

OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”

JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



I CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL, “CINDUS 2019”

Título

Determinación del tipo de mantenimiento a partir del Análisis de Riesgo en la Empresa Mecánica “Indalecio Montejo” de Ciego de Ávila

Title

Determination of maintenance type based on the Risk Analysis in the "Indalecio Montejo" Mechanical Company of Ciego de Ávila

Manuel Antonio Marrero Peralta¹, Aramis Alfonso Llanes², Lázaro René Reyes Perdomo³

1- Ing. Manuel Antonio Marrero Peralta. UEB Indalecio Montejo, Cuba. E-mail: mmarrero@uclv.cu

2- Dr.C. Ing. Aramis Alfonso Llanes. UCLV, Cuba. E-mail: aramisll@uclv.edu.cu

3- Lázaro René Reyes Perdomo. UEB Indalecio Montejo, Cuba. E-mail: rene@davila.co.cu

Resumen

La selección de la política de mantenimiento a aplicar a cada componente del equipamiento de una empresa ha sido un tema de estudio que ha tomado mucho auge en la actualidad. En este sentido, el presente trabajo muestra la determinación de la mejor alternativa de mantenimiento para los equipos productivos de la Empresa Mecánica “Indalecio Montejo” de Ciego de Ávila en función de la combinación de los elementos característicos del análisis de riesgo. La aplicación práctica de la propuesta, en 10 máquinas de la entidad objeto de estudio práctico de la investigación, permitió definir la política de mantenimiento a aplicar para reducir el riesgo asociado a cada modo de fallo, el responsable de su realización, la frecuencia de realización de la misma, así como la estimación de la posible mejora a obtener con cada una de las propuestas.

Palabras clave: Gestión de Riesgo; Mantenimiento Basado en Riesgo; Nivel de Prioridad de Riesgo.

OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”

JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



Abstract

The selection of the maintenance policy to be applied to each component of the equipment of a company has been a subject of study that has taken much boom today. In this sense, the present work shows the determination of the best maintenance alternative for the production teams of the Mechanical Company "Indalecio Montejo" of Ciego de Ávila depending on the combination of the characteristic elements of the risk analysis. The practical application of the proposal, in 10 machines of the entity object of practical study of the investigation, allowed to define the policy of maintenance to be applied to reduce the risk associated to each mode of failure, the person in charge of its realization, the frequency of realization of the same, as well as the estimate of the possible improvement to obtain with each one of the proposals.

Key words: *Risk Management; Risk-Based Maintenance; Risk Priority Level.*

1. Introducción

El mantenimiento ha variado más que cualquier otra disciplina durante los últimos años, respondiendo a expectativas cambiantes y a una óptica de nuevos métodos, diseños cada vez más complejos y responsabilidades enfocadas al negocio y la satisfacción de los clientes como meta fundamental, es considerado como una actividad indispensable dentro de una compañía. El objetivo es asegurar el funcionamiento del sistema industrial y guardar los equipos en una condición satisfactoria para la actuación de las funciones intencionales. No obstante, se han identificado las actividades de mantenimiento desde un tiempo largo como potencialmente críticas las situaciones y riesgos del presente que pueden llevar a los accidentes serios. Por estas razones, el análisis de riesgo debe ser uno de los desafíos mayores de cada actividad de mantenimiento (ICDS, 2018).

La naturaleza de los procesos industriales y operacionales, donde se incluye la función de mantenimiento, implican riesgos de accidentes, que deben identificarse y evaluarse para implantar las medidas que eviten la ocurrencia de los mismos o que minimicen las consecuencias asociadas a dichos riesgos. El constante incremento del costo de equipos, primas de seguros, además de posibles pérdidas humanas por incidentes, ha aumentado el ímpetu de la industria hacia objetivos de prevención de riesgos (Gutiérrez et al., 2015).

**OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”**

**JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



El MBR ha sido aplicado por varios investigadores (Jaderi, Ibrahim y RezaZahiri, 2019; Leoni et al., 2019) con el fin de mejorar el funcionamiento del mantenimiento y mitigar el riesgo de fracaso potencial. Algunos aspectos que se han propuesto ser incluido en el método de RBM involucran la identificación de modos de fallo diferentes, su consecuencia potencial y frecuencia, la determinación de riesgos asociados, y el orden de las actividades de mantenimiento, teniendo el riesgo y los aspectos nivelados en la cuenta. Estas técnicas de valoración priorizan los recursos y encuadran las acciones de mantenimiento. Asegurando esas acciones de mantenimiento se garantizará su eficacia y se reduce el costo indirecto del mismo. El mantenimiento más importante cuesta, aquel asociado a la seguridad, al riesgo medioambiental, a las pérdidas de la producción, y finalmente, para reducir el descontento del cliente (Gallab et al. 2017; Fereshteh Jaderi et al, 2018).

