



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA
SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**TEMA
PROPUESTA DE MEJORA DE CALIDAD DEL PLAN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA “DAN
QUÍMICA C.A.”**

**AUTOR
PILAY CHÁVEZ ÁNGEL LEONARDO**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. IND. SANTOS VASQUEZ OTTO BENJAMIN, Mg.**

GUAYAQUIL, JUNIO 2020



ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN		
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	PROPUESTA DE MEJORA DE CALIDAD DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA “DAN QUÍMICA C.A.”	
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	PILAY CHÁVEZ ÁNGEL LEONARDO	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	ING. IND. SANTOS VASQUEZ OTTO BENJAMIN Mg.	
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	
UNIDAD/FACULTAD:	INGENIERIA INDUSTRIAL	
GRADO OBTENIDO:	INGENIERO INDUSTRIAL	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	ABRIL/2020	No. DE PÁGINAS: 69
ÁREAS TEMÁTICAS:	SISTEMAS PRODUCTIVOS	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	REPROCESOS, MANTENIMIENTO, PREVENTIVO, ANÁLISIS, INCONFORMIDADES.	
<p>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): El presente trabajo propone la mejora de calidad del plan de mantenimiento preventivo para los equipos del proceso productivo del Ácido Acetilsalicílico en la empresa Dan Química C.A., esta propuesta se la realiza ya que existen reprocesos provocados por producto con inconformidades, debido a equipos que trabajan ineficientemente, por ello se realiza un estudio utilizando herramientas y técnicas como Ishikawa, Pareto y los Cinco ¿Por qué?, para encontrar las causas que originan los problemas en los equipos, teniendo como resultado que la mayor concentración de problemas se encuentran en los equipos de Secado y Centrifugado, luego se realiza una evaluación económica para determinar cuánto pierde la empresa al reprocesar productos con inconformidades, el año anterior existieron reprocesos en seis ocasiones con lo cual la empresa pierde dinero, la inversión para para la ejecución de la propuesta es menor a lo que se pierde, luego el análisis beneficio-costos determina factible la propuesta.</p>		
ADJUNTO PDF:	SI (X)	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0994681606	E-mail: angel.pilayc@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: ING. RAMÓN MAQUILÓN NICOLA, MG.	
	Teléfono: 04 - 2277309	
	E-mail: titulación.ingenieria.industrial@ug.edu.ec	



ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL**

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **PILAY CHÁVEZ ÁNGEL LEONARDO**, con C.I. No. **131109572-1**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es, **PROPUESTA DE MEJORA DE CALIDAD DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA "DAN QUÍMICA C.A."** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pilay Chávez Ángel Leonardo'.

PILAY CHÁVEZ ÁNGEL LEONARDO
C.I.: 131109572-1



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD


FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL

Habiendo sido nombrado **ING. IND. SANTOS VASQUEZ OTTO BENJAMIN, Mg.**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **PILAY CHÁVEZ ÁNGEL LEONARDO**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO INDUSTRIAL.

Se informa que el trabajo de titulación: **PROPUESTA DE MEJORA DE CALIDAD DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA "DAN QUÍMICA C.A."**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio **URKUND** quedando el **4%** de coincidencia.



<https://secure.urkund.com/archive/download/64868295-814951-790898>


ING. IND. SANTOS VASQUEZ OTTO BENJAMIN, MSc
C.C. 0905357703
FECHA: 05/03/20



ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE - TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL**

Guayaquil, 05 de marzo de 2020

Sr.

ING. IND. BANGUERA ARROYO LEONARDO, PH.D.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:


Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación: **PROPUESTA DE MEJORA DE CALIDAD DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA "DAN QUÍMICA C.A."**, del estudiante **PILAY CHÁVEZ ÁNGEL LEONARDO**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



ING. IND. SANTOS VASQUEZ OTTO BENJAMIN, MSc
C.C. 0905357703
FECHA: 05/03/20



ANEXO VIII. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Guayaquil, 04 de marzo de 2020

Sr.

ING. IND. BANGUERA ARROYO LEONARDO, PH. D.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación: **PROPUESTA DE MEJORA DE CALIDAD DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA "DAN QUÍMICA C.A."**, del estudiante **PILAY CHÁVEZ ÁNGEL LEONARDO**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 16 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,


ING. IND. BORJA MORA LUCY KATHERINE
C.C. 0916369267
FECHA: 04/03/20

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación está dedicado, en primer lugar a Dios por permitirme tener salud y darme la fortaleza necesaria para poder culminar esta meta tan importante de mi vida.

A mis padres, Carmen Chávez Laje y Ángel Pilay Quiroz, quienes han sido parte fundamental en mi crecimiento y desarrollo personal a lo largo de toda mi vida.

A mis hermanos, Fabricio, José y Dennisses Pilay Chávez que de una u otra manera contribuyeron a que llegue a cumplir con los objetivos trazados.

A mi hija Sarahi Pilay, quien es mi motivación de todos los días, haciendo que siempre quiera superarme para poder enseñarle y demostrarle lo mejor siempre.

Agradecimiento

A mi familia en general que directa o indirectamente estuvo en algún momento de este proceso, y que con su valiosa ayuda pude terminar mis estudios.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil, que a lo largo de mi formación académica con su valiosa enseñanza y conocimientos hicieron que llegue hasta aquí, habiendo receptado toda la información compartida por ellos.

Al Ing. Ind. Otto Santos y a la Ing. Ind. Lucy Borja por haberme guiado de la mejor manera posible en la realización del presente trabajo de titulación.

Índice General

Nº	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I Generalidades

Nº	Descripción	Pág.
1.1.	Antecedentes	2
1.1.1.	Datos Generales de la Empresa	2
1.1.2.	Localización	2
1.2.	Identificación según Código Internacional Industrial	3
	Uniforme	
1.3.	Productos	3
1.4.	Filosofía Estratégica	5
1.4.1.	Misión	5
1.4.2.	Visión	5
1.5.	Descripción General del Problema	5
1.6.	Objetivos	6
1.6.1.	Objetivo General	6
1.6.2.	Objetivos Específicos	6
1.7.	Justificativos	6
1.8.	Marco Referencial	6
1.9.	Marco Conceptual	13
1.9.1.	Ingrediente Activo Farmacéutico (API)	13
1.9.2.	Maquila	13
1.9.3.	Plan de Mantenimiento	13
1.9.4.	Mantenimiento Preventivo	14
1.9.5.	Mantenimiento Planificado	14
1.9.6.	Mantenimiento Productivo Total	14
1.9.7.	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	14
1.9.8.	Indicadores de Mantenimiento	14
1.9.9.	Disponibilidad de los Equipos	15
1.9.10.	Costes de Mantenimiento	15

1.9.11.	Líneas de Producción	15
1.9.12.	Paradas Productivas	15
1.10.	Metodología del Trabajo	15
1.10.1.	Tipo de Estudio	16
1.10.1.1.	Método Descriptivo	16
1.10.2.	Metodología de la Investigación	16
1.10.2.1.	Métodos Cuantitativos	16
1.10.2.2.	Diagrama de Ishikawa	16
1.10.2.3.	Flujogramas de Proceso	16
1.10.2.4.	Diagrama de Pareto	17
1.10.2.5.	Diagrama de Gantt	17

Capítulo II

Análisis, Presentación de Resultados y Diagnóstico

Nº	Descripción	Pág.
2.1.	Situación Actual	18
2.1.1.	Distribución de Planta	18
2.1.2.	Descripción de las Instalaciones	19
2.1.3.	Recursos Productivos	19
2.1.3.1.	Acetilación	19
2.1.3.2.	Filtración	20
2.1.3.3.	Cristalización	20
2.1.3.4.	Centrifugado	21
2.1.3.5.	Secado	21
2.1.3.6.	Tamizado	23
2.1.3.7.	Compactador – Granulador	23
2.1.3.8.	Homogenizado	24
2.1.3.9.	Empaque	24
2.2.	Capacidad Instalada de Producción	25
2.3.	Descripción de Proceso	25
2.3.1.	Diagrama de Operación de Proceso	25
2.3.2.	Diagrama de Flujo de Proceso	27

2.3.3.	Diagrama de Análisis del Proceso de obtención del ácido acetilsalicílico	28
2.3.4.	Diagrama de Recorrido	29
2.3.5.	Diagrama de Recorrido del Proceso de obtención del ácido acetilsalicílico	31
2.4.	Análisis FODA de la Empresa	32
2.4.1.	Matriz FODA	32
2.5.	Descripción Específica del Problema	33
2.6.	Análisis del Dato de Problemas	33
2.6.1.	Diagrama de Pareto	34
2.6.2.	Diagrama de Causa – Efecto	35
2.6.2.1.	Diagrama de Ishikawa del Equipo de Secado	35
2.6.2.2.	Diagrama de Ishikawa del Equipo de Centrifugado	37
2.7.	Técnica de los 5 ¿Por qué?	38
2.8.	Impacto Económico del Problema	39
2.9.	Diagnóstico	42

Capítulo III

Propuesta, Conclusiones y Recomendaciones

Nº	Descripción	Pág.
3.1.	Planteamiento de Solución del Problema	43
3.2.	Costos de Implementar la Solución	43
3.3.	Análisis y Beneficios de la Propuesta	44
3.4.	Implementación de Propuesta de Solución	44
3.4.1.	Diagrama de Gantt	44
3.5.	Factibilidad de Propuesta de Solución	45
3.5.1.	Análisis Beneficio/Costo	45
3.5.1.1.	Fórmula Beneficio/Costo	45
3.6.	Conclusiones	46
3.7.	Recomendaciones	46
	Glosario de Términos	48
	Bibliografía	51

Índice de Tablas

Nº	Descripción	Pág.
1	Capacidad de los Equipos utilizados en la Producción del Ácido Acetilsalicílico	25
2	Posibles Causas del Problema del Reproceso del Ácido Acetilsalicílico	33
3	Porcentaje Acumulado de las Posibles Causas del Problema del Reproceso del Ácido Acetilsalicílico	34
4	Consumo de Energía y Combustibles de los Equipos de Acetilación, Filtración, Cristalización, Centrifugado y Secado	39
5	Consumo en Términos Monetarios de 1 Lote de Producción de los Equipos de Acetilación, Filtración, Cristalización, Centrifugado y Secado	40
6	Consumo Anual en Dólares de los Equipos de Acetilación, Filtración, Cristalización, Centrifugado y Secado	40
7	Costo de Sueldo de Personal Operativo Pagados por Reprocesos	41
8	Resumen de Costos del Reproceso del Ácido Acetilsalicílico	41

Índice de Figuras

Nº	Descripción	Pág.
1	Ubicación Geográfica de la Empresa	2
2	Envase del Salicilato de Metilo	3
3	Envase del Ácido Salicílico	4
4	Envase del Ácido Acético	4
5	Distribución de Planta de la Empresa	18
6	Reactor de Acetilación R200	19
7	Equipo de Filtración	20
8	Equipo de Cristalizador R-200	20
9	Equipo de Centrifugado D-201	21
10	Secador de Vacío D-203	22
11	Secador de Vacío D-204	22
12	Tamizador D-209	23
13	Compactador Alexander Work Tipo WP	23
14	CU_FT Patterson Kelly Twin Shell Blender SN 118764	24
15	Sala de Revisión Final	24
16	Diagrama de Proceso de Operación del Ácido Acetilsalicílico	26
17	Diagrama de Flujo del Proceso del Ácido Acetilsalicílico	27
18	Diagrama de Análisis del Proceso del Ácido Acetilsalicílico	29
19	Diagrama de Recorrido de Flujo de Materiales y Personal	30
20	Diagrama de Recorrido del Proceso del Ácido Acetilsalicílico	31
21	Matriz FODA de la Empresa	32
22	Diagrama de Pareto	34
23	Diagrama de Ishikawa del Equipo de Secado	35
24	Diagrama de Ishikawa del Equipo de Centrifugado	37
25	Diagrama de Gantt	45



RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL

PROPUESTA DE MEJORA DE CALIDAD DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA “DAN QUÍMICA C.A.”

Autor: PILAY CHÁVEZ ÁNGEL LEONARDO

Tutor: ING. IND. SANTOS VASQUEZ OTTO BENJAMIN, Mg.

Resumen

El presente trabajo propone la mejora de calidad del plan de mantenimiento preventivo para los equipos del proceso productivo del Ácido Acetilsalicílico en la empresa Dan Química C.A., esta propuesta se la realiza ya que existen reprocesos provocados por producto con inconformidades, debido a equipos que trabajan ineficientemente, por ello se realiza un estudio utilizando herramientas y técnicas como Ishikawa, Pareto y los Cinco ¿Por qué?, para encontrar las causas que originan los problemas en los equipos, teniendo como resultado que la mayor concentración de problemas se encuentran en los equipos de Secado y Centrifugado, luego se realiza una evaluación económica para determinar cuánto pierde la empresa al reprocesar producto con inconformidades, el año anterior existieron reprocesos en seis ocasiones con lo cual la empresa pierde dinero, la inversión para para la ejecución de la propuesta es menor a lo que se pierde, luego el análisis beneficio-costos determina factible la propuesta.

Palabras Claves: Reprocesos, mantenimiento, preventivo, análisis, inconformidades.



RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD SEMESTRAL

PROPOSAL FOR QUALITY IMPROVEMENT OF THE PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN OF THE COMPANY "DAN QUÍMICA C.A."

Author: PILAY CHÁVEZ ÁNGEL LEONARDO

Advisor: IND. ENG. SANTOS VASQUEZ OTTO BENJAMIN, Mg.

Abstract

The present work proposes the improvement of the quality of the preventive maintenance plan for the equipment of the production process of the acetylsalicylic acid in the Company Dan Química C.A. This proposal is carried out since there are reprocesses caused by product warr nonconformities, due to equipment that do not work efficiently, so a study is carried out using tools and techniques such as Ishikawa, Pareto and the Five Why ?, to find the causes that cause of the problems in the equipment, resulting in the greatest concentration of problems found in the equipment Drying and Centrifuged, then an economic evaluation is carried out to determine how much the company loses when reprocessing product with nonconformities, the previous year there were reprocesses on six occasions with which the company loses money, the investment for the execution of the proposal is less than what is lost, then the cost-benefit analysis determines the feasibility is the proposal.

Keywords: Reprocesses, maintenance, preventive, analysis, disagreements.

Introducción

En el presente trabajo de investigación, se presenta una propuesta de mejora de la calidad del plan de mantenimiento preventivo para los equipos utilizados en el proceso productivo del ácido acetilsalicílico en la empresa Dan Química C.A., dicho trabajo está dividido en tres capítulos, los cuales ayudaran a determinar si la propuesta planteada es viable y factible.

El primer capítulo muestra datos y ubicación de la empresa, así mismo también da a conocer los distintos productos que produce y comercializa la organización, dentro de esos productos se encuentra el ácido acetilsalicílico, el cual, es el producto con mayor demanda y que por obvias razones es el que más se produce, por ende la importancia de tener dentro del sistema productivo equipos que garanticen un funcionamiento eficiente para de esa forma obtener un producto que cumpla con los requerimientos de los clientes.

