie de los 20 rodillos que se forman a los extremos de este.	20	Cuchilla	1	Mayor concurrencia con los granos gruesos	La operación se realiza con una especie de cuchilla que lleva un cinta plastica alrededor del mango y la realiza el operario del Winder.	INTERNA
SISTEMA DE RODILLOS Y ZONA DE EMBOBINADO	Montaje del jumbo del embobinado final sobre el soporte.	Con una grua se coloca el jumbo en el soporte para luego ser enviado a producto terminado.	5	Grua, Portacuchillas	2	Al terminar una corrida	N/A	INTERNA
	Colocación de nuevos los bombis	Se colocan los bombis a los extremos de los 4 rodillos	5	Portacuchillas	2	1 por turno (Granos Gruesos) / cada 3 días (Granos finos).	Esta operación se realiza para que no impregne el rodillo de adhesivo y mineral.	INTERNA
	Remoción de los bombis	Se quitan los bombis de ambos extremos de los 4 rodillos	3	Portacuchillas	2	1 por turno (Granos Gruesos) / cada 3 días (Granos finos).	N/A	INTERNA
	Introducción la barra en el core	Se traslada la barra hasta la zona en donde están los jumbo y se introduce el Core.	2	Barra y Core	2	Cada cambio de corrida	N/A	INTERNA
	Introducción el Core en el embobinador	Se traslada la barra hasta el area de los jumbos para luego introducirla en el core	2	Grua	2	Cada embobinado de material final	N/A	INTERNA
	Enrollado del líder.	Se pone en marcha la barra de enrollado hasta que el líder atraviesa todo el sistema para luego ser enrollado.	5	Barra y Core	2	1 vez al día.	Esto es realizado una vez efectuado el empate.	INTERNA
PANEL DE CONTROL	Activación de los dispositivos del panel de control para el arranque del equipo.	Se realizan los pasos previos antes de presionar el botón de arranque del Winder para comenzar el funcionamiento de la maquina.	2	N/A	1	Con cada inicio de corrida	N/A	INTERNA
	Graduar la presión del enrollado del papel.	Se gira la perilla en forma de timón, ubicada en la pestaña derecha del panel de control.	1	N/A	1	Con cada inicio de corrida	N/A	EXTERNA
TOTAL TIEMPO EN INTERNAS								44





El diagrama de Pareto en el gráfico N° 5.3 para visualizar las actividades que generan mayor impacto.

Figura N° 5.3, Diagrama de Pareto del arranque en el Winder

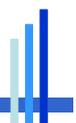


Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

Análisis

Es notable el impacto que tiene la operación de la limpieza de los rodillos del horno, además de que ésta se debe realizar con el horno apagado, el cual para alcanzar la temperatura necesaria tarda aproximadamente 25 min, lo que implica que no se pueda poner en funcionamiento el sistema antes de los 45 min. Como se menciona anteriormente la operación la realiza un operario, tomándole mucho más tiempo.

Estas protuberancias que crecen a los lados de los rodillos se generan a causa de la carga de grano junto con el adhesivo que lleva el papel en sus orillas, que luego de endurecerse y pasar por la capa de curado de adhesivo del Sizer, el mismo suele depositarse en las orillas de los rodillos del horno específicamente en la Zona I y II, y dependiendo del tipo de grano, mientras mas grueso sea el grano con mayor velocidad se forman dichas protuberancias, esta información se obtuvo



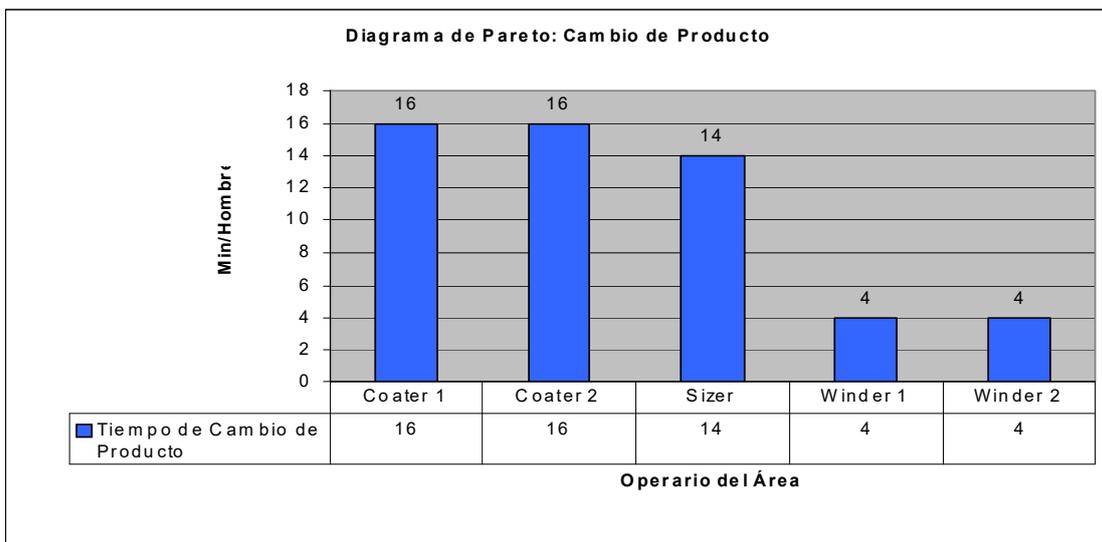


gracias a entrevistas informales con el equipo del área e información proporcionada por la empresa.

5.2.2. Operación de Cambio de Producto

Se refleja en el gráfico N° 5.4 las áreas con sus respectivos tiempos desglosados por el tiempo invertido por cada operario.

Figura N° 5.4, Diagrama de Pareto del cambio de producto en la línea del TAM.



Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

Análisis

A pesar de que en el cambio de producto no se perpetúan unos grandes tiempos, se debe tener en cuenta que el mismo es realizado al menos de 2 a 3 veces durante un día, cuando se pasa de un grano de una misma categoría (Ej; Grano 1500 a Grano 1200), lo que se puede traducir en que al menos 48 min diarios se invierten en esta operación.





De manera tal de cubrir todas las fases y para uso posterior en el estudio se describe un procedimiento general del cambio de producto y se muestran las tablas N° 5.5, N° 5.6 y N° 5.7 del cambio de producto en el Coater, Sizer y Winder respectivamente:

Procedimiento de Cambio de Producto en todas las áreas

Se prepara la fosa calibrando la cuchilla, se ajusta la velocidad de la banda y se limpian con el compresor los granos restantes en la banda transportadora, Es vaciado el mineral en la tolva de alimentación retirando las bandas protectoras. Se lleva el material a los alrededores de la tolva y se verifican que las especificaciones del mismo sean correctas para proceder a vaciarlo en la tolva de alimentación. Con ayuda de la grúa se transporta el rodillo con cirel viejo para poder meter el nuevo. Se colocan los tornillos para fijar el rodillo con el cirel y así se baja la guarda de seguridad. Se lleva el mineral hasta la tolva. Se verifican que las especificaciones del mineral sean correctas. Se vierte el pipote con el adhesivo Make en la paila para luego depositarlo en la bandeja de adhesivo.

En el Sizer, se hace la misma operación de llenado de la bandeja de adhesivo, se espera visualizar cuando viene el tramo del papel donde termina la corrida del grano para accionar en el panel de control la separación de la bandeja de adhesivo.

Cuando hay un cambio de corrida, es decir se pasa del grano fino se va al grueso, se debe cambiar el adhesivo del Sizer, por lo que se vacía la bandeja de adhesivo, para llenarla con un nuevo tipo de adhesivo Size.

Con una grúa se coloca el jumbo en el soporte para luego ser enviado a a la zona de portajumbos. Se introduce la barra en el core y luego el conjunto de la





barra y el core se meten en el embobinador para ir al panel de control e iniciar el proceso.

5.2.2.1. Cambio de producto en el Coater

Tabla N° 5.5, Actividades de cambio de producto en el Coater

Área de Trabajo: <u>Coater</u>		Tipo de Actividad: Cambio						
Estación	Actividad	Descripción	Tmpo (min)	Herramientas y equipos	Op	Frec	Observación	Interna / Externa
FOSA	Preparación de la fosa	Se limpia y calibra la cuchilla, ajustar la velocidad de la banda y limpiar los granos restantes en la banda transportadora.	4	Escoba sin mango, pala larga	2	Con cada cambio de producto	Todos los granos restantes caen en el piso.	INTERNA
	Limpieza de la tolva de alimentación	Se quitan las bandas protectoras y caen los granos restantes.	0,5	Parte de una escoba	1	Con cada cambio de producto	Todos los granos restantes caen en el piso.	INTERNA
	Limpieza de la banda transportadora	Con el compresor se limpia la banda transportadora	0,5	Compresor	1	Con cada cambio de producto	Todos los granos restantes caen en el piso.	INTERNA
UNIDAD DE IMPRESIÓN	Traslado del rodillo con el círel viejo a la mesa.	Con ayuda de la grúa transportar el rodillo con el círel viejo para poder meter el nuevo.	2,5	Grua	2	Con cada cambio de producto	N/A	INTERNA
	Traslado del rodillo con el círel nuevo a la imprenta.	Con ayuda de la grúa traslada el rodillo con el círel nuevo con la ayuda de la grúa.	2,5	Grua	2	Con cada cambio de producto	N/A	INTERNA
	Ajuste del rodillo.	Se colocan los tornillos para fijar el rodillo de la estación y bajar la guarda de seguridad.	2	N/A	1	Con cada cambio de producto	N/A	INTERNA
	Traslado del mineral hacia los alrededores de la tolva.	Se lleva el mineral hasta la tolva.	5	Montacargas	1	En caso de que el montacargista no despache el material área.	N/A	INTERNA
OTRO	Alimentación de la tolva.	Se verifican que las especificaciones del mineral sean correctas.	3	Portacuchillas	1	En Cada cambio de grano	Actividad disergonomica que realiza el operario, cargando el saco que pesa 25 Kg. y cortándolo agachado con la cuchilla para que caiga sobre la rendija que esta sobre la tolva y regándose un poco en el piso.	INTERNA
BANDEJA DE ADHESIVO	Vertido del adhesivo	Se vierte del pipote a la paila para luego depositarlo en la bandeja.	1	Paila	1	Al menos 8 veces por turno	El operario carga manualmente la paila con la tinta que pesa aprox. 18 Kg.	EXTERNA
							TOTAL TIEMPO EN INTERNAS	20





5.2.2.2. Cambio de Producto en el Sizer

Tabla N° 5.6, Actividades de cambio de producto en el Sizer

Estación de Trabajo: _____ Sizer _____		Tipo de Actividad: Cambio						
Estación	Actividad	Descripción	Tmpo (min)	Herramientas y equipos	Op	Frec	Observación	Interno / Externo
BANDEJA DE ADHESIVO	Vaciado de la bandeja de adhesivo	Se vacía la bandeja de adhesivo para poner un tipo de adhesivo diferente correspondiente al grano fino.	10	Paila	1	En caso de que haya un cambio de grano fino a grueso	El operario carga manualmente la paila con la tinta que pesa aprox. 18 Kg.	INTERNA
	Llenado de la bandeja de adhesivo.	Se vierte primero en el tambor y luego se vierte en la paila para depositarlo en la bandeja.	1	Paila	1	Con cada cambio de producto	N/A	EXTERNA
	Separado del rodillo que porta el adhesivo.	Se espera visualizar cuando viene el tramo del papel donde termina la corrida del grano para accionar en el panel de control la separación de la bandeja de adhesivo	3	Panel de control	1	Con cada cambio de producto	N/A	EXTERNA
TOTAL TIEMPO EN INTERNAS								10

5.2.2.3. Cambio de Producto en el Winder

Tabla N° 5.7, Actividades de cambio de producto en el Winder

Área de Trabajo: _____ Winder _____		Tipo de Actividad: Cambio						
Estación	Actividad	Descripción	Tmpo (min)	Herramientas y equipos	Op	Frec	Observación	Interna / Externa
SISTEMA DE RODILLOS	Montaje del jumbo terminado sobre el soporte.	Con una grúa se coloca el jumbo en el soporte para luego ser enviado a producto terminado.	4	Grúa	2	Con cada cambio de producto	N/A	INTERNA
	Introducción la barra en el Core	Se traslada el core hasta el área de los jumbos para luego colocarla en el embobinador.	2	N/A	2	Con cada cambio de producto	N/A,	EXTERNA
	Montaje el core en el embobinador	Se coloca la barra con el core en el embobinador.	1	Grúa	2	Con cada cambio de producto	N/A	INTERNA
PANEL DE CONTROL	Graduar la presión del enrollado del papel.	Se gira la perilla en forma de timón, ubicada en la pestaña derecha del panel de control.	1	Panel de Control	1	Con cada cambio de producto	N/A	EXTERNA
TOTAL TIEMPO EN INTERNAS								5





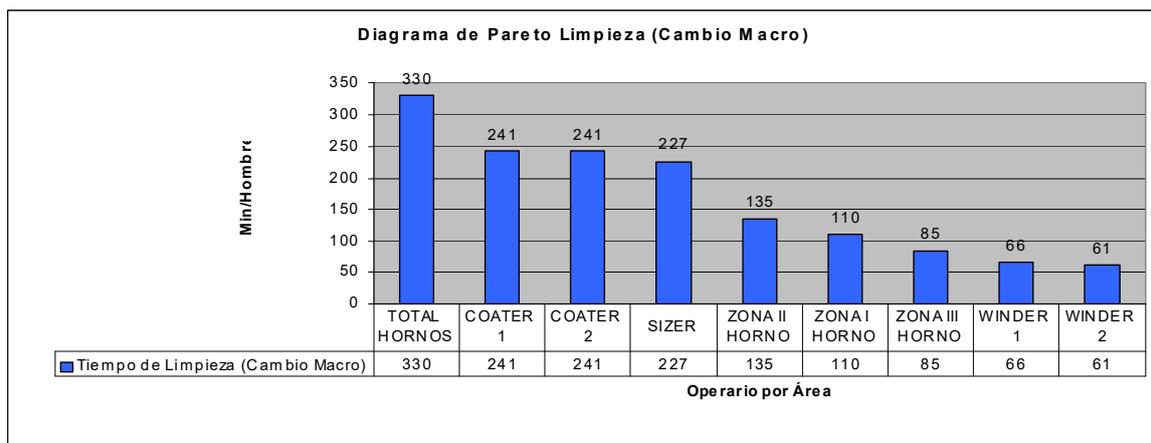
Análisis

Para el cambio de producto, se puede apreciar que no hay actividades que presenten una fluctuación notable de tiempo pero de igual manera mas adelante se plantean mejoras para dicha operación.

5.2.3 Operación de Limpieza o Cambio Macro (Cambio de grano grueso a grano fino.)

En el grafico N° 5.5 se aprecian las áreas con sus respectivos tiempos desglosados por el tiempo invertido por cada operario.

Figura N° 5.5, Diagrama de Pareto para el Cambio Macro



Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

Análisis

A pesar de que el Sizer también presenta un elevado tiempo durante la limpieza, en gran parte se debe a que un solo operario realiza todas las actividades pertinentes al área, a diferencia del horno donde se emplean 3 operarios de la línea y su tiempo total rebasa al Sizer y el Coater, convirtiéndola en la más crítica.





5.2.3.1. Limpieza Cambio Macro en el Coater

Procedimiento de cambio macro o limpieza del Coater

Se ubican y se buscan las herramientas e implementos necesarios a utilizar durante la limpieza, el proceso comienza extrayendo el mineral de todas las partes del equipo, aplicando aire comprimido en la parte superior, área de portajumbos, parte trasera de la imprenta y toda la superficie del Coater. La manguera de aire comprimido se encuentra al lado del equipo esta actividad es realizada por un operario, Se envía todo el mineral que se extrajo con la manguera de aire comprimido a la fosa, de tal manera que toda el área externa del Coater quede libre de partículas de mineral.

También se utilizan cepillos de barrer para enviar los restos de mineral a la fosa. Sigue trasladar los implementos de limpieza que sean necesarios a la fosa, asegurándose llevar los implementos de seguridad necesarios (los implementos de seguridad utilizados son las mascarillas serie 7502 y monolentes en esta área debido a la cantidad de mineral presente en el ambiente), se aplica aire comprimido a la estructura de la banda transportadora para retirar todo el mineral de la misma. La manguera de aire comprimido se encuentra ubicada en uno de los lados del equipo. Barrer el mineral que se encuentra en toda el área de la fosa y colocarlo en pipotes o tambores. Asegurándose de no dejar partículas de mineral en el piso.

Se retiran las bandas protectoras de la tolva de alimentación, de tal manera que se pueda retirar el mineral atrapado. Posteriormente se debe depositar en los tambores, Se desmontan las placas negativas de la banda y con un cepillo se limpia su superficie. Con la finalidad de retirar el adhesivo adherido a las mismas,



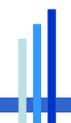


continúa retirar la banda transportadora y posteriormente desecharla. Se utiliza un portacuchilla para realizar el corte de la banda.

Para retirar la banda se desenrosca el tornillo sensor de la misma, para ello se utiliza una llave ajustable, esta actividad la realizan entre 2 operarios, se retira el exceso de mineral de la estructura de la banda. Una vez retirada la banda transportadora se debe limpiar toda la zona que conforma la estructura, ya que esta queda más despejada. De igual manera depositando el mineral que cae en el piso en las pailas y tambores. Es aplicado aire comprimido a la estructura de la fosa, de tal forma de retirar todo el mineral que quedo luego de barrer para garantizar que no quede ningún resto de mineral, los cuales son depositados en una paila o pipote.

Entre 2 operarios se retiran con un portacuchillas los Mylar-tape de los rodillos de la banda transportadora para forrar nuevamente las puntas de los rodillos de la banda transportadora. Con la finalidad de evitar que se pegue el adhesivo a los mismos colocar los desperdicios en los pipotes destinados para los desechos.

Luego se ubica la nueva banda transportadora que se va a instalar, posteriormente es trasladada hasta la fosa. No se desenrolla la banda hasta el momento de su instalación en la estructura. Se llevan las herramientas necesarias para instalar la banda. Se deben ubicar todas las herramientas cercanas a la estructura de la banda. Entre los 4 operarios se coloca la banda en los rodillos y progresivamente desenrollarla para extenderla en su totalidad. Se trata con cuidado al momento de desenrollarla, para no causar daños en su superficie. 3 operarios se encargan de posicionar ambas puntas de la banda en la parte superior de la estructura.





Otro operario se encarga de ensamblar las placas negativas en la estructura del equipo. Las placas positivas se encuentran incorporadas al equipo y no son desmontadas para limpiarlas, se limpia el área si fue generado algún desperdicio durante la instalación de las placas. Posteriormente son retirados todos los implementos utilizados y el operario verifica que se haya cumplido correctamente con el procedimiento. En la tabla N° 5.8, se muestran las actividades realizadas en el área sin ningún orden específico.

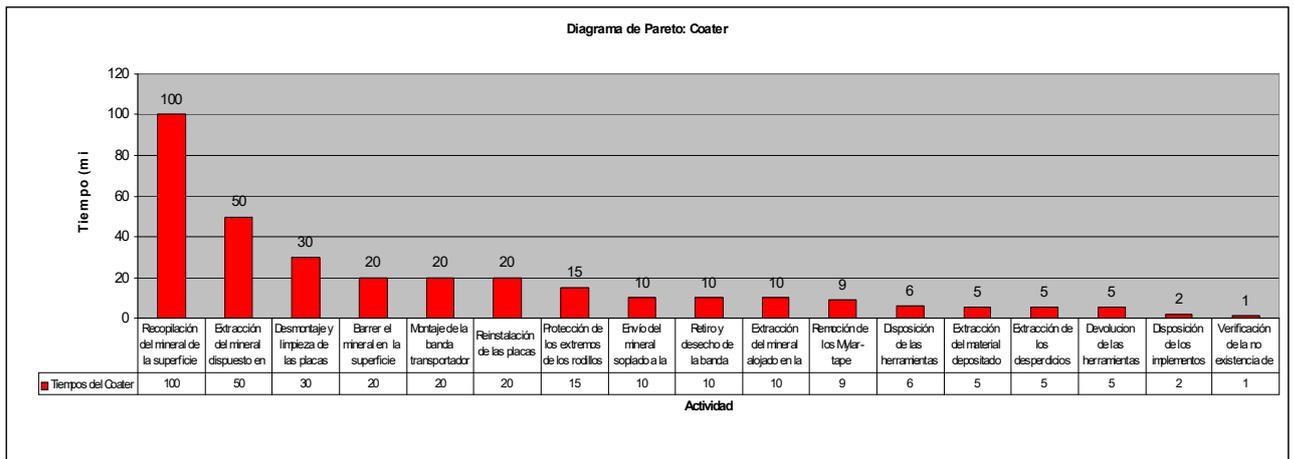
Tabla N° 5.8, Actividades del cambio macro en el Coater

Área de Trabajo: <u>Coater</u>		Tipo de Actividad: Cambio Macro (grueso a fino)					
Equipo	Actividad	Descripción	Tm po (min)	Herramientas y equipos	Op	Observación	Interna / Externa
OTRAS	Disposición de las herramientas de trabajo.	Se localizan las herramientas e instrumentos necesarios para llevar a cabo la limpieza.	6	N/A	2	N/A	INTERNA
	Extracción de mineral en la superficie del Coater.	Se sopla con aire comprimido todas las partículas de mineral que se encuentre en la superficie y partes del equipo.	20	Compresor	1	N/A	INTERNA
FOSA	Envío del mineral soplado a la fosa.	Se recopila y se envía el mineral soplado a la fosa.	10	Escoba	1	N/A	INTERNA
	Disposición de los implementos de limpieza en la fosa.	Se trasladan los implementos de limpieza necesarios adentro de la fosa.	2	N/A	1	N/A	INTERNA
	Extracción del material depositado entre las cuchillas de la tolva.	Se retiran las cuchillas de la tolva y se extrae el mineral atrapado.	5	Compresor	1	Las actividades que se llevan a cabo en el interior de la fosa necesitan de protección respiratoria obligatoria.	INTERNA
	Retiro y desecho de la banda transportadora.	Se desmonta la banda transportadora haciendo los cortes necesarios y desecharla.	10	Portacuchillas	2	N/A	INTERNA
	Extracción del mineral alojado en la banda transportadora.	Se retira el mineral que esté dispuesto en la banda transportadora.	10	Manguera de aire.	2	N/A	INTERNA
	Desmontaje y limpieza de las placas negativas.	Se desmontan las placas para luego barrer su superficie con un cepillo y se retiran los adhesivos adheridos a las mismas.	30	Escoba, portacuchillas	1	N/A	INTERNA
	Extracción del mineral ubicado en la estructura dispuesta en la fosa.	Se limpia la estructura de soporte de la banda transportadora aprovechando la disposición del espacio para el retiro de la misma.	50	Manguera de aire.	1	N/A	INTERNA
	Recopilación del mineral que se encuentra en la superficie de la fosa.	Se barre el mineral que se encuentre en el piso de la fosa y se deposita en pipotes.	100	Escoba, pala.	1	La cantidad de mineral que se pierde en el proceso es muy elevada y las herramientas para su recolección no son adecuadas y retrasan el proceso.	INTERNA
	Remoción de los Mylar-tape adheridos a los rodillos de la banda.	Se retiran los Mylar-tape que se encuentren en los extremos de los rodillos soporte de la banda transportadora.	9	Portacuchillas.	2	N/A	INTERNA
	Protección de los extremos de los rodillos de la banda.	Se cubren nuevamente con Mylar-tape los extremos de los rodillos de la banda.	15	Portacuchillas	2	N/A	INTERNA
	Extracción de los desperdicios de la fosa.	Se extraen los desperdicios y se disponen en los pipotes destinados para los desechos.	5	Grúa	1	N/A	INTERNA
	Verificación de la no existencia de desperdicios en la superficie de la banda.	Se retiran los restos de mineral sobre la banda utilizando aire comprimido.	1	Compresor	1	N/A	INTERNA
	Montaje de la banda transportadora.	Se hace el montaje de la nueva banda transportadora en la estructura.	20	Portacuchilla	4	Se necesita la ayuda de operarios de otras estaciones de trabajo para realizar esta actividad.	INTERNA
Reinstalación de las placas eléctricas.	Se montan y ajustan nuevamente las placas negativas.	20	portacuchilla	2	N/A	INTERNA	
BANDEJA DE ADHESIVO	Limpieza de bandeja de adhesivo.	Se retira el papel aluminio de la bandeja y se desecha, se engrasa el interior de la bandeja y se le coloca nuevamente papel aluminio.	40	Brocha, Espatula	1	N/A	INTERNA
OTRAS	Colocación de las herramientas de trabajo en su lugar.	Se trasladan las herramientas de limpieza.	5	N/A	2	N/A	INTERNA
TOTAL TIEMPO EN INTERNAS							358



Ahora se ilustra en el gráfico N° 5.6, el diagrama de Pareto de las actividades del Coater.

