

MAN TENI MIEN TO

BOLETÍN N° 42 - Julio 2022

CALENDARIO

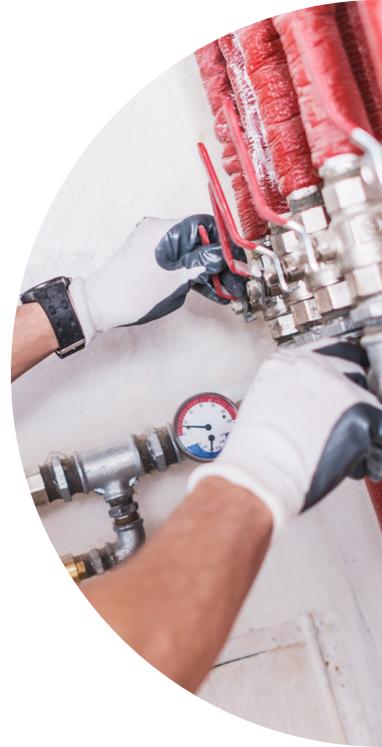
MANTENIMIENTO

CURSO SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y VÁLVULAS HIDRÁULICAS

Instructor: M.Eng. Ing. José A. Navarro Redondo  **Modalidad:** Virtual

Fechas del evento: 18 julio 26 julio 1 agosto 9 agosto
19 julio 8 agosto

Hora: 5:00 p.m. a 9:00 p.m. Costa Rica GMT-6



MÁS INFORMACIÓN

CURSO FLOTAS VEHICULARES ADMINISTRACIÓN Y MANTENIMIENTO

Instructor: Ing. Juan Pablo Arias Cartín
Ing. Pablo Salas Cerdas 

Modalidad: Virtual

Fechas del evento: 22 julio 29 julio
23 julio 30 julio

Hora: 5:00 p.m. a 9:00 p.m. Costa Rica GMT-6

MÁS INFORMACIÓN

Tel: (+506) 8852 2462 | (+506) 2103 2457 Correo: cursosyeventos@acimacr.com



CALENDARIO

MANTENIMIENTO

CURSO CAPDEE M-4 CRITERIOS DE DISEÑO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

Instructor: Ing. José Edo. Arce Ureña

 **Modalidad:** Virtual

Fechas del evento:

3 agosto	10 agosto	16 agosto
4 agosto	11 agosto	17 agosto

Hora: 5:00 p.m. a 9:00 p.m. Costa Rica GMT-6



MÁS INFORMACIÓN

CURSO INTERNACIONAL CONTROL DE ARMÓNICAS EN SISTEMAS ELECTRICOS INDUSTRIALES

Instructor: Ing. Manuel Madrigal Martínez

 **Modalidad:** Virtual

Fechas del evento:

17 agosto	24 agosto	31 agosto
18 agosto	25 agosto	1 setiembre

Hora: 5:00 p.m. a 9:00 p.m. Costa Rica GMT-6

MÁS INFORMACIÓN

Tel: (+506) 8852 2462 | (+506) 2103 2457 Correo: cursosyeventos@acimacr.com



CALENDARIO

MANTENIMIENTO

CURSO - TALLER ELECTRICIDAD 101

Instructor: Ing. Gera María Gómez Gómez

 **Modalidad:** Virtual

Fechas del evento: 29 agosto 5 setiembre
30 agosto 10 setiembre

Hora: 5:00 p.m. a 9:00 p.m. Costa Rica GMT-6



MÁS INFORMACIÓN

CURSO INTERNACIONAL CABLES, TERMINACIONES Y EMPALMES ELÉCTRICOS EN MEDIA TENSIÓN

Instructor: Ing. Jorge Ramírez 

Modalidad: Virtual

Fechas del evento: 15 agosto 19 agosto
17 de agosto

Hora: 8:00 a.m. a 5:00 p.m. Costa Rica GMT-6

MÁS INFORMACIÓN

Tel: (+506) 8852 2462 | (+506) 2103 2457 Correo: cursosyeventos@acimacr.com



CALENDARIO

MANTENIMIENTO

NOMINADOS



Ing. Ana Catalina
Coghi Mena



Ing. Carlos Andrei
Calvo Cordero



Ing. José Ignacio
Torres Araya

XXVI EDICIÓN PREMIO ACIMA

Ing. Dennis Mora Mora

Jueves
28 de julio 2022

6:30 p.m.
Costa Rica GMT-6



ACTIVIDAD GRATUITA

Información:

WhatsApp: (506) 8852-2462

email: cursosyeventos@acimacr.com



AL DÍA CON ACIMA

ING. PABLO SALAS CERDAS
PRESIDENTE ACIMA

Un saludo colegas!