Por otra parte en este capítulo también se plantea el problema que se va a tratar en esta investigación, los objetivos que se tendrán que cumplir para llegar a la meta trazada, justificar el porqué de este estudio, referencias y conceptos que tienen que ver con el presente trabajo.

En el segundo capítulo se conoce más a fondo a la empresa, por ejemplo, en su distribución de planta, la capacidad máxima de producción, sus recursos productivos, como es el recorrido de la empresa y de la planta, y a su proceso productivo como tal, todo esto se logra gracias a la ayuda de diagramas utilizados en la ingeniería industrial, además muestra la matriz FODA en donde se observa las amenazas externas e internas que tiene la empresa; adicional en este capítulo también encontramos el análisis y diagnóstico de los problemas, para diagnosticar dichos problemas se utilizó herramientas tales como Ishikawa y Pareto, describiendo y analizando datos que ayudaron a determinar causas de problemas, para luego determinar en valores numéricos cuanto son las pérdidas por reprocesar producto con inconformidades.

El último capítulo, el número tres, muestra el planteamiento del problema y el costo de implementar la solución, con ello se realiza un análisis de beneficios de la propuesta a implementar, se estudia la factibilidad para determinar si es viable la implementación de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, se presentan las conclusiones y las recomendaciones sobre el trabajo realizado.

Capítulo I

Generalidades

1.1. Antecedentes

1.1.1. Datos Generales de la Empresa.

La empresa Dan Química C.A. se dedica a la producción y comercialización del ingrediente activo farmacéutico (API) conocido como ácido acetilsalicílico.

La empresa fue creada por organizaciones de Suecia y Dinamarca en el año 1980, como un proyecto de industrialización en países en vías de desarrollo, sus operaciones inician en 1983, produciendo ácido salicílico, ácido acetilsalicílico, ácido acético, salicilato de metilo, entre otros.

Dan Química C.A. es una industria que produce materia prima para el sector químico farmacéutico, veterinario y agrícola. Además cuenta con equipos que están al servicio de todo aquel emprendedor que necesite desarrollar proyectos de producción y añadir valor agregado a sus productos.

1.1.2. Localización.

La empresa Dan Química C.A. se encuentra localizada en el km 11 ½ de la vía Manta – Portoviejo, cantón Montecristi provincia de Manabí.



Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa Dan Química C.A. Información adaptada de Google Maps. Elaborado por el autor.

1.2. Identificación según Código Internacional Industrial Uniforme

C21 Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico.

C2100.0 Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales.

C2100.01 Fabricación de sustancias activas que se utilizan por sus propiedades farmacológicas en la fabricación de medicamentos, vitaminas básicas, ácido salicílico y acetilsalicílico, etc.

1.3. Productos

Los productos que elabora la empresa Dan Química C.A. son los que a continuación serán detallados:

Salicilato de Metilo (SAME), tiene una producción anual de 10000 kg, es elaborado en tres lotes es decir que 3335 kg por lote, este producto es envasado en canecas de 30 kg y/o tanques de 220 kg según el requerimiento del cliente.



Figura 2. Envase del Salicilato de Metilo. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

Ácido Salicílico (SA), la producción anual es de 15000 kg, este producto es elaborado en 15 lotes al año. Este producto se lo comercializa en cajas de 20 kg, para su almacenamiento y distribución se colocan hasta 50 cajas por pallet.

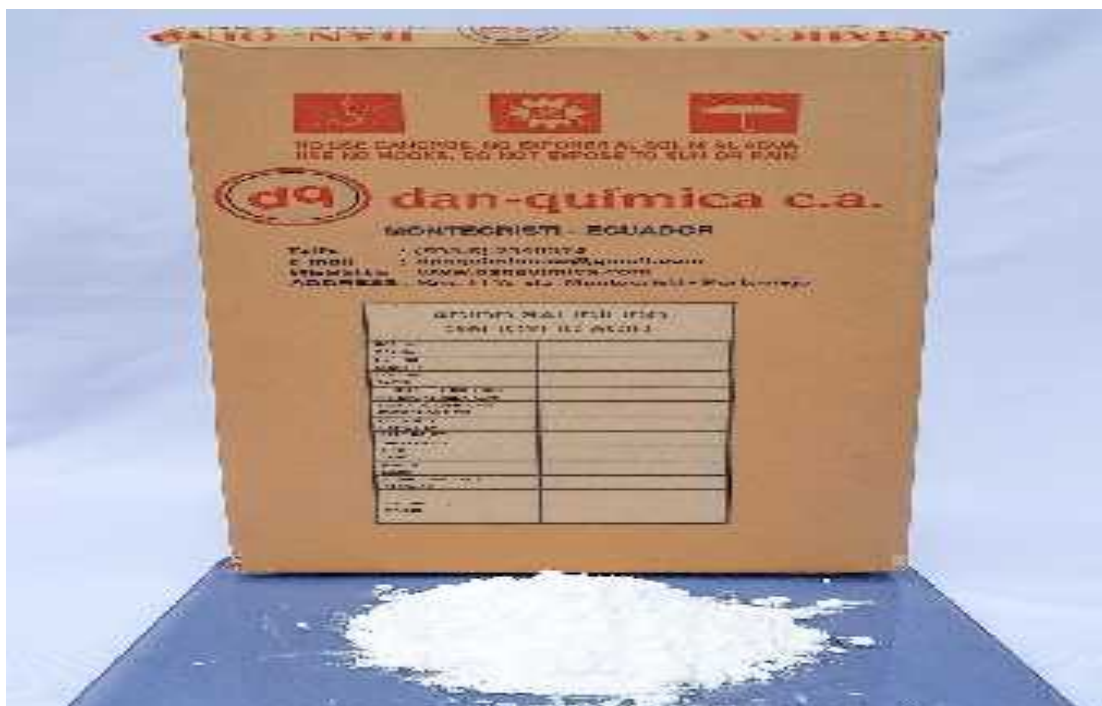


Figura 3. Envase del Acido Salicilico (SA). Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

Ácido Acético (HOAC) este depende de la producción del Ácido Acetilsalicílico, por ejemplo, si en 2019 se elaboró 90000 kg de ácido acetilsalicílico el 40% es de ácido acético 36000 kg. Es envasado en canecas de 30 kg y en tanques de 220 kg.



Figura 4. Envase de ÁcidoAcético(HOAC). Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

1.4. Filosofía Estratégica

1.4.1. Misión.

Industrializar y comercializar productos químicos farmacéuticos. Cumplir con los más altos estándares de calidad, portación ambiental y desarrollo de la comunidad. Producir y comercializar materia prima, aditivos e insumos para la industria farmacéutica, veterinaria y agrícola para abastecer a nuestros clientes actuales y nuevos en el mercado local y exportaciones, cumpliendo los elevados estándares de calidad que la industria demanda.

1.4.2. Visión.

Posicionarse como una empresa líder e innovadora a nivel nacional e internacional en la producción de ácido acetilsalicílico. Ser líderes en la maquila de productos farmacéuticos. Liderar a nivel regional la producción de API' s ofertando nuevas moléculas orgánicas activas derivadas de Salicilatos y Acetatos para la industria farmacéutica, asegurando un futuro crecimiento hacia otros mercados no tradicionales y generar negocios rentables siempre.

1.5. Descripción General del Problema

Dentro de las actividades que se realizan en el proceso productivo de la empresa, existen en algunas ocasiones paradas en el sistema productivo, generadas por la falta de mantenimiento preventivo que no tienen las máquinas y equipos de la empresa.

La empresa Dan Química C.A. en la actualidad cuenta con un plan de mantenimiento preventivo que no cumple con un protocolo adecuado al momento de su ejecución, es decir, no cuenta con la calidad necesaria para cumplir con los requerimientos de la empresa, esto obviamente trae consecuencias negativas a la organización en la parte donde la planificación de la producción debe estar alineada a los requerimientos de los clientes, pero de no ser así genera malestar entre ambas partes al incumplir con las fechas de entregas acordadas previamente.

Las falencias del actual mantenimiento preventivo implican que los riesgos de avería se presentan con más frecuencia, lo que reduce la vida útil de la maquinaria, además que cuando se realiza un mantenimiento correctivo este es mucho más caro.

Todo esto además de generar molestias, también acarrea pérdidas económicas, lo cual de no tomar los correctivos necesarios en el futuro podría tornarse mucho peor, haciendo que la maquinaria y equipos utilizados en la producción tengan una vida útil reducida, llevando a la empresa a incurrir en compra de nueva maquinaria generando costos que pudieron ser evitados.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General.

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo eficiente que elimine los tiempos improductivos de las máquinas en la empresa Dan Química C.A.

1.6.2. Objetivos Específicos.

Realizar un levantamiento de información en el área operativa de las máquinas presentes en cuanto a fallas y paras.

Identificar aquellos daños repetitivos.

Proponer un plan de mantenimiento preventivo eficiente.

1.7. Justificativos

Ninguna empresa puede darse el lujo de tener paradas no programadas en su proceso productivo, menos aún si es por una mala planificación y ejecución en el mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipos con los que se realiza el proceso de producción, por ello este trabajo de investigación busca que el mantenimiento preventivo de Dan Química C.A. tenga la calidad necesaria para que cumpla con los requerimientos tanto para la empresa y sus colaboradores como también para sus clientes.

Al tener actualmente un plan de mantenimiento preventivo que no está cumpliendo con su cometido al ocasionar pérdidas para la empresa, se toma en consideración la importancia de aumentar la eficacia de dicho plan, el cual debe cumplir protocolos adecuados para la correcta implementación del mismo.

Es de mucha importancia un plan de mantenimiento preventivo eficiente, dado que se evita incurrir en costos de mantenimientos correctivos los cuales en muchos de los casos generan pérdidas considerables, perdidas que deben ser evitadas, dado que si no se cumple con la producción previamente planificada, no se cubrirán los requerimientos de los clientes, y por obvias razones no se generan las utilidades deseadas para la empresa.

Además se podrá elevar la tasa de productividad en las distintas áreas de la empresa con un plan de mantenimiento eficiente, dado que existirá un mejor flujo en los procesos productivos lo que conlleva a un mejor manejo del inventario tanto interna como externamente.

1.8. Marco Referencial

Para el desarrollo de esta investigación se tomarán como referencias los siguientes trabajos de titulación de diferentes universidades.

En la tesis de Hermitáneo Chávez y Richard Espinoza en el año 2016, titulada “Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos de la planta de alimentos de la empresa minera La Zanja S.R.L” en la cual manifiestan, que la presente investigación se basa en una propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de equipos en la planta de alimentos de la empresa minera la Zanja S.R.L. Para el desarrollo de este trabajo se realizó la recopilación de información mediante una visita técnica en lugar para realizar el levantamiento de información, usando técnicas como la observación en los equipos de cada área, entrevista a los operarios de los equipos, a supervisores de la planta de alimentos y reunión con el área de servicios generales encargados del mantenimiento de los equipos antes mencionados. El desarrollo se realizó haciendo un listado de equipos general de la planta de alimentos, luego se realizó un análisis de criticidad de los equipos resultando cinco de ellos con problemas (calentador industrial, cámara de congelación, cámara de fermentación, horno combistar y lavavajilla de arrastre), luego se calculó la disponibilidad inicial de estos equipos críticos según los datos históricos del periodo de febrero a julio de 2015. Al comparar los resultados en promedio de seis meses para la disponibilidad de los equipos críticos se obtiene un aumento significativo de este indicador: calentador industrial de 77,38% a 90,92%, cámara de congelación de 81,60% a 88,04, cámara de fermentación de 73,69 a 90,84%, horno combistar de 75,17% a 90,28% y lavavajilla de arrastre de 79,03% a 91,81%. Estos resultados se obtuvieron por la reducción significativa del indicador MTTR, la frecuencia de fallas mensual de los equipos y el aumento también significativo del MTBF, al realizar un mantenimiento continuo de los equipos (Chavez, 2016).

En la tesis de Camilo Buelvas y Martínez Kevin en el año 2014, titulada “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L”, en la cual manifiestan que la empresa L & L se dedica a suministrar en alquiler maquinaria pesada, por lo cual posee una flota de vehículos, a la cual se le viene realizando un mantenimiento programado, que en la práctica termina siendo más de tipo correctivo porque en promedio mensual, el 80% de las actividades de mantenimiento se dedica a reparar fallas inesperadas, por lo que le está ocasionando un incremento en costos adicionales tales como Servicio de Grúa por desvares, pagos de horas extras a los operarios y mecánicos, altos inventarios de insumos y partes, así como el consumo de los mismos, entre otros. La directiva de la empresa, estiman que el sobrecosto de mantenimiento para el año 2012, es del 65%, respecto al presupuesto que se asignó para ese periodo al departamento de mantenimiento. Las cifras anotadas han prendido las alarmas a la directiva, han comunicado a los autores de la presente

propuesta, la necesidad que tienen de reconfigurar los planes de mantenimiento a aplicar para mejorar el desempeño mostrado. De esta situación nace la presente propuesta, de crear un plan de mantenimiento preventivo, que facilite encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas, aumentando de esta manera la probabilidad de mejorar la disponibilidad de los vehículos y reducir costos en el mantenimiento (Buelvas, 2014).

En la tesis de Jerson Riera en el año 2012, titulada “Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento industrial asistido por computador para la empresa cubiertas del Ecuador Kubiec S.A. en la planta Esthela” en la cual manifiesta que mediante este proyecto se realizó el diseño y la implementación de un sistema de mantenimiento industrial asistido por computador para la empresa Cubiertas del Ecuador Kubiec S.A. en la planta Esthela. La planta industrial Esthela no tiene un sistema de mantenimiento planeado por lo que es indispensable la realización del presente proyecto. Con el sistema de mantenimiento preventivo se logró mejorar la productividad de la planta en un 20%, se disminuyó el tiempo de entrega de los productos de 5 a 3,5 días. Se estableció procedimientos para realizar las acciones de mantenimiento en las diversas maquinarias de la planta. Todo esto se consiguió con la cooperación del personal operativo, quienes tienen mucho conocimiento sobre funcionamiento de las máquinas. El tiempo de realización de este proyecto fue de 2 años, este periodo de tiempo era necesario para evidenciar las diversas fallas de la maquinaria y así poder establecer acciones preventivas de mantenimiento con sus periodicidades respectivas (Riera, 2012).