Gráfico N° 5.6, Diagrama de Pareto del Coater



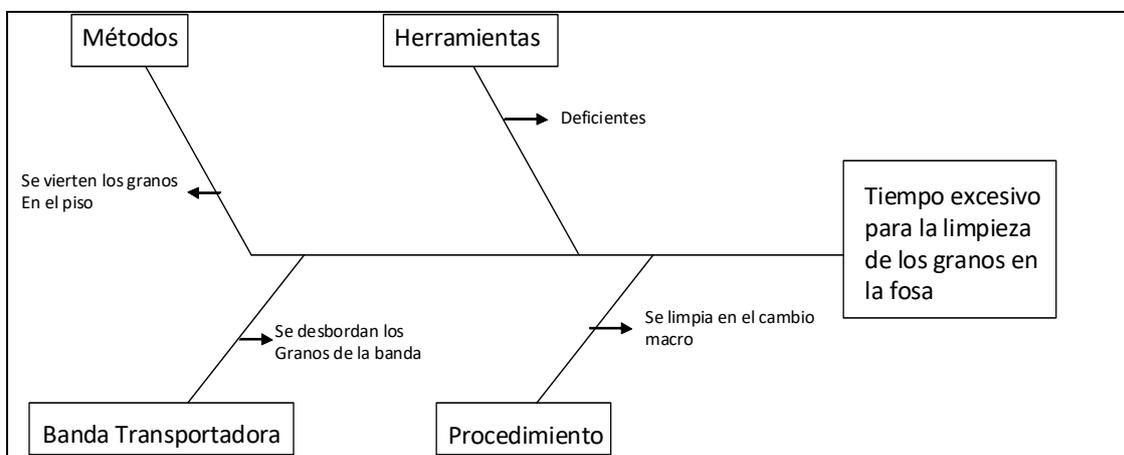
Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

Análisis

Tal como se muestra en el gráfico la actividad con el mayor impacto es la limpieza de los granos, a continuación se realiza un análisis para determinar la causa crítica de la razón de porque se toma tanto tiempo durante la limpieza de la misma. En la figura N° 5.7, se muestra el análisis realizado con el diagrama de Ishikawa.



Figura N° 5.7, Diagrama de Ishikawa de la fosa



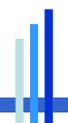
Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

Para ahondar en el análisis del diagrama, se procede a presentar un análisis de los 5 por que's en la tabla N° 5.9.

Tabla N° 5.9, Análisis de los 5 por que's de la limpieza de los granos

ANÁLISIS	PROBLEMA	1er Por que	2do Por que	3er Por que	4to Por que	5to Por que
Banda Transportadora	Se desbordan los granos de la banda transportadora.	Dependiendo del grano en una corrida se puede llegar a desbordar hasta el 15% del mismo.	no se adhieren al papel con el adhesivo.	cuenta con los granos necesarios ya impregnados.		
Metodos	Limpieza en el cambio macro	Se tarda al menos 100 min en recolectar todo el mineral del suelo durante la limpieza	No se cuenta con un procedimiento de limpieza diaria para la fosa.			
Procedimientos	Se vierten los granos en el piso.	Cuando se junta con los granos que se desbordan de la banda se acumula un tota de hasta 750 kg de mineral diverso a hotar.	son el excedente despues de cada corrida.	No se suben para ser reutilizados	Se pierde mucho tiempo.	La grua es muy lenta.
Herramientas	Herramientas o equipos deficientes	Pala y escoba para recoger un aproximado de 750 kg de mineral del piso.	no se han logrado conseguir otras herramientas.	Los equipos alternativos no se han desarrollado exitosamente.		

Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.





Análisis

Como se refleja en el análisis anterior, a pesar que la fosa posee diversos problemas, la razón con mayor peso es la de la banda transportadora donde mayoritariamente con el grano fino se suele votar todo el tiempo que corre la línea aunado a esto el habito recurrente de los trabajadores de botar todos los granos sobrantes al suelo, generando un desperdicio de 750 kg aproximadamente al final de un mes.

5.2.3.2. Limpieza o Cambio Macro en el Horno

A pesar de que el horno es una estación, para usos del cambio macro se designa un operario por área para abordar su zona del horno correspondiente.

Procedimiento de Limpieza o Cambio Macro en el Horno

Se ubican y se buscan las herramientas que se van a utilizar para colocarlas en lugar visible y accesible, sigue limpiar las compuertas del horno con un cepillo sin mango, esto para quitar el oxido, el polvo y restos de minerales existentes, se le quita el mylar tape de los extremos de los rodillos y se acumula en el pasillo para colocarle nuevamente el mylar tape y así evitar que el rodillo acumule adhesivo y mineral.

Se procede a limpiar el piso del horno, a lo largo de este, el cual cuenta con una altura de 0,9m, con un cepillo sin mango para al final recolectar el desperdicio, luego se recogen estos en la paila y se llevan las herramientas a su lugar verificando de no dejar ninguno dentro del horno, el horno esta dividido en 3 zonas (Zona I, II, III.), a las cuales se le es asignado un operario por zona. En armonía con esto se muestra en la tabla N° 5.10, las zonas con sus actividades y sus respectivos tiempos.



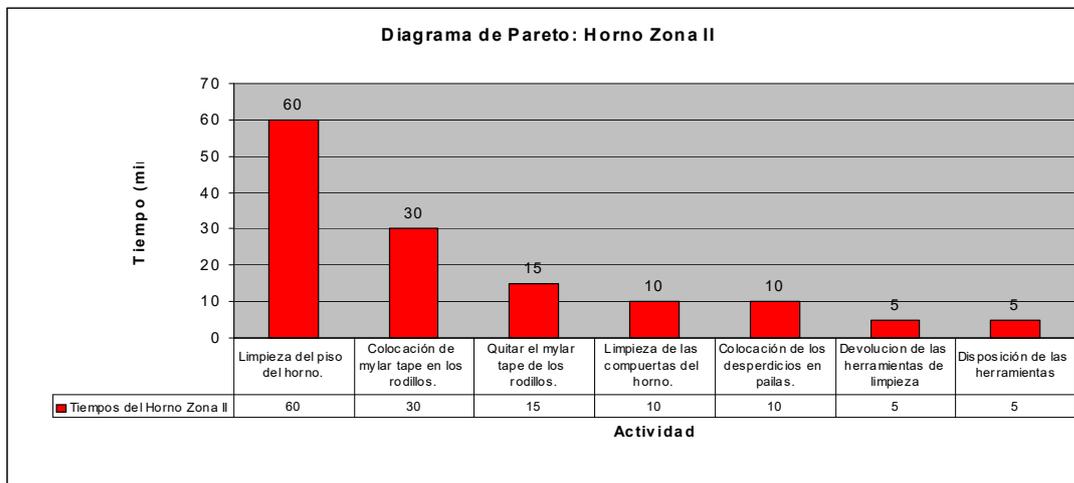


Tabla N° 5.10, Las zonas del horno con sus respectivas actividades

Área de Trabajo: <u>Coater, Sizer, Winder</u>		Tipo de Actividad: Cambio Macro (grueso a fino)							
Equipo	Actividad	Descripción	Herramientas y equipos	Tiempo; Zona I	Zona II	Zona III	Op	Observaciones	Interna / Externa
HORNOS	Disposición de las herramientas de trabajo.	Localizar las herramientas e instrumentos necesarios para llevar a cabo la limpieza y colocarlas en un lugar visible y de fácil acceso.	N/A	10	5	10	3 (1 por zona)	N/A	INTERNA
	Limpieza de las compuertas del horno.	Retirar óxido, polvo y restos de mineral existente.	cepillo sin mango	15	10	15	3 (1 por zona)	N/A	INTERNA
	Quitar el mylar tape de los rodillos.	Retirar el mylar tape adherido a los rodillos y acumularlo en algún lugar del pasillo.	Portacu-chillas	15	15	10	3 (1 por zona)	N/A	INTERNA
	Colocación de mylar tape en los rodillos.	Colocar las 2 capas de mylar tape en el rodillo	Portacu-chillas	25	30	15	3 (1 por zona)	N/A	INTERNA
	Limpieza del piso y paredes del horno.	Barrer con un cepillo sin mango el piso del horno y las paredes del horno recopilando el desperdicio.	cepillo sin mango	30	60	20	3 (1 por zona)	El espacio del horno es de 0,9 mts de alto y 1,8 de ancho.	INTERNA
	Colocación de los desperdicios en pailas.	Recoger y trasladar los desperdicios hasta las pailas correspondientes.	Pailas, cepillo	10	10	5	3 (1 por zona)	N/A	INTERNA
	Colocación de las herramientas de limpieza en su área respectiva.	Trasladar las herramientas de limpieza hasta su área respectiva y verificar que no se encuentren implementos olvidados en el horno.	N/A	5	5	5	3 (1 por zona)	N/A	INTERNA
TOTAL TIEMPO EN INTERNAS				110	135	80			

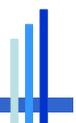
Como se nota en el cuadro de actividades, la zona II del horno es la más crítica, por lo que se le aplica el diagrama de Pareto como se muestra en el gráfico:

Figura N° 5.8, Diagrama de Pareto de la Zona II del Horno.



Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

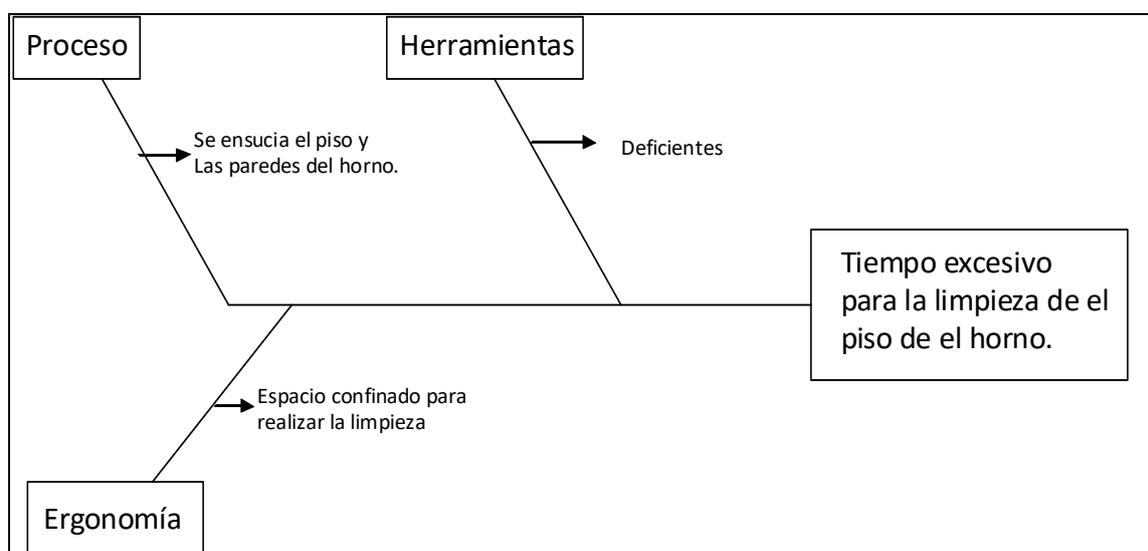
Análisis





Revisando el Pareto de la zona II del horno, se visualiza que la limpieza del mismo toma tiempo excesivo, por lo que se realiza un análisis exhaustivo para determinar la causa de esto.

Figura N° 5.9, Diagrama Causa-Efecto del Horno



Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

Para ahondar en el análisis del diagrama de Ishikawa aplicamos los 5 por que's mostrados en la tabla N° 5.11 a continuación:

Análisis

El problema se manifiesta principalmente en la deficiencia de las herramientas que utilizan para la limpieza de las partes del horno junto con lo dificultoso y pesado que resulta el tener que realizar la labor en un espacio tan confinado.





Tabla N° 5.11, Análisis de los 5 por que's del Horno.

ANÁLISIS	PROBLEMA	1er Por que	2do Por que	3er Por que	4to Por que	5to Por que
Proceso	Se ensucia el piso, las paredes y las compuertas del horno.	Debido al uso del horno se acumula el sucio en el horno.	Por el componente del adhesivo, la resina epoxica.	El calor junto con la resina epoxica hace que esta se esparza en el horno y se adhiera a sus partes		
Herramientas	Herramientas o equipos deficientes	Pala y escoba para limpiar en el espacio confinado del horno causandole molestias al operario.	no se han logrado conseguir otras herramientas.	Los equipos alternativos no se han desarrollado exitosamente.		
Ergonomia	Espacio confinado para realizar la limpieza	El horno mide 0,9 mts de alto	Se elige a los operarios jovenes para que realice la actividad	El horno termina causando molestias a los operarios por estar tanto tiempo en la posicion de agachado.		

Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

5.2.3.3. Limpieza o Cambio Macro en el Sizer

Aunque no se toman como áreas críticas en el estudio del cambio macro Sizer y el Winder, de igual manera se reflejan sus formatos en las tablas 5.12 y 5.13 respectivamente, para cumplir con los objetivos planteados y para luego poder proponer mejoras orientadas a la operación en toda la línea.

Procedimiento del cambio macro en el Sizer

Se ubican y localizan las herramientas a utilizarse en la operación, lo primero que se lleva a cabo es a cambiar el rodillo de goma para el adhesivo. Se retiran las tuercas que sujetan el rodillo al sistema. Se colocan las tuercas en un lugar seguro y al alcance para evitar que se extravíen y facilitar el trabajo de instalación del nuevo rodillo. Seguidamente se debe localizar la grúa para





trasladar el rodillo, desde el equipo hasta el área al frente del Sizer, para posteriormente trasladarlo con la grúa dispuesta en el área hasta el área de rodillos. Hay que sujetar el rodillo a la grúa. Para ello el operario debe asegurarse de adaptar adecuadamente el sistema, para prevenir caídas o deslizamientos ya que son dispositivos de 62 kg peso. Se coloca el rodillo en un montacargas manual o zorra, para proceder a retirar las bocinas y las copas de sujeción. Se traslada el rodillo hasta la zona dispuesta para ubicar los rodillos de goma y se ubica en los portarodillos de gomas.

Por otra parte se debe remover el papel de aluminio de la bandeja para colocar una nueva capa de papel de aluminio a la bandeja del adhesivo. De igual forma se debe engrasar la bandeja de adhesivo por la parte inferior de la misma. Este proceso de limpieza y se realiza cuando la capa de adhesivo en estado sólido ya no es removible con el procedimiento de lijado, los operarios usan protección respiratoria. Luego se ubica el nuevo rodillo de goma que será utilizado en el Sizer, se traslada hasta el área donde se retiró la bocina y la copa de sujeción del rodillo que se desmontó. Se coloca la bocina y la copa de sujeción al nuevo rodillo de goma, se limpia con un trapo la superficie donde se coloca la bocina y la copa. Luego se traslada el rodillo mediante el sistema de la grúa colocándolo en el sistema del equipo. Para sujetar el rodillo al sistema se utilizan las tuercas separadas del sistema anteriormente, llaves y herramientas de trabajo. Para finalizar alinean el rodillo una vez este se encuentre sujeto al sistema. Esta actividad tiene como finalidad solventar cualquier desnivel que presente el rodillo respecto del rodillo de acero por donde desliza la lija.

Una vez cambiado el rodillo de goma para la aplicación de adhesivo, se realiza la limpieza del sistema de rodillos superiores e inferiores del área del Sizer y sus alrededores.





Se procede a retirar el tape de los rodillos del sistema que se encuentran cubiertos, para evitar el desgaste por el contacto con el mineral del papel de lija. Se coloca el tape retirado en las pailas, para posteriormente desecharlo en los contenedores respectivos. Luego se debe lijar los rodillos para limpiar su superficie, para posteriormente forrarlos con tirro. Este proceso tiene como finalidad retirar cualquier impureza presente en la superficie del rodillo. Se Coloca una primera de capa de tirro, de tal forma que el lado que no tiene pegamento no haga contacto con el rodillo, se coloca una segunda capa de tirro, de tal manera que el pegamento de esta capa quede en contacto con la primera. La finalidad de colocar dos capas de Tirro es facilitar el trabajo de despegar el tape, evitando el uso de cuchillas y daños en la superficie. Este procedimiento se realiza a seis rodillos que forman parte del sistema combinado de rodillos del equipo Sizer.

Finalmente se debe depositar todo el tirro retirado de los rodillos en los contenedores respectivos, barrer el piso del área y colocar los desperdicios en los contenedores de basura, ubicados en los alrededores del equipo, despegar el papel del piso y colocarlo en los contenedores, para realizar esta actividad se utilizan implementos como: portacuchillas, pailas o tobos, entre otros; cortar los pedazos de papel que serán colocados en el piso, este papel se obtiene de los restos que se generan en el Coater durante el proceso de desenrollado; y colocar el papel sobre el piso, y pegarlos con Tirro formando de esta manera una capa de papel que proteja el piso del adhesivo, por ultimo se trasladan las herramientas fuera del área, en la tabla N° 5.12 se muestran las actividades de limpieza llenadas en el formato sin ningún orden en particular.

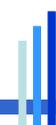




Tabla N° 5.12, Actividades de limpieza o cambio macro en el Sizer

Área de Trabajo: <u>Sizer</u>		Tipo de Actividad: Cambio Macro (grueso a fino)					
Equipo	Actividad	Descripción	Tmpo (min)	Herramientas y equipos	Op	Observación	Interna / Externa
SISTEMA DE RODILLOS	Disposición de las herramientas de trabajo.	Se localizan las herramientas e instrumentos necesarios para llevar a cabo la limpieza y se colocan en un lugar visible y de fácil acceso.	5	N/A	1	todas las actividades las realiza el operario encargado del Sizer	INTERNA
	Retiro del masking de los rodillos y desecho.	Se quita el masking tape de los rodillos y se desechan en las pallas destinadas para ello.	16	Portacuchillas	1	N/A	INTERNA
	Limpieza de la superficie de los rodillos.	Se lija la superficie de los rodillos garantizando la inexistencia de impurezas sobre ellos.	20	Lija, Paño	1	N/A	INTERNA
	Protección de los rodillos.	Se colocan dos capas de masking tape y/o mylar tape sobre cada rodillo.	80	Portacuchillas	1	N/A	INTERNA
	Desecho del masking tape retirado de los rodillos.	Se deposita el masking tape y/o el mylar tape que fue retirado de los rodillos en sus contenedores correspondientes.	5	Pipote	1	N/A	INTERNA
	Limpieza de los desperdicios encontrados del área.	Se sopla con aire comprimido el área de trabajo, se barren los desperdicios y se depositan en los contenedores correspondientes.	20	Escoba, pala.	1	N/A	INTERNA
	Retiro y desecho del papel adherido al piso del área de trabajo.	Se retira el papel adherido al piso y desecharlo en los contenedores correspondientes.	2	Portacuchillas	1	N/A	INTERNA
Preparación y colocación de papel sobre el piso del área de trabajo.	Cortar las láminas de papel y adherirlas al piso con masking- tape.	3	Portacuchillas	1	N/A	INTERNA	
BANDEJA DE ADHESIVOS	Desmontaje del rodillo de goma.	Se retira el rodillo del equipo quitando las tuercas que lo ajustan.	10	Llave, destornillador	1	N/A	INTERNA
	Traslado del rodillo hasta la grúa.	Se sujeta el rodillo a una grúa	5	Grúa	1	N/A	INTERNA
	Traslado del rodillo hasta la zona de portarodillos	Se desajusta el rodillo y se traslada hasta la zona portarodillos.	3	Montacargas (Zorra)	1	N/A	INTERNA
	Limpieza de bandeja de adhesivo.	Se retira el papel aluminio de la bandeja y desecharlo, se engrasa el interior de la bandeja y se coloca nuevamente papel aluminio.	40	Espatula, Brocha	1	N/A	INTERNA
	Traslado del nuevo rodillo hasta el equipo.	Se prepara y se traslada el nuevo rodillo al equipo.	7	Grúa	1	N/A	INTERNA
	Ajuste y alineación del nuevo rodillo.	Se colocan las tuercas necesarias para ajustar el rodillo en el equipo y luego se realiza la alineación del mismo.	6	Llave, destornillador	1	N/A	INTERNA
	Colocación de las herramientas de trabajo en su lugar.	Se trasladan las herramientas de trabajo.	5	N/A	1	N/A	INTERNA
						TOTAL TIEMPO EN INTERNAS	227

5.2.3.4 Limpieza o Cambio Macro en el Winder

Procedimiento del cambio macro o limpieza en el Winder

Se localizan las herramientas e instrumentos necesarios para llevar a cabo la limpieza y colocarlas en un lugar visible y de fácil acceso, Se quita el mylar tape y se lija la superficie de los rodillos garantizando la inexistencia de impurezas sobre ellos, Sigue el colocar dos capas de mylar tape sobre 4 rodillos del sistema, luego se deposita el mylar tape que fue retirado de los rodillos en sus contenedores correspondientes. Se sopla con aire comprimido y se barre el área de trabajo, se depositan los desperdicios en los contenedores correspondientes. Se trasladan las herramientas utilizadas. A continuación en la tabla N° 5.13 se muestran las actividades antes mencionadas en el formato.