En los boletines de los meses de abril, mayo y junio les comenté sobre las vinculaciones que tiene nuestra asociación con entidades internacionales, la Unión Panamericana de Ingeniería (UPADI), el Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento y Gestión de Activos (COPIMAN) y la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, American Society of Mechanical Engineers (ASME), respectivamente.

Para este mes les conversaré sobre otra organización, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), en sus siglas en inglés, es la mayor organización profesional técnica del mundo, que agrupa a más de 420.000 ingenieros, sin ánimo de lucro formada por profesionales de las nuevas tecnologías, como ingenieros electricistas, ingenieros electrónicos, ingenieros de sistemas, ingenieros en computación, matemáticos aplicados, ingenieros en biomedicina, ingenieros en telecomunicación, ingenieros en mecatrónica, ingenieros en telemática, cibernéticos, ingenieros en software, entre otros, en más de 160 países, que se dedican al avance en la innovación tecnológica y a la excelencia en beneficio de la humanidad.

Fue creado en 1884 por Thomas Alva Edison, Alexander Graham Bell, Franklin Leonard Pope y otros ingenieros. En 1963 adoptó el nombre de IEEE al fusionarse asociaciones con el AIEE (American Institute of Electrical Engineers) y el IRE (Institute of Radio Engineers).

Mediante sus actividades de publicación técnica, conferencias y estándares basados en consenso, el IEEE produce más del 30 % de la literatura publicada en el mundo sobre ingeniería eléctrica de potencia, electrónica, en computación, telecomunicaciones, telemática, mecatrónica y tecnología de control y robótica, biomédica y biónica, procesamiento digital de señales, sistemas energéticos, entre otras ramas derivadas y correspondientes a la Ingeniería Eléctrica; organiza más de 1000 conferencias al año en todo el mundo, y posee cerca de 900 estándares activos, con otros 700 más bajo desarrollo.

Actualmente, el Colegio de Ingenieros Tecnólogos CITEC, tiene una comisión de la IEEE, la cual cuenta con varios colegas Ingenieros en Mantenimiento Industrial que han participado activamente desde hace varios años donde han realizado varios aportes y actividades.



Por otro lado, la Junta Directiva de ACIMA en los meses de junio y julio trabajó en su Plan Estratégico Operativo (PESO), el cual consistió de 5 talleres de trabajo, de alrededor de 3 horas cada uno, 2 en forma presencial y 3 en forma virtual. Además, se contó con varios insumos de varios colegas previo al primer taller con un análisis FODA. Se contrató a un profesional que nos colaboró en el acompañamiento con varias herramientas de análisis donde la Junta Directiva tomará varias estrategias para implementarlas a corto plazo y posponer otras estrategias para ser consideradas más adelante ya que dependerá de varias limitaciones de tiempo y presupuesto económico.



Además, la Junta Directiva apoyó a dos colegas Ingenieros en Mantenimiento Industrial para visualizar un tema relevante en nuestro ejercicio profesional como lo es el gas licuado de petróleo, conocido como gas lp. Ambos se presentaron en dos programas de Sinergia del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. Se contó con la participación del Ing. Juan Carlos Arias Cartín y el Ing. Luis Fernando Gómez, dos expertos en la materia, los cuales asistieron a Sinergia Radio, el cual quedó grabado en la plataforma Spotify y Sinergia TV, su grabación quedó en la plataforma de Youtube. .



Espero que sus actividades laborales sigan agregando mucho valor a la ingeniería, se sienta muy motivado y apreciado a la vez. Muchos éxitos en su ejercicio profesional.