En la tesis de Jorge González en el año 2016, titulada “Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C.” en la cual propone la elaboración de los lineamientos que deben adoptarse en la información del mantenimiento preventivo. La razón por la cual se hace el mantenimiento preventivo es porque momentáneamente se recurre a un mantenimiento correctivo, al encontrar paradas en la línea de producción, ocasionando caos, tiempo e incumplimiento de la demanda. A partir del diagnóstico realizado al proceso actual de mantenimiento se generan las posibles soluciones, a cada máquina con su respectivo inventario. El método consiste en la propuesta del programa de mantenimiento, el cual describe la tarjeta de activo de los equipos, en donde se anotan las características técnicas más relevantes de un determinado equipo y sus respectivos puntos de mantenimiento. El resultado que se obtiene, es el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo, que garantice la confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento, y por supuesto el aumento de la capacidad de los equipos para

funcionar en un instante determinado y aumentar la capacidad de operar sin producir daño materiales como laborales. El equivalente en el proceso actual por semana de ladrillo de tipo estándar es 410,557 millares por semana, con la propuesta planteada es de 459,824 millares lo que hace una diferencia de 49,266 millares por semana, dependiendo del ladrillo a producir teniendo un aumento en la producción por cada tipo de ladrillo en un promedio de 12% (Gonzales, 2016).

En la tesis de Diego Mendoza y Junior Chavarry en el año 2018 titulada, “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad en la maquina tronquera y sierra de cinta en la empresa Derima S.R.L.” manifiesta que en dicha empresa se trabaja de lunes a sábado, con un promedio de 8 horas laborables; sin embargo, las maquinarias no siempre están en total funcionamiento, esto lleva a retrasos y/o parones que se van desde horas hasta días si el problema persiste. En concreto, este problema se hace aún mayor si estos retrasos se generan en dos de las principales máquinas que posee la empresa, las cuales son: tronquera y sierra de cinta. Si una de estas dos se detiene por minutos u horas, todo el proceso productivo para como consecuencia directa, ya que son las dos máquinas en donde inicia el trabajo y productos de la empresa. El objetivo de este proyecto es proponer un plan de mantenimiento preventivo que pueda evitar estos retrasos y hacer que estas dos máquinas se mantengan activas en todas sus horas de funcionamiento para que así no generen pérdidas para la empresa. Nuestro pensamiento a priori es dar como resultado positivo si se genera la completa implementación de este plan de mantenimiento dentro de la empresa y con sus propios trabajadores. Para llegar a este resultado se desarrolló el estudio apropiado con la ayuda de los diagramas de Ishikawa, el diagrama de Pareto, la tabla de matriz de riesgo-impacto, matriz 5W y diagrama de operaciones. Este plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de las dos máquinas, impidiendo las paradas generadas por una falta de este, junto a esto se determinó los valores en los cuales mejoran, este plan incluye un procedimiento estandarizado tanto al mantenimiento de las maquinas como una capacitación optima a los trabajadores. Por lo que se recomienda que la misma empresa ejerza su propio plan de mantenimiento preventivo antes de contratar a terceros para hacer este procedimiento a cabo; ya que, este último generaría un mayor gasto y el riesgo de perder tiempo-recursos en el mantenimiento (Mendoza D. y., 2018).

En la tesis de Moisés Tamariz en el año 2014, titulada “Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de Mirasol S.A.” manifiesta que el mantenimiento industrial se ha modificado según han pasado los años, de un proceso de inspección hasta lo que hoy conocemos como mantenimiento como tal. El

mantenimiento en una empresa es un proceso obligatorio que se debe seguir con responsabilidad y con disciplina. Este nos permite evitar el paro imprevisto de los equipos y del proceso de producción y un ahorro de costos, tener procedimientos homogéneos, seguimiento de máquinas y averías más homogéneo, mejor gestión del personal, delegación de responsabilidad a los jefes de áreas, mejora de relaciones con producción, más eficacia y rapidez en la ejecución de trabajos, mejor comunicación e integración de equipos polivalentes. Basado en todo lo acotado, se pretende aplicar un mantenimiento preventivo y un mantenimiento correctivo en las áreas de talleres de mecánica, latonería, y de lavado por medio de una base de datos, en donde consten todo equipo móvil y fijo con sus respectivas especificaciones, descripción de los equipos, manual de uso, respectivo mantenimiento a realizar ya sea diario, mensual o trimestral, los cuales son obligados por el Ministerio de Relaciones Laborales. En esta base de datos constaran los proveedores responsables de abastecer los repuestos, el técnico que deberá dar la capacitación al modificar los equipos y los jefes encargados en verificar cada uno de los equipos (Tamariz, 2014).

En la tesis de Alberto Vega en el año 2017, titulada “Implementación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017”, manifiesta que la empresa formada en el 2005 cuenta con cinco grúas telescópicas con las que brinda servicio de levantamiento de cargas. La empresa actualmente solo realiza mantenimientos correctivos, es decir, esperan que se produzcan las fallas para poder corregirlas lo que es perjudicial para las máquinas y los servicios que brindan. El objetivo es diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa, con el fin de mejorar la disponibilidad de la maquinaria. Se utilizaron los fundamentos de Nyman, Palmer, Mora, Duffua, Rodríguez y Crane Interest Group. La muestra estuvo compuesta por el trabajo de cinco grúas telescópicas durante 60 días. Los datos fueron procesados utilizando el programa SPSS 20. La implementación comenzó con la búsqueda de información técnica y datos proporcionados por los trabajadores del área de mantenimiento. En base a esta información y con ayuda de los análisis de criticidad se logró un cronograma de mantenimiento general por horas de operación el cual se presentó a través de cartillas de mantenimiento. Se realizaron revisiones, mantenimientos y lubricaciones iniciales para cada una de las grúas. A través de la prueba estadística de Wilcoxon se probó, que el mantenimiento preventivo redujo las fallas de las maquinarias por lo que se pudo incrementar la disponibilidad en un 7.6% (Vega, 2017).

En la tesis de Juan Villegas en el año 2016, titulada “Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer S.R.L.

Contratistas Generales.” manifiesta que, en la industria de la construcción como se sabe requiere de mucha eficiencia en sus operaciones, Manfer SRL cuenta con una flota de 33 equipos entre ellos excavadoras, retroexcavadoras, minicargadores, rodillos compactadores, compresores neumáticos y mezcladora de concreto. Es importante entonces que la disponibilidad de estos equipos se encuentre por encima del 90% para así optimizar el desempeño de la empresa mediante reducción de costos de alquiler. Por otro lado evitar retrasos de obra y cambios en la planificación por averías. Se analizó la gestión actual en el área de mantenimiento de Manfer S.R.L. determinando principalmente la falta de competencia y capacitación del personal de operación en equipos, y en general la baja disponibilidad (64.9%) de los equipos, lo cual afecta directamente en la producción y en los altos costos de alquiler que ascienden a S/. 319,975.80 soles al año aproximadamente. Se determinó que actualmente no se cumplen los planes de mantenimiento, es decir no tienen implementado un sistema de mantenimiento preventivo y además hay una mala gestión de los mantenimientos correctivos. No se cuenta con historiales de mantenimiento, documentos y/o formatos de registro, ni con un encargado de mantenimiento. Se presenta una propuesta de gestión que permitirá optimizar el desempeño de la constructora mediante la elevación de la disponibilidad de los equipos desde un 68.3% a un 78.5%, lo cual disminuirá sustancialmente los costos de alquiler en S/. 124,877.80 en el periodo de 2 años. Además se implementaran procesos de gestión de mantenimiento y procesos de gestión logística que incrementen la efectividad de la empresa. Se realizó un análisis de costo beneficio de la propuesta en la que se determinó inicialmente que el costo total es de S/. 73,700 soles, además un ahorro total de 198,577.80 en los dos años teniendo en cuenta el aumento de disponibilidad de los equipos, lo cual nos entrega una utilidad total de la propuesta de 124,877,80 en el transcurso de los 2 años (Villegas, 2016).

En la tesis de Luis Castro en el año 2012, titulada “Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para aumentar la confiabilidad de los equipos críticos en la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A.” donde manifiesta que el presente trabajo de investigación ha sido desarrollado en la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A., para solucionar la problemática actual referente a las grandes pérdidas que se generan por el mantenimiento inadecuado de las maquinas que están en operación. La metodología que se ha seleccionado para resolver el problema consiste en desarrollar un programa de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones en los equipos críticos. Los fundamentos básicos en los que se basa el análisis de vibraciones son el movimiento armónico simple de los cuerpos y el Teorema de Fourier para poder realizar análisis de vibraciones en las máquinas de la empresa

azucarera Laredo S.A.A. La empresa Agroindustrial Laredo S.A.A., posee una gran cantidad de equipos rotativos de diferentes grados de criticidad. Para determinar su grado de criticidad, se toman en cuenta los siguientes criterios: el costo del equipo, importancia dentro del proceso y complejidad de mantenimiento. El mantenimiento predictivo considera a cada máquina por separado, sustituyendo las revisiones periódicas por medidas periódicas que pueden seguir en detalle el desarrollo del estado de funcionamiento de cada máquina en concreto. Con la medida regular de las vibraciones se puede detectar el nacimiento de irregularidades de las máquinas. Un plan de mantenimiento predictivo basado en análisis de vibraciones aplicado a maquinas rotativas en la empresa del presente estudio trae consigo muchas ventajas, tanto desde el punto de vista económico, como técnico. El plan de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones mejorar la confiabilidad del mantenimiento al tener las máquinas y los equipos en buenas condiciones de funcionamiento, no existirán paros imprevistos, se cumplirán con las fechas de las programaciones, no se gastara dinero fuera de lo programado, los costos de producción serán competitivos (Castro, 2012).

En la tesis de Nery Albán en el año 2017, titulada “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad” en la cual manifiesta que Construcciones Reyes S.R.L. es una empresa dedicada a la fabricación, reparación y otros servicios que ofrece a la industria, pesquera y minera y no cuenta con una línea de producción definida, pero en el proceso del desarrollo de sus actividades de producción se presentan continuamente fallas y averías por motivo de un inadecuado sistema de mantenimiento ocasionando pérdidas económicas, de tiempo de producción y acorta el tiempo de vida de las maquinas, puesto que, frecuentemente la carga de trabajo no se puede llevar en paralelo con el estado de operatividad de las maquinas, se les exige trabajar aun con sus fallas y avería que presentan en su momento. Para la realización de la investigación, se diagnosticaron los puntos críticos que originan las averías de la situación actual de las maquinas, haciendo un análisis de costos para determinar los efectos en la productividad, cuyos resultados fueron que para el caso del turno 1 su falla mayor es la del desgaste de la regla guía y piñones; torno 2, lubricación; torno 3, desgaste de la regla guía y tren de piñones; torno 4; desgaste de oring; torno 5, desgaste de piñón de ataque; cepillo de codo, desgaste de piñones; sierra de cinta eléctrica, desgaste por falta de lubricación y mala limpieza. Posteriormente, se elaboran programas de mantenimiento preventivo para las maquinas que intervienen en el proceso de fabricación, para luego implementarlas, tal suceso dio lugar a

que los minutos de paradas se reduzcan en un 97,81%, las frecuencias de fallas en un 81,43%, los costos de fallas mecánicas en un 75,14%, la producción en total aumento a 7.153 productos, los ingresos aumentaron a S/. 699.401, el dinero no percibido se redujo a S/. 48.803,21. Continuamente se evaluaron los indicadores de productividad después de la implementación del plan, dando lugar a que la productividad de horas trabajadas incremente en 0.027, la de insumos en 0.76, la de materia prima en 0.145. Finalmente se elaboró un análisis costo-beneficio del plan, que dio como resultado que por cada sol invertido la empresa obtendría 0,76 céntimos de ganancia (Alban, 2017).

1.9. Marco Conceptual

1.9.1. Ingrediente Activo Farmacéutico (API).

En farmacéutica, un término muy empleado es el de API, que por su traducción del inglés “Active Pharmaceutical Ingredient” hace referencia a los ingredientes o sustancias farmacéuticas activas que eventualmente pueden llegar a ser convertidas en un medicamento. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la definición de un API se establece como cualquier sustancia utilizada en un producto farmacéutico terminado (FPF o Finished Pharmaceutical Product, en inglés), que lleve como objetivo final el de desarrollar una actividad farmacológica o generar algún efecto directo en el diagnóstico, tratamiento o prevención de una enfermedad en el paciente (Consultores Internacionales RGT, 2019).

1.9.2. Maquila.

Un proceso de maquila funciona a partir de un contrato, (denominado comúnmente contrato de maquila), el cual plantea como objetivo de compromiso que la empresa maquiladora utilice su capacidad instalada y procesos productivos para la fabricación de productos tangibles o la prestación de servicios intangibles (dentro de un programa de producción pre-determinado), destinados, en la mayoría de los casos, al mercado de exportación; dichos productos son encargados por una empresa extranjera (Jose, 2009).

1.9.3. Plan de Mantenimiento.

Es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos, con el objetivo de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad (Realiability, 2019).

Las tareas preventivas se planifican a realizar en una instalación con el fin de cumplir unos objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación.

1.9.4. Mantenimiento Preventivo.

Es aquel que tiene la finalidad de prevenir la ocurrencia de fallas y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo, se basa en la confiabilidad de los equipos (Neto, 2008).

1.9.5. Mantenimiento Planificado.

Se pretende, con un conjunto de actividades sistemáticas y metódicas, la mejora continua del proceso, manteniendo los equipos en condiciones óptimas. Para conseguirlo será necesario un pleno entendimiento entre el operario que maneja el equipo y el personal que lleva a cabo el mantenimiento (Calvo, 2004).

1.9.6. Mantenimiento Productivo Total.

TPM o mantenimiento productivo total es un enfoque japonés que pretende elevar la eficiencia de los equipos y la productividad de la empresa. Este modelo se basa en el trabajo en equipo, la proactividad, la mejora continua y en la realización tareas sencillas y repetitivas para mejorar la competitividad. La implementación del TPM tiene como beneficios la reducción de costos del mantenimiento, el incremento de la vida útil del equipo, el incremento del tiempo disponible de los equipos, el incremento de la motivación y la moral de los empleados. El TPM eleva la calidad del producto ya que mantiene a las maquinas en un correcto estado de funcionamiento evitando así productos defectuosos. El TPM mejora el rendimiento de los equipos ya que mantiene la velocidad óptima de trabajo y elimina los tiempos muertos (Chang, 2008).

1.9.7. Mantenimiento centrado en Confiabilidad.

El mantenimiento centrado en confiabilidad, ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil durante 1960 y 1970 con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas. El proceso se aplica a todo tipo de activos físicos (equipos y sistemas), y ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo. Desde empresas petroquímicas de primer nivel hasta las principales fuerzas armadas del mundo utilizan RCM para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos (Aguar, 2014).

1.9.8. Indicadores de Mantenimiento.

Con el objeto de constatar si el desempeño organizacional es el más adecuado, se realizan mediciones de los procesos a fin de llevar a cabo un control (lo que no se mide, no se controla), en el interés de verificar que las acciones se realizan dentro de los parámetros

preestablecidos, y que se están tomando las decisiones más acertadas; en otras palabras, que se está llevando a cabo una adecuada gestión (Zambrano, 2015).