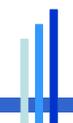




Tabla N° 5.13, Actividades de limpieza macro en el Winder

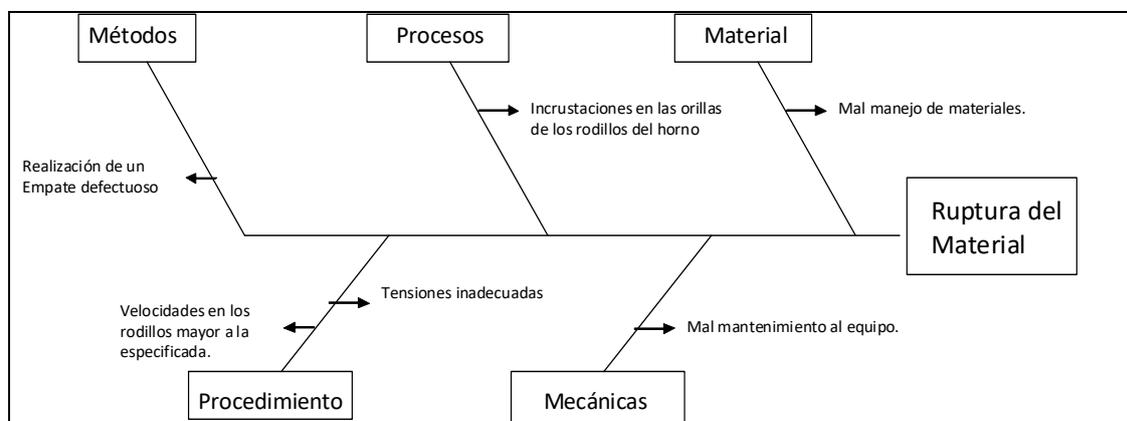
Área de Trabajo: <u>Winder</u>		Tipo de Actividad: Cambio Macro (grueso a fino)					
Equipo	Actividad	Descripción	Tmpto (min)	Herramientas y equipos	Op	Observación	Interna / Externa
OTRAS	Disposición de las herramientas de trabajo.	Se localizan las herramientas e instrumentos necesarios para llevar a cabo la limpieza y colocarlas en un lugar visible y de fácil acceso.	8	N/A	1	N/A	INTERNA
SISTEMA DE RODILLOS	Limpieza de la superficie de los rodillos.	Se lija la superficie de los rodillos garantizando la inexistencia de impurezas sobre ellos.	30	Lija, Paño	2	N/A	INTERNA
	Protección de los rodillos.	Se coloca dos capas de Mylar tape sobre 4 rodillos.	20	Portacuchillas	2	N/A	INTERNA
	Desecho del masking tape retirado de los rodillos.	Se deposita el mylar tape que fue retirado de los rodillos en sus contenedores correspondientes.	5	Paila	1	N/A	INTERNA
OTRAS	Limpieza de los desperdicios encontrados del área.	Se sopla con aire comprimido, se barre el área de trabajo y se depositan los desperdicios en los contenedores correspondientes.	4	Escoba, pala, compresor.	1	N/A	INTERNA
	Colocación de las herramientas de trabajo en su lugar.	Se traslada y guarda las herramientas de limpieza en el lugar destinado para ello.	4	N/A	1	N/A	INTERNA
TOTAL TIEMPO EN INTERNAS							132

5.2. Análisis de las Paradas no programadas

La ruptura del material tiene variadas causas, sin embargo en este estudio se realiza un análisis por medio del AMEF para abordar a aquella que tenga el mayor peso en dicha operación.

Se realiza un estudio con la herramienta del diagrama de Ishikawa que se muestra en la figura N° 5.3, para determinar las causas de la ruptura del material.

Figura N° 5.10, Diagrama de Ishikawa de la ruptura del material





Para ahondar en la causas del reventón, se elabora un análisis de los 5 por que's reflejado en la tabla N° 5.14.

Tabla N° 5.14, Análisis de los 5 por que's de la ruptura de papel

ANÁLISIS	PROBLEMA	1er Por que	2do Por que	3er Por que	4to Por que	5to Por que
Metodos	Realizacion de un empate defectuoso	Se realiza en las 3 areas de una manera diferente resultando a veces defectuosa.	La actividad no se encuentra estandarizada.	La actividad es realizada de manera disergonomica causando en ocasiones su mala realización.		
Procedimiento	Tensiones inadecuadas	Se rompe el papel por tensiones diferentes entre los rodillos	Por manejar tensiones no especificadas para el tipo de lija			
Procedimiento	Velocidades mayor a la especificada	Si el sistema va a una velocidad excesiva no especificada se pueden presentar rupturas.	Por manejar velocidades no especificadas para el tipo de lija.			
Proceso	Incrustaciones en los rodillos del horno.	Suelen generarse protuberancias en las orillas de los rodillos en la zona II y III del horno.	La mezcla de la resina epoxica con los granos.	La carga de la resina epoxica con los granos en la orilla del papel.	Se acumula en el extremo del rodillo.	Se limpia todos los dias y sin embargo igual puede causar los reventones.
Mecanicas	Mal mantenimiento al equipo.	El equipo mecanico en ocasiones puede realizar un mantenimiento deficiente al equipo.	Realizan malas practicas mecanicas.	Poseen un conocimiento deficiente acerca de las necesidades del mismo.		
Materiales	Mal manejo de materiales	Llega la materia prima dañada al Coater	El montacargista golpea los jumbos al llevarlos.	Vienen golpeados una vez recibidos del proveedor.		

Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

Una vez completado los 5 por que's, sigue realizar el análisis con el AMEF que se muestra en el anexo N° 14, para visualizar a cual o cuales problemas se van a abordar.





Para realizar la tabla del AMEF se realizó un trabajo en conjunto con el supervisor de producción y el supervisor de mantenimiento de la línea del TAM, de manera que nos proporcionaron la información técnica necesaria para profundizar en el análisis de las fallas que repercuten en la producción diaria, específicamente la ruptura del papel de lija. La ponderación realizada a cada actividad se hizo guiados con un formato estándar, a través de la observación y análisis de dichas actividades se pudo asociar cada una con la ponderación correspondiente en el formato. Dicho formato se encuentra en el anexo N° 15.

La tabla mostrada nos presenta las actividades que muestran un mayor número prioritario de riesgo (NPR), es decir que pueden presentar fallas que son difíciles de detectar y que al mismo tiempo pueden afectar de manera más aguda al proceso de producción diaria, debido a los altos tiempos de paradas no programadas.

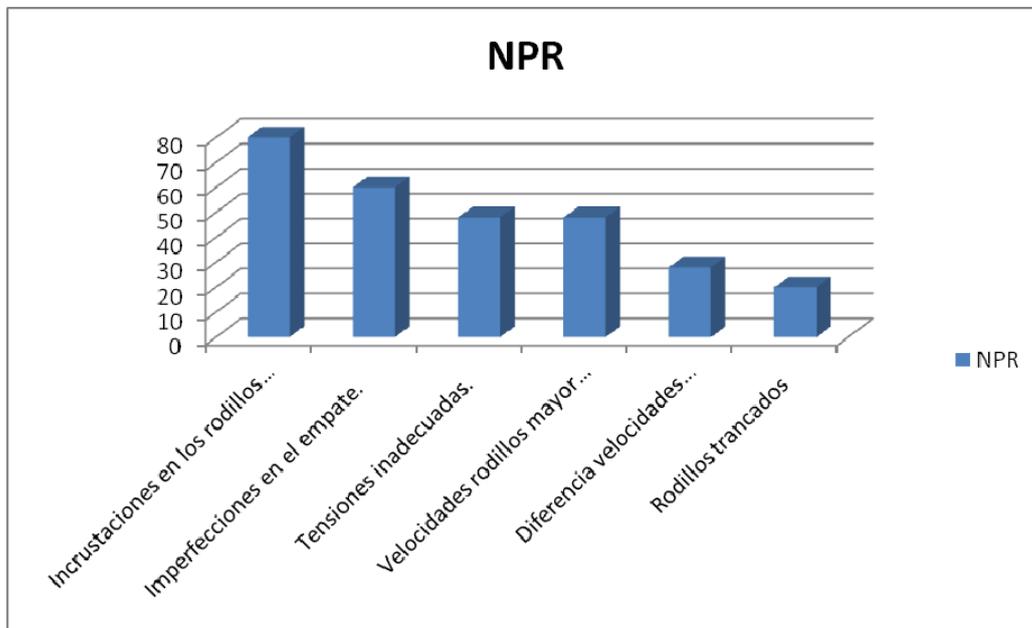
Para un mejor entendimiento de los resultados del AMEF, a continuación se muestra en el grafico N° 5.15 los valores de NPR más relevantes de la línea estudiada:

Como se observa en el gráfico, se puede notar que la causa de Incrustaciones en los rodillos del horno es la que muestra el NPR más alto, con 80 puntos, acompañado de las imperfecciones en el empate con una puntuación de 60; lo que representa que son las causas principales de detección por ocurrencia según el AMEF. Según la herramienta AMEF, las actividades que presenten un NPR mayor a las 60 unidades se consideran críticas y se deben tomar acciones correctivas a la brevedad posible.





Figura N° 5.11, Diagrama de Pareto del NPR.



Fuente: Elaboración Propia.

Análisis

Finalizado el estudio del AMEF, se ha determinado que la causa que amerita la mayor atención es la de las incrustaciones en los rodillos, que se deben a la carga que lleva el papel en la orilla con el adhesivo y el grano, no solo parece ser la causa de ésta, sino una de las razones también, de la colocación de los protectores llamados bombis. Es por esto que se deben tomar las previsiones del caso e implementar propuestas de mejora para corregir las fallas existentes.

5.3 Análisis postural de la operación de empate

Esta actividad se puede llevar a cabo en las diversas áreas de trabajo de la línea del TAM como se explica anteriormente en este trabajo, y en todas ellas los





operarios realizan movimientos de 4to orden, como movimientos de dorso flexión y doblado de muñeca.

Los operarios deben arrodillarse o agacharse para tomar los extremos del papel y sobreponerlos, luego con una espátula de plástico aplicar el adhesivo en toda la superficie afectada, pasan una plancha domestica por encima y por último le colocan el Mylar tape y 2 tiras perpendiculares de tiro. Seguidamente se muestran los datos del estudio REBA observados durante la realización del empate del rollo de papel tras un reventón en la línea, ver la tabla N° 5.15 con el estudio R.E.B.A.

Tabla N° 5.15, R.E.B.A del empate del papel

RAPID ENTIRE BODY ASSESMENT (REBA)

Proceso: Empatar el papel

Puesto de Trabajo: Línea del TAM

Actividad	Foto
	

GRUPO A

GRUPO B

TRONCO				BRAZOS			
Movimiento	Hay	Ptos.	Corrección	Movimiento	Hay	Ptos.	IZQ/DER
Erguido		1		Flexión: 0-20° Extensión: 0-20°	X	1	
Flexión: 0-20° Extensión: 0-20°		2		Flexión: 20-45° Extensión: >20°		2	
				Flexión: 45-90°		3	
Flexión: >60°		4					





Tabla N° 5.15 (Cont.)

TOTAL	4	TOTAL	1	2
-------	---	-------	---	---

CUELLO				ANTEBRAZOS			
Movimiento	Hay	Ptos.	Corrección	Movimiento	Hay	Ptos.	IZQ/DER
Flexión: 0-20°	X	1		Flexión: 60-100°		1	
Flexión: >20° Extensión >20°		2		Flexión: < 60° Flexión: > 100°	X	2	
TOTAL		1		TOTAL			2 2

PIERNAS				MUÑECAS			
Movimiento	Hay	Ptos.	Corrección	Movimiento	Hay	Ptos.	IZQ/DER

Tabla N° 5.15 (Cont.)

Soporte bilateral andando o sentado	X	1	Se +1 Pto por flexión de rodilla 30-60°	Flexión: 0-15° Extensión: 0-15°	X	1	
Soporte unilateral soporte ligero o postura inestable		2	Se +2 ptos si la flexión es > 60°	Flexión: >15° Extensión: >15°		2	
TOTAL		3		TOTAL			1 1
TOTAL TABLA "A"		6		TOTAL TABLA "B"			1 2

Fuerza/ Carga				Acoplamiento			
Peso	Cant.	Ptos.	Corrección	Calificación	DER	IZQ	PTS
< 5 Kg.	X	0		Bueno			0
5-10 Kg.		1		Aceptable	X	X	1
				Pobre			2
				Inaceptable			3
TOTAL		0		TOTAL	1	1	

Puntuación Tabla "A"		Puntuación Tabla "B"	
6		Derecho	3
		Izquierdo	2

Puntuación tabla "C" derecha	6
Puntuación tabla "C" izquierda	6





Decisión REBA (Derecho)

Puntuación REBA	Ptos de postura	Color de riesgo	Nivel de riesgo
1			
(2-3)			Bajo
(4-7)	X		Medio
(8-10)			Alto
(11-15)			Muy Alto

Decisión REBA (Izquierdo)

Puntuación REBA	Ptos de postura	Color de riesgo	Nivel de riesgo
1			
(2-3)			Bajo
(4-7)	X		Medio
(8-10)			Alto
(11-15)			Muy Alto

Fuente: Elaboración Propia.

En este caso apreciamos que según el análisis REBA la puntuación obtenida esta en el rango de riesgo medio, lo cual reafirma la veracidad de las quejas que los operarios objetaron en las entrevistas en los puestos de trabajo.

Esta actividad se realiza tanto en el área del Coater, Sizer como en el Winder. Dependiendo del lugar donde ocurra la ruptura del papel se efectúa de manera distinta el empate. En cada uno de los casos se realizan movimientos de dorso flexión y flexión y extensión de muñeca, los operarios deben agacharse y realizar la operación en el piso, lo que dificulta y retrasa el proceso que inevitablemente debe realizarse con toda la línea parada. Una propuesta de mejora será analizada en este trabajo para mejorar la situación.





CAPITULO VI

6.1 PROPUESTAS DE MEJORAS

De acuerdo al análisis realizado en cada una de las operaciones de paradas planificadas y no planificadas estudiadas en la línea del TAM de la empresa, se logró identificar las verdaderas causas raíces de la demora y la razón de ser de ciertas actividades definidas como críticas durante el estudio. Para dar soluciones a estas situaciones, en este capítulo se muestran diferentes propuestas. Considerando que ciertos problemas se repiten en diferentes áreas y/o operaciones, otros problemas se derivan de una misma causa.

Partiendo de que las mejoras están orientadas a la optimización de las actividades que se realizan durante las diferentes operaciones, se engloban la tercera y cuarta etapa del SMED en este capítulo.

A continuación en la tabla N° 6.1, se muestra un resumen con los problemas y las propuestas planteadas.

Tabla N° 6.1, Propuestas planteadas para la línea del TAM.

OPERACIONES ANALIZADAS	PROBLEMA	ÁREA CUBIERTA	PROPUESTA
Arranque	Limpieza del exceso de mineral en el Horno.	ZONA II Y ZONA III DEL HORNO / TODAS	Diseño del rodillo escurridor / Pistola de adhesivo para los bombis.
Ruptura del Material			
Limpieza o Cambio Macro	Tiempo excesivo invertido en la barrida del grano en la fosa.	COATER	Diseño de un sistema de realimentación de la tolva.
			5'S

Tabla N° 6.1 (Cont.)

Limpieza o Cambio Macro	Demora excesiva en la limpieza del horno.	TODOS EL HORNO	Implementación de nuevas herramientas tales como una aspiradora/ sopladora.
Arranque	Se lleva mucho tiempo en la realización de la actividad del empate.	TODAS	Mejora de las herramientas y secuencia de trabajo del empate.
Ruptura del Material			
Arranque	Mala distribución de las cargas de trabajo.	TODAS	Redistribución de las cargas de la operación utilizando una adaptación del diagrama de cuadrilla
Cambio de Producto			
Limpieza o Cambio Macro			

Fuente: Elaboración Propia.

6.1.1 Propuesta 1: Diseño del rodillo escurridor

El rodillo escurridor está diseñado para impedir que las orillas del papel se llenen de adhesivo, previniendo a su vez que las mismas se llenen de mineral y mas adelante no se generen las incrustaciones en los rodillos, disminuyendo así la ocurrencia de la ruptura del papel. El mismo va instalado tanto en la bandeja de adhesivo del Coater, como en la bandeja de adhesivo del Sizer. En la figura N° 6.1 se muestra el funcionamiento del rodillo, que consiste en un rodillo de goma que se instalara entre el rodillo de acero y el actual rodillo aplicador de adhesivo MAKE o SIZE, ahora el papel en vez de pasar por directamente por el rodillo aplicador de adhesivo, pasara por el rodillo escurridor cuya función básicamente constara en impedir que las orillas del papel se impregnen de adhesivo en un espacio de al menos medio centímetro.

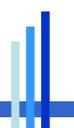
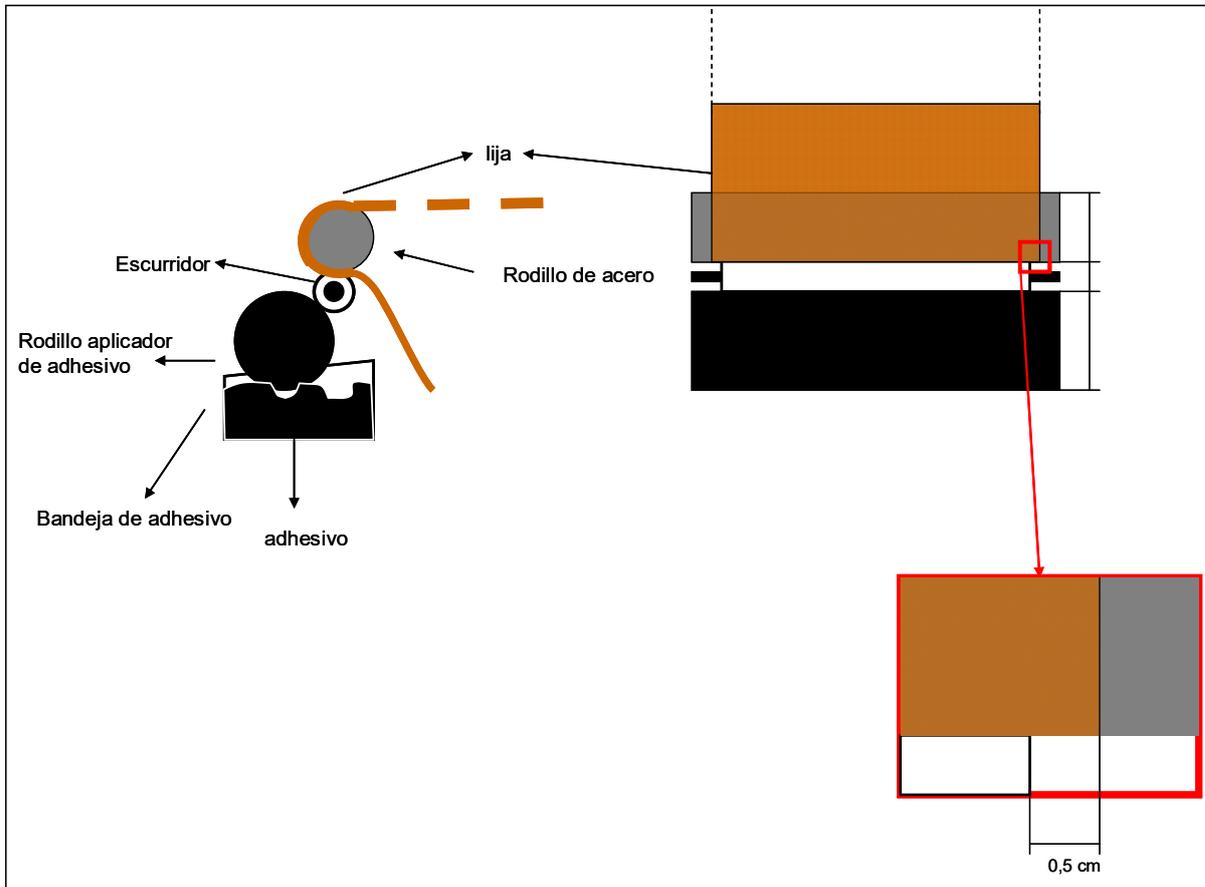


Figura N° 6.1, Funcionamiento del rodillo escurridor

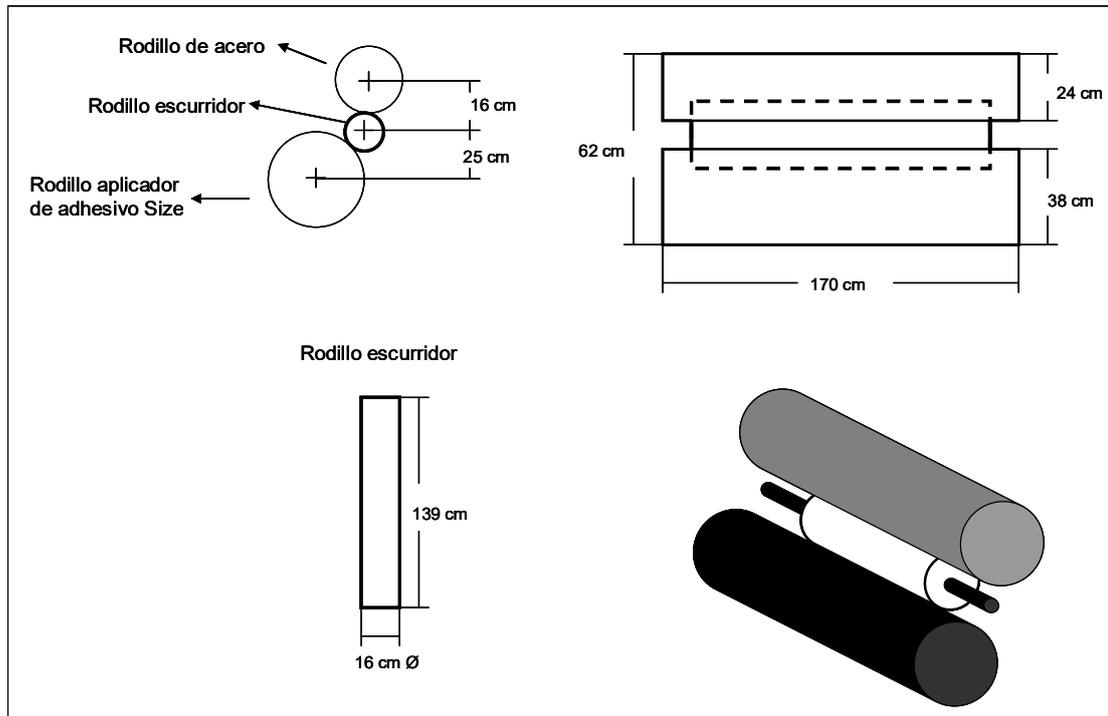


Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 6.2 se aprecian las medidas del diseño.

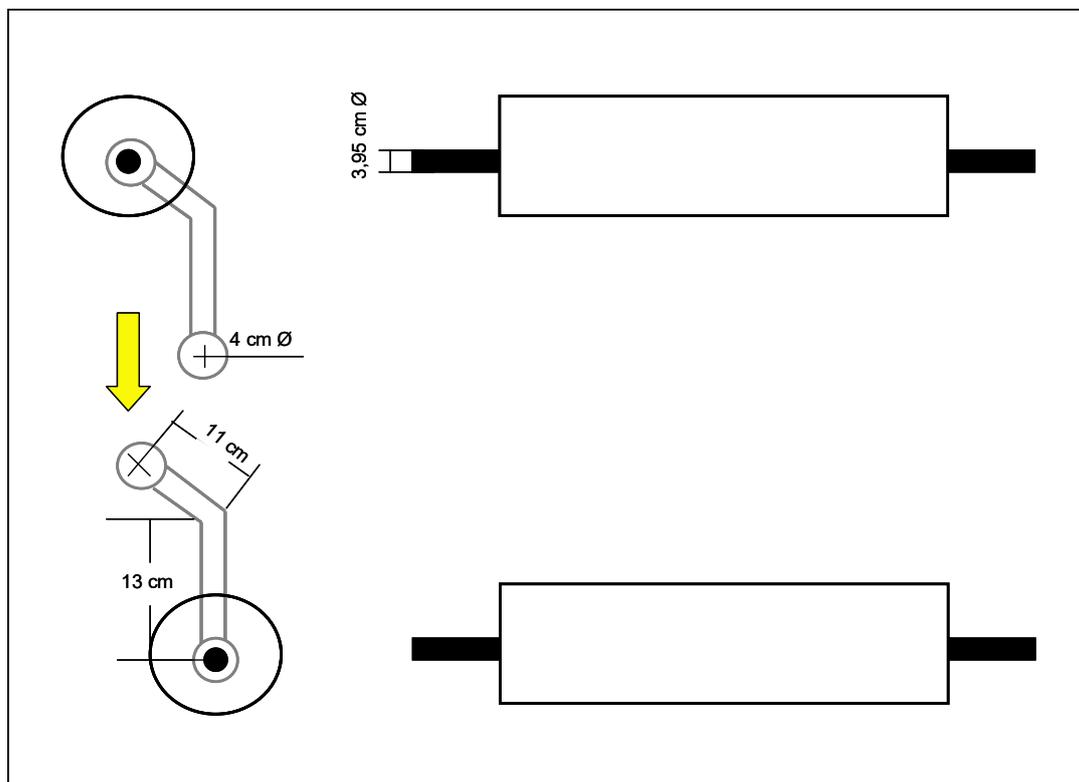
En la figura N° 6.3 se muestra el diseño de un mecanismo para poder limpiar el rodillo, que consiste en poder bajar el rodillo para limpiarlo sin tener que desmontarlo, funcionará con un seguro que sostendrá el cilindro en la posición que se desee tenerlo, y en caso a al momento de la limpieza, se baja para limpiarle los grumos de adhesivos que tenga en la superficie, dicho sistema será implementado por los mecánicos de la empresa.