#somosIMIs, #pasionporelmantenimiento, #ACIMA.

Un saludo a la distancia.

SEMBLANZA IMI's

Soy Adrián Chaves Serrano , originario de San Rafael de Oreamuno, Cartago, 53 años, casado y padre de dos maravillosos hijos. (Correo:adrianjchaves@hotmail.com).



Formación académica

Estudí en la Escuela Monseñor Sanabria, en mi pueblo natal, realicé mi secundaria en el Colegio de San Luis Gonzaga y orgullosamente soy egresado de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Costa Rica en 1990. Desde que me egresé del TEC formo parte del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, CITEC y ACIMA.

Con mucha satisfacción puedo decir que la sólida formación que recibí en Mantenimiento Industrial en aquella época con profesores como Ricardo Brito, Antonio Amez, Guillermo Arguello, Eligio Astorga, Juan Rojas, Ronald Bolaños, entre muchos otros buenos profesores ayudaron a despertar en mí el continuo deseo de superarme y seguir estudiando de manera formal o incluso autodidacta con bibliografía o artículos actualizados.

También gracias a esos profesores comprendí que un verdadero ingeniero para obtener resultados satisfactorios debe buscar nuevas formas de trabajo a tono con la realidad que se está viviendo y buscar mejorar siempre. Otra enseñanza de ellos es que un verdadero Ingeniero analiza, investiga y actúa con convencimiento, aunque no necesariamente tenga buenos resultados a la primera y debe echar mano a la resiliencia como un elemento de empuje muchas de las veces.

A través de mi ejercicio profesional he recibido múltiples cursos complementarios en Costa Rica y en el exterior como por ejemplo:

- Algunos cursos técnicos sobre mantenimiento en Estados Unidos
- Reliability Centered Maintenance RCM (Strategic Technologies, Estados Unidos)
- Six Sigma Engineer Certification (Baxter Institute)
- Maintenance Engineering Management (Suecia)
- Seguridad e Higiene alimentaria (AIB Institute)
- Programa Alta Gerencia INCAE, (Costa Rica)
- Seminario Gerencia Avanzada de Manufactura de INCAE (El Salvador)
- Entrenamiento especializado en Gerencia y Liderazgo (IFM Consultores)
- Entre muchos otros

Parte de todo ese deseo de aprender me llevó a sacar posteriormente la Licenciatura en Mantenimiento Industrial y también la Maestría en Sistemas Modernos de Manufactura en el TEC.

Experiencia profesional

Mis inicios profesionales fueron en Clima Ideal en el departamento de Servicio Técnico en donde se inició mi afición por el aire acondicionado tanto con sistemas de expansión directa como sistemas de agua helada.

Posteriormente asumí la Jefatura de Mantenimiento en Bticino, Costa Rica en donde fui parte de un equipo que gestionaba el mantenimiento del equipo de manufactura y complementariamente el área de Matricería (diseño y mantenimiento de moldes y troqueles) así como la infraestructura completa. Estos fueron mis primeros acercamientos con el Facility Management.

Más adelante ingresé a Baxter como Supervisor de Ingeniería en Facilidades en donde pude conocer los secretos de esta apasionante área estratégica en las organizaciones de dispositivos médicos. Paralelamente en una jornada de un cuarto de tiempo impartí cursos como Turbomáquinas y Laboratorio de Mecánica de Fluidos en la Escuela de Mantenimiento Industrial.

La vida me ofreció la oportunidad de asumir la Gerencia de Mantenimiento de Demasa en las plantas de Harinas y Snacks. Fueron 4.5 años exitosos con una gestión muy buena y se me brindó la gran oportunidad de asumir la Gerencia de planta de Harinas y adicionalmente seguir con la gestión de mantenimiento de las mismas plantas más la Tortillería. Tuve la experiencia de ser el primer Gerente de Planta costarricense en esa posición en la planta de Harinas. Esta gran experiencia me permitió adicionalmente liderar junto con un excelente grupo de trabajo la participación durante varios años en el Premio Nacional a la Excelencia de la Cámara de Industrias, en los cuales fuimos galardonados varias veces. Esta nueva responsabilidad como Gerente de Planta por 4.5 años más me motivó a cursar la Maestría en Sistemas Modernos de Manufactura en el TEC y del cual fui también profesor por espacio cercano a los 8 años.