El análisis de riesgo es uno de los elementos fundamentales a tomar en cuenta en las empresas (ISO 31 000, 2015; Barbeau, 2019; Roughton, Crutchfield y Waite, 2019), de ahí que encontrar un sistema de mantenimiento basado en riesgo que cumpla las exigencias de la productividad de acorde a las características de la empresa, con el fin de alargar su vida útil económica, para lograr una mayor disponibilidad y confiabilidad, cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el ambiente y la seguridad del personal al óptimo costo-eficaz, constituye un desafío global. Estas organizaciones gestionan el riesgo a diferentes niveles, estableciendo una serie de principios que se deben satisfacer para que el Mantenimiento Basado en Riesgo (MBR) sea eficaz, desarrollando, implementando y mejorando de manera continua un marco de trabajo cuyo objetivo sea integrar el proceso de gestión del riesgo en los procesos de gobierno, de estrategia y de planificación, así como en los valores y en la cultura de toda la organización.

El interés significativo por optimizar las actividades de mantenimiento que se desarrollan en las instalaciones industriales en Cuba, conlleva al estudio de un importante grupo de nuevas metodologías de mantenimiento. El MBR, busca reducir el riesgo, conceptualizado como la eventualidad de estar próximo a la ocurrencia de un daño o falla que afecta total o parcialmente a los sistemas mecánicos (máquinas, instrumentos),

OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”

JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



sistemas de energía (suministro, control y distribución de energía) y sistemas informáticos (hardware y software) de uso frecuente en los procesos productivos y/o de servicios

En el caso de la UEB Indalecio Montejo se realiza un mantenimiento preventivo a todos los equipos productivos por política del Ministerio de Industrias (MINDUS). Debido a la inestabilidad de la materia prima, compromisos con los programas nacionales y deficiente gestión del mantenimiento, se trabaja contra averías, con el fin de producir y satisfacer a los clientes, sin tener en cuenta la importancia de cada equipo, ni valorar las consecuencias de las roturas (fallos), ni los costos que se generan por no producción. Se puede detectar un grupo de limitaciones que conducen a la necesidad del planteamiento de una nueva propuesta que supere estas restricciones y contenga sus fortalezas tales como.

- ✚ Incremento de la estadía del equipamiento productivo en 2018 respecto al año anterior aumentó a 49,76 %.
- ✚ Aumento de la probabilidad de ocurrencia de fallas de los principales equipos productivos de un 2% al 4,5% debido a deficiente mantenimiento
- ✚ Aumento de los costos de mantenimiento en un 15.3% en el segundo semestre del año 2018 equivalente a \$ 23 000 moneda total; debido fundamentalmente, a que se realizan intervenciones no planificadas.
- ✚ La política de mantenimiento empleada según el MINDUS (MPP), establece el mismo nivel de prioridad a todos los equipos, sin tener en cuenta el contexto operacional al que están sometidos, lo que la hace no estar acorde a las tendencias actuales del mantenimiento mundial.

Tal situación conlleva a la definición del objetivo general de la investigación, el cual consiste en: seleccionar el tipo de mantenimiento más adecuado para el equipamiento productivo, en función del riesgo de la ocurrencia del fallo y sus consecuencias en la Empresa Mecánica “Indalecio Montejo” de Ciego de Ávila.

2. Metodología

Para tributar a la solución del objetivo de la investigación, se expone la aplicación de un procedimiento general para asistir el proceso de toma de decisiones vinculado a la selección del sistema de mantenimiento basado en Análisis de riesgo.

2.1. Descripción general del procedimiento para la toma de decisiones vinculada a la selección del tipo de mantenimiento basado en elementos de Gestión de riesgo

En la figura 1 se muestra el procedimiento empleado para el desarrollo de la presente investigación.



Figura 1. Procedimiento general para la selección del tipo de mantenimiento basado en el análisis de riesgos. Fuente: Rodríguez Díaz (2014).