Figura N° 6.2, Diseño de rodillo escurridor con las medidas respectivas



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 6.3, Mecanismo para bajar y limpiar el rodillo





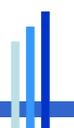
Beneficios

Se elimina la limpieza de las protuberancias en los rodillos al principio del turno, los 20 min que se gastaban realizando la actividad, se invertirán para realizar alguna otra, la producción se podrá empezar a los 25 min cuando ya este caliente el horno, también se reduce la necesidad de la colocación de los protectores ya que no se pondrán los que tengan que ver directamente con la prevención de que el rodillo se manche con adhesivo, esto debido a que la orilla del papel no portará el adhesivo con el mineral, sin embargo hay protectores que se colocan para evitar que la lija se arrugue. En el horno habrá menos suciedad ya que no caerán los restos de las superficies limpiadas y se reducirán las ocurrencias de ruptura de material en un 25% al mes, esto quiere decir que habrá 60 rupturas de material al mes a diferencia de las 80 en promedio que suceden normalmente.

Inversión y Ahorros

Para esta mejora se tiene una ventaja con respecto a las inversiones en otras propuestas ya que la empresa cuenta con varios de los instrumentos necesarios para su implementación como lo son los dos rodillos escurridores y las láminas metálicas para realizar el resto de los sistemas de limpieza. Es por esto que los costos estarán principalmente asociados a la mano de obra necesaria para la instalación de los sistemas de rodillo escurridor, y los honorarios correspondientes al diseño y supervisión por un especialista, del sistema en sí. También debemos mencionar que se van a adquirir 3 pistolas de adhesivos para bombis.

Por otra parte la instalación de los sistemas se realizará durante un cambio de grano grueso a fino, es decir la limpieza macro, de esta manera no se perderá tiempo productivo de la línea. Se espera que se concrete el trabajo en 8 horas para cada de limpieza de rodillos escurridores. El trabajo lo llevarán a cabo 5 mecánicos por lo que el total de horas hombre será de 80 hr-hb.





La reducción del tiempo total de limpieza diario alcanzado en el horno, proporcionará el ahorro más representativo de la propuesta de mejora, se pretende eliminar por completo esta actividad la cual dura 20 minutos del arranque de la línea. Por esto podemos concluir que se reducirá el tiempo de producción mensual en unos 400 minutos.

También se puede estimar una reducción en el número de rupturas de los rollos de papel de lija durante la jornada en un 25% aproximadamente, de 80 rupturas de papel a 60 mensual, y tomando en cuenta que las rupturas tienen un tiempo de parada promedio de 17 minutos, con lo que se ahorran 340 minutos al mes, que aunados a los 400 minutos concernientes a la eliminación de la actividad de limpieza diaria de protuberancias en los rodillos del horno, completan un tiempo total de ahorro mensual para la propuesta de mejora de 740 minutos.

6.1.2 Propuesta 2: Pistola de adhesivo para los protectores (bombis)

En cumplimiento de los objetivos de la herramienta SMED se procede a desenvolver la propuesta de remoción de los protectores

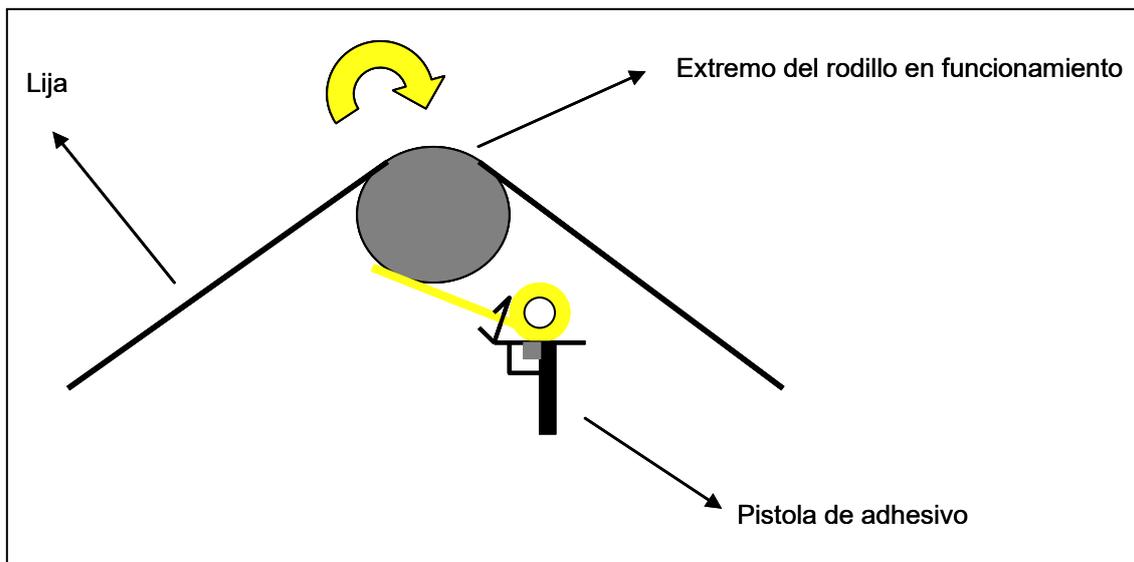
Habiendo desarrollado la primera propuesta se erradicaran la gran mayoría de los bombis del sistema sin embargo, aun se seguirán colocando aquellos que no permitan que el papel de lija se arrugue al pasar por ellos, para dichos bombis se realizo el siguiente procedimiento:

Los protectores se quitan al final de cada turno de la noche, pero tal operación se puede realizar mientras la máquina esta funcionando, cortando con el portacuchillas mientras estos están girando, tomar un extremo y esperar a que el movimiento giratorio del rodillo desenrolle el tartan tape o el papel con cinta.



En el arranque la actividad de la colocación de los bombis se debe realizar una vez que puesta la línea en funcionamiento, se ejecutara con una pistola de cinta adhesiva, con el rollo adherido a la misma y que permita cortar la cinta adhesiva con el accionar un gatillo. A continuación en la figura N° 6.4 se muestra la operación.

Figura N° 6.4, Manera Ilustrada para colocar el protector con la pistola



Fuente: Elaboración Propia.

Beneficios

Ahorro de por lo menos 36 min durante el arranque, dado que con el dispositivo escurridor de rodillo se eliminará gran parte de los protectores que se le colocan al rodillo, mas no en su totalidad.

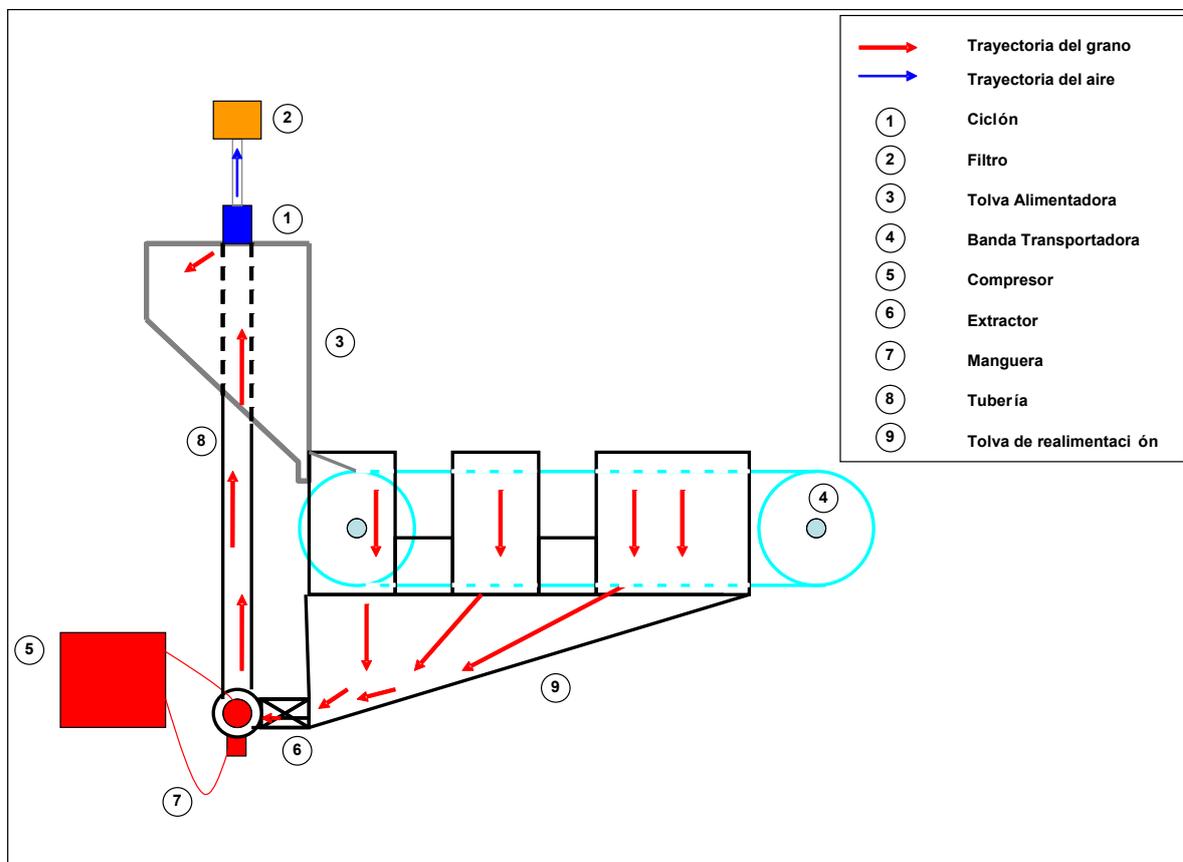
6.1.3 Propuesta 3: Diseño de un sistema de realimentación de la tolva en la fosa

Como se mencionó en el capítulo IV, una gran parte de los granos del mineral se pierden desbordándose de la banda transportadora, pudiendo llegar hasta el 10% en una corrida, ocasionando un tiempo de 1 hora y 40 min al momento de la limpieza durante el cambio macro. Para esta situación se

desarrolló un sistema de realimentación de la tolva que consiste de; Un extractor que se encargará de succionar los granos que caigan de la banda transportadora, un compresor cuya labor es transportar los granos de un extremo a otro y finalmente un ciclón que se ocupará de separar el aire de la partícula, dejando caer el grano en la tolva de alimentación y succionando el aire por medio del filtro de tela para devolverlo al ambiente, este se sacudirá durante la corrida para extraer las partículas pequeñas que no agarre el ciclón.

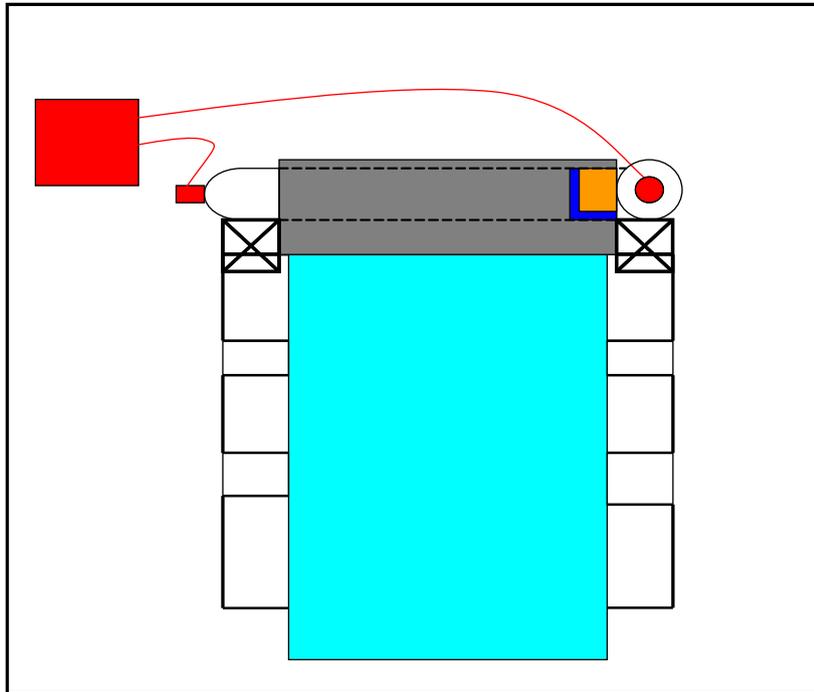
El mecanismo que recolecta los granos no abarca el sistema en su totalidad, ya que los granos que llegan al final de la banda pierden su color y reutilizarlos ocasionaría un desperfecto del material, el sistema posee unos tipos de paneles de metal a los lados para tratar de recolectar la mayor cantidad de mineral posible. A continuación se muestra el sistema con sus diferentes vistas en las figuras 6.5, 6.6 y 6.7.

Figura N° 6.5, Vista lateral del sistema de realimentación de la tolva



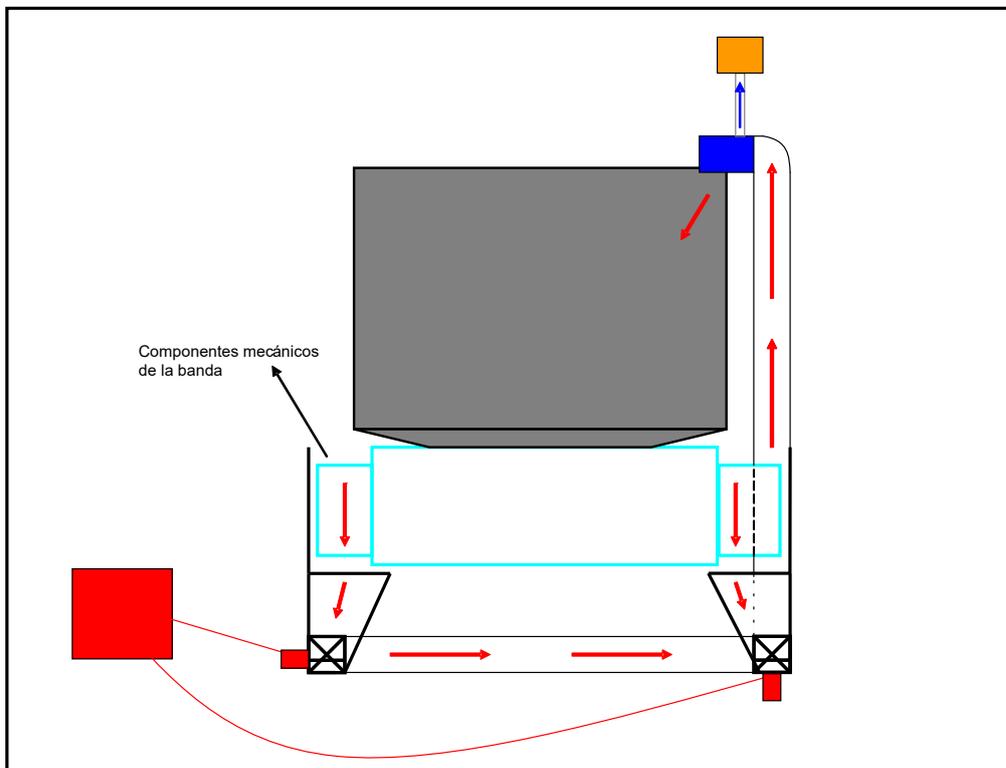
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 6.6, Vista Aérea del Sistema de realimentación de la tolva



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 6.7, Vista Frontal del Sistema de realimentación de la tolva



Fuente: Elaboración propia.



Las medidas del sistema se muestran en el anexo N° 17.

Es importante tener en cuenta al desarrollar una propuesta para el área, que para la limpieza del equipo, se deja en funcionamiento el sistema una vez terminada la corrida para despejar cualquier grano que pueda quedar en el mismo, se debe limpiar el filtro de tela dispuesto en el sistema.

Beneficios

Dado que se aborda la causa más fuerte del ensuciamiento de la fosa, se estima que el ahorro de la limpieza alcanzará los 50 min aproximadamente. Además de una recuperación del 70% de los granos que se desbordan durante la corrida, recuperando alrededor de 525 kg de los 750 kg que se pierden. En la fosa se tendrá un ambiente más estable de trabajo ya que a la hora de la limpieza no se sentirá ese ambiente hostil usual donde en el aire se tiene una nube de polvo.

Inversión y Ahorros

Los costos asociados a esta mejora provienen principalmente de la adquisición de equipos y materiales que permitirán minimizar los tiempos de limpieza de la fosa en el área del Coater. Un compresor de aire industrial, la instalación de extractores y campanas y un aspirador ciclón, son las principales mejoras que se pretenden realizar en esta área.

La reducción del tiempo total de limpieza profunda de la Fosa del Coater, proporcionará el ahorro más representativo de la propuesta. El tiempo actual empleado en la recolección de los granos en el Coater, es de 100 min. A través de la implementación de la propuesta se logrará reducir el tiempo a 50 minutos, lo que representa un 50% del mismo. En definitiva se puede decir que se redujeron 50 minutos de la operación la cual se lleva a cabo una vez al mes en la Limpieza Macro. A continuación se muestra un resumen de la inversión en la tabla N° 6.2.

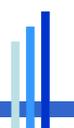




Tabla N° 6.2. Inversión asociada a la propuesta de mejora de Realimentación de tolva.

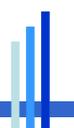
Descripción	Cantidad (Unid)	Precio Unitario (BsF/unid)	Total (BsF)
Compresor De Aire Uso Industrial Schulz 3 Hp Her Neumáticas	1	5.720	5.720
Instalación De Extractores	1	15	15
Aspirador Ciclón con filtro	1	886,3	886,3
Instalación, Mano de Obra	64 hr-hb	10.5 BsF /hr-hb	672
		TOTAL	7.293,3

Fuente: 3M Manufacturera Venezuela, elaboración propia. Ver anexo N° 2

Los ahorros asociados a esta propuesta se estudiarán de manera conjunta con todas las mejoras.

6.1.4 Propuesta 4: Aplicación de la metodología de las 5'S en la Fosa del área del Coater

La fosa es la estación de trabajo del área del Coater que presenta el tiempo más elevado de limpieza a la hora de realizar el cambio Macro (grano grueso a fino). En la fosa es donde se adhiere al papel el grano de la lija correspondiente por medio de una banda transportadora a través de un proceso de ionización. Este procedimiento produce una gran cantidad de desperdicio primordialmente el grano que cae de la banda transportadora. Otro punto influyente en el proceso es que la fosa tiene unas dimensiones pequeñas tomando en cuenta la maquinaria que allí se encuentra, lo que dificulta el trabajo de limpieza, aunado a esto actualmente no existe un estándar de trabajo que permita mantener el sitio en orden y trabajar de una manera eficaz.





Con la implementación de esta herramienta se pretende mejorar los tiempos de limpieza del área y en consecuencia la productividad de la línea. Se pretende eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil, organizar el espacio de trabajo de forma eficaz, Mejorar el nivel de limpieza de los lugares, prevenir la aparición de la suciedad y el desorden y fomentar en los trabajadores el compromiso de mantener los esfuerzos en este sentido.

Seiri: Clasificación. Separación de lo Innecesario

Para comenzar el proceso se van a usar tarjetas de colores, lo que permite marcar o denunciar que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva. Se utilizarán tarjetas de Color Rojo: para destacar objetos que no pertenecen al área y deben colorarse lejos del lugar de trabajo o para marcar todo aquello que debe desecharse. Y tarjetas de Color Azul: pueden destacar elementos que pertenecen al trabajo realizado, que reducen el espacio en el lugar de trabajo y se debe buscar un sitio mejor para colocarlo.

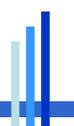
A través la siguiente herramienta de recolección de datos se logró identificar y clasificar los materiales herramientas y objetos que se encuentran en la fosa, a continuación el formato con la información recolectada.

Hoja de Campo para Localización de Elementos Innecesarios

Línea del TAM:

Tabla N° 6.3: Área del Coater – Estación de la Fosa

Elemento	Cantidad	Localización	Tarjeta
Pailas	4	En dos de las esquinas de la fosa	Azul
Trazos de papel	9	Regados en el suelo de la fosa.	Roja





Escobas	2	Arriba, en las áreas adyacentes a la estación de trabajo del Coater.	Roja
---------	---	--	------

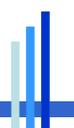
Fuente: Elaboración propia

Seiton: Ordenar. Situar Necesarios

Las actividades a realizar en esta etapa son organizar racionalmente el puesto de trabajo, la proximidad de las herramientas más usadas es fundamental; definir las reglas de ordenamiento, hacer obvia la colocación de los objetos y clasificar los objetos por orden de utilización. Para esto último se utilizó este sistema de análisis mostrado en la figura N° 6.8:

Tabla N° 6.4, Relocalización de los implementos de la fosa

Elemento	Cantidad	Localización actual	Almacenamiento/Mejora
Pailas	4	Al lado de la banda transportadora	Las pailas se ubicaran fuera de la fosa ya que las mismas se utilizan para recoger el mineral de desperdicio pero tras la implementación del sistema de realimentación de la tolva.
Trazos de papel	9	Regados en el suelo de la fosa.	En un pipote de basura que se va a colocar en una de las esquinas dentro de la fosa
Escobas	2	Arriba en las adyacencias del área del Coater	Se demarcará un área de limpieza al fondo de la fosa, un estante modular y un gancho para colocar la escoba y pala.





Fuente: Elaboración propia

Seisō: Limpieza. Suprimir Suciedad

Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. Logrando así el alargamiento de la vida útil de los equipos e instalaciones, el mejoramiento del aspecto del lugar de trabajo y de las personas, combinar la limpieza con la inspección y de esa manera detectar las fallas a tiempo y en general facilitar la elaboración de productos de calidad. El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.

Una de las mejoras a realizar en el proceso de limpieza de la fosa se describe con mayor detalle en este trabajo en las **propuestas de mejoras**, se trata de la Realimentación de granos en la tolva del Coater. Por otra parte está la elaboración de unos estantes para colocar las herramientas de limpieza

Se abarcarán otras áreas de la línea del TAM ya que se quiere organizar y facilitar el acceso a las herramientas de limpieza tanto en la Fosa del Coater como en las adyacencias del Sizer y Winder.

Elaboración de un estante para colocar las herramientas de limpieza

Se propone un estante para eliminar esos tiempos de búsqueda de las herramientas durante la limpieza.