1.9.9. Disponibilidad de los Equipos.

La disponibilidad de un equipo es simplemente una manera de cuantificar cuanto tiempo esta su equipo funcionando como debe. A mayor disponibilidad, usted puede producir más, y mayor es su rendimiento sobre activos. Por lo tanto, su meta es minimizar el tiempo muerto, especialmente el tiempo muerto no programado, mediante el mejoramiento de la fiabilidad del proceso y del equipo (Emerson Process Management, 2002).

La fórmula para obtener el porcentaje de disponibilidad es la siguiente:

$$\% \text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de producción real}}{\text{Tiempo de producción estimada}}$$

1.9.10. Costes de Mantenimiento.

Esta área mide los gastos asociados a la gestión de mantenimiento, los cuales son distribuidos y están orientados a mejorar la eficiencia de la empresa.

Coste de mantenimiento por unidad de producción.

- Costo de Mantenimiento por Hora Hombre.
- Relación de Costo Mantenimiento vs Producción.
- Índice Costo de Mantenimiento Preventivo
- Índice Costo de Mantenimiento Correctivo.
- Existen otros indicadores de costes que los provee los sistemas de información como (SAP-, Máximo) en su estándar y pueden ser utilizados, según las necesidades (Noe, 2019).

1.9.11. Línea de Producción.

Como línea de producción entendemos al conjunto de operaciones secuenciales en las que se organiza un proceso para la fabricación de un producto. Para la fabricación de un gran número de unidades del mismo producto se requiere organizar un montaje en serie de las distintas operaciones requeridas para su transformación de materias prima en producto. Esto implica la organización del proceso en fases y operaciones que se asignan individualmente o por grupos de trabajo (Seampedia, 2018).

1.9.12. Paradas Productivas.

Interrupción ocasionada por fallas presentadas en las maquinas que conforman un proceso de producción (Olarte, 2010).

1.10. Metodología del Trabajo

Para la propuesta de este trabajo se presenta la siguiente metodología de investigación la cual será de mucha ayuda para obtener los resultados esperados.

1.10.1. Tipo de Estudio.

Se empleará un modelo descriptivo para este tipo de estudio, el cual estará enfocado a la evaluación de las máquinas y herramientas de la empresa además de las características de las mismas, todo esto se realizara mediante la observación y levantamiento de información obtenida con entrevistas a los operarios inmersos en el sistema productivo.

1.10.1.1. Método Descriptivo.

Consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables (Noemagico, 2006).

1.10.2. Método de la Investigación.

La metodología a aplicarse es el modelo cuantitativo, el cual mediante datos obtenidos previamente se realizará un análisis estadístico para la identificación y estimación de los problemas que se presentan en la empresa cuando se realizan operaciones de producción u otras.

1.10.2.1. Método Cuantitativo.

Es un proceso sistemático y ordenado que se lleva a cabo siguiendo determinados pasos: fase conceptual, de planeación y diseño, empírica, analítica y de difusión. Pese a tratarse de un proceso metódico y sistemático, no existe un esquema completo, de validez universal, aplicable mecánicamente a todo tipo de investigación (Monje, 2011).

Además se emplearan herramientas como:

- Diagrama de Ishikawa
- Flujograma de Procesos
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Gantt

1.10.2.2. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es un gráfico que ilustra la relación entre las características (resultados de un proceso) y aquellas causas que por razones técnicas, humanas, de materiales, métodos o medio ambiente se considere que ejercen un efecto sobre el proceso (Ishikawa, 1989).

1.10.2.3. Flujograma de Procesos.

Es una representación gráfica que desglosa un proceso en cualquier tipo de actividad desarrollarse tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, secciones u áreas de su estructura organizativa (Manene, 2011).

1.10.2.4. Diagrama de Pareto.

Si un problema tiene diversas causas identificadas, el 20% de ellas resuelven el 80% del problema, en tanto que el 80% de las causas solo resuelven el 20%. Ello significa que reducir los problemas más significativos provocara una mejora general, que reducir los pequeños (Barroso, 2007).

1.10.2.5. Diagrama de Gantt.

El diagrama de Gantt es una herramienta para planificar y programar tareas a lo largo de un periodo determinado. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones previstas, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto y, además, reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto. Desarrollado por Henry Laurence Gantt a inicios del siglo XX, el diagrama se muestra en un gráfico de barras horizontales ordenadas por actividades a realizar en secuencias de tiempo concretas (Barcelona, s.f.).

El anterior diagrama muestra cada uno de los departamentos de la empresa, los cuales están divididos por áreas con los respectivos requerimientos y restricciones, lo cual hace que exista un claro entendimiento del mismo por parte de los colaboradores.

2.1.2. Descripción de las Instalaciones.

La empresa Dan Química C.A. posee dentro de sus instalaciones ocho construcciones, de las cuales una de ellas está destinada a la producción de ácido acetilsalicílico (740 m² de área cubierta), otra área para almacenamiento de producto terminado y materia prima (776 m² de área cubierta), un área para el aseguramiento de la calidad y administrativo (80 m² de área cubierta), para servicios auxiliares y mantenimiento (290 m² de área cubierta). Las demás instalaciones son de guardianía, bodegas y edificio sin uso. Área total de 13.420 m².

2.1.3. Recursos Productivos.

La empresa Dan Química C.A. cuenta con una cantidad de equipos y materiales en la producción del Ácido Acetilsalicílico, las cuales se detalladas a continuación.

2.1.3.1. Acetilación.

En esta actividad se utiliza el Reactor Acetilación R200, con chaqueta y agitador, capacidad de 4.500 litros, cuenta con columna, condensador, bomba de vacío, bomba de centrifuga y tanque. El material con el que esta echo este equipo es el SS316.



Figura 6. Reactor de Acetilación R200. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

2.1.3.2. Filtración.

En esta actividad se utiliza el Gaf – Filtro, el material con el que está diseñado este equipo es el SS316.



Figura 7. Equipo de filtración. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

2.1.3.3. Cristalización.

En esta actividad se utiliza el Reactor Cristalizador R201, con chaqueta y agitador, capacidad de 4.500 litros, cuenta con bomba centrífuga. El material con el que está hecho este equipo es el SS316.



Figura 8. Equipo Cristalizador R-200. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

2.1.3.4. Centrifugado.

En esta actividad se utilizan 2 equipos, hechos con material SS316, los cuales se detallan a continuación:

Centrífuga D201, con canasta 1250 mm, salida inferior, capacidad para 400 kg de producto seco y 950 r.p.m. de operación hidráulica, modo automático de control, con tanque de recepción del filtrado y bomba centrífuga.

Centrífuga D202, con canasta 1250 mm, salida inferior, capacidad para 400 kg de producto seco y 950 r.p.m. de operación hidráulica, modo automático de control, con recepción del filtrado.



Figura 9. Equipo de Centrifugado D-201. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

2.1.3.5. Secado.

En esta actividad se utilizan 2 equipos, hechos con material SS316, los cuales se detallan a continuación:

Secador De Vacío D203 Doble Cono, capacidad de 600 kg de producto húmedo, temperatura de calentamiento 80°C, medio de agua caliente o vapor, cuenta con filtro para el vapor, unidad de vacío, condensador, refrigerante y tanque.



Figura 10. Secador de Vacío D-203. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

Secador de Vacío D204, capacidad para 600 kg de producto húmedo, temperatura de calentamiento 80°C, medio de vapor o agua caliente, cuenta con filtro de vapor, condensador, unidad de vacío, enfriador y tanque.



Figura 11. Secador de Vacío D-204. Información adaptada de DAN QUIMICA C.A. Elaborado por el autor.

2.1.3.6. Tamizado.

En esta actividad se utiliza el Tamizador N209, tiene vibración circular, capacidad de 250 kg/h, con malla #20, #40, #60, #80 y #100, posee un transportador de tornillo. El material con el que está hecho este equipo es el SS316.



Figura 12. Tamizador N-209. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

2.1.3.7. Compactador / Granulador.

En esta actividad se utiliza el Compactador Alexander Work Tipo WP 150v, con alimentador de tornillo a los rodillos, reductor de partículas RHEWVN, tamizador RIUS 600 x 1500.



Figura 13. Compactador Alexander Work tipo WP 150v. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

2.1.3.8. Homogenizado.

En esta actividad se utiliza el 20 CU.FT Patterson Kelly Twin Shell Blender SN 118764. Este equipo está hecho fabricado con el material SS316.



Figura 14. 20 CU_FT Patterson Kelly Twin Shell Blender SN 118764. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

2.1.3.9. Empaque.

En esta actividad se utilizan 3 tipos de materiales para el empaque del producto los cuales se detallan a continuación:

Tanque de Recepción, cuya capacidad es de 1000 kg, con transportador de tornillo, balanza electrónica cuya capacidad es de 300 kg. El material de fabricación de este tanque es el SS316.

Caja de Cartón, cuya capacidad es de 40 kg. El material de fabricación es el Test 250C Kraft.

Funda Plástica, el material de esta funda es el polietileno.



Figura 15. Sala de revisión final. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

2.2. Capacidad Instalada de Producción

La capacidad instalada de producción para el Ácido Acetilsalicílico de la empresa DAN QUIMICA C.A. es de 720 toneladas/año.

Mensualmente se estaría produciendo 60 toneladas del producto, y diariamente serían 2.7 toneladas.

En este proceso de producción se cuenta con nueve equipos los cuales se detallan en la siguiente tabla a continuación:

Tabla 1. *Capacidad de los equipos utilizados en la producción del Ácido Acetilsalicílico.*

Cantidad	Descripción del Equipo	Capacidad del Equipo
1	Reactor Acetilación R200	4.500 Litros
1	GAF – Filtro	4.500 Litros
1	Reactor Cristalizador R201	4.500 Litros
1	Centrífuga D201	400 Kg
1	Centrífuga D202	400 Kg
1	Secador de Vacío D203 Doble Cono	600 Kg
1	Secador de Vacío D204	600 Kg
1	Tamizador N209	250 Kg/H
1	Compactador Alexander Work Tipo WP 150v	500 Kg

Información tomada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

En la tabla anterior se muestra la capacidad que tienen los equipos utilizados en el proceso de producción del ácido acetilsalicílico.

2.3. Descripción de Proceso

2.3.1. Diagrama de Operación de Procesos.

El diagrama de operaciones de proceso es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede

comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis. (Torres, 2018).

A continuación, en la figura 16 se muestra el diagrama de proceso de la empresa Dan Química C.A.

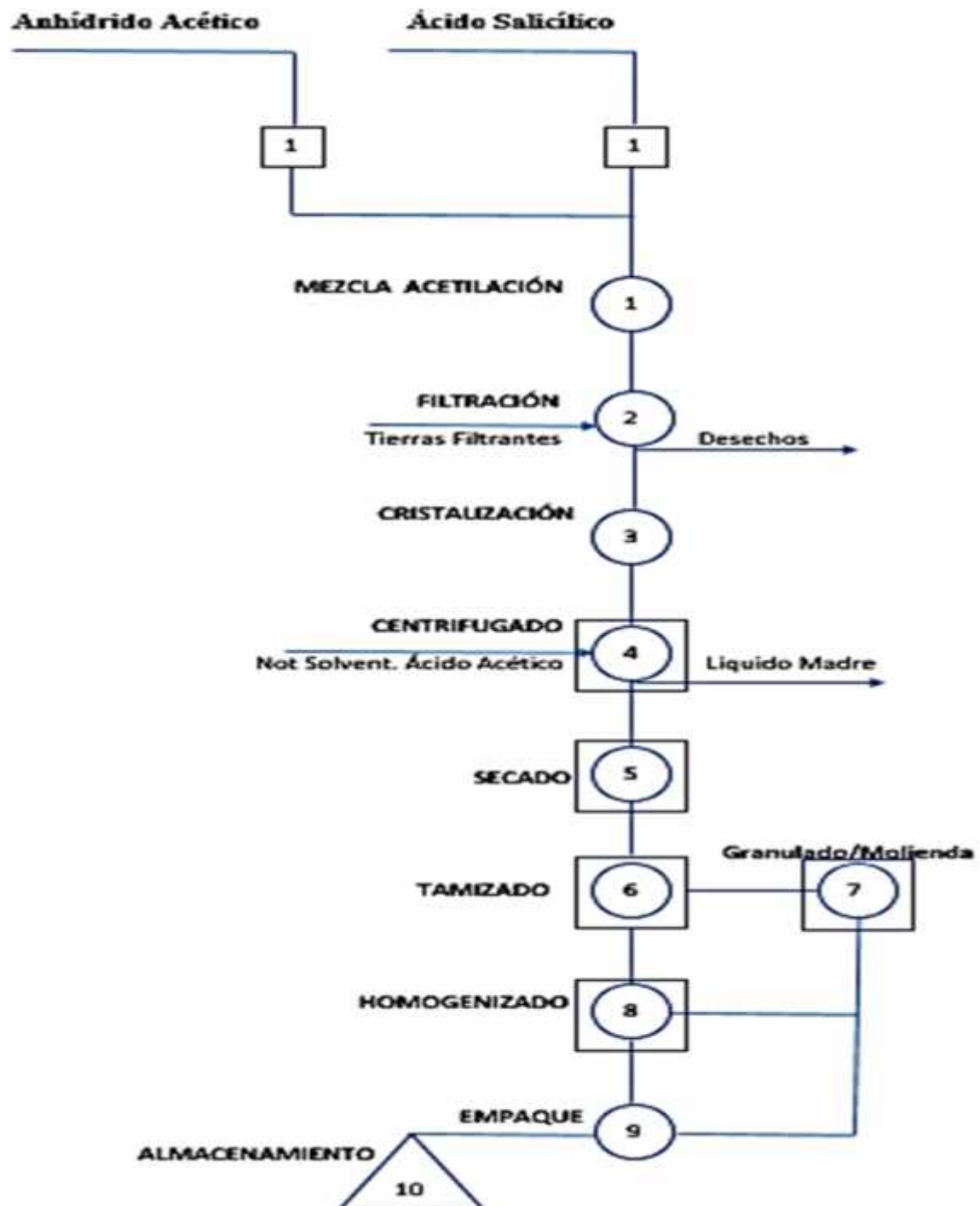


Figura 16. Diagrama de Proceso de Operación del Ácido Acetilsalicílico. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

El diagrama anterior muestra la secuencia que existe entre las operaciones e inspecciones que se dan en el proceso del ácido acetilsalicílico.

2.3.2. Diagrama de Flujo de Proceso.

Un diagrama de flujo de proceso es una representación gráfica que desglosa un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, secciones u áreas de la estructura organizativa, es considerado en la mayoría de empresas como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier método o sistema. (Manene, 2011).

A continuación, en la figura 17 se muestra el Diagrama de Flujo de Procesos de la empresa Dan Química C.A.