Tras mi salida de Demasa me incorporé a HITEC en donde el aire acondicionado volvió a ser una pasión hasta que apareció la crisis inmobiliario del 2008 aproximadamente y se cerraron múltiples proyectos en el país por lo que tuve la oportunidad de pasar a Moog Medical en donde participé tanto en la construcción y puesta en marcha de la planta que hasta hoy mantiene un gran éxito empresarial. Posteriormente me invitó Volcano a participar como Gerente de Facilidades desde el diseño de la planta, la construcción y puesta en marcha.

Después de varios años en Volcano fui llamado a aceptar una oportunidad de trabajo como Gerente de Facilidades y Mantenimiento a Vention Medical, lo que se llama hoy Vlant Medical. Aquí estoy muy agradecido con el Gerente General de la empresa que confió en mí ya que el reto fue apoyar al equipo de trabajo a solventar varias no conformidades serias identificadas por el FDA que originaron un Warning letter a la empresa. De 5 deficiencias importantes identificadas por el FDA, 4 eran falencias relacionadas directamente con la gestión de Mantenimiento y Facilidades. Luego de 8 meses de trabajar en equipo con todos mis compañeros en solucionar estas situaciones el FDA confirmó mediante una inspección en planta que se habían solventado satisfactoriamente las oportunidades identificadas con anterioridad.

Actualmente me desempeño como Director de Facilities en Smith and Nephew, en el Coyoil de Alajuela. También combino mi trabajo cotidiano con una de mis grandes pasiones, la cual es seguir impartiendo lecciones universitarias ahora en LEAD University.

He participado como conferencista Internacional a través de 22 años en varios Congresos especializados de Mantenimiento en países como México, Perú, Uruguay, Colombia, Bolivia, Cuba, Panamá, Costa Rica, entre otros.

Igualmente he participado como expositor en congresos especializados de Facility Management en Costa Rica y México.

Soy uno de los miembros fundadores de la Asociación Costarricense de Facility Management (ACFM) en donde actualmente soy vicepresidente. Como parte de ACFM agradezco mucho a ACIMA pues apoyó mucho para que iniciáramos con este grupo que pretende profesionalizar más esta disciplina tan importante en las organizaciones y en la cual existe la oportunidad de brindar formación formal en Costa Rica en este campo.

A través de 32 años de carrera profesional ha sido una constante prepararme siempre para poder mantener vigencia de conocimientos con el fin de estar acorde con las exigencias de la administración moderna, en donde temas como liderazgo, implementación de modelos de excelencia, estrategias de mantenimiento de clase mundial, Facility Management, continuidad del negocio, estrategia, entre otros, son esenciales para el éxito profesional y empresarial.

Quiero agradecer en esta semblanza a todas las personas que a través de los 32 años laborales me han ayudado a crecer tanto personal como profesionalmente y prefiero no dar nombres pues son muchos y podría olvidar mencionar alguno, no obstante ellos saben el aprecio que les profeso.

Igualmente deseo agradecer a Dios, a mi esposa (el gran tesoro que Dios me regaló), mi padre (qdDg), mi madre y mis dos hijos ya que han sido el combustible para disfrutar mi vida personal y profesional con plenitud y además me han ayudado a realizarme en lo que más me gusta: el ejercicio de la Ingeniería y la docencia.

Retos y desafíos de los Ingenieros en Mantenimiento Industrial

Dentro de los retos y desafíos para los Ingenieros identifico el verdaderamente conectarse con las organizaciones donde laboran, conociendo y participando en la elaboración de los planes estratégicos empresariales para así establecer acciones en el área de mantenimiento que agreguen valor con lo que la organización requiere.

Un ingeniero que no esté claro de lo que verdaderamente requiere la organización es un elemento que no aporta y que no trasciende.