Los mismos contarán con 3 gavetas, para guardar las cintas necesarias (tartan, tirro, mylar.), los repuestos de los portacuchillas y demás herramientas que se utilicen en el área. El estante se ilustra en la figura N° 6.8

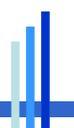
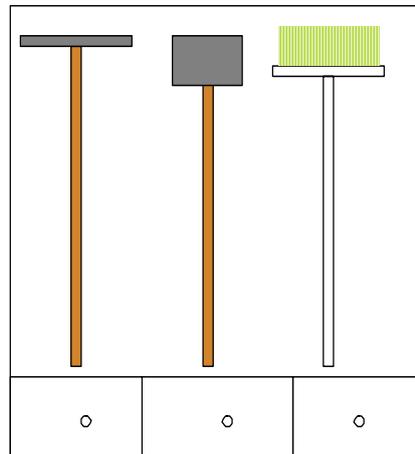


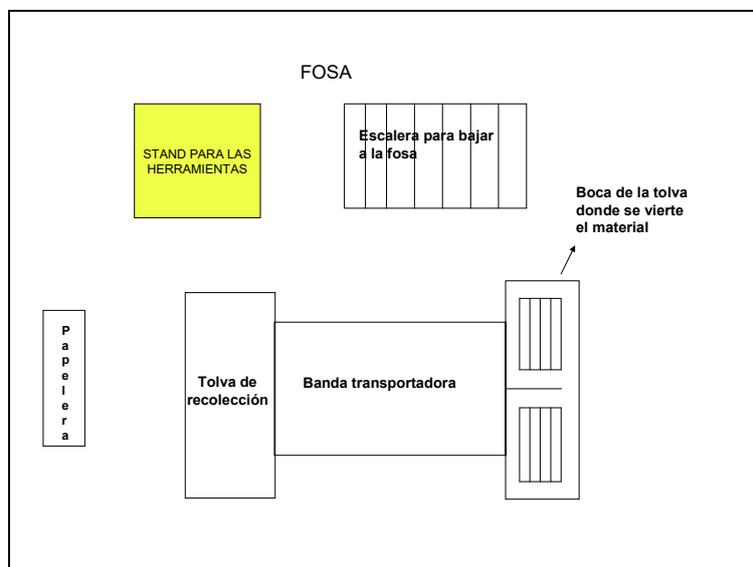
Figura N° 6.8, Estante de limpieza



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 6.9 se muestra en donde se encontrara localizado el estante en la fosa.

Figura N° 6.9, Localización del estante en la Fosa



Fuente: Elaboración propia.

Se propone el estante para el resto de las áreas, tales como el Coater, el Sizer y en el Winder, en los anexos N° 18, 19 y 20. Donde se ubican de manera





específica para reunir en un solo lugar de fácil y rápido acceso todas las herramientas necesarias, esencialmente para la limpieza macro.

Seiketsu: Mantener la Limpieza, Estandarización o Señalizar Anomalías

Para esta área se pretende realizar una jornada de formación para la revisión e internalización de los manuales de limpieza, también se colocarán fotos del área limpia (después de realizar el evento Seiri), y una guía de detección de falla. Por otra parte se realizará una distribución específica de las actividades de limpieza de la fosa, este estudio se presenta en este mismo trabajo a través de un balance de línea, la descripción del mismo está en la propuesta de mejora número 5. Todo esto se colocará de manera visible en una pequeña cartelera de corcho que se colocará en las paredes de la fosa para mantener ayuda visual constantemente en el área.

Shitsuke: Disciplina y Seguir Mejorando

Para mantener las 4S's anteriores, es indispensable la continua evaluación de las mismas con los formatos de evaluación ya mostrados, y se muestra en la figura N° 6.10. A través de la implementación de este sistema de evaluación, el supervisor tendrá los datos necesarios para, periódicamente, mejorar los procesos y acciones referentes a la metodología de las 5S's en el área.

Beneficios

Ahorro de 20 min aproximadamente de la limpieza de la fosa a la hora del cambio macro, ya que en el desarrollo de la metodología se creará una conciencia al operario que debe limpiar esporádicamente la fosa para no acumular el trabajo a la hora de la limpieza, dicha disciplina se entiende mejor adelante en la redistribución de las cargas, se tiene un mejor lugar de trabajo y hay mayor orden y organización de la estación.





Figura N° 6.10, Formato de Evaluación de 5'S.

EVALUACIÓN GENERAL		
Línea: TAM		
Área: Coater		
Estación: Fosa		
Criterios	Calificación %	Comentarios
Evaluación General		

Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y Elaboración Propia.

Inversión y Ahorros

3M Manufacturera tiene experiencia en la implementación de las 5s en diversas áreas de la planta, por lo que cuenta con personal capacitado para impartir charlas sobre todo lo relacionado a la mejora continua dentro del área de trabajo, razón por la cual el costo asociado a este concepto no se verá reflejado en la evaluación. También se debe resaltar que se deben preparar los estantes utilizables que posee la empresa, el taller de la planta, que dispone de los materiales necesarios, se encargará de su acondicionamiento.

Los gastos en papelería se resumen en hojas blancas y cartuchos de tinta para reproducir los diversos formatos propuestos para la recolección de datos. Los avisos para la identificación de los materiales, herramientas y equipos de seguridad se elaborarán en material plástico. También es necesaria la adquisición de carteleras informativas.

El tiempo promedio invertido para la limpieza Macro (cambio de grano grueso a fino) de la fosa es de 358 minutos; con la implementación del extractor de granos automático se espera reducir dicha tarea de recolección desde los 100 minutos a 30 minutos, es decir una reducción de 70 minutos al





mes. Por otra parte, se espera una reducción de las diversas tareas de limpieza, ya que se eliminarán los traslados innecesarios que realiza el operario actualmente, así como la aplicación de nuevas herramientas y técnicas que permitirán el desarrollo fluido de las actividades.

La tabla N° 6.5 muestra los costos asociados a la adaptación de la metodología 5'S en las operaciones de limpieza de la fosa en el área del Coater.

Tabla N° 6.5, Inversión asociada a la propuesta de adaptación de la metodología 5S.

Descripción	Cantidad (Unidades)	Precio Unitario (BsF)	Total (BsF)
Letreros	8	36	288
Resma de papel blanco Office Paper 500 Hojas	1	25	25
CARTUCHO HP C9351AL (21) NEG (7400)	1	77,58	77,58
Cartucho HP C9352L (22) COL (7401)	1	99	99
Cartelera de Corcho y fieltro 0.80x1.20	1	189	189
		TOTAL	653,58

Fuente: 3M Manufacturera Venezuela, PC actual, Tienda tal, Librería Sudamericana y elaboración propia. Ver anexo N° 2

A continuación se muestra la tabla N° 6.6 con los costos operativos de adaptar las 5'S.

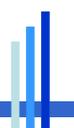




Tabla N° 6.6, Costos Operativos asociados a la propuesta de adaptación de la metodología 5'S.

Descripción	Cantidad (unid)	Precio Unitario (BsF/unid)	Total (BsF/mes)
Operarios	220 (hr-hb/mes)	10,5 (BsF/hr-hb)	2310
Supervisor	150 (hr-hb/mes)	26 (BsF/hr-hb)	3900
CARTUCHO HP C9351AL (21) NEG (7400)	1	77,58	77,58
Cartucho HP C9352L (22) COL (7401)	1	99	99
Resma de papel blanco	1	25	25
		TOTAL	6.411,58

Fuente: 3M Manufacturera Venezuela, PC actual, Tienda tal, Librería Sudamericana y elaboración propia. Ver anexo N° 2

6.1.5 Propuesta 5: Mejora para limpieza del horno con la adquisición de una aspiradora.

La actividad del horno, se vuelve tediosa y larga al tener que ejecutarse con un cepillo de barrer sin el mango tardándose en total 115 min en el espacio confinado que representa el horno, se propone adquirir una aspiradora con 6,5 HP de potencia, para poder aspirar los restos de resina y otras impurezas que se consigan en el equipo.

Para la ejecución de la actividad se adquiere una carretilla a la cual se le adaptara la aspiradora de tal manera que el trabajador se pueda desplazar a través del horno sin ninguna dificultad y sin tener que levantar el peso de la aspiradora, el mismo se parará al lado de la compuerta para introducir la boca de la aspiradora y alcanzar todos los sitios necesarios que se deban limpiar, se



utiliza la opción de soplado para remover esas partículas adheridas a las paredes del horno, para que una vez en el piso se aspiren.

Se suministrará un cable, como extensión de 30 metros para cada Zona del horno, de forma tal que la aspiradora tenga alimentación eléctrica a lo largo del sistema,

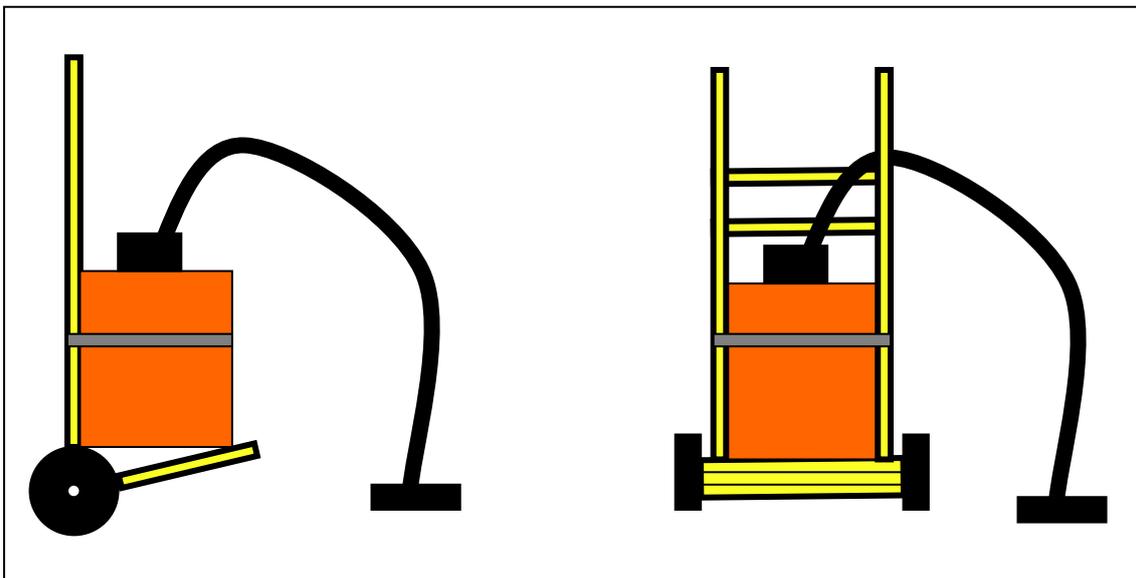
Para optimizar la actividad, se recomienda que la realicen dos operarios teniendo uno de cada lado del horno, ya que el horno es simétrico y tiene una compuerta de cada lado.

En la figura N° 6.11, Se muestra el bosquejo de la aspiradora soldada a la carretilla con la vista frontal y lateral. En el anexo N° 2 se muestra la aspiradora y la carretilla.

Beneficios

De los 115 min que tomaba a actividad en las 3 Zonas del Horno, reducirla a estimadamente 60 min. Mejora ergonómica para los operarios ya que no se tendrán que meter en el horno para realizar la operación.

Figura N° 6.11, Carretilla con la aspiradora





Inversión y Ahorros

Las herramientas propuestas para mejorar los tiempos asociados a esta tarea, así como para mejorar la ergonomía de la misma, serán adquiridas por la empresa a partir de terceros. La propuesta consta de la adquisición de una aspiradora sopladora, el sistema de polea para 100 Kg, y otros implementos. Solamente la instalación de una polea para subir y bajar las pailas de desechos, será llevada a cabo por los mecánicos de la planta.

En lo referente a los ahorros debemos mencionar que se realizará un estudio del ahorro total logrado con todas las propuestas de mejora para la limpieza durante el cambio macro (grano grueso a fino). En este sentido, los ahorros se verán reflejados en la reducción del tiempo de las actividades de limpieza, lo que se traducirá a la postre en un aumento en las horas productivas de la línea del TAM.

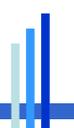
El tiempo actual empleado en la limpieza de las tres zonas del Horno es de 115 min. A través de la implementación de las propuestas se logrará reducir el tiempo a 60 minutos, lo que representa un 48% del mismo.

La tabla N° 6.7, muestra el estudio económico pertinente a la propuesta.

Tabla N° 6.7, Inversión asociada a la propuesta de mejora para Limpieza del Horno

Descripción	Cantidad (Unid)	Precio Unitario (BsF/unid)	Total (BsF)
Aspiradora/Sopladora	1	1.680	1.680
Extensión eléctrica	3	129	387
Carretilla	1	225	225
	TOTAL		2.292

Fuente: 3M Manufacturera Venezuela, Tienda EPA y elaboración propia. Ver anexo N° 2





Los ahorros que genera esta propuesta y su contraposición con los costos de la inversión, están reflejados más adelante en este mismo trabajo de manera conjunta con el ahorro de todas las propuestas de mejora.

6.1.6 Propuesta 6: Mejora de las herramientas y secuencia de trabajo del empate

Cuando se refiere a la realización del empate, tal como se mostró en el estudio R.E.B.A. del capítulo IV, se trata una actividad disergonómica la cual requiere atención de ser corregida, para esta postura no deseada de arrodillado se diseña una mesa para impedir que el operario realice la labor en el piso que de tiene mas impacto en la postura. La mesa consiste en unos sujetadores a los lados para sostener el papel, posee unas ruedas en las patas para su fácil traslado, a la mesa se le soldará un sujetador de la cinta mylar tape para que el trabajador coloque la cinta allí y solo la hale para colocarla y cortarla.

Junto con la mesa se adquirirán otras herramientas para agilizar y optimizar la actividad: Una espátula para untar el adhesivo Fast-Bond y una extensión para la plancha de tal forma que no se tenga siempre que recurrir a conectarla al enchufe sino que se enchufa directamente a la extensión, la misma se encontrara en los lugares.

Los sujetadores del papel serán de un material similar a una imitación de madera suave, para no dañar el papel mientras lo sostienen, estos se atornillaran a la mesa con unas bisagras de tal manera que giren en un ángulo libre de 270°.

La mesa especialmente diseñada para la propuesta será fabricada en el taller de herrería de la empresa, la materia prima a utilizar será adquirida a través de los proveedores de barras de acero de la empresa.



El diseño de la mesa se consigna para las 3 áreas, ya que en cualquiera de estas se puede presentar una ruptura del papel.

A continuación se ilustra en la figura N° 6.12 y 6.13, las medidas de la mesa especial para el empate.

Figura N° 6.12, Vista aérea de la mesa especial para el empate

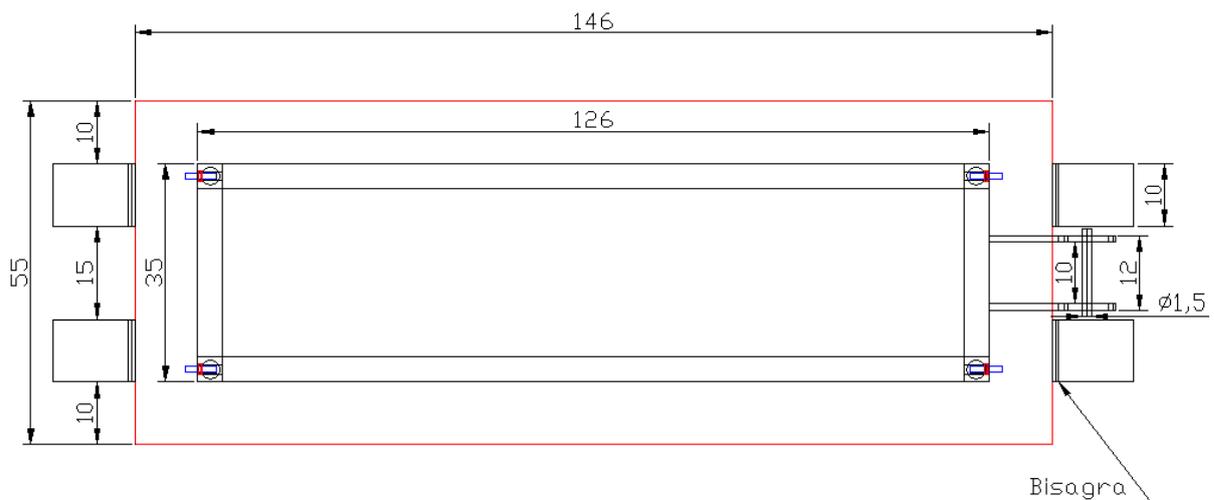
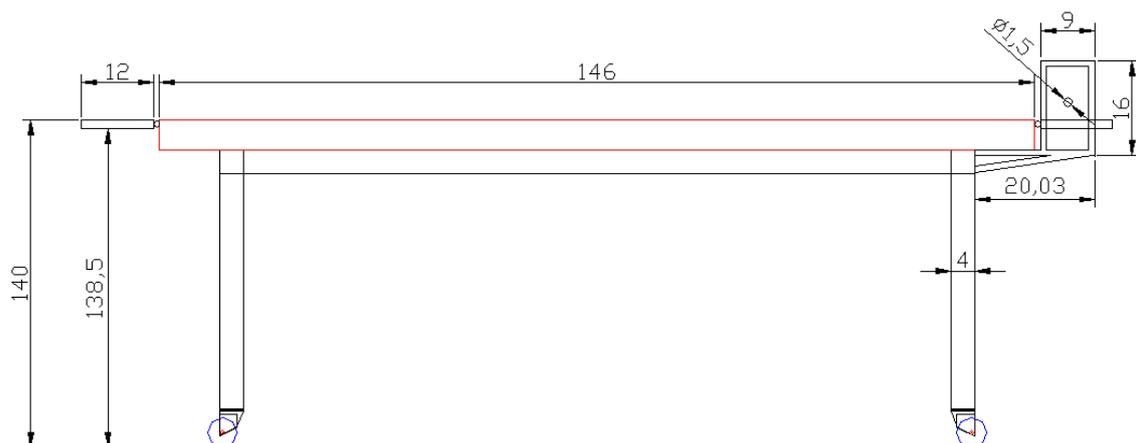


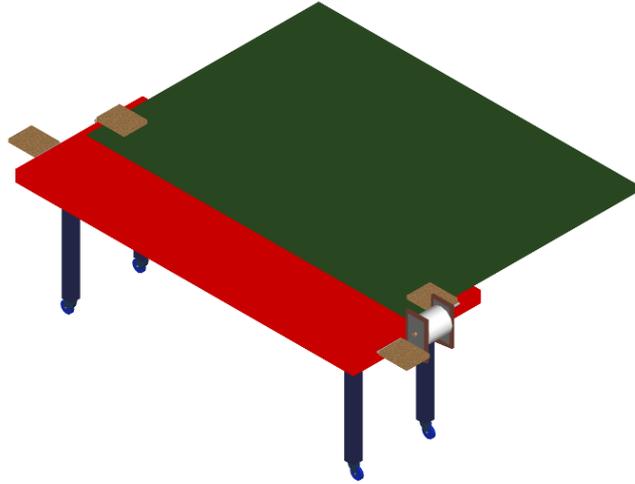
Figura N° 6.13, Vista lateral de la mesa especial para el empate



Ahora en las figura 6.14, 6.15, 6.16 y 6.17 se ilustra como es la secuencia de la realización del empate con la mesa especial diseñada.

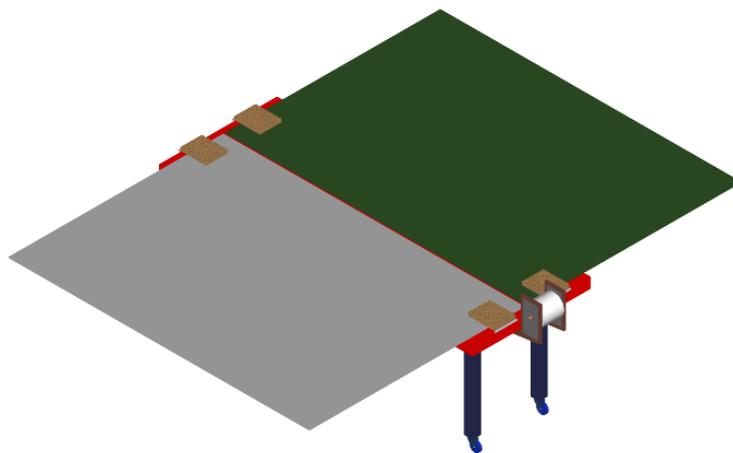


Figura 6.14, Paso 1 de la secuencia de realización del empate con la mesa especial.



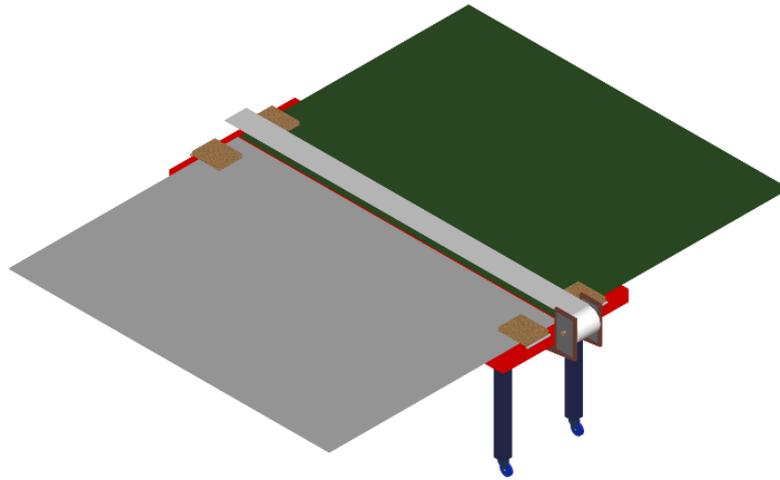
Se sujeta el líder con los sostenedores.

Figura 6.15, Paso 2 de la secuencia de realización del empate con la mesa especial.



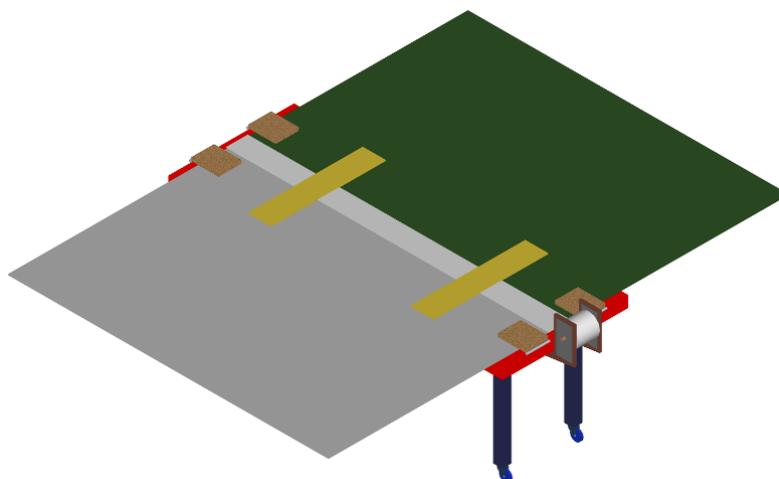
Se sujeta el papel de la lija con los sostenedores restantes, colocándola por debajo del líder y aplicándole el adhesivo Fast-Bond.

Figura 6.16, Paso 3 de la secuencia de realización del empate con la mesa especial.



Una vez aplicado el adhesivo, se le adhiere la cinta para unir ambas partes de la lija.

Figura 6.17, Paso 4 de la secuencia de realización del empate con la mesa especial.



Se le colocan los tirros perpendiculares para asegurar el empate.



Beneficios

Disminución del consumo del tiempo de la actividad de 7 a 4 o incluso hasta 3 min. Mejora ergonómica de la actividad, ya que se realizará en la mesa y no en el piso como solía ocurrir anteriormente. Independencia de la actividad, al poder ser realizada hasta por 1 operario dado a la facilidad de ejecución. Ayuda de igual forma la reparación del empate durante la ruptura del material, disminuyendo tales tiempos. La realización de un buen empate permitirá la reducción de reventones durante el arranque, que suelen ocurrir cuando el empate se realiza de forma defectuosa.