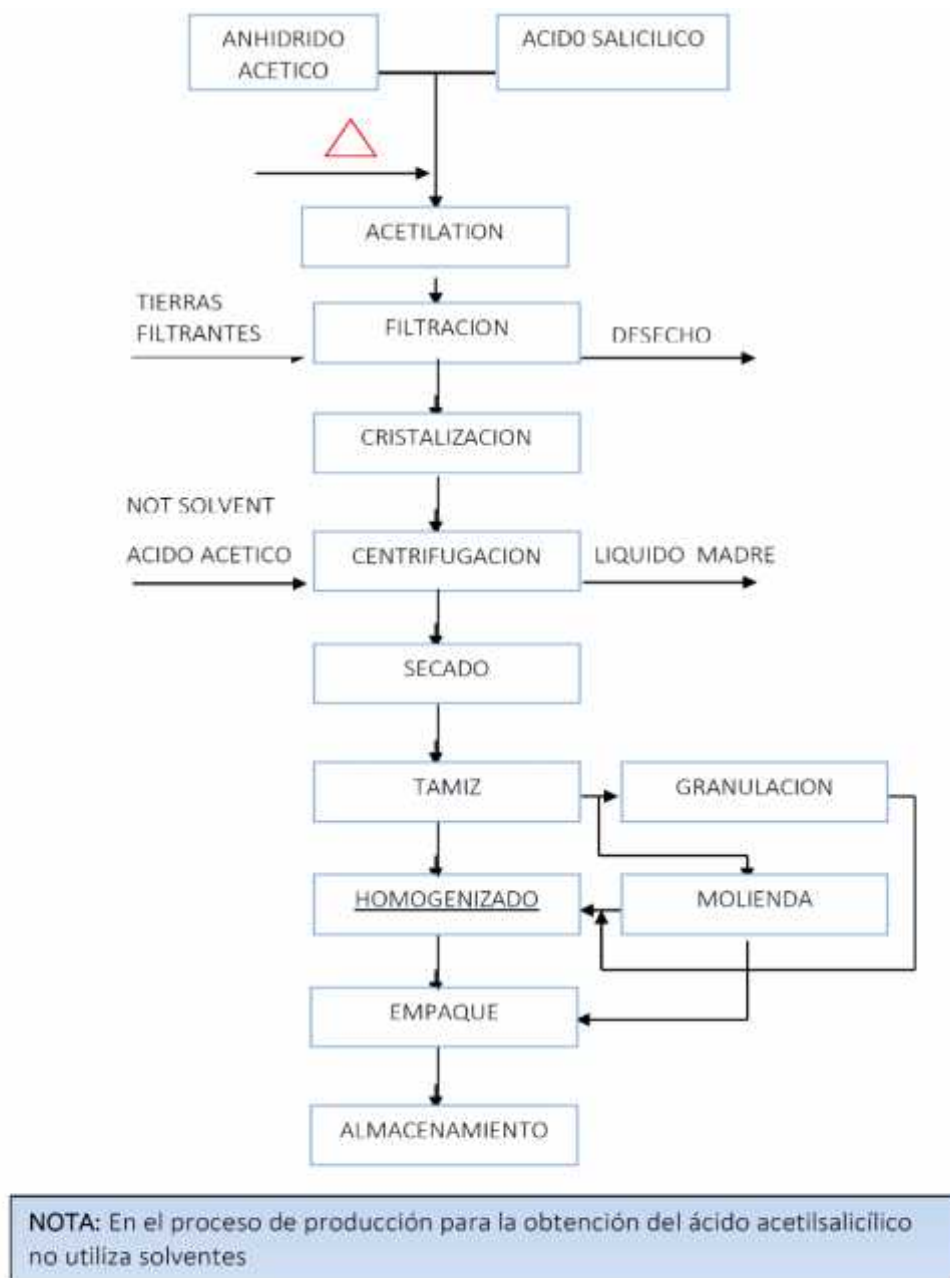


Figura 17. Diagrama de Flujo de Proceso del Ácido Acetilsalicílico. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

Resumen	No	Tiempo
○ Operaciones	9	
⇨ Transportes		
□ Controles	5	
D Esperas	1	
▽ Almacenamiento	1	
Total	16	

Figura 18. Diagrama de Análisis de Proceso del Ácido Acetilsalicílico. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

La imagen anterior muestra un resumen de las distintas actividades que se realizan en cada operación del proceso, tomando en cuenta que en este diagrama a diferencia de los anteriores muestra las inspecciones, transporte y esperas que se dan en el proceso.

2.3.4. Diagrama de Recorrido.

El Diagrama de Recorrido es una representación gráfica de todas las zonas/áreas/secciones de una planta o edificio, donde se indican las actividades que en la operación se ejecutan, en esta representación gráfica se incluye tanto a las personas como a los materiales que se mueven en el flujo de un proceso, busca determinar la forma óptima de disposición de las actividades en una operación en relación con los espacios físicos, maquinarias y recorridos necesarios. (Perez, 2011)

Este diagrama muestra a todo el recorrido del personal y de materiales que existe en la empresa.

A continuación, en la figura 19 se muestra el Diagrama de Recorrido de la empresa Dan Química C.A.

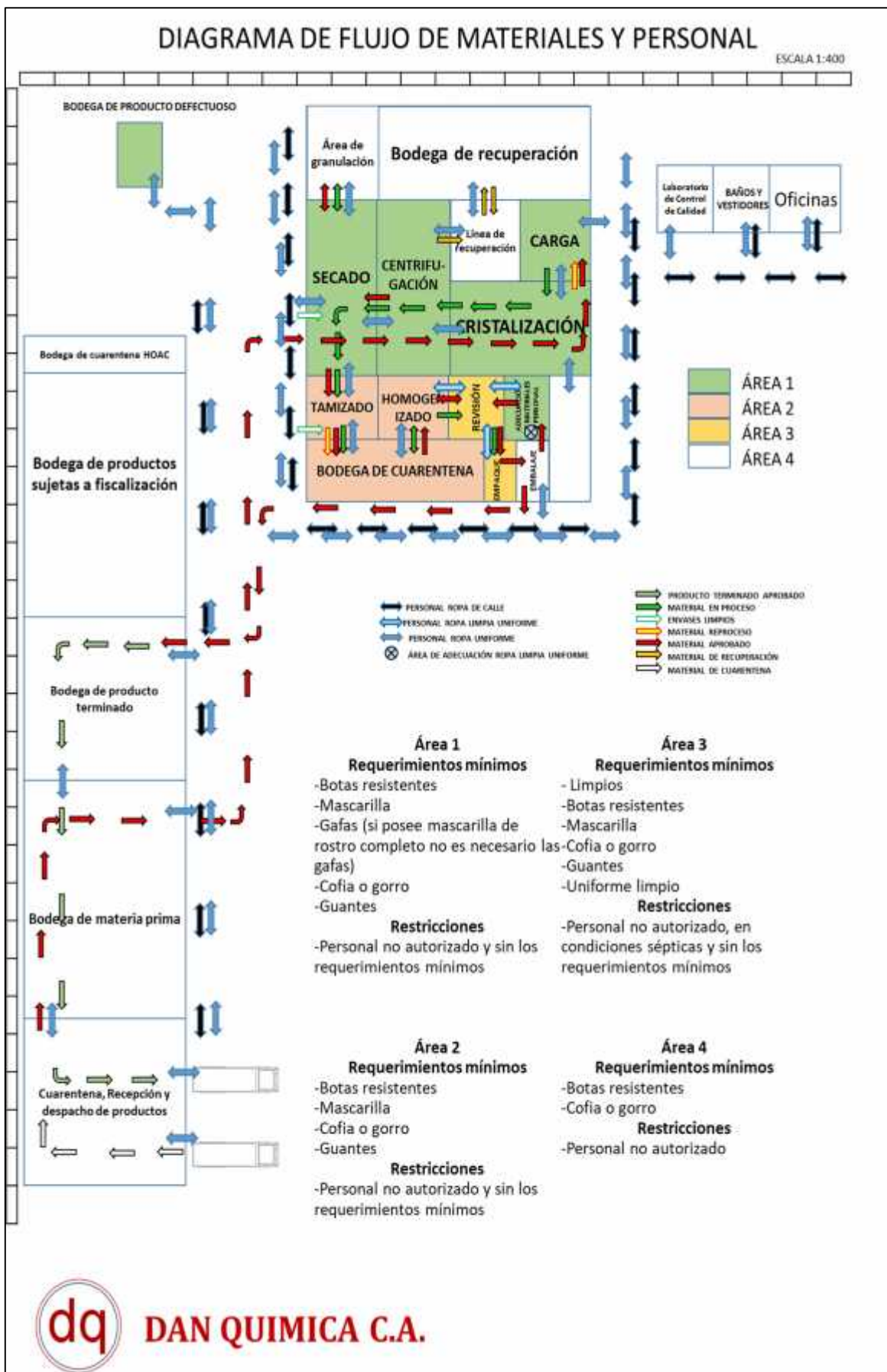


Figura 19. Diagrama de Recorrido de Flujo de Materiales y Personal. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

El diagrama anterior muestra claramente con su respectiva simbología, el flujo de personal y materiales que existe dentro de la planta en la empresa Dan Química C.A.

2.3.5. Diagrama de Recorrido del Proceso del Ácido Acetilsalicílico.

El Diagrama de Recorrido es una representación objetiva de distribución existente de las áreas a considerar en la planta y en donde se marcan las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material, equipo o trabajadores de una actividad a otra. (Ramirez, 2013)

A continuación, en la figura 20 se muestra Diagrama de Recorrido del Proceso del Ácido Acetilsalicílico en la empresa Dan Química C.A.

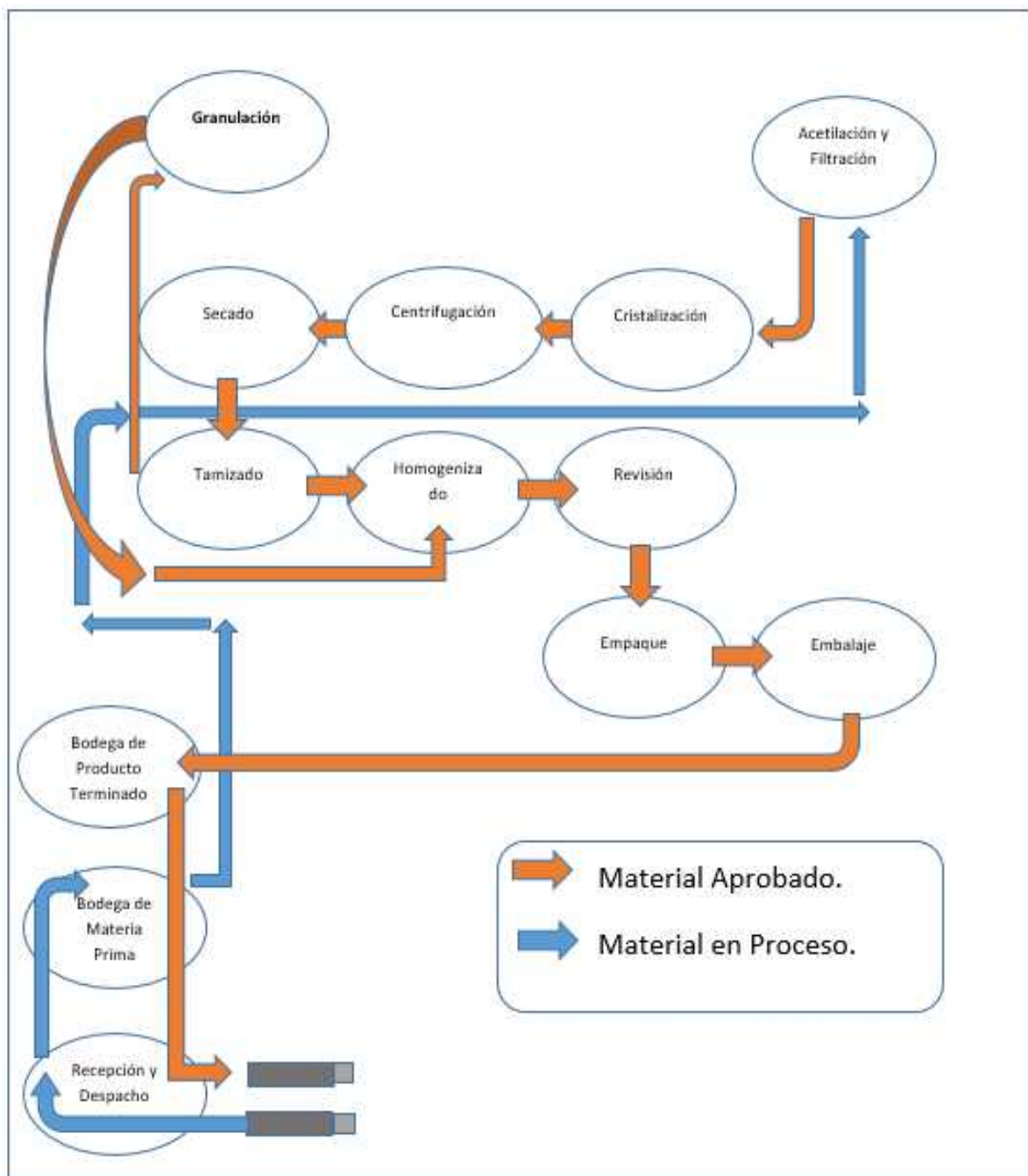


Figura 20. Diagrama de Recorrido del Proceso del Ácido Acetilsalicílico. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

El diagrama anterior muestra el recorrido que se realiza en el proceso productivo del ácido acetilsalicílico, dando a notar el correcto flujo que existe en la recepción y traslado de la materia prima y del producto que está en proceso, hasta convertirse en producto terminado y así ser trasladado de la bodega de almacenamiento al despacho del mismo.

2.4. Análisis FODA de la Empresa

El diagnóstico situacional FODA es una herramienta que posibilita conocer y evaluar las condiciones de operación reales de una organización, a partir del análisis de esas cuatro variables principales, con el fin de proponer acciones y estrategias para su beneficio. (Ramirez J. , 2017)

2.4.1. Matriz FODA.

A continuación, en la figura 21 se muestra la matriz FODA de la empresa Dan Química C.A.

DEBILIDADES (Internas)	AMENAZAS (Externas)
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de planificación. - Falta de establecimiento de objetivos medibles y alcanzables. - Retrasos en la recepción de la materia prima importada. - Insuficiente utilización de la capacidad instalada de producción en los procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mercado cambiante, aumento de la competencia. - Políticas sobre impuestos a las importaciones. - Sanciones gubernamentales.
FORTALEZAS (Internas)	OPORTUNIDADES (Externas)
<ul style="list-style-type: none"> - Empresa con trayectoria y experiencia. - Ser productores únicos en el país. - Contar con personal capacitado para el desarrollo de actividades productivas, equipos y maquinaria. - Brindar productos de alta calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Expansión de los mercados internacionales. - Incremento de interés por parte de futuros clientes. - Disponibilidad de recursos.

