



5 ANALISIS DE CRITICIDAD

5.1 El análisis de criticidad

5.1.1 Definiciones y términos de la Metodología de Análisis de Criticidad (AC).

Para dominar el lenguaje de la Metodología de Análisis de Criticidad (AC) debes conocer los siguientes términos y conceptos.

¿Qué es el análisis de Criticidad?

Es una metodología que permite establecer jerarquías entre:

- **Instalaciones**
- **Sistemas**
- **Equipos**
- **Elementos de un equipo**

De acuerdo con su impacto total del negocio, obtenido del producto de la frecuencia de fallas por la severidad de su ocurrencia, sumándole sus efectos en la población, daños al personal, impacto ambiental, pérdida de producción y daños en la instalación

Además, apoya la toma de decisiones para administrar esfuerzos en la gestión de mantenimiento, ejecución de proyectos de mejora, rediseños con base en el impacto en la confiabilidad actual y en los riesgos.

Activo: Término contable para cualquier recurso que tiene un valor, un ciclo de vida y genera un flujo de caja. Puede ser humano, físico y financiero intangible. Por ejemplo: el personal, centros de trabajo, plantas y equipos, entre otros.

Acción/recomendación: Es la asignación para ejecutar una tarea o serie de tareas para resolver una causa identificada en la investigación de una falla o problema.

Afectación: Es la limitación y condiciones que se imponen por la aplicación de una ley al uso de un predio o un bien particular o federal, para destinarlos total o parcialmente a obrar de utilidad pública.

Análisis de Criticidad de Modo de Falla y Efectos (FMECA, Failure Mode, Effects and Criticality Analysis): Es un método que permite cuantificar las consecuencias o impacto de las fallas de los componentes de un sistema, y la frecuencia con que se presentan para establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando mayor repercusión en la funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad, riesgos y costos totales, con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.

Causa de falla: Circunstancias asociadas con el diseño, manufactura, instalación, uso y mantenimiento que hayan conducido a una falla.



Confiabilidad operacional: Es la capacidad de un activo (representado por sus procesos, tecnología y gente) para cumplir sus funciones o el propósito que se espera de este, dentro de sus límites de diseño y bajo un Contexto Operacional determinado.

Consecuencia: Resultado de un evento. Puede existir una o más consecuencias de un evento, las cuales sean expresadas cualitativa o cuantitativamente. Por ello, los modelos para el cálculo deben considerar los impactos en seguridad, higiene, ambiente, producción, costos de reparación e imagen de la empresa.

Consecuencia de una Falla: Se define en función a los aspectos que son de mayor importancia para el operador, como el de seguridad, el ambiental y el económico.

Contexto Operacional: Conjunto de factores relacionados con el entorno; incluyen el tipo de operación, impacto ambiental, estándares de calidad, niveles de seguridad y existencia de redundancias.

Criticidad: Es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, y permite direccionar el esfuerzo y los recursos a las áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad y administrar el riesgo.

Defecto: Causa inmediata de una falla: desalineación, mal ajuste, fallas ocultas en sistemas de seguridad, entre otros.

Efecto de falla: Describe lo que ocurre cuando acontece cada modo de falla.

Falla: Terminación de la habilidad de un ítem para ejecutar una función requerida.

Falla funcional: Es cuando el ítem no cumple con su función de acuerdo al parámetro que el usuario requiere.

Jerarquización: Ordenamiento de tareas de acuerdo con su prioridad.

Modo de falla: Es la forma por la cual una falla es observada. Describe de forma general como ocurre y su impacto en la operación del equipo. Efecto por el cual una falla es observada en un ítem fallado. Hechos que pueden haber causado cada estado de falla.

Mecanismo de falla: Proceso físico, químico u otro que ha conducido un deterioro hasta llegar a la falla.

Prioridad: La importancia relativa de una tarea en relación con otras tareas.

Riesgo: Este término de naturaleza probabilística está definido como la “probabilidad de tener una pérdida”. Comúnmente se expresa en unidades monetaria. Matemáticamente se expresa como:

$$R(t) = P(t) \times C$$

Dónde:

R(t) es el riesgo en función del tiempo P es la probabilidad de ocurrencia de un evento en función del tiempo, y C sus consecuencias.



5.1.2 Descripción de la metodología de Análisis de Criticidad.

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla.

En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla.