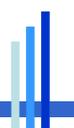
Inversión y Ahorro

En lo referente a los ahorros obtenidos de la aplicación de esta propuesta, tenemos que la disminución esperada de los tiempos de ejecución de la tarea es de 57%, si tomamos en cuenta que la ruptura de papel ocurre unas 4 veces por día, se estarían ahorrando unos 14 minutos en promedio por día. Esto representa al mes un total de 280 minutos, en la tabla N° 6.8 se muestra la inversión asociada a la propuesta.

Tabla N° 6.8, Inversión asociada a la propuesta de mejora de empate

Descripción	Cantidad (Unid)	Precio Unitario (BsF/unid)	Total (BsF)
Mesa de apoyo	3	188	564
RUEDA GIRATORIA DE 50mm (2" PULGADAS)	4	33	132
Combo de 5 Espátulas de aplicación de adhesivo Fast Bond	1	60	60
Extensión eléctrica	3	66	198
Dispensador de cinta plástica	3	60	180
	TOTAL		1.134

Fuente: 3M Manufacturera Venezuela, Tienda Ferremerca, Tienda tal, Tienda EPA y elaboración propia. Ver anexo N° 2





6.1.7 Propuesta 7: Redistribución de las cargas en las operaciones

Para redistribuir las cargas, se procede a utilizar una herramienta de la ingeniería de métodos, llamada diagrama de cuadrillas, que ayudará a organizar de la mejor forma en que orden se podrán llevar a cabo las operaciones.

En el estudio presente se hace una adaptación de la herramienta ya que en este caso no se busca un ciclo en las operaciones, sino una secuencia coherente y balanceada de las tareas en las áreas.

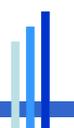
En toda la línea, se toma en cuenta el hecho de que muchas actividades se realizan por un solo operario por lo que en la ejecución del diagrama de cuadrilla se dividen las cargas para ayudar a aliviar el trabajo.

A este estudio se le asignará un rendimiento tal que, si un operario realiza la actividad, la misma se realiza en un 100% del tiempo observado, pero si dicha operación es realizada entre 2 operarios se culminara en un 60% del tiempo, cifra establecida por los analistas de la empresa para aproximarse más a la realidad.

Ej.: Cálculos tipo:

Tiempo total en la operación = $0,6 * 20 \text{ min} = 12 \text{ min}$

Cabe destacar que dicha discrepancia se efectúa solo a ciertas actividades que su forma de ejecución lo permitan. Por ejemplo: La protección de los rodillos del sistema del Sizer, que consiste en cubrir 8 rodillos de la zona de diferentes diámetros la carga se podría repartir entre 4 rodillos para un operario y 4 para el otro, sin embargo las características de un rodillo pueden ser diferentes a las de otro, causando que no se culmine la operación al mismo tiempo.





Así como se tienen actividades cuya duración no es afectada si la realizan varios operarios. Ej.: El vertimiento del adhesivo en la bandeja, esta la realiza un operario y básicamente se vierte el adhesivo con una paila a la respectiva bandeja, de aumentar un trabajador a la operación no la afectaría ya que el mismo no tendría cabida durante la ejecución.

Se trabajará con la tercera etapa del SMED para la optimización de las actividades en la redistribución, de forma tal para complementar el estudio y mejorar los tiempos en los procedimientos de las paradas planificadas, se realizaron propuestas de cambios de actividades internas a externas, es decir las actividades que anteriormente se realizaban con la máquina parada ahora se realizan con la máquina en funcionamiento.

A continuación se muestran dichas propuestas para cada operación:

6.1.7.1 Redistribución de cargas en la Limpieza Macro

En vista de que la limpieza macro se realiza en promedio una vez al mes, en el turno de la mañana, y la misma se realiza con todo el sistema parado, se cambiarán las actividades internas a actividades externas que puedan ser realizadas con anticipación, ya sea el día anterior o durante el funcionamiento normal del sistema.

Para facilitar la transformación de las actividades a externas, Estas operaciones se llamaran “Actividades de preparación para la Limpieza Macro”.

Internas a externas en el Coater

Limpieza de los equipos del Coater y envío del mineral en la superficie a la fosa: Al final del turno del día anterior, soplar los equipos del Coater y





recoger con una pala todo el mineral que se encuentre en el suelo en vez de soplarlo a la fosa, de esta manera caerán menos granos en la misma y aliviara el trabajo para el día de la limpieza.

Tiempo ahorrado estimado: **15 min.**

Internas a externas en el Sizer

Limpieza de la bandeja de adhesivo: al terminar el turno del día anterior a la limpieza, luego de botar el adhesivo remanente, proceder a eliminar la capa de aluminio presente en la bandeja de adhesivo.

Tiempo ahorrado estimado: **10 min.**

Internas a externas en el Horno

Como se mencionó previamente en el estudio, se asigna un operario por cada zona del horno.

Limpieza de las compuertas del horno: Con la máquina en funcionamiento puede realizarse la limpieza a las compuertas por el exterior de las mismas con la protección necesaria requerida (guantes de carnaza).

Tiempo ahorrado estimado: **45 min.**

Diagrama de cuadrilla de la limpieza o cambio macro en la línea.

Consideraciones del diagrama de cuadrilla

Para la elaboración del diagrama de cuadrilla se tomaron ciertas consideraciones que se señalan a continuación:

- 1 En la limpieza se trabaja con los 6 operarios del área ya que el glueman no realiza ninguna actividad relevante durante la limpieza.





- 2 Básicamente para la limpieza se busca dividir el trabajo entre 3 grupos de 2 operarios cada uno.
- 3 Para los hornos, se busco el trabajo en parejas para que de tal forma la carga sea menor y sea más rápido el trabajo.
- 4 Los tiempos de demora en los traslados, están incluidos en la búsqueda de las herramientas.
- 5 Cada cuadro representa 1 min.

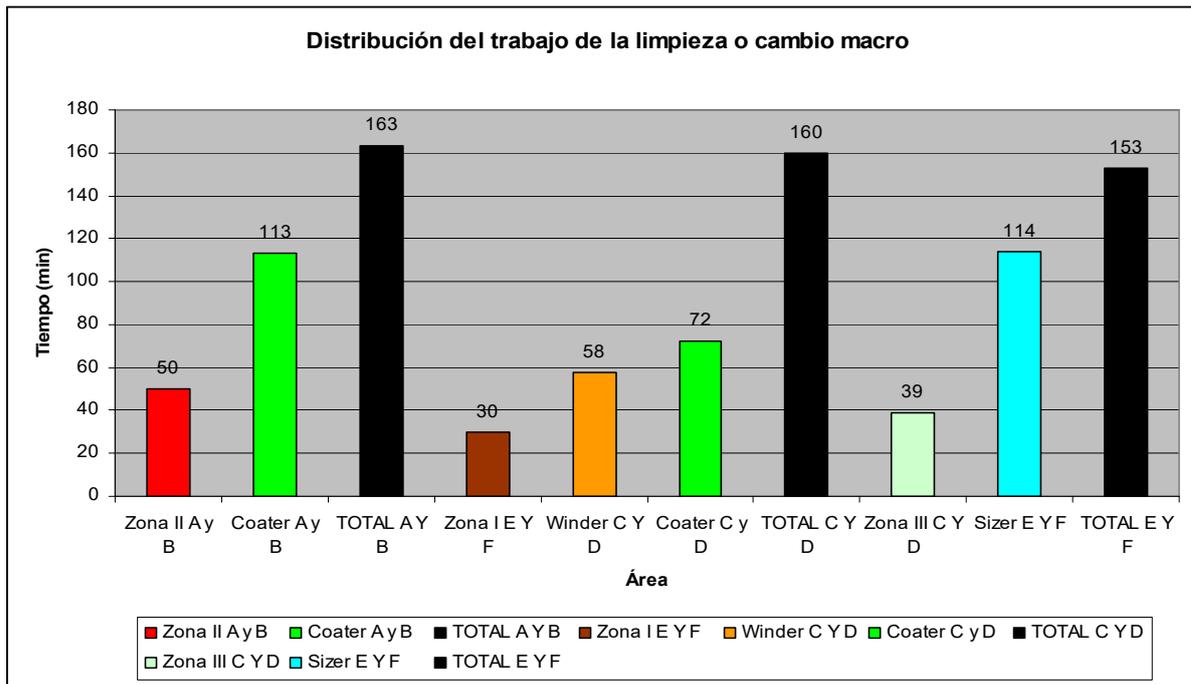
En el anexo N° 21, se muestra el diagrama de cuadrilla para la limpieza o cambio macro con las mejoras planteadas en el estudio.

Resultado

Tal como se aprecia en el diagrama, la operación se divide por parejas de operario, por lo que el gráfico N° 6.18 muestra la distribución de las cargas de tiempo dividido entre cada par de trabajadores.

Figura N° 6.18, Distribución de las cargas en la limpieza macro





Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico, se refleja una notoria reducción del tiempo de la operación, de los 451 min (el tiempo limpiando el Coater mas el tiempo que se tarda limpiando el horno) que equivale a 7 horas y media a una ejecución de 163 min estimados como mínimo, además de una diferencia entre cargas de trabajo del operario alrededor de 10 min como máximo.

6.1.7.2 Redistribución de las Actividades de Arranque

Internas a externas en el Coater y el Sizer

El cambio del piso es realizado una vez puesto el sistema en funcionamiento.

Tiempo ahorrado estimado: **10 min.**

Consideraciones



- 1 Para el arranque se tomó en cuenta, que se debe empezar por las actividades que se realicen en el horno ya que este lleva 20 min para calentarse.
- 2 Continuamos con el mismo principio aplicado en la limpieza del cambio macro, donde si una actividad se realiza por 1 operario se tomara al 100% el tiempo, pero si es realizada entre 2 operarios se lleva un 60%.
- 3 En este caso la demora representa, actividades de traslado u ocio.
- 4 Cada cuadro representa 1 min.
- 5 Los tiempos de demoras, se toman para realizar actividades de mantenimiento al equipo, en un caso especifico la limpieza de los granos en la fosa.

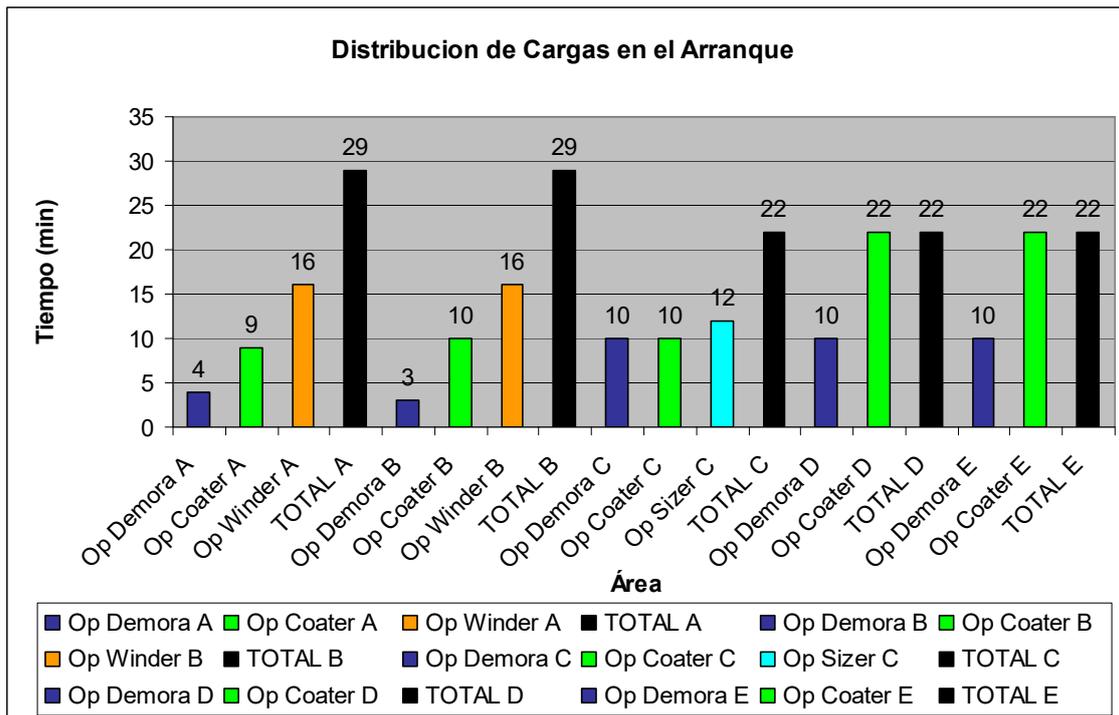
el diagrama de cuadrilla completo se encuentra en el anexo N° 21.

Resultado

Para visualizar como quedaron las cargas en el sistema una vez realizada la redistribución, para mostrar la evaluación se trabaja por grupo de operarios, a continuación se muestra en el gráfico N° 6.19.

Figura N° 6.19, Redistribución de las cargas en el arranque





Fuente: Elaboración propia.

Como muestra el gráfico las cargas difieren entre 5 min, dado a que los operarios C y D son los encargados del Winder, donde se realiza la última actividad antes de iniciar el sistema, se logra reducir el tiempo de los 68 min que se tardaba, a aproximadamente 29 min como mínimo.

Con la implementación del diagrama de cuadrilla en el arranque, se lograra reducir el tiempo de los 68 min a lo que podría ser a 29 min estimado.

6.1.7.3 Redistribución de las actividades del Cambio de Producto

Consideraciones

- 1 Al iniciarse el cambio cada operario se encuentra en su estación.
- 2 Como en el cambio de producto no hay una serie de mejoras como en el arranque y en la limpieza, se presentara 1 solo diagrama.



3 Al igual que en el arranque los tiempos de demoras podrán ser utilizados para realizar operaciones de limpieza, especialmente de la fosa para no acumular el trabajo para la limpieza.

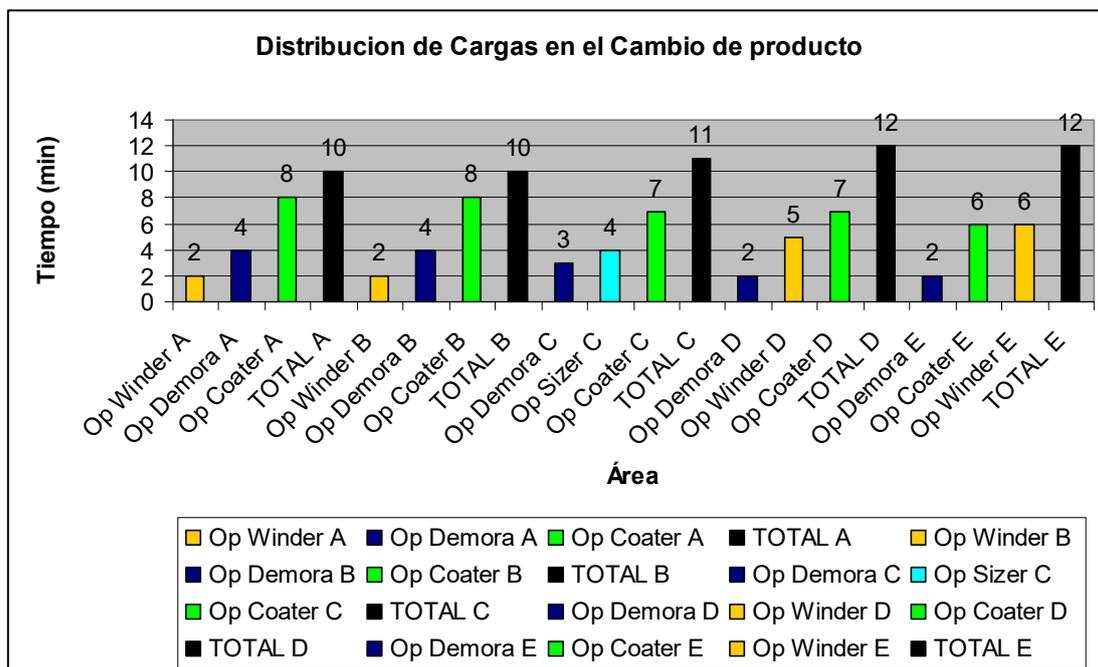
4 Cada Cuadro representa 1 minuto.

La tabla completa con el diagrama de cuadrilla para el cambio de producto se encuentra en el anexo N° 22.

Resultado

Se muestra seguidamente el gráfico N° 6.20 con las cargas del sistema luego de haber aplicado el diagrama de cuadrilla.

Gráfico N° 6.20, Redistribución de las cargas en el cambio de producto



La actividad con el diagrama de cuadrilla puede tomarse 14 min aproximadamente en vez de los 21 min que solía tomar, las cargas difieren a lo más en 2 min y los tiempos de demora se utilizar para algún mantenimiento que se requiera en el sistema como la limpieza de los granos en la fosa, de tal manera de no acumular el trabajo.





Beneficios Globales

Disminución de más de un 50 % del tiempo en el caso de algunas operaciones. Estandarización de la actividad, ya que a cada operario se le será asignada una cantidad de tareas que llevara a cabo.

Inversión y Ahorros de la Redistribución de carga en la Limpieza Macro (Cambio de grano grueso a fino)

En esta sección se realizará la evaluación económica de una redistribución de las tareas de Limpieza Macro (cambio de grano grueso a fino) lo cual conlleva a gastos a nivel de honorarios de un ingeniero especialista en mejora continua, a su vez, los costos generados por la planificación e impartición de un adecuado entrenamiento para el trabajo con las hojas de trabajo y procedimientos completos que contribuyen a la resolución de la misma problemática. Los 12 trabajadores, 6 de cada turno, recibirán la inducción de trabajo durante un turno completo, es decir, 8 horas; lo que se traduce en 96 horas hombre que se deberán incluir en los costos operativos de la propuesta.

Para realizar el Plan de Entrenamiento es necesaria la participación intensiva del supervisor de la línea del TAM, éste se encargará de la evaluación continua de los operarios a través de su entrenamiento; los costos operativos generados por este concepto corresponden al sueldo del supervisor en cuestión.

Por último se registra el costo que genera la pérdida de un turno de producción de lija, el promedio de producción de lija por turno es de 3.750 metros, de cada metro se obtiene en promedio unas 21 por metro de lija, es decir se dejan de producir 78.750 lijas.





Según el estudio realizado en esta propuesta de mejora se estaría llevando el tiempo total de limpieza de 451 min (7 horas y media.) a una ejecución de 169, esto representa un 62,5% y un total de minutos reducidos al mes de 282.

En la tabla N° 6.9 se refleja la inversión de la redistribución de las operaciones

Inversión y Ahorros de la Redistribución de cargas en las operaciones

La redistribución de las tareas en el arranque y en el cambio de grano se realizará de manera conjunta, ya que en una misma jornada se pueden impartir el adiestramiento de ambas actividades. Al igual que en el caso de la redistribución de carga en la Limpieza Macro, para el cambio de grano y el arranque también se generan costos como: honorarios de un ingeniero especialista en mejora continua, los costos generados por la planificación e impartición de un adecuado entrenamiento. En este sentido Los 12 trabajadores, 6 de cada turno, recibirán la inducción de trabajo durante medio turno, es decir, 4 horas; lo que se traduce en 48 horas hombre que se deberán incluir en los costos de inversión de la propuesta.

Por otra parte el supervisor de la línea del TAM, se encargará de la evaluación continua de los operarios a través de su entrenamiento; lo cual genera otros costos asociados al salario del supervisor en cuestión.

Tabla N° 6.9, Inversión asociada a la redistribución de cargas en la Limpieza (Cambio macro)

Descripción	Cantidad (Unid)	Precio Unitario (BsF/unid)	Total (BsF)
Honorarios de Ingeniero especialista en Mejora Continua	1	4.215	4.215





Tabla 6.9 (Cont.)

Operarios (Adiestramiento)	96 hr-hb	10.5 BsF /hr-hb	1.008
Supervisor	8	25	200
Jornada de producción de lija perdida	78.850	1.5	118.275
		TOTAL	123.698

Fuente: 3M Manufacturera y elaboración propia. Ver Anexo N°2.

Igualmente se registra el costo que genera la pérdida de medio turno de producción de lija, en promedio la producción de media jornada esta alrededor de los 39.375 lijas, lo que se traduce en 59.062,5 BsF.

El ahorro que se obtiene a través de la propuesta no es otro que la disminución en el tiempo total de arranque y cambio de grano.

Por una parte el cambio de grano registraba un tiempo de 21 minutos, y gracias a la redistribución de cargas se registrará un nuevo tiempo alrededor de los 14 minutos, es decir, una reducción del 33,33%. El cambio de producto se realiza unas 3 veces por día, es decir, 60 veces al mes, por lo que el tiempo total disminuido tras la mejora es de 420 minutos mensuales.

El proceso de arranque a su vez, disminuirá su tiempo de los 68 minutos actuales, a unos 29, lo que representa un 57,35%. La actividad de arranque se realiza una sola vez al día, y se estima que los días laborables por mes son 20, es por esto que concluimos que el tiempo ahorrado mensual es de 780 minutos.

Finalmente haciendo una distribución equitativa para ambas propuestas tenemos que la inversión asociada a cada una es de 31.940,75 BsF.

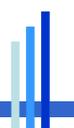




Tabla N° 6.10. Inversión asociada a la redistribución de carga en el arranque y en el cambio de producto

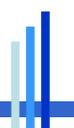
Descripción	Cantidad (Unid)	Precio Unitario (BsF/unid)	Total (BsF)
Honorarios de Ingeniero especialista en Mejora Continua	1	4.215	4.215
Operarios (Adiestramiento)	48 hr-hb	10.5 BsF /hr-hb	504
Supervisor	4 hr	25 BsF/hr	100
Jornada de producción de lija perdida	39.375	1.5	59.062,5
		TOTAL	-63.881.5

Fuente: 3M Manufacturera Venezuela y elaboración propia

6.2 Evaluación Económica para las propuestas de mejora

Se realizará el estudio del ahorro y la evaluación económica de las propuestas de mejora evaluando todas las actividades críticas en conjunto, es decir: el arranque, el cambio de grano, la ruptura del papel de lija y la limpieza macro o cambio de grano grueso a fino. Así contrastaremos las inversiones y ahorros asociados a las propuestas de mejora para cada actividad y obtendremos el tiempo de pago estimado.

El ahorro en todos los casos se refleja en la reducción de tiempos. Para cuantificarlo se estimó el costo de producción por unidad aproximado. Actualmente la producción total mensual de lija es de 150.000 metros, y de cada metro de lija se obtienen en promedio 21 hojas de lija, lo que significa una producción estimada de 3.150.000 hojas de lija, que son el producto terminado destinado a la venta. Esta producción corresponde a dos turnos diarios de 8 horas cada uno, se trabajan en promedio 20 días al mes. El costo aproximado de producción por cada hoja de lija es de 0,7 BsF. Esta información fue estimada y proporcionada por la empresa, con estos datos podemos estimar el





costo aproximado de producción por horas de trabajo. Finalmente se calculó la diferencia de los costos de producción sin y con la implementación de la propuesta obteniéndose el ahorro mensual, el cual mantiene la misma producción pero disminuye los recursos utilizados para la fabricación de la misma, en este caso la disminución considerable de los tiempos de parada.