Fase 1: Preparación inicial

En esta fase se crean fundamentalmente las condiciones básicas para desarrollar la aplicación de las diferentes etapas del procedimiento. Una de las acciones principales lo constituye la conformación del grupo de expertos el cual estará constituido por especialistas de la empresa que posean conocimientos generales sobre el tema. Para la determinación y selección de los expertos se emplea el procedimiento presentado por Hurtado de Mendoza Fernández (2003).

Fase 2. Realizar una jerarquía de la planta

En esta fase se realiza el levantamiento de los riesgos el cual facilita la identificación de las funciones, los mecanismos de degradación y los fallos del equipamiento. El desarrollo de esta fase puede desarrollarse a través de la llamada “Hoja de trabajo del AMFE”. De manera general este levantamiento debe comprender los elementos siguientes: desglose funcional, modos de fallo o riesgos, y efectos del fallo.

OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”

JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Fase 3. Realizar un análisis de riesgo

Para el desarrollo de esta fase, se utiliza el procedimiento específico que se muestra en la figura 2. Este procedimiento está compuesto por tres etapas que expresan la función de cada elemento de las etapas del análisis de riesgo donde se dan a conocer parámetros básicos dentro de los cuales deben administrarse los riesgos de la entidad, así como la clasificación que tienen los componentes del número de prioridad de riesgo para luego de ser clasificados hacer los cálculos del NPR el cual permitirá priorizar la causa potencial del fallo para posibles acciones correctoras.

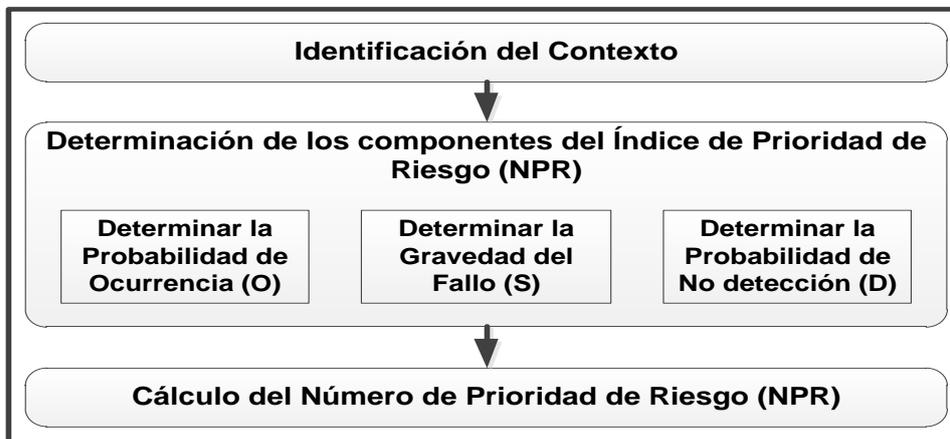


Figura 2. Procedimiento específico para la determinación del NPR. Fuente: Elaboración propia

Fase 4. Evaluación de los riesgos

Luego de obtener los valores del Número de Prioridad del Riesgo a partir de la fase anterior se puede catalogar el riesgo en función del rango donde se encuentre este indicador. La definición de los intervalos de valores del NPR característicos de cada nivel de riesgo se recomienda especificarlos en una tabla como la 1. En el desarrollo de esta tabla se debe trabajar de conjunto con personal experimentado, que posea conocimientos sobre la influencia de los fallos en el desempeño operacional del sistema.

| Niveles de riesgo | Valor del NPR |
|------------------------------------|---------------|
| Muy alto riesgo o inadmisibles (M) | Rojo |
| Alto riesgo o inaceptable (I) | Naranja |
| Riesgo tolerable (T) | Amarillo |
| Riesgo aceptable (A) | Verde |

Tabla 1. Niveles de riesgo del fallo. Fuente: Elaboración propia

OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”

JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



Fase 5. Determinación de las acciones de mantenimiento

En esta fase se definen las especificaciones pertinentes para el desarrollo de la planificación de las acciones de mantenimiento necesarias en cada equipo, en aras de eliminar el riesgo equivalente a cada modo de fallo o disminuirlo hasta niveles permisibles. Finalmente se realiza la programación del mantenimiento donde se precisan elementos cruciales para el adecuado desempeño del sistema de mantenimiento. Se definen los intervalos de intervención, o sea, la frecuencia con la cual se debe realizar cada tarea de mantenimiento, y por último se realiza la estimación del número de prioridad de riesgo mejorado (NPRM) que se apoya en el llamado método GOD, el cual separa las diferentes acciones a realizar según su Gravedad (Severidad), Ocurrencia y posibilidad de Detección. Una vez establecidas las medidas y ejecutadas, se debe revisar el AMFE, simplemente valorar nuevamente la Gravedad, la Ocurrencia y la Detección. Esto debe ofrecer un valor de NPR más bajo y dentro de unos patrones de seguridad adecuados.