Figura 11 Matriz de criticidad

La matriz tiene un código de colores que permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el Valor de Criticidad de la instalación, sistema o equipo bajo análisis.

5.1.3 ¿Qué elementos se deberían tomar en cuenta para determinar la criticidad?

La criticidad se determina cuantitativamente, multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma, estableciendo rasgos de valores para homologar los criterios de evaluación.

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$



5.1.4 Pasos del análisis de criticidad

Para realizar en Análisis de Criticidad debes seguir los siguientes pasos:

✓ **Primer paso-Definir el nivel de análisis:**

Se deberán definir los niveles en donde se efectuará el análisis: instalación, sistema, equipo o elemento, de acuerdo con los requerimientos o necesidades de jerarquización de activos:

Niveles de análisis para evaluar criticidad



Figura 12 Niveles de análisis para evaluar criticidad

Información necesaria:

Se requiere contar con la siguiente información para realizar el análisis.

- Relación de las instalaciones (se refiere al tipo de instalaciones).
- Relación de sistema y equipo por instalación (se requiere a diferentes tipos de sistemas y equipos).
- Ubicación (área geográfica, región) y servicio.
- Filosofía de operación de la instalación y equipo.
- Diagramas de Flujo de Proceso (DFP).
- Registros disponibles de eventos no deseados o fallas funcionales.
- Frecuencia de ocurrencia de los eventos no deseados o las fallas consideradas en el análisis.



- Registros de los impactos en producción (% pérdida de producción debido a la falla del elemento, equipo, sistema o instalación en estudio, producción diferida y costos relacionados).
- Registros de los impactos en la seguridad de los procesos.

✓ **Segundo paso-Definir la Criticidad:**

La estimación de la frecuencia de falla y el impacto total o consecuencia de las fallas se realiza utilizando criterios y rangos preestablecidos:

Estimación de la frecuencia de la falla funcional: Para cada equipo puede existir más de un modo de falla, el más representativo será el de mayor impacto en el proceso o sistema. La frecuencia de ocurrencia del evento se determina por el número de eventos por año.

La siguiente tabla muestra los criterios para estimar la frecuencia.

Se utiliza el Tiempo Promedio entre Fallas (TPEF) o la frecuencia de falla en número de eventos por año, en caso de no contar con esta información utilizar base de datos genéricos (PARLOC, OREDA, etc.) y si esta no está disponible basarse en la opinión de expertos.

Categoría	Tiempo promedio entre fallas TPEF, en años	Número de fallas por año	Interpretación
5	$TPEF < 1$	$\lambda > 1$	Es probable que ocurran varias fallas en un año.
4	$1 \leq TPEF < 10$	$0.1 < \lambda \leq 1$	Es probable que ocurran varias fallas en 10 años, pero es poco probable que ocurra en 1 año.
3	$10 \leq TPEF < 100$	$0.01 < \lambda \leq 0.1$	Es probable que ocurran varias fallas en 100 años, pero es poco probable que ocurra en 10 años.
2	$100 \leq TPEF < 1000$	$0.001 < \lambda \leq 0.01$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 años, pero es poco probable que ocurra en 100 años.
1	$TPEF \geq 1000$	$0.001 \leq \lambda$	Es poco probable que ocurran en 1000 años.

Figura 13 Criterios para estimar la frecuencia

Para la estimación de las consecuencias o impactos de la falla, se emplean los siguientes criterios y sus rasgos preestablecidos.

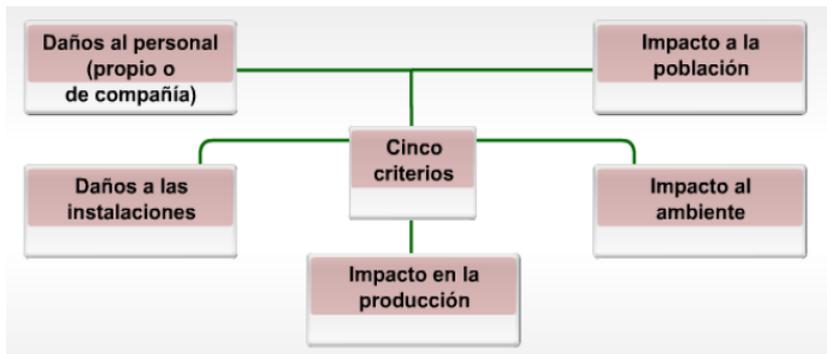


Figura 14 Criterios y rasgos para estimar las consecuencias de las fallas

Los daños al personal, impacto a la población y al ambiente serán categorizados considerando los criterios que se indican en la tabla Categoría de los Impactos.