Figura 21. Matriz FODA de la empresa Dan Química C.A. Imagen adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

La matriz FODA se utiliza para plantear estrategias en las empresas, negocios y hasta personalmente, esta planeación en mucho de los casos se da a largo plazo.

Análisis y Diagnóstico de Problemas

2.5. Descripción Específica del Problema

En la empresa Dan Química C.A. existe un plan de mantenimiento preventivo que no cuenta con la calidad necesaria para brindar seguridad en la operatividad de los equipos inmersos en el proceso de producción del Ácido Acetilsalicílico, en algunas ocasiones se han presentado paradas en el proceso productivo, esto se debe a que en la actividad de Centrifugado y en la actividad de Secado se presentan inconformidades en el producto que está en proceso.

Estas inconformidades se presentan debido al mal funcionamiento de los equipos que realizan las operaciones productivas, teniendo como resultado en el caso de la centrifugación un producto que no fue separado el sólido del líquido en su totalidad, y en el caso del secado se tiene que el producto en proceso no tiene un nivel óptimo de sequedad para seguir a la siguiente operación del proceso, por tal motivo el producto es reprocesado volviendo desde el inicio del proceso productivo.

2.6. Análisis de Datos del Problema

A continuación, se muestra en la tabla 2, las posibles causas del problema existente en el proceso de producción del Ácido Acetilsalicílico, tomando en cuenta que para obtener un producto terminado de óptima calidad se deben tomar dos días laborables, por tal motivo se considera las horas que se toman cada una de las posibles causas en el proceso productivo.

Tabla 2. Posibles causas del problema del Reproceso del Ácido Acetilsalicílico.

Posibles Causas del Problema	Horas Perdidas por cada Lote Defectuoso	Porcentaje %
Falla en equipo de Centrifugado	29,00	35,37
Falta de control en los medidores de los equipos	6,50	7,93
Falla en equipo de Secado	37,00	45,12
Falta de inspección en la materia prima	1,50	1,83
Falta de inspección durante el proceso	8,00	9,76
TOTAL	82,00	100%

Información tomada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje acumulado con el cual se procederá a realizar un Diagrama de Pareto.

Tabla 3. Porcentaje Acumulado de las posibles causas del problema del Reproceso del Ácido Acetilsalicílico.

Posibles Causas del Problema	Horas Perdidas por cada Lote Defectuoso	Porcentaje	Acumulado
Falla en equipo de Secado	37	45,12%	45,12%
Falla en equipo de Centrifugado	29	35,37%	80,49%
Falta de inspección durante el proceso	8	9,76%	90,25%
Falta de control en los medidores de los equipos	6,5	7,93%	98,18%
Falta de inspección en la materia prima	1,5	1,82%	100%
TOTAL	82	100%	

Información tomada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

2.6.1. Diagrama de Pareto.

El diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para clasificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades. (Sales, 2013)

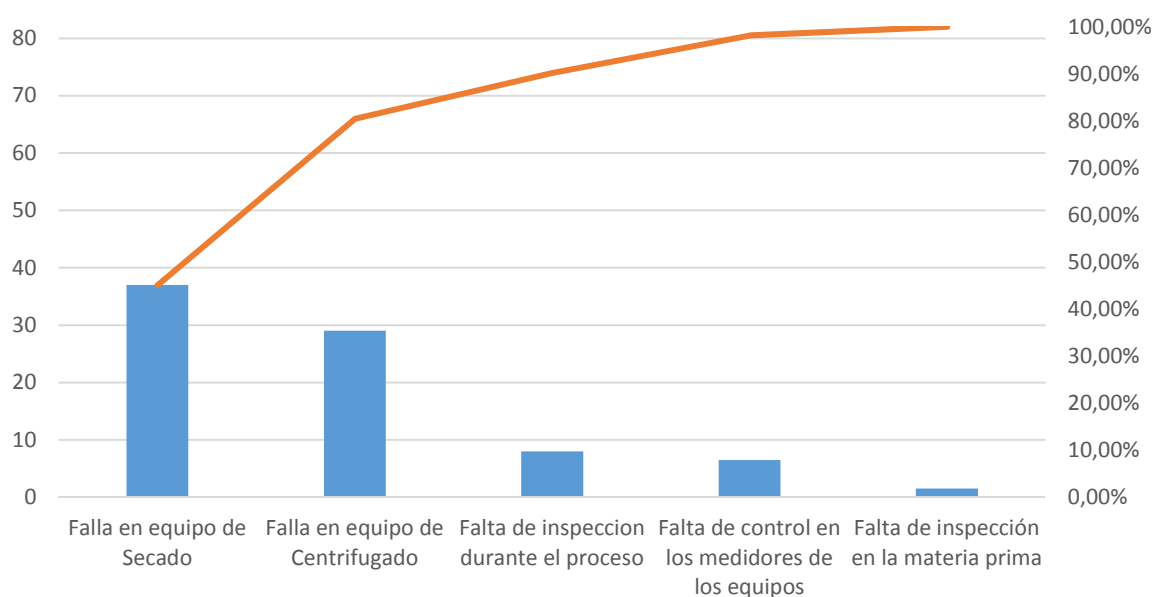


Figura 22. Diagrama de Pareto. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

Como se puede observar en la figura anterior, el Diagrama de Pareto muestra que las causas con mayor porcentaje son las que originan el problema existente en el proceso de producción del ácido acetilsalicílico, estas son fallas que se presentan en los equipos de Secado y Centrifugado.

2.6.2. Diagramas Causa – Efecto.

Es una herramienta grafica de análisis que sirve para identificar las posibles causas de un problema. Su estructura consta de una cadena de causas y efectos que se grafican en un diagrama con forma de “espina de pescado”. Cabe mencionar que se suele orientar la agrupación de las causas en base a seis factores principales: Material, Métodos, Mano de Obra, Medio Ambiente y Métrica. (Alva & Paredes, 2014)

Los datos representados en el Diagrama de Pareto, muestran que el problema en el proceso de producción es originado por fallas en los equipos de secado y centrifugado; se procederá a realizar un Diagrama de Ishikawa para cada uno de los problemas antes mencionados.

2.6.2.1. Diagrama de Ishikawa del Equipo de Secado.

En esta actividad el equipo de Secado trabaja con un caldero y una bomba de vacío, al trabajar en conjunto si uno de estos tiene problemas en el funcionamiento se tiene como resultado un producto no conforme con los requerimientos del cliente.

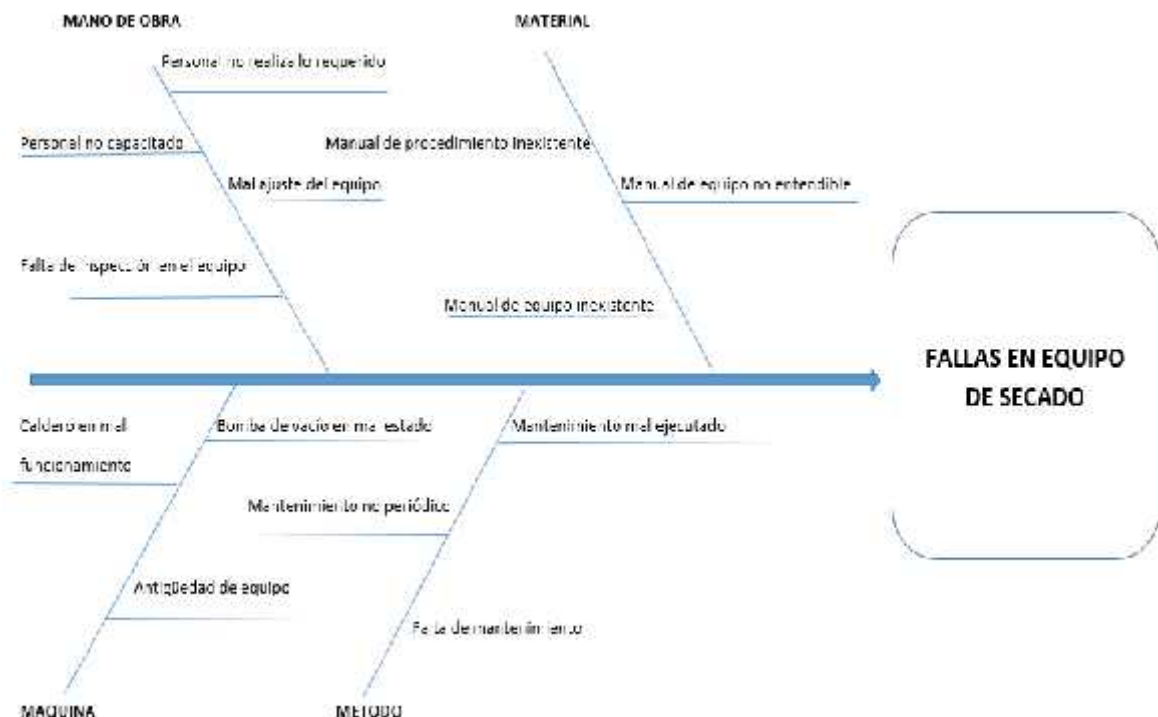


Figura 23. Diagrama de Ishikawa del equipo de secado. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

En la figura anterior se muestran las posibles causas que originan las fallas en el equipo que se utiliza en la operación de secado.

A continuación se detallan cada una de las posibles causas que originan fallas en el equipo de Secado.

Mano de Obra:

- El personal de planta no realiza lo requerido por parte de la empresa.
- El personal encargado de la parte operativa de la planta no está capacitado para prevenir fallas en el equipo de Secado.
- El equipo utilizado en el proceso productivo es mal ajustado o calibrado por parte del personal encargado del mismo.
- La falta de inspección en el equipo provoca un mal funcionamiento del mismo, esto hace que se obtenga un producto con inconformidades.

Material:

- Al no existir un manual de procedimientos que indique detalladamente como realizar un correcto mantenimiento preventivo, se tendrá como resultado que se produzcan fallas en el equipo.
- Contar con un manual del equipo de secado que no sea entendible también produce que no se le realice un correcto mantenimiento y por ende se producen fallas.
- Si no se cuenta con el manual del equipo con el cual se pueda determinar que, como y cuando darle mantenimiento, no se podría tenerlo en óptimas condiciones de trabajo.

Máquina:

- Si la bomba de vacío se encuentra en mal estado no podrá realizar el trabajo en óptimas condiciones, con lo cual se obtendrá un producto con inconformidades.
- El caldero en mal funcionamiento provoca que no exista el vapor necesario para que se realice la actividad de secado bajo los requerimientos establecidos.
- La antigüedad del equipo podría ser causante de las fallas que se dan al momento de realizar la actividad de secado en el proceso productivo.

Método:

- Un mantenimiento preventivo mal ejecutado provoca fallas en el equipo utilizado en el proceso de producción, esto provoca que el producto no tenga la calidad requerida.
- Un mantenimiento preventivo no periódico causa que en el equipo existan fallas, esto hace que se obtenga un producto que no cumple con lo requerido por los clientes.
- Ausencia de procesos e indicadores de mantenimiento que optimice el proceso de planta.

- La falta de mantenimiento preventivo es la principal causa para que en el equipo de secado existan fallas, dado que sin un mantenimiento adecuado el equipo no funcionaría en óptimas condiciones de trabajo.

2.6.2.2. Diagrama de Ishikawa del Equipo de Centrifugado.

Con este diagrama se procederá a determinar las posibles causas que originan fallas en el equipo de Centrifugado.

Como problema central se tiene: Fallas en equipo de centrifugado.

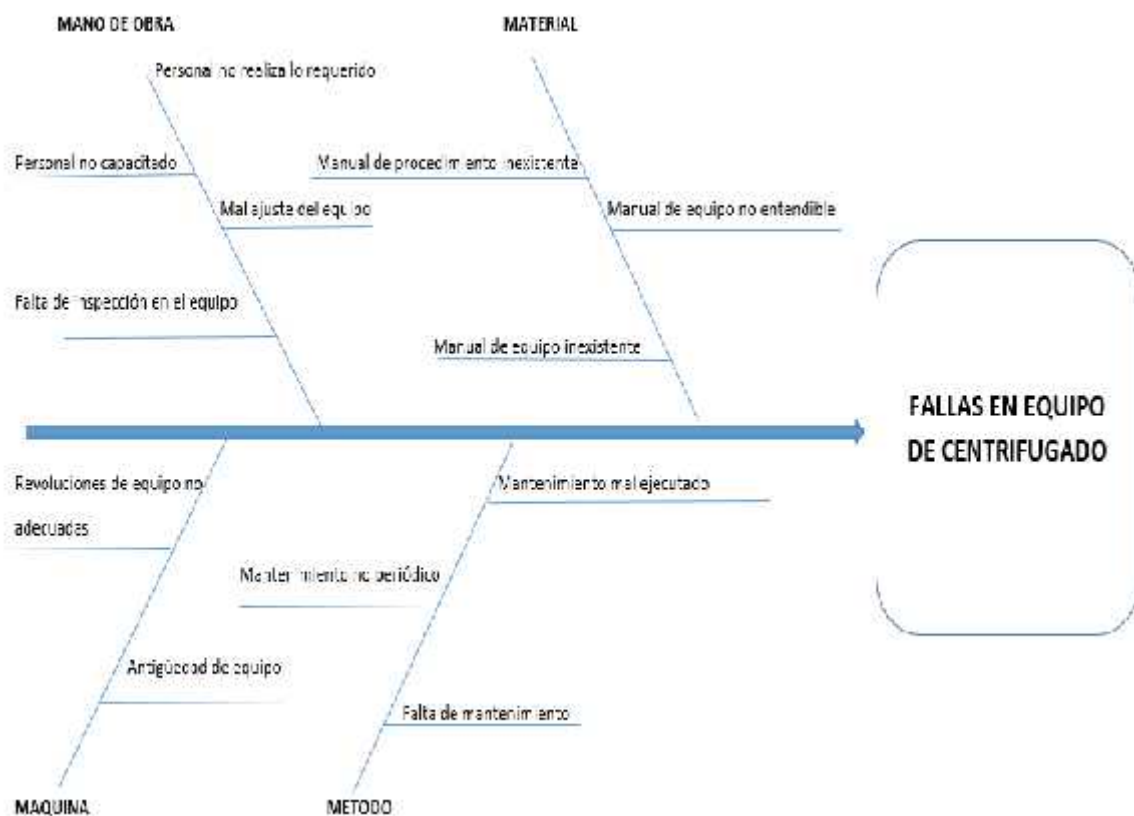


Figura 24. Diagrama de Ishikawa del equipo de centrifugado. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

En la figura anterior se muestran las posibles causas que originan las fallas en el equipo que se utiliza en la operación de Centrifugado.

A continuación se detallan cada una de las posibles causas que originan fallas en el equipo de Centrifugado.