Por eso, el ingeniero actual debe tener claridad de que mantenimiento es un engranaje más en la organización y debe hacerse ver como tal. Igualmente, el profesional debe conocer su rol como verdadero Líder de Mantenimiento y trascender en las organizaciones sin perder su esencia. En ese sentido es fundamental que los profesionales en mantenimiento cultiven su conocimiento técnico, pero brinden prioridad a desarrollar las habilidades de socialización (habilidades blandas).

No solo basta con conocer las habilidades blandas sino entenderlas, dominarlas y hacerlas parte del cotidiano quehacer personal y empresarial.

¿Cuál es el futuro de la IMI?

El futuro de la Ingeniería en Mantenimiento Industrial es muy promisorio ya que nuestra formación permite aportar valor a las organizaciones tanto en Mantenimiento, Producción, Proyectos, Calidad, Ingeniería de procesos, entre muchas otras áreas.

No obstante, mi recomendación final es mantener una formación permanente y tomar en lo posible los consejos y guía de expertos en diferentes áreas ya que la competencia en el mercado laboral es cada vez más fuerte e intensa. Todos los días se aprende y lo que se requiere es tener disposición para hacerlo apropiadamente.

“La teoría es necesaria, la práctica fortalece y enseña, no obstante una estrategia bien aplicada gana partidos y permite obtener resultados trascendentes”
A.Chaves



Les invitamos a conocer más de nuestro aplicativo **PROMAT**, utilizado en el control del mantenimiento de los equipos en las áreas de:

**Preventivo - Correctivo
Predictivo - Proyectos - Servicios**



www.promat.co.cr

o contáctenos al 8827-9907



ARTÍCULO

La gestión de riesgos en la gestión de la planificación del mantenimiento en unidad de producción de medicamentos



M.Sc. Ing. Rogej Arturo 
Marrero Hernández
Universidad Tecnológica
de La Habana
rmhernande@ind.cujae.edu.cu



Ing. Daimara Frontela García 
Centro Nacional de Biopreparados
daimara.frontela@biocen.cu



Ing. Jennyfert Cabrera del Amo 
Laboratorios Farmacéuticos
jg.ingeniería@eas.labiofam.cu



Dra.C. Ing. Estrella María de la Paz 
Martínez
Delegada del COPIMAN en Cuba
estrella@uclv.edu.cu

Resumen

Dentro del proceso de mantenimiento, la planificación requiere especial atención, no solo por su importancia como una fase indispensable del proceso para su gestión y su mejora continua, sino que pudiera considerarse en sí como un proceso también. Siendo así, es posible gestionar el proceso de planificación como tal, para poderlo mejorar, siendo necesario entonces tomar en consideración los riesgos implícitos en ello.

Esta es una de las ideas que se constituye como fundamento de la investigación que se aborda en el presente trabajo y que tiene como objetivo diseñar un procedimiento que permita la evaluación cuantitativa de los riesgos asociados a la gestión de la planificación del mantenimiento en unidades de producción de medicamentos, lo que contribuye a mejorar la gestión en estas unidades productivas facilitando la toma de decisiones.

En el desarrollo de la investigación se emplearon diferentes técnicas y herramientas como son: la observación continua, las entrevistas a expertos, el análisis de la documentación, el análisis de bibliografía, la modelación matemática, entre otras. La utilización del software Statgraphics, permitió modelar los valores de los riesgos definidos por el grupo de expertos, permitiendo conocer el grado de incidencia de estos en cada una de las etapas a partir del análisis de la incertidumbre.

Palabras clave: Riesgo, gestión de la planificación, mantenimiento.

La planificación, al decir de Duffau, R. (2015), representa el 70 % de todo el trabajo de mantenimiento. En el criterio de Silva Gatica, J. P. (2019), siempre se debe contemplar un contexto operacional en el que se asegure que la planificación del mantenimiento se lleve a cabo adecuadamente, por el personal calificado y en el tiempo requerido. Este contexto operacional está influenciado por los riesgos de calidad, medio ambiente y seguridad, aspectos cuyo análisis por separado dificulta la toma de decisiones.