3. Resultados y discusión de la aplicación práctica

A continuación, se presentan los resultados principales de la aplicación del procedimiento general seleccionado que facilita el proceso de toma de decisiones para el análisis de riesgo. Para alcanzar el objetivo de esta etapa es necesario utilizar técnicas de trabajo en grupos, siendo la tormenta de ideas (Brainstorming) una de las más usadas, participando en él un grupo de expertos. Las actividades planificadas fueron: entrevistas, revisión de documentos de la entidad y reuniones del equipo.

Fase 1. Inicio o preparación

Luego de plantearle y explicarle a la dirección las características y requisitos que deben cumplir los integrantes del equipo de trabajo, se realizó la determinación y selección de los expertos mediante el procedimiento presentado por Hurtado de Mendoza Fernández (2003). El equipo de trabajo quedó conformado por seis especialistas siguientes: Director UEB de mantenimiento, Jefe de la brigada de producción, Especialista principal de mantenimiento, Técnico de mantenimiento industrial, Técnica en documentación, Mecánico A en mantenimiento, y Eléctrico A en mantenimiento.

OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”

JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



Fase 2. Realizar una jerarquía de la planta

Para la selección de los equipos se tuvo en cuenta la información disponible en el resumen mensual de las órdenes de trabajo y del programa GMI (Gestión de mantenimiento industrial) donde se registran todos los reportes de los imprevistos de los equipos diariamente. Según dicha información los equipos fueron seleccionados por el nivel de rotura, reportes por averías, nivel de consumo energético, la importancia que poseen para brindar el servicio a los clientes y por ser únicos en la entidad fueron: Cizalla Hidráulica CNTA3150/16; Sierra de Corte 3650; Taladro Radial 2M55; Bancada de Conformado 3300; Torno Paralelo EN250 7600; Maniobra Hidráulica 3850, Torre de Taladrina 2800, Grúa Viajera SIME 6400, Acumulador 3250, y Extractor de Moldes. En el anexo 1 se presenta una muestra del levantamiento realizado a uno de los equipos seleccionados para el estudio.

Fase 3. Realizar el Análisis de riesgo

A continuación, se realiza el análisis de riesgo como política de mantenimiento en un grupo de equipos clave de la entidad de objeto de estudio, siguiendo el procedimiento expuesto en el apartado anterior.

Etapas 1. Identificación del contexto operacional

La entidad objeto de estudio posee un régimen de trabajo de un turno de ocho horas diarias por cinco días a la semana. Los trabajadores tienen el mínimo de condiciones garantizadas (vestuario, calzado de trabajo, medios de protección individual, entre otros), y están expuestos a un alto nivel de ruido.

Etapas 2. Determinación de los componentes del análisis de riesgos

A partir de los riesgos identificados en la fase 2, se realiza un análisis minucioso de los mismos. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en los pasos de esta etapa.

Paso 1. Clasificación de la probabilidad de ocurrencia (O)

Los resultados obtenidos a través de la definición de los diferentes criterios y valor de probabilidad muestran la evaluación hecha (Ver tabla 2).

**OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”**

**JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



| Criterio | Contenido | Valor de O |
|-----------------|--|-------------------|
| Alta | El fallo es más frecuente ocurriendo cada tres meses aproximadamente | 10 |
| Media-Alta | El suceso ocurre en un período comprendido entre tres y cinco meses | 8-9 |
| Media | El fallo tiene un período de ocurrencia de cinco a nueve meses | 5-7 |
| Media-Baja | El fallo ocurre en un período de nueve meses a un año | 2-4 |
| Baja | El fallo ocurre una vez al año | 1 |

Tabla 2. Cuadro de clasificación de la probabilidad de ocurrencia. Fuente: elaboración propia

Paso 2. Clasificación de la gravedad del fallo (S)

Las descripciones de los criterios definidos por el grupo de expertos, deja evidenciada la consecuencia de riesgo asociada a cada fallo, su criterio y valor de probabilidad (tabla 3).