Mano de Obra:

- El personal de planta no realiza lo requerido por parte de la empresa.
- El personal encargado de la parte operativa de la planta no está capacitado para prevenir fallas en el equipo de Secado.

- El equipo utilizado en el proceso productivo es mal ajustado o calibrado por parte del personal encargado del mismo.

- La falta de inspección en el equipo provoca un mal funcionamiento del mismo, esto hace que se obtenga un producto con inconformidades.

Material:

- Al no existir un manual de procedimientos que indique detalladamente como realizar un correcto mantenimiento preventivo, se tendrá como resultado que se produzcan fallas en el equipo.

- Contar con un manual del equipo de secado que no sea entendible también produce que no se le realice un correcto mantenimiento y por ende se producen fallas.

- Si no se cuenta con el manual del equipo con el cual se pueda determinar que, como y cuando darle mantenimiento, no se podría tenerlo en óptimas condiciones de trabajo.

Maquina:

- Si las revoluciones del equipo en la actividad de centrifugado no son las adecuadas, no se puede obtener un producto que cumpla con lo requerido por los clientes.

- La antigüedad del equipo podría ser causante de las fallas que se dan al momento de realizar la actividad de secado en el proceso productivo.

Método:

- Un mantenimiento preventivo mal ejecutado provoca fallas en el equipo utilizado en el proceso de producción, esto provoca que el producto no tenga la calidad requerida.

- Un mantenimiento preventivo no periódico causa que en el equipo existan fallas, esto hace que se obtenga un producto que no cumple con lo requerido por los clientes.

- La falta de mantenimiento preventivo es la principal causa para que en el equipo de secado existan fallas, dado que sin un mantenimiento adecuado el equipo no funcionaría en óptimas condiciones de trabajo.

2.7. Técnica de los 5 ¿Por qué?

Teniendo en cuenta el problema de Fallas en los Equipos de Secado y Centrifugado, que existen en el proceso productivo del Ácido Acetilsalicílico, de la empresa Dan Química C.A., se utilizará la técnica de los 5 Porqué, para plantear una posible solución a los problemas.

1. ¿Por qué hay falla en estos equipos?

Por la existencia de un mantenimiento preventivo deficiente.

2. ¿Por qué existe un mantenimiento preventivo deficiente?

Por falta de capacitación al personal.

3. ¿Por qué hay falta de capacitación al personal?

Por una mala planificación.

4. ¿Por qué hay una mala planificación?

Por falta de interés en el mantenimiento preventivo.

5. ¿Por qué hay falta de interés en el mantenimiento preventivo?

Por desconocimiento de lo que la empresa pierde en reprocesar.

Con las posibles causas del problema encontradas gracias a las herramientas y técnicas utilizadas en este estudio, se toma en consideración el diseño de una propuesta de mejoramiento de la calidad de el plan de mantenimiento preventivo, el cual debe tener como finalidad evitar que existan fallas en los equipos en el proceso productivo del ácido acetilsalicílico, así de esta manera evitar el reproceso del producto y por consiguiente perdidas económicas para la empresa.

2.8. Impacto Económico del Problema

En el proceso productivo del ácido acetilsalicílico de la empresa Dan Química C.A. un lote de producción involucra dos días para estar listo para su comercialización, la capacidad máxima de cada lote es de 2.000 kg. Cabe recalcar que el producto que no cumple con las especificaciones y calidad requerida, se reprocesa, regresando a la actividad de reacción y dilución para volver a cristalizar, es decir desde el principio del proceso productivo.

A continuación, se detallan los valores de consumo de los equipos encargados de reprocesar el producto con sus respectivas horas de trabajo.

Tabla 4. Consumo de Energía y Combustible de los equipos de Acetilación, Filtración, Cristalización, Centrifugado y Secado.

Actividades	Equipo	Electricidad (KW)	Combustible (Gl/H)
Acetilación (3h)	Reactor Acetilación R200	19,8	
Filtración (2h)	GAF – Filtro	10,56	
Cristalización (16h)	Reactor Cristalizador R201	158,4	
Centrifugado (8h)	Centrifuga D201	68,64	
	Centrifuga D202	68,64	
Secado y Vacío (16h)	Secador de Vacío D203 Doble Cono	46,815	5
	Secador de Vacío D204	46,815	5
Total		419,67	10

Información tomada De Dan Química C.A. Elaborado Por El Autor.

En la actividad de secado se utiliza un caldero el cual necesita diésel para su funcionamiento, tiene un consumo de 10 galones por cada hora de trabajo, el valor del diésel es de 2,2 dólares el galón. La energía eléctrica tiene un valor de 12 centavos de dólar el kW/h. En la siguiente tabla se muestran valores en términos monetarios, los cuales son consumidos en un lote producción de trabajo.

Tabla 5. Consumo en términos monetario de 1 lote de producción de los equipos de Acetilación, Filtración, Cristalización, Centrifugado y Secado.

Actividades	Equipo	Electricidad (\$)	Combustible (\$)
Acetilación	Reactor Acetilación	\$ 2,38	
	R200		
Filtración	Gaf – Filtro	\$ 1,27	
Cristalización	Reactor Cristalizador	\$ 19,01	
	R201		
Centrifugado	Centrífuga D201	\$ 8,24	
	Centrífuga D202	\$ 8,24	
	Secador de Vacío	\$ 5,62	\$ 88,00
Secado y Vacío	D203 Doble Cono	\$ 5,62	\$ 88,00
	Secador de Vacío		
	D204		
Total		\$ 50,36	\$ 176,00

Información tomada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

El año anterior se produjeron fallas en los equipos de secado y centrifugado en 6 ocasiones, por tal motivo se toma en consideración este número de veces en que ocurrieron las fallas para calcular cuánto se pierde al año en reprocesar cada lote de 2.000 kg de ácido acetilsalicílico. En la siguiente tabla se muestra el consumo anual de los equipos.

Tabla 6. Consumo anual en dólares de los equipos de Acetilación, Filtración, Cristalización, Centrifugado y Secado.

Actividades	Equipo	Electricidad (\$)	Combustible (\$)
Acetilación	Reactor	\$ 14,26	
	Acetilación R200		
Filtración	GAF – Filtro	\$ 7,60	
Cristalización	Reactor	\$ 114,05	
	Cristalizador R201		
Centrifugado	Centrífuga D201	\$ 49,42	
	Centrífuga D202	\$ 49,42	
	Secador de Vacío	\$ 33,71	\$ 528,00
Secado y Vacío	D203 Doble Cono	\$ 33,71	\$ 528,00
	Secador de Vacío		
	D204		
Total		\$ 302,16	\$ 1.056,00

Información tomada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

Adicional se toma en cuenta los sueldos del personal operativo de la planta que participa directamente en el proceso, actualmente son 5 operarios con sueldo de \$ 400,00 mensuales, tomando en consideración que el mes comercial tiene 30 días.

En el caso que el producto terminado resultara no conforme, se debe costear la mano de obra invertida en la obtención de dicho lote de producción que pasaría a reproceso, se tomarán en consideración dos turnos de trabajo, dado que el personal de la planta cumple esa jornada laboral.

Tabla 7. Costo de sueldo del personal operativo pagados por reprocesos.

Operario	Diario	Dos Días (Un Lote)	Seis Paradas Histórico Anual
1	\$ 13.33	\$ 26.66	\$ 159.99

Información tomada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

El costo anual de sueldo pagado a un operario, a pesar de que el lote de producción resulta no conforme, Sería de \$159.99. El número total de operarios es de cinco, por lo tanto, se multiplicará el valor antes indicado por cinco, obteniendo: $\$159.99 \times 5 \text{ operarios} = \799.99

En la Tabla 6 se representa un resumen con los respectivos valores por reproceso anual, tomando en consideración que el año anterior existieron seis paradas por producto no conforme.

Tabla 8. Tabla resumen de costos del reproceso del ácido acetilsalicílico.

Rubros	Reproceso Anual
Electricidad	\$ 302,16
Combustible	\$ 1.056,00
Sueldos	\$ 799,99
Total	\$ 2.158,15

Información tomada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

Entonces se tiene: Energía Eléctrica + Combustible + Sueldos = \$ 2.158,15

La empresa anualmente pierde \$ 2.158,15 en reprocesar producto con inconformidades debido a fallas en las máquinas de Centrifugado y Secado.

De esta manera se determina que cada Kilogramo del Ácido Acetilsalicílico tiene un costo de reproceso de \$0,179.

2.9. Diagnóstico

En la empresa actualmente existe un desperdicio llamado reproceso, el cual se genera por no conformidades en el producto, esto sucede por muchas causas, el principal es el desperfecto en los equipos inmersos en la producción, en este caso en la operación de secado y centrifugado; esto hace que la productividad disminuya y por ende, ocasione pérdidas

económicas para la empresa, el proceso productivo se ve afectado en su normal desarrollo, ya que al reprocesar el producto se regresa desde el inicio, y como se mencionó anteriormente, el proceso toma dos días en completar su ciclo normal de producción y obtener el producto terminado listo para la comercialización y entrega, lo que causa demoras en los despachos del producto a los clientes finales.

Luego de observar el proceso de producción, se levantó información y se revisó datos históricos de la empresa, toda esta información fue utilizada para detectar mediante técnicas de ingeniería las causas que originan las fallas que existen en la maquinaria implicadas en el proceso productivo del ácido acetilsalicílico.

Además, se detectó que el mantenimiento preventivo lo realizan los mismos operarios de la planta, sin capacitaciones adecuadas impartidas por expertos y sin ningún tipo de manual de procedimiento establecido.

Capítulo III

Propuesta, Conclusiones y Recomendaciones

3.1. Planteamiento de Solución al Problema

Toda empresa dedicada a la fabricación de un determinado producto desea y necesita tener los procesos productivos en óptimo funcionamiento, para ello debe contar con maquinaria y equipos que aseguren que dicho proceso tenga como resultado un producto de calidad acorde con los requerimientos de los clientes.

En este estudio se determinó mediante herramientas y técnicas utilizadas en la Ingeniería Industrial, que en el proceso productivo del ácido acetilsalicílico, de la empresa Dan Química C.A. existen problemas en las actividades de Secado y Centrifugado, por tal motivo se plantea una mejora de la calidad del plan de mantenimiento preventivo para los equipos inmersos en el proceso de producción del ácido acetilsalicílico, esto garantizará que los equipos tengan una funcionabilidad acorde con lo requerido para obtener el producto deseado, obteniendo como resultado que ya no existan reprocesos y por ende la empresa dejará de tener pérdidas económicas que perjudican las finanzas de la misma.

3.2. Costos de Implementar la Solución

Para la implementación de la mejora de calidad del Plan de Mantenimiento Preventivo, se toma en consideración los siguientes aspectos:

- Planificación para la correcta ejecución del Mantenimiento Preventivo de los equipos inmersos en el proceso productivo, a cargo del jefe de producción.
- Creación de manual de procedimiento por parte del jefe de producción, para la correcta ejecución del plan de mantenimiento preventivo.
- Capacitación al personal de planta, los cuales son los encargados de realizar el mantenimiento preventivo a los equipos cuando no existe producción programada. Estas capacitaciones serán impartidas por el encargado de la planificación.

Los costos de implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos utilizados en la producción del ácido acetilsalicílico de la empresa Dan Química C.A. se han estimado en los siguientes valores:

El curso de capacitación tendrá una duración de 40 horas, las cuales están divididas en 5 días laborables con un costo total de \$ 1.699,00

Pasajes y trayecto del viaje: \$ 35,00

Hospedaje en la Ciudad de Quito: \$ 100,00

Alimentación (3 comidas diarias): \$ 70,00

Para movilización dentro de la ciudad: \$ 45,00

Como resultado se tiene un valor total de \$ 1.949,00

Este valor es el costo que tendrá una capacitación a la cual tendrá que asistir el Jefe de Producción en la ciudad de Quito, quien será el encargado de guiar y capacitar al personal de planta luego de culminar con la capacitación recibida y así de esa manera compartir los conocimientos adquiridos con sus colaboradores, en un efecto de cascada.

3.3. Análisis y Beneficios de la Propuesta de Solución

Como se pudo observar en el impacto económico de esta investigación, la empresa pierde, en reprocesar producto con inconformidades, un valor de \$ **2.158,15** al año, tomando como base que el año anterior existieron reprocesos en seis ocasiones; si este valor aumentara entonces podría ser mayor el dinero que perdería la empresa al reprocesar unidades defectuosas, es decir, a mayor frecuencia de fallas en los equipos mayor cantidad de dinero perdido por reprocesos.

La propuesta del nuevo plan de mantenimiento preventivo es de absoluta responsabilidad del jefe de producción de la empresa, quien junto a los operarios de la planta serán quienes ejecuten un correcto plan de mantenimiento preventivo, permitiendo que los equipos involucrados en el proceso productivo tengan un funcionamiento eficiente, y de esa manera evitar reprocesos en la obtención del ácido acetilsalicílico, generando mayor productividad en la planta de producción, minimizando las pérdidas económicas en las que incurría la empresa al reprocesar productos con inconformidades.

3.4. Implementación de Propuesta de Solución

3.4.1. Diagrama de GANTT.

Un diagrama de Gantt es una representación gráfica y simultánea tanto de planificación como de programación concreta de procesos y/o proyecto, fue desarrollada por Henry L. Gantt a principio del siglo XX. Mediante el uso del diagrama de Gantt se puede representar y monitorear el desarrollo de las distintas actividades de un proceso y/o proyecto durante un periodo de tiempo, de manera fácil y rápida. (Rodríguez, 2014).

A continuación describiremos las fases de la propuesta de solución detallando cada una de las etapas como la planificación, manual de procedimientos, capacitación, ejecución, verificación de cumplimientos, verificación resultados y estandarización, incluyendo el

número de días de cada fase y su periodo de tiempo, mediante el diagrama de Gantt que presentamos en la imagen siguiente:

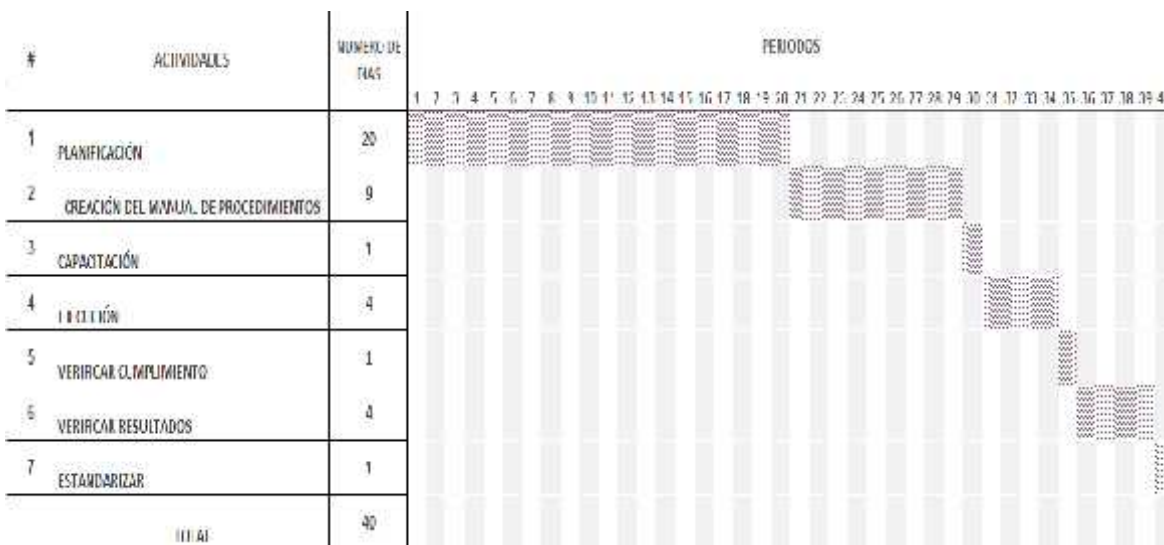


Figura 25. Diagrama de Gantt. Información adaptada de Dan Química C.A. Elaborado por el autor.