Los Impactos en la Producción (IP) cuantifican las consecuencias que los eventos no deseados generan sobre el negocio. Este criterio se evaluará considerando los siguientes factores: Tiempo Promedio para Reparar (TPPR), Producción Diferida,

Costos de Producción (aceite y gas).

$$IP = (\text{Producción Diferida} \times \text{TPPR} \times \text{Costo Unitario del Producto})$$

El valor resultante permitirá categorizar el IP de acuerdo con los criterios de la tabla Categoría de los Impactos.

Los impactos asociados a Daños de las instalaciones (DI) se evaluarán considerando los siguientes factores:

- ✓ Equipos afectados
- ✓ Costos de Reparación
- ✓ Costos de Reposición de Equipos

$$DI = (\text{Costos de Reparación} + \text{Costos de Reposición de Equipos})$$

El valor resultante permitirá categorizar el DI de acuerdo con los criterios de la tabla Categoría de los Impactos.



Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad.	Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.	Mayor de 50 MM	Mayor de 50 MM
4	Incapacidad parcial, permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Incapacidad parcial, permanente, daños o enfermedades en al menos un miembro de la población.	Daños irreversibles al ambiente pero que violan regulaciones y leyes ambientales.	De 15 a 50 MM	De 15 a 50 MM
3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral.	Puede resultar en la hospitalización de al menos 3 personas.	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	De 5 a 15 MM	De 5 a 15 MM
2	El personal de la planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	Puede resultar en heridas o enfermedades que requieran tratamiento médico o primeros auxilios.	Mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.	De 500 mil a 5 MM	De 500 mil a 5 MM
1	Sin impacto en el personal de la planta.	Sin efecto en la población	Sin daños ambientales ni violación de leyes y regulaciones.	Hasta 500 mil	Hasta 500 mil

Figura 15 Categorías de impactos

De la tabla Categoría de los Impactos, el valor ubicado en la columna Categoría se asigna a las consecuencias, y este se emplea para realizar el cálculo del nivel de criticidad. El impacto o consecuencia total de una falla se determina sumando los valores de las categorías correspondientes a cada columna o criterio multiplicado por el valor de la categoría obtenida de la tabla que determina la frecuencia de ocurrencia de falla.

✓ Tercer Paso-Cálculo del nivel de criticidad:

Para determinar el nivel de criticidad de una instalación, sistema, equipo o elemento se debe emplear la fórmula:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{consecuencia}$$

Para las variables se utilizan los valores preestablecidos como “categorías” de las tablas **Categoría de las Frecuencias de Ocurrencia** y **Categoría de los impactos**, respectivamente.

Una vez obtenido el valor de la criticidad, se busca en la Matriz de Criticidad diseñada para PEP, para determinar el nivel de criticidad de acuerdo con los valores y la jerarquización establecidos.

Matriz de Criticidad-PEP



Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón



Figura 16 Matriz de Criticidad-PEP

✓ Cuarto paso-Análisis y Validación de los resultados:

Los resultados obtenidos deberán ser analizados a fin de definir acciones para minimizar los impactos asociados a los modos de falla identificados que causan la falla funcional.

Este análisis final permitirá validar los resultados obtenidos, a fin de detectar cualquier posible desviación que amerite la reevaluación de la criticidad.

✓ Quinto paso-Definir el nivel de análisis:

El resultado obtenido de la frecuencia de ocurrencia por el impacto permite “jerarquizar” los problemas, componentes, equipos, sistemas o procesos, basado en la criticidad. El cuál es el objetivo de la aplicación de la metodología.

La valoración del nivel de criticidad y la identificación de los activos más críticos permitirá orientar los recursos y esfuerzos a las áreas que más lo ameriten, así como gerenciar las acciones de mitigación del riesgo en elementos subsistemas, considerando su impacto en el proceso.

✓ Sexto paso-Determinar la criticidad.

Permite completar la metodología, sin formar parte de la misma. Cuando en la evaluación de un activo obtenemos frecuencias de ocurrencias altas, las acciones recomendadas para llevar la criticidad de un valor más tolerable deben orientarse a reducir la frecuencia de ocurrencia del evento. Si el valor de criticidad se debe a valores altos en alguna de las categorías de consecuencias, las acciones deben orientarse a mitigar los impactos que el evento (modo de falla o falla funcional) puede generar.