| Criterio | Contenido | Valor de S |
|-------------------------|--|-------------------|
| A _ Ínfima. | No tiene consecuencia para la salud, medio ambiente y el equipamiento | 1 |
| B _ Escasa. | Puede presentar leves problemas de salud, pero sin hospitalización, además puede afectar el equipamiento, así como provocar alguna contaminación medioambiental, pero dentro de los límites permisibles | 2-3 |
| C _ Baja. | Puede presentar leves problemas de salud, pero con hospitalización temporal, además puede provocar alguna contaminación medioambiental, pero dentro de los límites permisibles y daño menor al equipamiento | 4-5 |
| D _ Moderada. | Puede presentar problemas severos de salud con ingresos hospitalarios, además puede provocar alguna contaminación medioambiental, pero dentro de los límites permisibles y daño relativamente alto al equipamiento | 6-7 |
| E _ Elevada. | Puede presentar graves problemas de salud permanente con peligros para la vida y puede ocasionar una contaminación medioambiental fuera de las especificaciones permisibles, además daño mayor al equipamiento | 8-9 |
| F _ Muy elevada. | Puede ocasionar una contaminación medioambiental fuera de las especificaciones permisibles que puede ocasionar enfermedades a los operarios que laboran en el área además de la pérdida del equipamiento | 10 |

Tabla 3. Cuadro de clasificación de la gravedad o severidad de fallo. Fuente: Elaboración propia.

**OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”**

**JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



Paso 3. Clasificación de la probabilidad de no detección

En la **tabla 4** se muestran los resultados obtenidos por el grupo de expertos

| Criterio | Contenido | Valor de D |
|-----------------|--|-------------------|
| Alta | El fallo es muy difícil de detectar por los controles existentes | 10 |
| Media-Alta | El fallo es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los controles existentes | 8-9 |
| Media | El fallo con relativa frecuencia es difícil de detectar por los controles existentes | 5-7 |
| Media-Baja | El fallo, aunque es obvio y de fácil detección, podría raramente escapar a algún control primario, pero sería detectado posteriormente | 2-4 |
| Baja | El fallo es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes | 1 |

Tabla 4. Cuadro de clasificación de la probabilidad de no detección. Fuente: Elaboración propia.

Etapa 3. Cálculo del Número de Prioridad de Riesgo (NPR)

El resultado obtenido después de haber realizado el cálculo del Número de Prioridad de Riesgo para todos los modos de fallo de cada uno de los equipos seleccionados por el grupo de especialistas se puede observar junto con la jerarquía de la planta en el anexo 1.

Fases 4 y 5. Evaluación de riesgos y determinación de las acciones de mantenimiento

Una vez establecidos los modos de fallo y los escenarios, el riesgo se puede evaluar fácilmente, de forma tal como aparece en la tabla 5.

| Nivel de riesgo | Valor de NPR |
|-----------------------------------|---------------------|
| Muy alto riesgo o inadmisible (M) | Más de 90 |
| Alto riesgo o inaceptable (I) | 60 a 89 |
| Riesgo tolerable (T) | 21 a 59 |
| Riesgo aceptable (A) | 1 a 20 |

Tabla 5. Niveles de riesgo de fallos clasificados. Fuente: Elaboración propia.

El anexo 2 muestra el resultado obtenido, este refleja la zona asociada a cada probabilidad y consecuencia de la matriz de riesgo obtenida a partir de los resultados obtenidos en los apartados anteriores, así como los resultados de la aplicación.

Al analizar los resultados obtenidos en el anexo 2 se puede observar que al 78.71% de los modos de fallo se le recomienda la aplicación del mantenimiento preventivo programado y al 21.48% un mantenimiento correctivo.

OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”

JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



4. Conclusiones

1. La aplicación del procedimiento seleccionado al caso de estudio práctico, demostró su capacidad de asistir, aún en condiciones de insuficiencia informativa, un proceso decisional en el contexto abordado por la investigación.
2. La puesta en práctica del procedimiento seleccionado, permitió determinar las acciones de mantenimiento más efectivas a aplicar a cada modo de fallo que esté por encima del nivel de riesgo aceptable del equipamiento bajo estudio, y lograr el mejoramiento estimado en la mayoría de ellos.