La importancia de integrar estos elementos, está basada en las “lecciones aprendidas” a partir de que la ocurrencia de estos riesgos impide el desarrollo exitoso de la planificación. En esta investigación se reconoce a la planificación del mantenimiento como un proceso en sí, que es necesario gestionar y mejorar, considerando los riesgos de cada una de las etapas; asumiendo que se tratan como etapas del Ciclo de mejora continua (conocido como Ciclo de Deming), de la gestión de la planificación del mantenimiento (Marrero, R., 2021).

Las debilidades en el análisis de los riesgos y sus consecuencias influyen, entre otros aspectos, en la efectividad del mantenimiento a los equipos (Ávila-Álvarez, J. C., et al., 2020) por lo que la prevención de riesgos debe integrarse en el sistema general de gestión de la empresa, tanto en el conjunto de sus actividades como en todos los niveles jerárquicos de la misma. La gestión de riesgos es regulada por la norma ISO 31010:2018, proporcionando una herramienta de dirección para las organizaciones y contribuyendo a la toma de decisiones. La adecuada gestión de estos riesgos, conducirá a un mejor enfoque en la distribución de las tareas, los recursos y la atención a las etapas críticas de la gestión de la planificación.

Se determinó como objetivo de la investigación, diseñar un procedimiento que permita la evaluación cuantitativa de los riesgos asociados a la gestión de la planificación del mantenimiento en unidades de producción de medicamentos, lo que contribuye a mejorar la gestión en estas unidades productivas facilitando la toma de decisiones.

I. Materiales y métodos

1. Métodos empíricos

Además de la búsqueda y análisis bibliográfico, en la investigación fueron empleadas técnicas tales como: la elaboración y aplicación de encuestas.

Se utilizaron además las técnicas para la conformación del grupo de expertos según Martínez, R. (2018) y Marrero-Hernández, R.A. & Smith Fernández A. (2022). Como resultado, fue definida la gestión de la planificación del mantenimiento como un proceso cíclico de 4 etapas apoyadas en el ciclo de mejora continua: organizar, hacer, verificar y actuar.

2. Métodos estadístico-matemáticos

Se utilizó la modelación matemática para el procesamiento y análisis estadístico de los datos, que en este caso se refieren a la gestión de la planificación del proceso de mantenimiento. El software estadístico Statgraphics fue utilizado por proporcionar los tipos de análisis estadísticos más comunes y proporcionar con sencillez, resultados como:

- ✓ Valor Mínimo: constituye el valor más pequeño de los datos.
- ✓ Valor Máximo: constituye el mayor valor de los datos.
- ✓ Media o promedio: corresponde al valor medio de una serie de datos y se puede determinar como el cociente entre la suma de cada valor de la serie y la cantidad total de valores.
- ✓ Rango: es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo.
- ✓ Desviación estándar (s): es la medida de la dispersión de los valores y la variabilidad de los datos respecto a la media.
- ✓ Tanto el sesgo como la curtosis se reportan también como variables estandarizadas.

Se considera que aquellos parámetros que tengan coeficientes de variación mayor que el 40 %, indican gran variabilidad en los datos, lo que significa que los niveles de incertidumbre para tomar decisiones aumentan. En estos casos son muy importantes los criterios del grupo de expertos sobre las condiciones técnico-organizativas en las que se realiza la gestión de la planificación de forma que se garantice la calidad del plan de mantenimiento.

En la investigación se utilizó el método de expertos de Martínez, R. (2018), Marrero-Hernández, R. A. & Smith Fernández A. (2022), para la captación de los datos primarios, a partir del análisis de los métodos actuales de evaluación de riesgo resumidos por Rodríguez, I., et al. (2007). Se observa que estos métodos matemáticos no contemplan los rangos de los valores obtenidos, lo que limita la toma de decisiones en torno al análisis de estos. En la tabla 1 se resume una parte de los métodos revisados.

Tabla 1: Análisis de las metodologías para evaluar los riesgos.