Dentro de las acciones o actividades que se recomiendan, se pueden incluir la aplicación de otras metodologías de Confiabilidad, con el objeto de:



Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón

- Identificar las causas raíz de los eventos de deseados y recomendar acciones que las eliminen mediante el Análisis Causa Raíz (ACR).
- Mitigar los efectos y consecuencias de los modos de falla y frecuencia de las fallas por medio de las aplicaciones de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) e Inspección Basada en Riesgo (IBR).
- Complementar y/o validar los resultados mediante análisis RAM.

✓ Séptimo paso-Sistema de Seguimiento de control:

Después de la selección de las acciones de mejora en las frecuencias de ocurrencia de los eventos y mitigación de impactos se debe crear y establecer en Seguimiento y Control, para garantizar el monitoreo de la ejecución de las acciones seleccionadas y el cumplimiento de las recomendaciones consecuentes de AC.

Los objetivos de Seguimiento y Control son:

- Asegurar la continuidad en el tiempo de la aplicación de los planes de acción resultantes de la aplicación de la Metodología Análisis de Criticidad.
- Promover la cultura del dato en todos los niveles de la empresa.
- Monitorear los cambios o mejoras que pueden derivarse de la aplicación de las acciones generadas como resultados de los análisis para determinar si requiere un nuevo análisis.



5.2 Análisis de criticidad de la maquinaria instalada

A continuación vamos a determinar la criticidad en la planta desmotadora de algodón BLANCA PALOMA S.A.

La maquinaria instalada ha sido dividida en los siguientes sistemas:

5.2.1 Análisis de las instalaciones, maquinarias y tipo

El centro de acondicionamiento de secado, desmotado y almacenamiento de algodón Blanca Paloma construido conforme al proyecto visado número 34.314 de 6 de julio de 1989 por el Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Sevilla entregado a la propiedad mediante el Certificado de fin de obra de 14 de mayo de 1992 visado número 037608 que acreditó su ejecución material, consta de las siguientes instalaciones y maquinaria dividido por capítulos:

1. SISTEMA DE ALIMENTACION
2. SISTEMA DE ABSORCION
3. SISTEMA DE SECADO
4. SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 1
5. SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2A
6. SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2B
7. SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA A
8. SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA B
9. SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS A
10. SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS B
11. SISTEMA DE FLUJO DE FIBRA Y CONDENSADOR
12. SISTEMA DE PRENSA

1. SISTEMA DE ALIMENTACION

Que consta a su vez de los siguientes elementos:

2 unidades de telescópicos tipo estacionario incluyendo tubos interior y exterior, conexión tipo bola giratoria y accesorios para montaje en bancada fija incluyendo tubos y codos metálicos Standard desde telescópicos al muro del edificio. Marca: LUMMUS.

1 unidad de caza piedras horizontales con conexiones de entrada y salida. Marca: LUMMUS.

1 unidad de separador de descarga de 72" con cocciones de entrada y salida.



Válvula de vacío de 72 "x 34 "con bandas de fácil sustitución, incluyendo el accionamiento desde el separador a la válvula de vacío.

1 juego de plataformas, barandilla y escalera para el separador de 72".

1 unidad de ventilador Standard para succión del algodón. Marca: LUMMUS.

1 juego de soportes de acero para el separador de 72"

1 juego de accionamientos trapezoidales para el ventilador.

2. SISTEMA DE ABSORCION

Que consta a su vez de los siguientes elementos:

1 control automático de succión incluyendo soportes, válvula de corte de succión, control de alimentación de velocidad variable, con accionamiento trapezoidal a partir de la válvula de vacío, incluyendo tapas de protección. Marca: LUMMUS.

1 unidad de válvula de vacío de 72 "tipo "H" con bandas de fácil sustitución, reductor de velocidad y soportes.

1 unidad de caja de soplado de 72".

3. SISTEMA DE SECADO

Que consta a su vez de los siguientes elementos:

1 unidad de ventilador Standard impelente /aspirante para aire caliente.

1 unidad de juego de accionamientos trapezoidales para el ventilador.