En la figura anterior se muestra el total de días que se necesitarán para la puesta en marcha de la implementación de la propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos inmersos en la producción del ácido acetilsalicílico de la empresa Dan Química C.A.

3.5. Factibilidad de Propuesta de Solución.

3.5.1. Análisis Beneficio/Costo.

El análisis del costo-beneficio es un proceso que, de manera general, se refiere a la evaluación de un determinado proyecto, es un esquema para tomar decisiones de cualquier tipo. Ello involucra, de manera explícita o implícita, determinar el total de costos y beneficios de todas las alternativas para seleccionar la mejor o más rentable. (Aguilera, 2017).

En párrafos anteriores se ha obtenido los valores necesarios a ser utilizados en la fórmula Beneficio-Costo con la cual se determinará cuán viable y factible es la propuesta planteada.

3.5.1.1. Fórmula Beneficio-Costo.

La fórmula para determinar el Beneficio-Costo es la siguiente:

$$\text{Análisis Beneficio-Costos} = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}}$$

Como beneficio se tiene que, a través de la implementación de la propuesta, se espera reducir el valor que pierde la empresa por reprocesar productos con inconformidades, que a la fecha tiene un valor total de: \$ 2.158,15.

En cuanto a los costos se tiene el valor que representa la inversión en la que incurrirá la empresa para solucionar los problemas existentes para reparar los equipos de producción que elaboran el Ácido Acetilsalicílico; el valor total es: \$ 1.949,00.

$$\text{Análisis Beneficio-Costos} = \frac{\$ 2.158,15}{\$ 1.949,00} = 1,11$$

$$B/C = 1,11 > 1$$

Al obtener el coeficiente Beneficio/Costo un valor de 1,11 que evidentemente es mayor a la unidad, se puede concluir que la propuesta planteada es viable y factible de ser implementada.

3.6. Conclusiones

Luego de recopilar, analizar y tabular los datos, se obtienen resultados y a partir de ello se concluye que, existen pérdidas que se generan por reprocesos de productos no conforme, originados por fallas en los equipos de secado y centrifugado, anomalías que se originan por un mantenimiento preventivo no adecuado, por tal motivo mediante la ayuda de técnicas y herramientas utilizadas en el campo de la Ingeniería Industrial se determinaron las causas que originan que los equipos utilizados en la producción del ácido acetilsalicílico no tengan una funcionalidad óptima de trabajo.

Con el análisis Beneficio/Costo se concluye que la presente propuesta es factible de implementarse, al arrojar un valor de $1,11 > 1$, con lo cual se pretende mejorar la calidad del plan de mantenimiento preventivo y así disminuir las pérdidas económicas que existen en el proceso productivo del ácido acetilsalicílico en la empresa Dan Química C.A. causadas por fallas en los equipos.

3.7. Recomendaciones

Con el fin de mantener una cultura de calidad en los procesos de la compañía se sugiere:

Realizar capacitaciones periódicamente al personal de planta sobre el plan de mantenimiento preventivo.

Verificar que el personal que realice el mantenimiento preventivo en el área de producción se encuentre correctamente capacitado para cumplir con las funciones asignadas.

Contar con la colaboración de todos los involucrados en la ejecución del plan de mantenimiento preventivo.

Verificar el cumplimiento de la realización del mantenimiento preventivo como es debido.

Dar seguimiento a las actividades que se realicen dentro del plan de mantenimiento preventivo en los equipos de producción de la empresa.

Evaluar constantemente el rendimiento de los equipos.

Estandarizar si el plan de mantenimiento preventivo está dando los resultados esperados.

Glosario de Términos

Ácido Acético: Líquido incoloro de una sustancia orgánica, principal componente del vinagre.

Ácido Acetilsalicílico: Conocido popularmente como aspirina, se lo utiliza como medicamento analgésico, antipirético y antiinflamatorio, además posee un efecto inhibidor de la agregación plaquetaria.

Caldera: Máquina para generar vapor a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase a vapor saturado lo cual produce varias aplicaciones.

Capacidad Instalada: Potencial de volumen máximo de producción que una empresa en particular, unidad, departamento o sección puede lograr durante un período de tiempo determinado, teniendo en cuenta todos los recursos que tienen disponibles, sea los equipos de producción, instalaciones, recursos humanos, tecnología, etc.

Confiabilidad: Probabilidad de que un sistema o componente, pueda funcionar correctamente fuera de falla, por un tiempo específico.

Costes de Mantenimiento: Son los gastos causados por las acciones ejecutadas para conservar los equipos o maquinas en buen estado y funcionamiento, o restáuralos a un estado específico de funcionalidad.

Diagrama de Flujo: También llamado flujograma es la representación gráfica de un algoritmo o proceso mediante un diagrama de actividades que se utiliza en procesos estratégicos, operativos y de soporte.

Diagrama de Gantt: Herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. A pesar de esto, el diagrama de Gantt no indica las relaciones existentes entre actividades.

Diagrama de Causa y Efecto: También llamado diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado, el cual es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico.

Diagrama de Operaciones: Representación gráfica y simbólica del acto de elaborar un producto o servicio, mostrando las operaciones e inspecciones por efectuar, con sus relaciones sucesivas cronológicas y los materiales utilizados.

Diagrama de Pareto: También llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras, el cual permite asignar un orden de prioridades.

Diagrama de Recorrido: Diagrama a escala que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas.

Disponibilidad de los Equipos: Cociente entre el tiempo disponible para producir y el tiempo total de parada. Para calcularlo, es necesario obtener el tiempo disponible, como resta entre el tiempo total, el tiempo por paradas de mantenimiento programado y el tiempo por parada no programada.

Distribución de Planta: Esquema utilizado para distribuir los elementos y formas dentro de un planta el cual se representa en un plano sobre el cual se va a dibujar la distribución de un espacio específico o determinado.

FODA: Es una herramienta de estudio de la situación de una empresa, analizando sus características internas y su situación externa en una matriz cuadrada.

Indicador: Característica específica, observable y medible que puede ser usada para mostrar los cambios y progresos que está haciendo un programa hacia el logro de un resultado específico.

Línea de Producción: Conjunto de operaciones secuenciales en las que se organiza un proceso para la fabricación de un producto.

Mantenimiento: Control constante de las instalaciones y componentes, así como del conjunto de trabajos de reparación y revisión necesaria para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema.

Mantenimiento Correctivo: Conjunto de tareas que se llevan a cabo para corregir un fallo, una vez que éste se ha producido o al menos se ha iniciado el proceso que finalizará con la ocurrencia del fallo.

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad: Planificación de mantenimiento en una planta industrial es aumentar la fiabilidad de la instalación, es decir, disminuir el tiempo de parada de planta por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción.

Mantenimiento Predictivo: Técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle.

Mantenimiento Preventivo: Técnica en que consiste en inspecciones calendarizadas e incluye inspecciones de seguridad y funcionamiento para equipos e instrumentación de la compañía.

Mantenimiento Productivo Total: Metodología que se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial.

Maquila: Sistema de producción que permite a las empresas aprovechar los menores Costos de la mano de obra del país donde se establece, sin tener que someterse al sistema de aranceles vigente.

Planta Industrial: Conjunto formado por máquinas, aparatos y otras instalaciones dispuestas convenientemente en edificios o lugares adecuados, cuya función es transformar materias o energías de acuerdo a un proceso básico preestablecido.

Procedimiento: Forma específica para llevar a cabo una actividad o un proceso

Proceso: Es un conjunto de actividades relacionadas entre sí o que interactúan, transformando elementos de entrada en elementos de salida.

Proceso de Acetilación: Proceso de transferencia del grupo acetilo a un compuesto el cual debe implicar la sustitución del grupo acetilo por un átomo de hidrógeno.

Proceso de Centrifugado: Método para separar sustancias sólidas de líquidas de distinta densidad en una mezcla, siempre y cuando las primeras sean insolubles, empleando para ello la fuerza giratoria o fuerza centrífuga.

Proceso de Cristalización: Método de separación en el que se produce la formación de un sólido de cristal o precipitado a partir de una fase homogénea, líquida o gaseosa. El sólido formado puede llegar a ser muy puro, por lo que la cristalización también se emplea a nivel industrial como proceso de purificación.

Proceso de Filtración: Proceso de separación de partículas sólidas de un líquido utilizando un material poroso llamado filtro. La técnica consiste en verter la mezcla sólido-líquido que se quiere tratar sobre un filtro que permita el paso del líquido pero que retenga las partículas sólidas.

Proceso de Secado: Proceso en introducir aire caliente, con lo que se evapora la humedad que contiene un producto, la presión que ejerce el agua en el aire es mayor, con lo que las moléculas del agua pasan del aire al desecante y, por lo tanto, el aire es deshumidificado.

Proceso Tamizado: Método simple que permite separar partículas de diferentes tamaños al pasarlas a través de un tamiz o colador fino. Durante este proceso, las partículas pequeñas pasan por los orificios del colador y las de mayor tamaño quedan retenidas.

Producción: Área o departamento que planea, diseña, implementa y optimiza los sistemas de manufactura de bienes y servicios, a través de los cuales fluyen productos e información mediante la integración de personas, materiales, equipos, tecnología y energía, en procura de obtener la máxima productividad.

Salicilato de Metilo: Éster del ácido salicílico y del metanol la cual se presenta en muchas plantas de hoja perenne.

Bibliografía

- Aguiar, J. y. (2014). *Análisis de modos y efectos de falla para mejorar la disponibilidad operacional en la línea de producción de gaseosas No. 3*. Bogotá.
- Aguilera, A. (2017). *El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas*. La Habana.
- Alban, N. (2017). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad*. Chiclayo.
- Alva, D., & Paredes, C. (2014). *Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios*. San Miguel.
- Barcelona, U. d. (s.f.). *OBS Business School*. Obtenido de <https://obsbusiness.school/es/blog-project-management/diagramas-de-gantt/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>
- Barroso, F. (2007). *La regla 80-20 (Pareto)*.
- Buelvas, C. y. (2014). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L*. Barranquilla.
- Calvo, J. y. (2004). *Importancia del mantenimiento productivo total en la automatización de procesos*.
- Castro, L. (2012). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para aumentar la confiabilidad de los equipos críticos en la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A.* Trujillo.
- Cedillo, C., & Beltrán, K. (2015). *Análisis de distribución en planta para una empresa de pinturas*.
- Chang, E. (2008). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler*. Lima.

- Chavez, H. y. (2016). *Mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos de la planta de alimentos de la empresa minera La Zanja S.R.L. Cajamarca.*
- Consultores Internacionales RGT. (15 de Agosto de 2019). Obtenido de <https://rgtconsultores.mx/blog/2017/12/1/que-es-un-api-en-farmaceutica>
- Emerson *Process Management.* (2002). Obtenido de <https://www.emerson.com/documents/automation/training-bussch-oe-102es-es-41724.pdf>
- Gonzales, J. (2016). *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa La Tercer S.A.C. Chiclayo.*
- Ishikawa, K. (1989). *Introducción al control de calidad. En K. Ishikawa, Introducción al control de calidad* (pág. 252).
- Jose, R. (11 de Febrero de 2009). *republica.com.* Obtenido de <http://empresayeconomia.republica.com/comercio-exterior/el-sistema-de-maquila-como-alternativa-para-producir-a-bajo-costos.html>
- Manene, L. (2011). *Los Diagramas de Flujo: Su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases y ejemplos de aplicaciones.*
- Manene, L. (28 de Julio de 2011). *moodle2.* Obtenido de https://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_mdl/lic/AE/EA/AM/07/Los_diagramas_de_flujo_su_definicion_objetivo_ventajas_elaboracion_fase.pdf
- Mendoza, D. y. (2018). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad en la máquina tronquera y sierra de cinta en la empresa Derima S.R.L. Cajamarca.*
- Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía Didáctica. Neiva.*
- Neto, E. (2008). *Mantenimiento industrial. Macas.*

- Noe, H. (2019). *Academia edu*. Obtenido de <https://www.academia.edu/8410226/Manual-de-indicadores-de-mantenimiento>
- Noemagico. (12 de Septiembre de 2006). Obtenido de <https://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigaci-n-descriptiva.php>
- Olarte, W. B. (2010). *Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de produccion*. Pereira.
- Perez, H. (23 de 11 de 2011). *unitec.edu.ve*. Obtenido de <http://www.unitec.edu.ve/materiasenlinea/upload/T422-8-9.pdf>
- Ramirez, A. (2013). *Cuadernillo de ejercicios de diagrama de recorrido y bloques*. Los Reyes La Paz.
- Ramirez, J. (2017). *Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas*.
- Realiability. (2019). *Realiabilityweb.com*. Obtenido de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/definicion-de-las-frecuencias-para-un-plan-de-mantenimiento>
- Riera, J. (2012). *Diseño e implementacion de un sistema de mantenimiento industrial asistido por computador para la empresa cubiertas del ecuador Kubiec S.A. en laa planta Esthela*. Sangolqui .
- Rodriguez, L. (2014). *Pasaje de Grado de Comisario a Cmisario Inspector (PA) (PE) (PT)*.
- Salazar, F. (2015). *Diagrama de Analisis de Procesos*.
- Sales, M. (2013). *Diagrama de Pareto*.
- Seampedia. (3 de Mayo de 2018). Obtenido de <https://www.seampedia.com/que-es-una-linea-de-produccion/>
- Tamariz, M. (2014). *Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de Mirasol S.A*. Cuenca.

Torres, B. (2018). *Diagrama de operaciones de proceso*.

Vega, A. (2017). *Implementación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Gruas América S.A.C. Santa Anita, 2017*. Lima.

Villegas, J. (2016). “*Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer S.R.L. Contratistas Generales.*”. Arequipa.

Zambrano, E. P. (2015). *Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio de Cabinas*. Telos, 497.