La Inversión total de las propuestas de mejora se muestra en la tabla N° 6.11 y es igual a la suma de todas las inversiones relacionadas:

Tabla N° 6.11, Inversión asociada a todas las propuestas de mejora para la actividad de Limpieza Macro

Propuesta de Mejora	Inversión (BsF)	Tiempo disminuido aproximado (min/mes)
Realimentación de Tolva.	7293,3	50
Adaptación de la metodología 5'S.	653,58	20
Mesa para empate	954	180
pistola de cinta adhesiva.	180	220
Rodillo Escurridor	1420	317
Limpieza de Horno con Aspiradora/sopladora	2292	55
Redistribución de Carga en la Limpieza Macro.	123698	288
Redistribución de las cargas en el arranque y el cambio de producto.	63881,5	420 / 280
TOTAL	-200435,3	1830

Fuente: elaboración propia

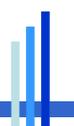




Tabla N° 6.12, Costos Operativos asociados a las propuestas de mejora

Propuesta	Total (BsF/mes)
Adaptación de la metodología 5S	6.411,58

Fuente: Elaboración propia

A través de las propuestas de mejora de la redistribución de carga podemos obtener, en las actividades del cambio de grano, arranque y limpieza macro, el estimado de reducción de los tiempos de parada total tras la aplicación de todas las propuestas de mejora, ya que todas las actividades tomadas en cuenta en dichos estudios incluyen la disminución en los tiempos de cada propuesta. Aunado a esto está el tiempo ahorrado por la propuesta de la mesa para el empate tras la ruptura de material el cual no fue incluido en la redistribución de carga como las otras propuestas.

En definitivo el estudio arroja una disminución mensual de casi 30 horas en los procesos descritos en este trabajo como críticos, porcentualmente se reducen los tiempos de producción en un 9,37%. Con todos estos datos nos vamos a la tabla N° 6.13 de los ahorros asociados a las propuestas de mejora.

Tabla N°6.13, Ahorros asociados a las propuestas de mejor

Situación	Producción de lijas (unid)	Costo de producción por hora (BsF/hr)	Horas trabajadas diarias (hr/mes)	Costo total de producción mensual	Ahorro (Bs/mes)
Actual	3.150.000	6.890,62	320	2.204.998,4	206.718,6
Propuesta	3.150.000	6.890,62	290	1.998.279,8	

Fuente: 3M manufacturera y elaboración propia

Debemos restar los costos operativos a los ahorros mensuales esperados tras las propuestas de mejoras a implementar y luego obtener el tiempo de pago, analizando la inversión y el ahorro mensual. En la tabla N° 6.14 se muestra la tabla del tiempo de recuperación de la propuesta.

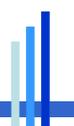




Tabla N° 6.14, Tiempo de Recuperación de la propuesta

Total Ahorro menos costos operativos de la mejora		200.307 BsF/mes
Tiempo de Recuperación de la Inversión		
Inversión Inicial (BsF)	Ahorro / mensual	Total
-200.435,3	1 x 200.307	-128,28
-200.435,3	2 x 200.307	200.178,72

Fuente: elaboración propia

Tiempo de recuperación de la inversión = 1 mes aproximadamente.





CONCLUSIONES

La herramienta del diagrama de cuadrillas adaptada en combinación con las últimas etapas de la metodología SMED resultó satisfactoria y se pudo ver reflejado el resultado en una disminución de algunas operaciones en más del 50%.

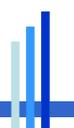
El SMED, aplicado al sistema resultó una metodología clave para el desarrollo del estudio, sin embargo debido a lo complejo y extenso de algunas operaciones, esta técnica parece responder mejor a sistemas menos complicados en cuanto a las actividades de preparación.

Una actividad tan simple como retirar y pegar una cinta adhesiva o pedazo de papel, al menos de no ser examinada con la metodología SMED, pudiese haber pasado desapercibida causando más retrasos innecesarios en el sistema durante la realización del arranque.

El diagrama de Ishikawa y el análisis de los 5 por que's fueron herramientas de análisis decisivas para determinar las causas mas fuertes o mas influyentes en lo que eran los problemas como la limpieza del horno, la limpieza de la fosa y en la ruptura del material.

El análisis del AMEF fué crucial para determinar la causa a atacar de la ruptura del material, de igual forma es vital acotar que la ruptura del material aun tiene diversas causas y su erradicación es dificultosa, por lo que en el estudio se desarrollo una mejora para la realización del empate luego de la ruptura y así aliviar el tiempo de la parada no planificada.

A pesar de tener una elevada inversión de 200.435,30, implementando las mejoras se puede lograr reducir el tiempo del arranque en un 57,35%, el tiempo de cambio macro en un 63,86%, el tiempo de cambio de producto en un 33,33%, la ocurrencia de la ruptura del material a un 25% y la reparación de la ruptura de material a un 21,23%.

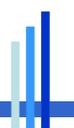




RECOMENDACIONES

A partir de la experiencia de este trabajo se recomienda:

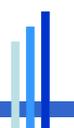
- La implementación de todas las propuestas presentadas en el estudio.
- Conseguir o capacitar al grupo de mecánicos de la empresa, para lidiar los problemas técnicos que presente el equipo del TAM, para disminuir la incidencia de la ruptura del material.
- Incentivar al grupo de trabajo a mejorar el trabajo en equipo y desarrollar charlas o dinámicas que permitan una mayor compenetración entre los miembros del equipo para lograr un trabajo más efectivo.
- Velar por el cumplimiento del requisito de puntualidad a los trabajadores para optimizar los tiempos de arranque.
- En la zona donde se depositan los jumbos en el Coater, diseñar un dispositivo de manejo de materiales que logre preservar el buen estado de la materia prima desde que entra a la planta.
- Mejorar el sistema de las grúas en toda el área, para poder llevar a cabo más rápido las actividades que incluyen la grúa, las cuales son numerosas.
- Realizar en la línea estudios ergonómicos del trabajo.
- Cambiar los rodillos del horno con el acabado siliconado, por rodillos de acero, ya que no son necesarios en el sistema debido a que no se va a producir más el tipo de lija que ameritaba dichos rodillos para elaborarse.





BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, D; (2006), **“Manual para la elaboración y Presentación de trabajos académicos escritos”**. Bogotá. Colombia.
- ALAHNA, J y PIÑATE, R; (2004), **“Reducción del tiempo de puesta a punto en una empresa metalmecánica”**. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, Escuela de Ingeniería Industrial. Carabobo-Venezuela.
- BURGOS VIVAS, F. (2.005), **“Ingeniería de Métodos, Calidad y Productividad”**. Dirección de Medios y Publicaciones, Edición 2005.
- CABRERA, W. Y VILLASMIL, G; (2008), **“Propuestas de Mejora para Incrementar la Productividad en una Empresa Embotelladora de Bebidas no Carbonatadas”**. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, Escuela de Ingeniería Industrial. Carabobo-Venezuela.
- GONZÁLEZ, R y GUTIÉRREZ, M; (2.004), **“Propuestas de mejoras para incrementar la Productividad en la línea de aire de Panel de una empresa fabricante de autopartes”** Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, Escuela de Ingeniería Industrial. Carabobo. Venezuela.
- KOONTZ, H. y WEHRICH H; (2.004), **“Administración, una perspectiva Global”**. 12ª edición. McGraw-Hill Interamericana.
- MORA, A; (2004), **“Disminución del tiempo de puesta a punto de la empresa Trefilería Carabobo TRECARSA”**. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, Escuela de Ingeniería Industrial. Carabobo-Venezuela.





NIEBEL, B; (1976), **Ingeniería Industrial, Estudio de tiempos y movimientos**. Representaciones y servicios de ingeniería, S.A.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA; (2.001), **“Diccionario de la lengua Española”**. 22ª edición. Madrid. España.

SABINO, C; (1994), **“Como hacer una tesis y elaborar todo tipo de escrito”**. Tercera Edición. Editorial Panapo.

UPEL; (2001), **“Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales”**. Caracas. Venezuela.

VISOR enciclopedias audiovisuales S.A.; (1.999), **Enciclopedia VISOR**.

3M Manufacturera Venezuela, Planta Valencia, (2.007), **“Manual de Calidad del área de ABRASIVOS de 3M Manufacturer, Planta Valencia”**. Valencia, Venezuela.

3M Manufacturera Venezuela, Planta Valencia, (2.007), **“Manual de Seguridad del área de ABRASIVOS de 3M Manufacturer, Planta Valencia”**. Valencia, Venezuela.



ANEXO N° 2: Cotizaciones.



Elemento	Descripción
	<p>CARTUCHO HP C9351AL (21) NEG (7400) PcActual: BsF. 77,58</p>
	<p>CARTUCHO HP C9352L (22) COL (7401) PcActual: BsF. 99,00</p>

PROTOTAL



Elemento	Descripción
	<p>Combo de 5 Espátulas de aplicación de adhesivo fast bond</p>



Cont. ANEXO N°2:

Elemento	Descripción
	<p>ASPIRADORA INDUSTRIAL RIDGID DE 6.5HP 16 GAL. (60 LITRO) CON SOPLADOR DESMONTABLE</p>
	<p>COMPRESOR DE AIRE INDUSTRIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Marca SCHULZ ○ Fabricado en Brasil, Patente Alemana ○ Motor de 3 HP 2,25 KW ○ Tension 220Volt. monofasico ○ Revoluciones del motro 1200 RPM ○ Cabezal de Hierro ○ 2 Pistones en linea ○ 1 Etapa de compresion ○ Presion de trabajo maxima 140 PSI ○ Desplazamiento teorico 15 CFM 425 L/min ○ Volumen del reservorio o tanque 180 Lts. ○ Accionamiento por correas ○ Lubricacion por salpicadura ○ Tiempo de llenado del tanque 5.5 minutos <p>Peso aproximado 129 Kilos.</p>

Cont. ANEXO N°2:



Elemento	Descripción
	<p>Aspirador Ciclón de Femi modelo FEM350PLUS</p> <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Robustos versátiles y manejables, indispensables en todas las operaciones de aspiración del serrín virutas. • Motores de inducción potentes y fiables. • Adaptación para el acoplamiento con máquinas de carpintería. • Ventilador de aspiración de aluminio. • Se suministran en Kit de montaje.
	<p>RUEDA GIRATORIA DE 50mm (2" PULGADAS) 33,00 BSF</p>
	<p><u>FERREMERCA</u></p> <p>Dispensador De Cinta, Tirro, Teipe. Marca: 3m</p>

Elemento	Descripción
	<p>Extensión alta resistencia</p> <p>Marca: Arrigo Referencia: 7600</p> <p>Color: Azul. Medidas: Cable ST 3 x 16, largo: 7,6 m, 13 amperios.</p>
	<p>CARRUCHA BUHONERA</p> <p>Marca: Metal Arte Color: Rojo. Material: Metal.</p> <p>Bs .F. 225</p>

ANEXO N° 3: VISTA DEL COATER

COATER



Bandeja de adhesivo

Jumbo sin desenvolver

Portajumbos

Unidad de Impresión

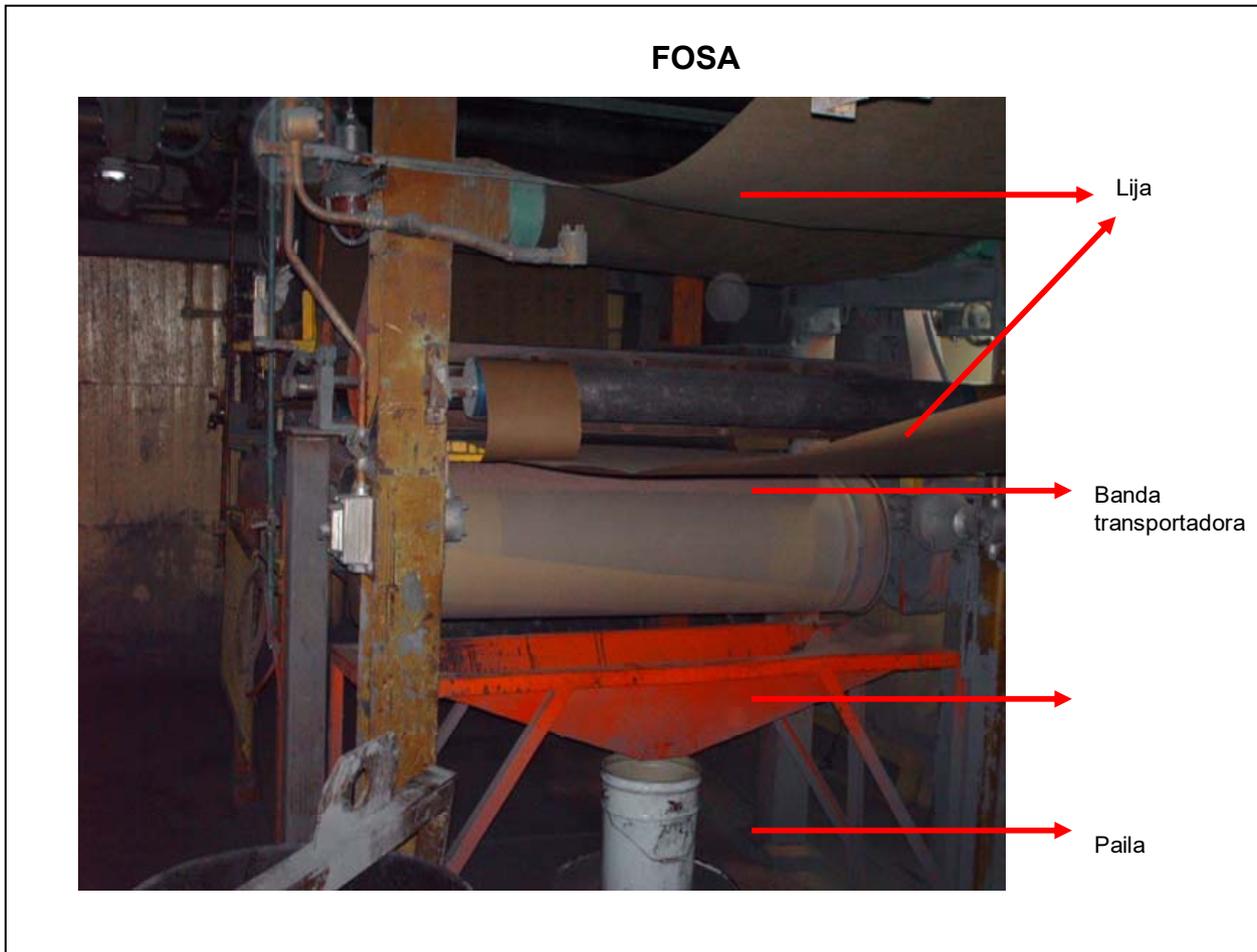
ANEXO N° 4: BANDEJA DE ADHESIVO



Bandeja de adhesivo del Coater



ANEXO N° 5: VISTA DE LA FOSA



ANEXO Nº 6: ELEMENTOS DEL HORNO



Compuerta del Horno



Parte interna del Horno



Pasillo del Horno

ANEXO Nº 7: PROTECTOR O “BOMBI”



Protector o “bombi” de tartan tape

ANEXO Nº 8: PROTECTOR O “BOMBI”



Protector o “bombi” de papel

ANEXO Nº 9: CIREL



Cirel (portaclipés)

ANEXO N° 10: RECUBRIMIENTO DE MYLAR



Rodillo recubierto de mylar tape

ANEXO N° 11: CEPILLO



Escoba sin mango

ANEXO N° 12: VISTA DEL SIZER

SIZER



ANEXO N° 13: GRÚA





ANEXO N° 14: AMEF APLICADO A LA RUPTURA DEL PAPEL

Fusión	Mts(\$ de Falta) Ponderales	Ectos(\$ de Falta) Ponderales	Severidad	Clase	Causa/ Mecanismo de falla	Ocurrencia	Contexto de Foco de la Revisión	Contexto de Foco de la Detección	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Resultados de Acciones																																						
												Acciones Tomadas	Sev.	Ocu.	Dete.	NPR																																		
Producción de la trayectoria de la línea TAM	Reducción de la material.	Reducción de la material.	4	CS	Diferencia de velocidad entre rollos de gran ata.	1	Módulo con teclado de control de función	Chequeo visual de cada rollo	7	28	Reemplazo de teclado	Mesa para elaboración de empres	Mesa para elaboración de empres	4	1	5	20																																	
																		Tensiones inadecuadas	2	Chequeo visual de cada rollo	6	48																												
																																			Imperfecto en el empalme	3	Chequeo visual de cada rollo	5	60											
																		Reducción de la material	4	CS	Rollo trayectoria	1	Chequeo visual de cada rollo	5	20	Verificar el funcionamiento de los rollos de cada trayectoria de los rollos de cada trayectoria de los rollos de cada trayectoria																								
																																					Inclusión de los rollos de cada trayectoria	4	Chequeo visual de cada rollo	5	80									



ANEXO N° 15: Tabla general del AMEF

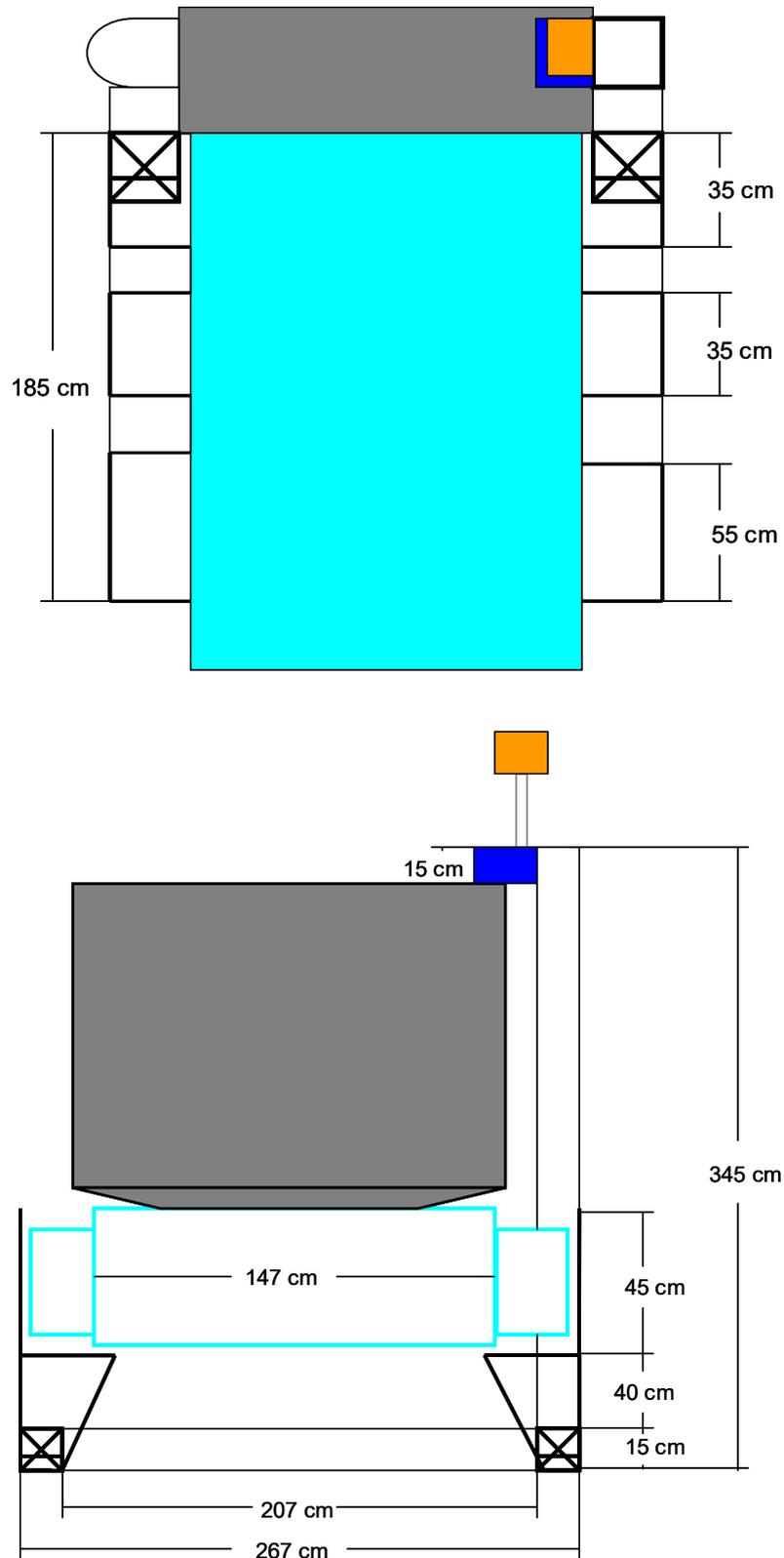
ANÁLISIS DE MODO A PRUEBA DE FALLA

(AMEF DE PROCESO)

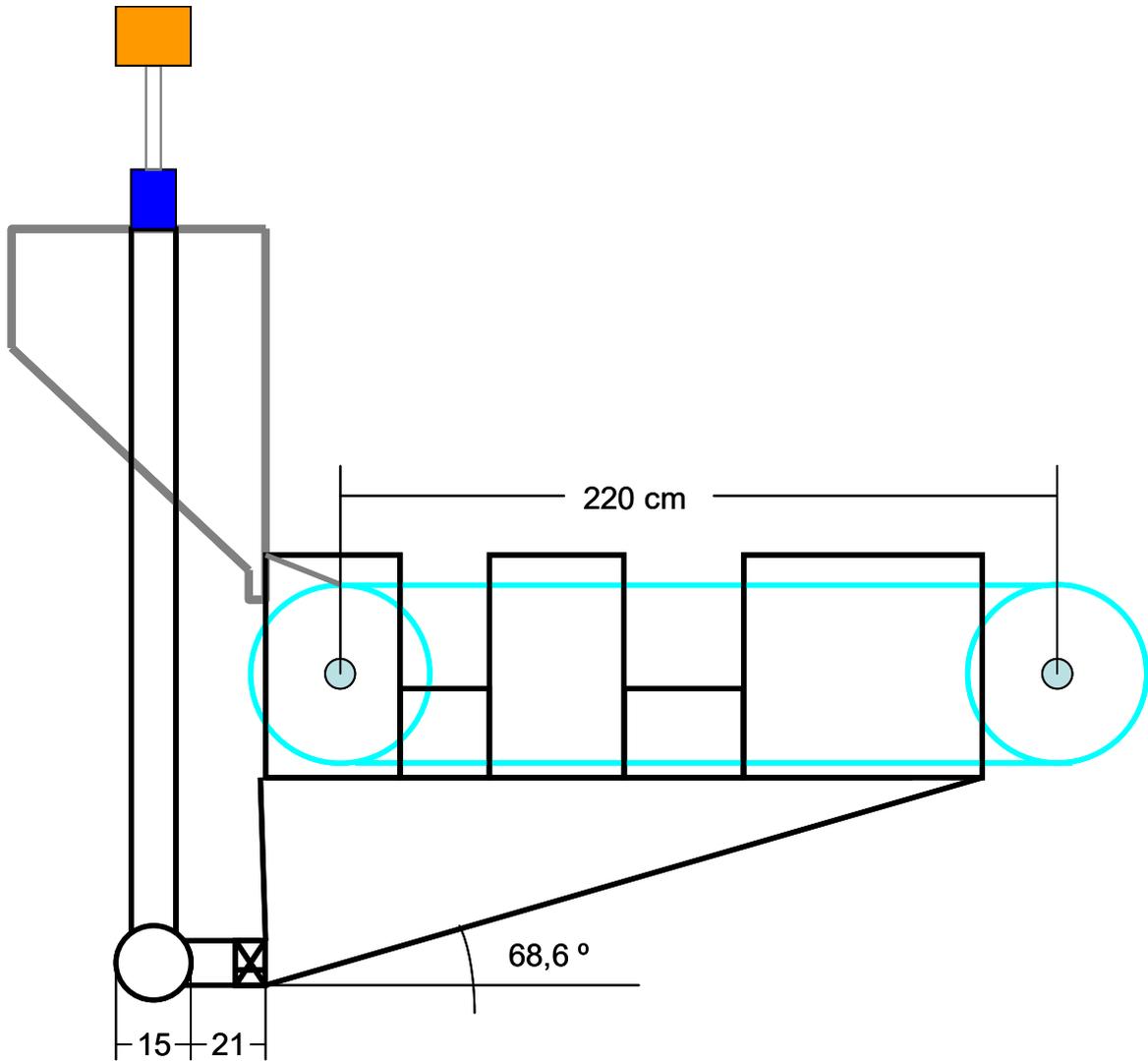
SEVERIDAD		OCURRENCIA		DETECCIÓN				
Grado	Efecto	Grado	Fración defectiva	Grado	Detección	Criterio	Método de detección	NPR
10	Riesgo sin advertencia	10	≥10%	10	Casi imposible	Certeza absoluta de no detección	No puede detectarse o no es chequeada	Multiplicación de lo 3 grados
9	Riesgo con advertencia	9	5%	9	Muy remota	Controles probablemente no detectarán	Control es logrado indirectamente o con chequeos fortuitos	Multiplicación de lo 3 grados
8	Muy alto	8	2%	8	Remota	Controles tienen poco chance de detección	Control es logrado solo con inspección visual	Multiplicación de lo 3 grados
7	Alto	7	1%	7	Muy bajo	Controles tienen poco chance de detección	Control es logrado solo con una doble inspección visual	Multiplicación de lo 3 grados
6	Moderado	6	0,50%	6	Bajo	Controles pueden detectar	Control es logrado con métodos gráficos	Multiplicación de lo 3 grados
5	Bajo	5	0,20%	5	Moderado	Controles pueden detectar	Control es logrado con "pasa-no pasa" 100% después de la operación	Multiplicación de lo 3 grados
4	Muy bajo	4	0,10%	4	Altamente moderado	Controles tienen un buen chance de detección	Detección de error en la operación siguiente	Multiplicación de lo 3 grados
3	Pequeño	3	0,05%	3	Alto	Controles tienen un buen chance de detección	Detección de error en la operación siguiente con Poka Yoke	Multiplicación de lo 3 grados
2	Muy pequeño	2	0,02%	2	Muy alto	Controles casi con certeza de detección	Error detectado por la máquina con parada automática	Multiplicación de lo 3 grados
1	Ninguno	1	0,01%	1	Total	Controles casi con certeza de detección	Dispositivo automático que no fabrica si existe falla	Multiplicación de lo 3 grados