1 unidad de torre de secado de 72" x 80", 23 bandejas, con puerta de acceso para limpieza, ventanillas de inspección, escalera lateral a toda altura, conexiones de entrada y salida, incluyendo codos rectangulares y soportes. Marca: SAMUEL JACKSON.

1 unidad de termómetro de pared con cable flexible de 40".

1 unidad de magnético para torres de secado.



4. SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 1

Limpiadora inclinada de 96" tipo succión etapa de secado.

Que consta a su vez de los siguientes elementos:

1 unidad de limpiadora inclinada de 96" , tipo succión de aire caliente con seis tambores cilíndricos de púas, montados en rodamientos sellados resistentes al calor, bancada en construcción de acero reforzado ,carrillados de varillas construidos en segmentos individuales para fácil sustitución . Cada cilindro está accionado por correas dentadas, con transmisión entre ellos. Marca: LUMMUS.

1 unidad de tolva de conexión rectangular desde la descarga de la limpiadora inclinada de 96 "a la despalilladora.

1 juego de soportes de acero para la limpiadora inclinada de 96”.

Despalilladora.

1 unidad de despalilladora de 96" de desprendimiento centrífugo, con by pass incorporado, accionamiento serpentín, cepillo desprendedor cilíndrico con emparrillado de varillas en el cilindro extractor. Marca: LUMMUS.

1 juego de pasillos, barandillas y escalera para la despalilladora de 96",

1 unidad de válvula de vacío de 96" x 22.1/2 con accionamiento y soportes.

1 unidad de caja de soplado tipo blow-pug.

Limpiadora Trashmaster.

Que consta a su vez de los siguientes elementos:

1 unidad de limpiadora trashmaster de 96" con seis tambores de púas y dos cilindros recuperados montados en rodamientos de bolas selos prelubricados. Bancada principal construida en acero reforzado con emparrillados de varillas en segmentos para fácil sustitución. Cada cilindro es accionado por correas dentadas con transmisión entre ellos.

1 juego de accionamientos trapezoidales para la limpiadora incluyendo base para el motor.

1 juego de plataformas, pasillos, barandilla y escalera para la "trashmaster " de 96".



5. SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2A

6. SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2B

Limpiadora inclinada tipo succión de aire caliente.

Que consta a su vez de los siguientes elementos:

1 unidad de limpiadora inclinada de 72" tipo succión de aire caliente con seis tambores cilíndricos de púas, montados en rodamientos sellados resistentes al calor, bancada en construcción de acero reforzado, emparrillados de varillas construidos en segmentos individuales para fácil sustitución. Cada cilindro está accionado por correas dentadas con transformación entre ellos. Marca: LUMMUS.

1 unidad de tolva de conexión rectangular desde la descarga de la limpiadora inclinada de 96".

1 juego de soportes de acero para la limpiadora inclinada de 72 ",

1 juego de plataformas, pasillos, barandilla y escalera para limpiadora inclinada de 72".

Limpiadora Trashmaster.

Que consta a su vez de los siguientes elementos:

1 unidad de limpiadora trashmaster de 72 "con seis tambores de púas y dos cilindros recuperado res montados en rodamientos de bolas selos prelubricados. Bancada principal construida en acero reforzado con emparrillados de varillas en segmentos para fácil sustitución. Cada cilindro es accionado por correas dentadas con transmisión entre ellos.

1 juego de accionamientos trapezoidales para la limpiadora incluyendo base para el motor.

1 juego de plataformas, pasillos, barandilla y escalera par ala "trashmaster " de 72".



7. SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA A

8. SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA B

Desmotadora de sierras

Dos máquinas desmotadoras de sierras puestas en paralelo al final de cada torre respectivamente. Marca LUMMUS

Sistema de sobrante automático.

Que consta a su vez de los siguientes elementos:

1 unidad sobrante automático, completo con tolva de almacenaje de 72", protecciones, rodillos fijos de alimentación, moto- reductor de 1 HP en ángulo recto, arrancador magnético, accionamientos , contenedor de la sección de distribuidor con transportador ,controles de selector y micro ruptores , descarga en fondo a nivel del suelo con conexión de succión, incluyendo codo y transición de rectangular a circular.

1 unidad de separador sobrante de 72 "con conexión de entrada y descarga, válvula de vacío tipo "H de 72", incluyendo accionamiento desde el separador.

1 juego de soportes de acero para el separador de 72".