5. Referencias bibliográficas

1. Barbeau, J. M. (2019) “Chapter 1 - Enterprise Risk Management—What It Is and Why It Matters”. Risk Management in Transfusion Medicine, Edit. Elsevier. Pages 1-7.
2. Gallab, M et al. (2017) “Risk analysis of maintenance activities in a LPG supply chain with a Multi-Agent approach”. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 47, May 2017, Pag. 41-56.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S09501>
3. Hurtado de Mendoza Fernández, S. [2003] —Criterio de expertos. Su procesamiento a través del método Delphyl.
<http://www.ub.es/histodidactica/Epistemolog%EDa/Delphy.htm>.
4. ISO 31000 2015. Gestión de riesgos. Principios y directrices.
5. Jaderi, F., Ibrahim, Z. y Zahiri, M. R. (2019) “Criticality analysis of petrochemical assets using risk-based maintenance and the fuzzy inference system”. Process Safety and Environmental Protection, Vol. 121, January 2019, Pag. 312-325.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582018304622>
6. Leoni, L., et al. (2019) “Developing a risk-based maintenance model for a Natural Gas Regulating and Metering Station using Bayesian Network”. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 57, January 2019, Pag. 17-24.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950423018306478>
7. Rodríguez Díaz, Y. 2014. Definición de la política de mantenimiento para el equipamiento productivo de la UEB “Elpidio Sosa” de la electroquímica de saga la

**OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”**

**JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



grande a partir de la metodología de análisis de riesgo. Universidad central" Marta Abreu" de las Villas.

8. Roughton, J., Crutchfield, N. y Waite, M. (2019) “Chapter 10 - Understanding Basic Risk Management Principles”. Safety Culture. An Innovative Leadership Approach, Edit. Elsevier. Pages 205-215.

**OFFICIAL TEMPLATE FOR THE SUBMISSION OF PAPERS
II INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONVENTION
“II ICC UCLV 2019”**



**JUNE 23th – 30th, 2019
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

Anexos

Anexo 1. Resultados obtenidos de la Hoja de Trabajo del AMFE

| HOJA DE TRABAJO DEL AMFE | | ELEMENTO: | | # | Realizado por: | FECHA | | HOJA | |
|--------------------------|--|--|--|---|--|------------------------------|-------------------------------|------|-----|
| | | Cizalla Hidráulica CNTA3150/16 | | | | | | | |
| FUNCIÓN | | FALLO FUNCIÓN | | MODO DE FALLO | EFECTOS DE LOS FALLOS | S | O | D | NPR |
| | | 1 Encargados de accionar la cuchillas superiores | | A No se desplazan las cuchillas superiores | | 1 Rotura del motor principal | Se para el mecanismo completo | 2 | 6 |
| | | | | 2 Falta de aceite en el deposito principal por causa de salideros | Pierde fuerza por mal funcionamiento de los cilindros | 2 | 10 | 1 | 20 |
| | | | | 3 Electroválvulas con problemas eléctricos o tupición en las mismas | Mal funcionamiento de los cilindros y los gatos plizadores | 2 | 10 | 3 | 60 |

Anexo 2. Resultados recogidos de la aplicación del procedimiento. Cizalla Hidráulica CNTA3150/16

| No. | Modo de fallo | EVALUACIÓN | | | | | | | | | | EVALUACIÓN DEL RIESGO | Tipo de mantenimiento | A realizarse por | Intervalo inicial | NPR mejorado | | | |
|-----|--|------------|----------|-------------|---|---------------------|---|---|---|---|---|-----------------------|-------------------------------------|--|-------------------|--------------|-----|---|----|
| | | Inicial | | Seguimiento | | FECHA DE EVALUACIÓN | | | | S | O | | | | | D | NPR | | |
| | | Actual | Anterior | A | B | C | D | E | F | | | | | | | | | | |
| 1 | Rotura del motor principal | | | X | | | X | | | | | X | Mantenimiento preventivo programado | Electricista de Mantenimiento Industrial | 6 meses | 2 | 4 | 4 | 32 |
| 2 | Falta de aceite en el deposito principal por causa de salideros | X | | | | | X | | | | | X | Mantenimiento preventivo programado | Mecánico "A" de Mantenimiento Industrial | 4 meses | 2 | 7 | 1 | 14 |
| 3 | Electro válvulas con problemas eléctricos o tupición en las mismas | X | | | | | X | | | | | X | Mantenimiento preventivo programado | Mecánico "A" de Mantenimiento Industrial | 4 meses | 2 | 4 | 2 | 16 |