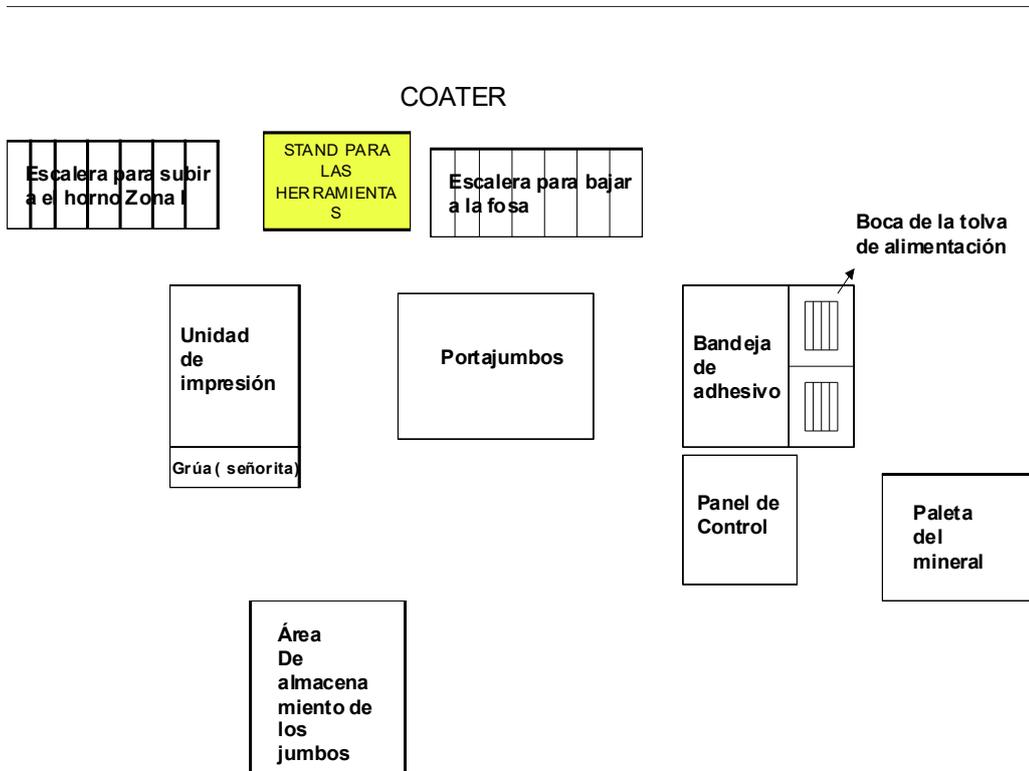
ANEXO N° 17: MEDIDAS DEL SISTEMA DE REALIMENTACION DE LA TOLVA



Cont. ANEXO 17

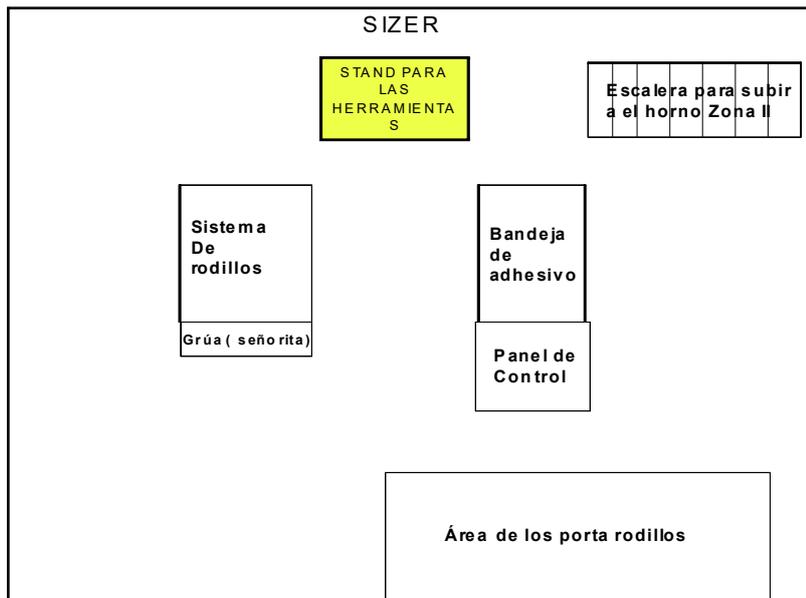


ANEXO N° 18, Localización en el Coater



Fuente: Elaboración Propia.

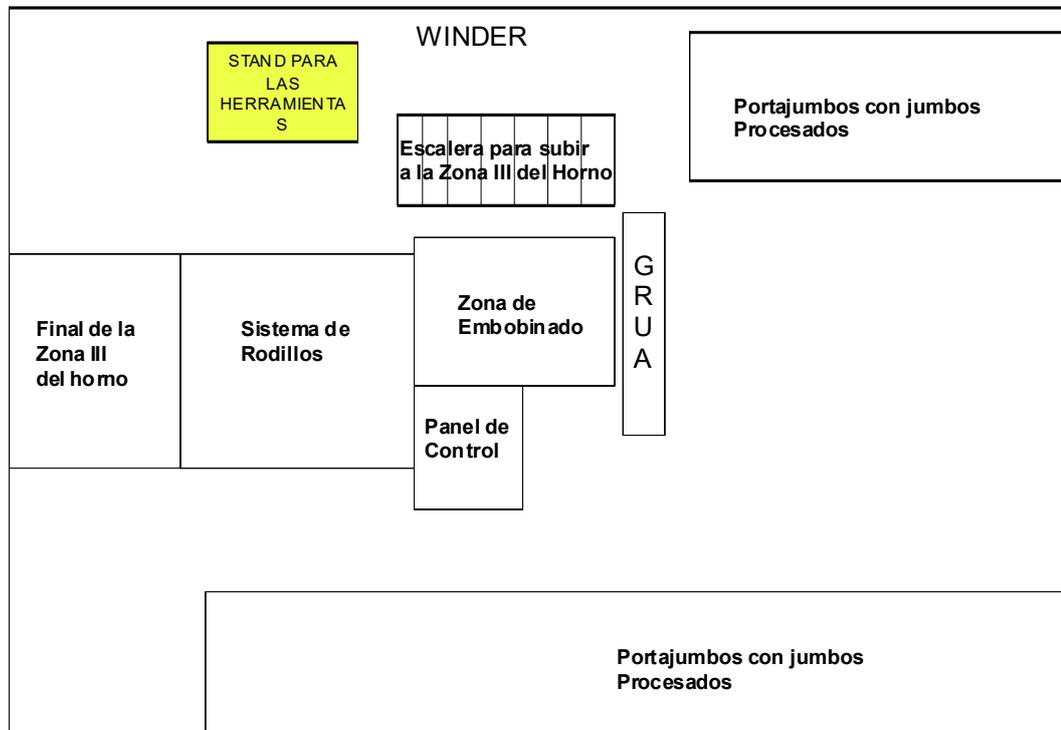
ANEXO N° 19: Localización en el Sizer



Fuente: Elaboración Propia.



ANEXO N° 20: Localización en el Winder



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO N° 21: Diagrama de cuadrilla de la limpieza o cambio macro con las mejoras planteadas del estudio.

Nº	Actividad	A	B	C	D	E	F
1	Extracción del material depositado entre las cuchillas de la tolva.	1	1	29	29	15	15
2	Retiro y desecho de la banda transportadora.	1	1	29	29	15	15
3	Extracción del mineral alojado en la banda transportadora.	1	1	29	29	15	15
4	Desmontaje y limpieza de las placas negativas.	2	2	29	29	15	15
5	Extracción del mineral ubicado en la estructura dispuesta en la fosa.	2	2	29	29	15	15
6	Recopilación del mineral que se encuentra en la superficie de la fosa.	2	2	29	29	15	15
7	Remoción de los Mylar-tape adheridos a los rodillos de la banda.	2	2	29	29	15	15
8	Protección de los extremos de los rodillos de la banda.	2	2	29	29	15	15
9	Extracción de los desperdicios de la fosa	2	2	29	29	15	15
10	Verificación de la no existencia de desperdicios en la superficie de la banda.	2	2	29	29	15	15





Nº	Actividad	A	B	C	D	E	F
11	Montaje de la banda transportadora.	2	2	29	29	16	16
12	Reinstalación de las placas eléctricas.	2	2	29	29	16	16
13	Colocación de las herramientas de trabajo en su lugar.	2	2	29	29	16	16
15	Retiro del masking de los rodillos y desecho.	3	3	29	29	16	16
16	Limpieza de la superficie de los rodillos.	3	3	29	29	16	16
17	Protección de los rodillos.	3	3	29	29	16	16
18	Desecho del masking tape retirado de los rodillos.	3	3	29	29	16	16
19	Limpieza de los desperdicios encontrados del área.	3	3	29	29	16	16
20	Retiro y desecho del papel adherido al piso del área de trabajo.	3	3	29	29	16	16
21	Preparación y colocación de papel sobre el piso del área de trabajo.	3	3	29	29	16	16
22	Desmontaje del rodillo de goma.	3	3	29	29	16	16
23	Traslado de la grua al rodillo.	3	3	29	29	16	16
24	Traslado del rodillo hasta la zona de portarodillos	3	3	29	29	17	17
25	Limpieza de bandeja de adhesivo.	4	4	29	29	17	17
26	Traslado del nuevo rodillo hasta el equipo.	4	4	29	29	17	17
27	Ajuste y alineación del nuevo rodillo.	4	4	29	29	17	17
28	Colocación de las herramientas de trabajo en su lugar.	4	4	29	29	17	17
29	Limpieza de la superficie de los rodillos.	4	4	29	29	17	17
30	Protección de los rodillos.	4	4	29	29	17	17

Nº	Actividad	A	B	C	D	E	F
31	Desecho del masking tape retirado de los rodillos.	4	4	30	30	17	17
32	Limpieza de los desperdicios encontrados del área.	4	4	30	30	17	17
33	Colocación de las herramientas de trabajo en su lugar.	4	4	30	30	17	17
34	Quitar el mylar tape de los rodillos.	4	4	30	30	17	17
35	Colocación de mylar tape en los rodillos.	4	4	30	30	17	17
36	Limpieza del piso y paredes del horno.	4	4	30	30	17	17
37	Colocación de los desperdicios en pailas.	4	4	30	30	17	17
38	Colocación de las herramientas de limpieza en su área respectiva.	4	4	30	30	17	17
39	Quitar el mylar tape de los rodillos.	4	4	30	30	17	17
40	Colocación de mylar tape en los rodillos.	4	4	30	30	17	17
41	Limpieza del piso y paredes del horno.	4	4	30	30	17	17
42	Colocación de los desperdicios en pailas.	4	4	30	30	17	17
43	Colocación de las herramientas de limpieza en su área respectiva.	5	5	30	30	17	17
44	Quitar el mylar tape de los rodillos.	5	5	30	30	17	17
45	Colocación de mylar tape en los rodillos.	5	5	30	30	17	17
46	Limpieza del piso y paredes del horno.	5	5	30	30	17	17
47	Colocación de los desperdicios en pailas.	5	5	30	30	17	17
48	Colocación de las herramientas de limpieza en su área respectiva.	5	5	30	30	17	17
49	Demora	5	5	30	30	17	17
50	Comida, Almuerzo	5	5	30	30	17	17

ANEXO 21: Diagrama de cuadrilla para el arranque con las mejoras planteadas en el estudio.

Nº	Actividad	A	B	C	D	E
1	Preparación de la fosa	24	24	19	1	1
2	Limpieza de la tolva	24	24	19	1	1
3	Limpieza de la banda transportadora	24	24	20	1	1
4	Montaje del portacliché con el circl nuevo a la imprenta.	24	24	20	2	3
5	Ajustar el rodillo.	24	24	20	4	4
6	Vertimiento de la tinta en la bandeja.	25	25	21	4	4
7	Lijar el rodillo	25	25	21	4	4
8	Se vierte el adhesivo	26	26	21	4	4
9	Traslado del mineral hacia los alrededores de la tolva.	26	26	22	4	4
10	Vertimiento del mineral en la tolva de alimentación.	9	29	22	5	5



11	Alineación de la bobina de papel.	9	6	22	5	5
12	Graduado de los frenos.	9	6	29	5	5
13	Remover envoltura del jumbo.	9	6	29	10	10
14	Ajuste del jumbo a la barra.	9	13	13	10	10
15	Traslado de la barra de sujeción hasta el lugar donde se encuentra el jumbo.	7	14	14	10	10
16	Traslado del conjunto a la zona de desenrollado.	7	14	14	29	29
17	Ajuste del acople de la barra.	17	15	15	29	29
18	Se realiza el empate del papel con el lider	12	16	16	29	29
19	Se remueven los bombis	29	16	16	18	18
20	Se colocan nuevamente los bombis	29	5	5	18	18
21	Lijar el rodillo	29	29	29	18	18
22	Lijar la bandeja	29	29	23	18	18



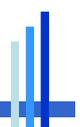
	de adhesivo.					
23	Llenar la bandeja de adhesivo.	27	27	29	29	29
24	Montar el jumbo del embobinado final sobre el soporte.	27	27	29	29	29
25	Introducir la barra en el core	28	28	29	29	29
26	Introducir el Core en el embobinador	28	28	29	29	29
27	Activación de los dispositivos del panel de control para el arranque del equipo.	28	28	29	29	29
28	Enrollado del líder.	28	28	29	29	29
29	Demo ra	28	28	29	29	29





ANEXO N° 22: Diagrama de Cuadrilla para el cambio de producto

Nº	Actividad	A	B	C	D	E
1	Preparación de la fosa	1	1	16	16	16
2	Limpieza de la tolva de alimentación	1	1	4	4	7
3	Limpieza de la banda transportadora	1	1	4	4	7
4	Traslado del portacliché con el circl viejo a la mesa.	1	1	4	4	7
5	Traslado del portacliché con el circl nuevo a la imprenta.	2	3	5	5	7
6	Ajustar el rodillo.	8	8	5	5	7
7	Traslado del mineral hacia los alrededores de la tolva.	8	8	5	5	9
8	Alimentación la tolva.	8	8	6	6	16
9	Se vierte el adhesivo	16	16	16	16	12
10	Llenar la bandeja de	13	13	11	12	12





	adhesivo.					
11	Separar el rodillo que lleva el adhesivo	13	13	11	12	12
12	Montar el jumbo terminado sobre el soporte.	16	16	11	12	12
13	Introducir la barra en el Core	16	16	10	12	15
14	Montar el core en el embobinador	16	16	16	14	14
15	Graduar la presión del enrollado del papel.					
16	Demora					



ANEXO N° 16: Formato del Análisis REBA:

REBA (Rapid Entire Body Assessment)

GRUPO A			
Tronco			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
Erguido	1	Se suma +1	
Flexión: 0°-20°	2	punto si hay rotación o	
Extensión: 0°-20°		lateralización del tronco.	
Flexión: 20°-60°	3		
Extensión >20°	4		Total:
Flexión >60°			
Cuello			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
Flexión: 0°-20°	1	Se suma +1	
Flexión >20°	2	si hay rotación o lateralización.	
Extensión >20°			Total:
Piernas			
Posición	Puntuación	Corrección	
Soporte bilateral andando o sentado	1	Se suma +1 si hay flexión de rodilla 30°-60°	
Soporte unilateral soporte ligero o postura inestable	2	Se suma +2 si las rodillas flexiona >60°	
			Total:
Puntuación de la TABLA A			
Fuerza y/o Carga			
Peso	Puntuación	Corrección	Total:
< 5 Kg.	0	Si hay impacto o movimientos bruscos : + 1	
5 - 10 Kg.	1		
> 10 Kg.	2		
Puntuación A (Puntuación de la TABLA A + puntuación Fuerza/Carga)			Total: 0
Actividad			
Una o más partes del cuerpo se mantienen estáticas por más de 1 min.		(+1)	
Pequeños movimientos repetitivos hechos más de 4 veces por minuto.		(+1)	
Cambios rápidos de postura o postura inestable		(+1)	
Total:			0

TABLA A		Tronco				
Cuello	Piernas	1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4	
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
2	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
3	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9

TABLA B		Brazos					
Antebrazos	Muñecas	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	2	3	5	5	8	8
2	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

TABLA C		Puntuación A											
Puntuación B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12	

GRUPO B			
Brazos			
	Corrección	Puntuación	Posición
	Se suma +1 si hay: rotación o abducción, elevación del hombro.	1	Flexión: 0°-20°
	Se -1 si hay apoyo o postura en favor de la gravedad.	2	Extensión: 0°-20°
		3	Flexión 20°-45°
		4	Extensión >20°
			Flexión: 45°-90°
			Flexión >90°
Izq.	Der.		
Total:	Total:		
Antebrazos			
Puntuación	Movimiento		
1	Flexión: 60°-100°	Ambos Casos	
2	Flexión <60°		
	Flexión >100°		
Izq.	Der.		
Total:	Total:		
Muñecas			
Corrección	Puntuación	Movimiento	
Se suma +1 si hay rotación o lateralización.	1	Flexión: 0°-15°	
	2	Extensión: 0°-15°	
		Flexión >15°	
		Extensión >15°	
Izq.	Der.		
Total:	Total:		
Izq.	Der.		
Total:	Total:		
Puntuación de la TABLA B:			
Acoplamiento			
Izq.	Der.	0	Bueno
Total:	Total:	1	Aceptable
		2	Pobre
		3	Inaceptable
Total:	Total:		
0	0	Puntuación B:	
(Puntuación de la TABLA B + Puntuación del acoplamiento)			
Izq.	Der.	Puntuación C:	
Total:	Total:	(De la TABLA C)	
Izq.	Der.	Puntuación actividad	
Total:	Total:		
0	0		
Izq.	Der.	Puntuación DEL REBA (Puntuación C + Puntuación actividad)	
Total:	Total:		
0	0		

Decisión del REBA		
Puntuación del REBA	Nivel de riesgo	Color de riesgo
1	INAPRECIABLE	VERDE
(2-3)	BAJO	VERDE
(4-7)	MEDIO	AMARILLO
(8-10)	ALTO	ROJO
(11-15)	MUY ALTO	NEGRO

EXTREMIDADES SUPERIORES	
DERECHA	
IZQUIERDA	
EXTREMIDADES INFERIORES	
DERECHA	
IZQUIERDA	

Dpto.:
 Estación:
 Evaluador:
 Fecha:

Área:
 Operación:
 Tiempo de la Actividad:

RESUMEN CURRICULAR

Diego E. Dominguez R.



Datos Personales

Cédula de Identidad: 17.399.430

Nacionalidad: Venezolana

Dirección: Urb. El Bosque, Avenida El Saman, Casa # 110-b-21. Valencia, Edo. Carabobo.

Teléfonos: 0412-7467687

Estado Civil: Soltero

E-Mail: xzdiego@hotmail.com

Estudios Realizados

- **Educación Primaria:** INSTITUTO EXPERIMENTAL "Simón Bolívar" APUCITO. Valencia - Edo. Carabobo.
- **Educación Secundaria:** INSTITUTO EXPERIMENTAL "Simón Bolívar" APUCITO. Valencia - Edo. Carabobo.
- **Ciclo Diversificado:** INSTITUTO EXPERIMENTAL "Simón Bolívar" APUCITO. Valencia - Edo. Carabobo.
- **Educación Superior:** Estudiante de Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo. Cursando 10mo semestre.

Cursos Realizados

- I Foro: Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. 2007.
- Convención Interamericana de Ingeniería Industrial, Mérida – Venezuela 2007.
- Foro de Indicadores de Gestión, Valencia – Venezuela 2008
- Jornada de Planeación de la producción en cadenas de suministro "Lean Manufacturing", Valencia – Venezuela 2008

Experiencia Laboral

- Mejora en los métodos de trabajo para los empleados en el área de enrosado de acoples de tuberías en la empresa UNICON (antes CONDUVEN) ubicada en La Victoria edo. Aragua. Diseño de dispositivo para enrosar acoples, mejorando condiciones de trabajo y mecanizar dicho proceso.
- Redistribución en Planta en la empresa DANA en la división de ejes y cardanes, ubicada en la Zona Industrial Valencia.
- Mejora en el área de forja de la empresa COVENDISA, con el diseño de un dispositivo para mejorar el tiempo de preparación, la aplicación de 5'S y elaboración del diseño de un manejo de materiales.
- Pasantías durante 3 meses en el área del almacenes de la empresa 3M Manufacturera Venezuela.

Habilidades y Destrezas

- Manejo de ambiente Windows además de paquete Microsoft Office (**Word, Excel, PowerPoint, Publisher**).
- Manejo de Internet Explorer y Mozilla Firefox.
- Nivel de Inglés: Alto.

Conocimientos Adquiridos

Resolución de problemas técnicos, diseño e implantación de nuevas tecnologías en el proceso productivo, estudio de tiempo, estadística, análisis de costos y factibilidad económica y técnica de proyectos de inversión. Control de la producción, manejo de materiales y simulación de sistemas con el programa arena.

Fortalezas

Responsable, proactivo, honesto y confiable.
Excelente disposición para el trabajo en equipo.
Gran habilidad para comunicarse y adaptarse a los cambios.
Pensamiento innovador. Mucha iniciativa.

Referencias Personales

Ing. Alicia Rivero, Telf. 0416-584.98.31
Ing. Jesús Gómez, Telf. 0414-434.10.09