1 juego de plataformas, barandilla y escalera para el separador sobrante de 72".

1 unidad de tolva de conexión entre el separador y el distribuidor.

1 unidad de ventilador de succión de sobrante.

9. SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS A

10. SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS B

Sistema de limpiadora de fibras.

Que consta a su vez de los siguientes elementos:

1 unidad de limpiadora de fibras tipo sierra, con desprendedor por cepillo, APRA ser instalada detrás del conjunto desmotadora /super jet, incluyendo tolva de basura, soporte de motor, accionamientos trapezoidales y sistemas de protección. Marca: LUMMUS, Modelo: GUARDIAN.

1 unidad de condensador de 30" x 108 " para la limpiadora de fibras incluyendo conexiones de entrada y accionamiento por cadena desde la limpiadora.



1 unidad de flujo de polvo rectangular en manifold para el condensador de la limpiadora.

1 unidad de ventilador vane-axial de 24 "con soporte para el motor y accionamientos trapezoidales.

1 juego de conductos rectangulares de fibra desde la super-jet al condensador de la limpiadora.

1 juego de codos y conexiones rectangulares desde la limpiadora de fibras al flujo de fibras.

1 ventilador de basura.

1 juego de soportes.

1 juego de ángulos y aristas.

11. SISTEMA DE FLUJO DE FIBRA Y CONDENSADOR

Flujo de fibra y condensador en batería.

Que consta a su vez de los siguientes elementos:

1 unidad de ventilador, vane-axial,

1 juego de accionamientos trapezoidales para el condensador, incluyendo reductor, base para el motor.

1 juego de soportes de acero para el condensador.

1 unidad de bajante de fibra desde el condensador de 50" hasta el alimentador de la prensa.

1 unidad de humidificador para incorporar humedad a la fibra en el bajante.

1 juego de plataformas, barandillas y escalera para el condensador.



12. SISTEMA DE PRENSA

Prensa de densidad universal y cajón deslizante.

Que consta a su vez de los siguientes elementos:

1 prensa Marca: LUMMUS. Con equipo hidráulico de densidad universal, cajón deslizante con cajas de formación de la bala de 20" x 54" rotativas, incluyendo:

- Bancada de nivel con cabezal mecanizado para incorporar un pistón de doble efecto, cilindros del cajón deslizante y trampero. Columna central y barras de tensión exteriores en el lado del pistón. Barras de tensión y columna de soporte en el lado del tramper, todo apoyado en viga base mecanizada.
- 2 cajas de formación de bala de 20" x 54" con uñas mecánicas de soltura automática de soltura automática.
- 1 pistón superior de doble efecto con cilindro y empaquetadura.
- 1 bloque desplazable superior con muescas para 8 flejes.
- 2 bloques desplazables inferiores con muescas para 8 flejes, montados en el lecho de la prensa.
- 1 tramper de doble cadena, alta capacidad, completamente encerrado, con reductor de cadena, sistema de tensión, varillas de empuje, rodillos y varillas de guía, pie empujador, base para el motor y finales de carrera.
- 1 juego de accionamientos trapezoidales desde el motor al eje del tramper.
- 1 control de peso de bala con indicador montado en la consola de control.
- 1 sistema de giro de prensa con motor de 1/2 HP con reductor de acoplamiento fluido, starter magnético, base para el motor y accionamiento por cadena.
- 1 sistema de fijación de prensa con soltura neumática.
- 1 elevador hidráulico del cajón deslizante.
- 1 paro automático del pistón de retracción.
- 1 alimentador de alta capacidad por cinta inclinada con accionamiento por motor-freno de 5 HP, correas, poleas y protecciones de seguridad.
- 1 caja de bombas hidráulicas con tanque de 225 galones con purgador, manómetro, termómetro, filtros, válvulas, descarga, cilindros de comprobación, intercambiador de calor y manifold montados sobre el tanque base de acero mecanizada para las bombas y el motor, con una bomba de doble vano y una de pistón.
- 1 soporte del motor ajustable con accionamiento por correa plana estriada desde el motor al eje primario.



Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón

- 1 juego de tubos hidráulicos y conexiones desde los controles de la bomba al pistón de la prensa y a los cilindros del cajón deslizante.
- 1 consola de control remoto con controles de circuito impreso y cableado general interno. Controles completos para operación manual o automática, cierre de seguridad y luces indicadoras.
- 1 expulsor automático de la bala.
- 1 sistema de manejo de balas para la prensa incluyendo carretilla de lecho plano accionada por moto reductor de 3 HP, ensacadora, ensacador con sección de rodillos montado en la bancada de una báscula , empujador de la bala, centrador y consola de control.



5.2.2 Factores

Los factores que vamos a considerar en el estudio de la criticidad de nuestra planta son:

1. Factor de Costo de Reparación

Permite determinar criterios de clasificación de las fallas de acuerdo con los costos directos de reparación, mano de obra y costo de los recambios

Este factor se mide en € y vamos a dividir su severidad en tres: Alta, media y baja. Los datos de los que disponemos nos dicen que las fallas estudiadas para cada sistema abarcan desde los 100 € hasta los 2000 €.

Cada rango de valores lo vamos a dividir de la siguiente manera:

COSTO REPARACIÓN (€)

- **ALTA** ≥ 1000
- **1000 < Media** ≤ 500
- **500 < Baja**

De acuerdo a la división antes realizada nuestra severidad en cada equipo será:

SISTEMAS	FACTOR	COSTO REPARACIÓN (€)		
		Baja	Media	Alta
SISTEMA DE ALIMENTACION			1	
SISTEMA DE ABSORCION		1		
SISTEMA DE SECADO		1		
SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 1				1
SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2A		1		
SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2B		1		
SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA A		1		
SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA B		1		
SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS A				1
SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS B				1
SISTEMA DE FLUJO DE FIBRA Y CONDENSADOR			1	
SISTEMA DE PRENSA				1

Tabla 5 Severidad Costo de Reparación



2. Factor de pérdida de producción

Permite establecer criterios para la categorización de manera específica todos los sistemas pues nos da un valor del coste de la parada de la planta, si se produjera, debido a la falla en ese sistema estudiado. La manera de compararlo será por el número de balas que se dejan de producir mientras dura la avería

Este factor es más complejo de lo que podría resultar a simple vista pues depende a su vez de otros factores que vamos a detallar a continuación.

Pérdida de producción = T parada * Producción/h * Pérdida de disponibilidad

Tiempo de parada: Se refiere al tiempo que la máquina esta sin funcionar. Este tiempo abarca desde que se produce la falla hasta que el problema está totalmente solucionado y la planta trabaja a pleno rendimiento.

Producción/h: Como se dijo antes la capacidad de la planta viene definida por la capacidad de la maquina o sistema de menor capacidad. En esta fábrica hemos constatado que todas las máquinas están bastante ajustadas siendo la capacidad de producción de **200 balas cada 12 horas**

Pérdida de disponibilidad: Se refiere al hecho de que si la máquina o sistema estudiado falla se produce una parada total de la línea o no. Si se produjera la parada total de la línea está claro que la perdida de producción será toda mientras no se repare el fallo. Sin embargo hemos visto que si no se produce tal parada también habría una pérdida de producción debido a que los sistemas que funcionan en paralelo no tienen la misma capacidad funcionando ellos solos y se reduce la producción sin alterar con ello la calidad del producto final en un **20% en condiciones normales de producción.**



Considerando todos los factores que intervienen en el estudiado, la severidad de nuestro sistema queda por tanto de la siguiente manera:

FACTORES	(200 balas /12h)	TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN			PERDIDA DE DISPONIBILIDAD		PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN Número de balas
		BAJA	MEDIA	ALTA	SI	NO	
SISTEMA DE ALIMENTACION			1		1		125
SISTEMA DE ABSORCION		1			1		25
SISTEMA DE SECADO		1			1		25
SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 1				1	1		200
SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2A		1				1	5
SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2B		1				1	5
SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA A		1				1	12
SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA B		1				1	12
SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS A			1			1	18
SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS B			1			1	18
SISTEMA DE FLUJO DE FIBRA Y CONDENSADOR			1		1		125
SISTEMA DE PRENSA				1	1		400

Tabla 6 Severidad Pérdida de producción

5.2.3 Ponderación y pesos

No todos los factores estudiados afectarán de igual manera a la criticidad del sistema en la planta. Debido a esto tenemos que darle a cada factor una proporción en el total de la criticidad o ponderación.

Los factores como hemos dicho anteriormente están evaluados de acuerdo a unas escalas para poder estudiarlos de mejor manera. A estas escalas también hay que darle su proporción o peso

La ponderación de nuestros factores es:

Factor de Costo de Reparación	10
Factor de pérdida de producción	15



Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón

Y los pesos son:

FACTORES		PESOS
COSTO REPARACIÓN (€)	BAJA	0,2
	MEDIA	0,5
	ALTA	1

Tabla 7 Pesos de los factores de criticidad



Una vez puestas las ponderaciones y pesos rellenamos la siguiente tabla de acuerdo a los criterios antes mencionados:

SISTEMAS	FACTORES	COSTO REPARACIÓN (€)			PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN (200 balas /12h)
		Baja	Media	Alta	Número de balas
SISTEMA DE ALIMENTACION			1		125
SISTEMA DE ABSORCION		1			25
SISTEMA DE SECADO		1			25
SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 1				1	200
SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2A		1			5
SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2B		1			5
SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA A		1			12
SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA B		1			12
SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS A				1	18
SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS B				1	18
SISTEMA DE FLUJO DE FIBRA Y CONDENSADOR			1		125
SISTEMA DE PRENSA				1	400

Tabla 8 Severidad de la línea de desmotado



5.2.4 Resultado

Una vez tenemos los datos la criticidad de nuestra línea de producción queda de la siguiente manera:

	<u>Severidad de los sistemas</u>	Severidad	Frecuencia	Criticidad	Criticidad
12	SISTEMA DE PRENSA	25	1	25	Alta
11	SISTEMA DE FLUJO DE FIBRA Y CONDENSADOR	10	2	19	Media
4	SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 1	18	1	18	Media
9	SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS A	11	1	11	Media
10	SISTEMA LIMPIADORA DE FIBRAS B	11	1	11	Media
1	SISTEMA DE ALIMENTACION	10	1	10	Baja
2	SISTEMA DE ABSORCION	3	3	9	Media
7	SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA A	2	2	5	Baja
8	SISTEMA DESMOTADORA DE SIERRA B	2	2	5	Baja
5	SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2A	2	2	4	Baja
6	SISTEMA DE LIMPIEZA DE ALGODÓN 2B	2	2	4	Baja
3	SISTEMA DE SECADO	3	1	3	Baja

Tabla 9 Criticidad de la línea de desmotado

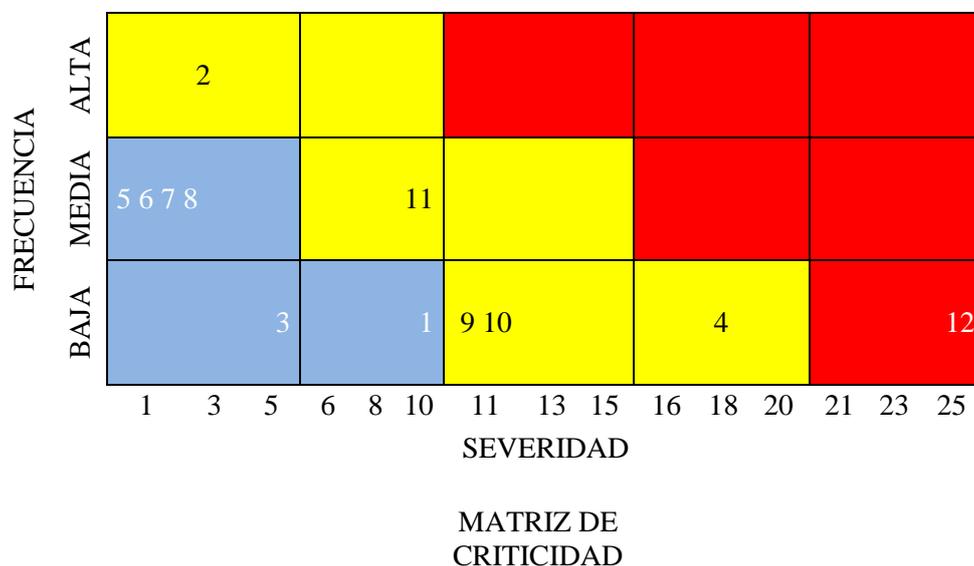


Figura 17 Matriz de criticidad de la línea de desmotado

El único sistema que nos sale crítico es el sistema de prensa, algo que a priori pensábamos que nos podía salir. Sobre este sistema es sobre el que tendremos que tener mayor control en el mantenimiento y al que le aplicaremos la táctica RCM.