Métodos	Fórmulas de cálculo	Tipos de riesgos	Leyenda
Métodos cualitativos			R: Magnitud del riesgo
Método de Alders Wallberg	$R=C \times P$	Peligro eliminado; peligro muy probable; peligro improbable; peligro poco probable; peligro moderadamente probable, peligro probable.	C: Consecuencias E: Frecuencia de ocurrencia P: Posibilidad de ocurrencia
Método de William T. Fine	$GP= C \times E \times P$	Requiere corrección urgente; requiere actuación urgente, peligro debe eliminarse; pero no es una situación de emergencia.	GP: Grado de peligrosidad X_c: Probabilidad del accidente.
Método de Richard Pickers	$R= C \times E \times P$	Riesgo muy alto; riesgo alto; riesgo importante; riesgo de alguna importancia; riesgo aceptable	X_b: Promedio de veces que el hombre B está en el lugar- sin coincidir con el evento.
Métodos cuantitativos			Δt_b: Duración promedio de la presencia del hombre.
Evaluación por mediciones	A partir de mediciones	-	X_a: Promedio de veces que ocurre el evento A.
Método cuantitativo probabilístico	$X_c = (X_b \times \Delta t_b \times X_a) / t_{TOT}$	-	t_{TOT}: Tiempo de trabajo de este.

Se consultó además la técnica de Análisis del Modo de Fallos y sus Efectos (AMFE), donde se calcula el riesgo a partir del análisis de los valores de la ocurrencia, la probabilidad de fallos y la severidad de los mismos. Con la multiplicación de estos, se logra un nivel de prioridad de riesgo, que es el valor utilizado para la toma de decisiones, esta técnica está asociada a los procesos o a los productos.

II. Resultados

El desarrollo del trabajo lleva a la conformación de un procedimiento que contribuya a la evaluación de los riesgos presentes en las etapas de la gestión de la planificación del mantenimiento definidas para esta investigación: organizar la planificación, hacer la planificación, verificar la planificación y “el actuar” de la planificación. En la figura 1, se muestran los objetivos, principios, premisas y beneficios del procedimiento propuesto.

Objetivos del procedimiento	Principios del procedimiento	Premisas del procedimiento	Resultados del procedimiento
<ul style="list-style-type: none"> Recopilar toda la información en el tema de riesgos que se encuentra disperso e incorporar otros aspectos necesarios a la gestión de la planificación del mantenimiento. Integrar en una herramienta los aspectos principales de la gestión de riesgos y a través de la planificación del mantenimiento lograr un enfoque integrador con la Seguridad y Salud del Trabajo, la Calidad y el Medio Ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Enfoque al cliente: La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto al enfoque al servicio al cliente. Liderazgo: La alta dirección y los órganos de supervisión, deberían de asegurar que la gestión del riesgo se encuentre integrada en todas las actividades de la organización, garantizando el compromiso con la organización. Participación del personal: Conformación del grupo de expertos para el desarrollo del procedimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Conformar el grupo de expertos (grupo del diagnóstico) para el desarrollo del trabajo, de forma que aplique la estrategia e informe parcialmente el desarrollo de la misma en la entidad. Realizar la capacitación de los trabajadores en las tecnologías utilizadas para la realización del estudio. Contar con datos utilizables, para su posterior análisis y procesamiento. Se deben contar con el resultado de las auditorías y su impacto en el mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Logra la integración de las actividades de gestión de la planificación del mantenimiento: organizar, hacer, verificar y controlar. Se podrán monitorear los riesgos asociados a la calidad, medio ambiente y seguridad que impidan desarrollar el proceso de planificación del mantenimiento.

Figura 1: Aspectos del procedimiento propuesto

Las premisas del procedimiento se comprueban con el grupo de expertos antes de comenzar el estudio, comprobando que los expertos tengan los conocimientos necesarios sobre la actividad que se va a realizar y los trabajadores estén suficientemente capacitados. Se debe poder contar con los datos necesarios en cantidad y calidad. Si las premisas se cumplen en su totalidad se garantiza la aplicación del procedimiento propuesto. En el caso que estas no se cumplan total o parcialmente se perdería el punto de partida de la propuesta por tanto es necesario generar acciones de capacitación o auditorías si es necesario.

Desarrollo del procedimiento propuesto

Las etapas y los pasos del procedimiento que se elaboró se muestran en el esquema gráfico de la figura 2. El mismo consta de tres etapas con sus pasos, los cuales posibilitarán la implementación del procedimiento propuesto.

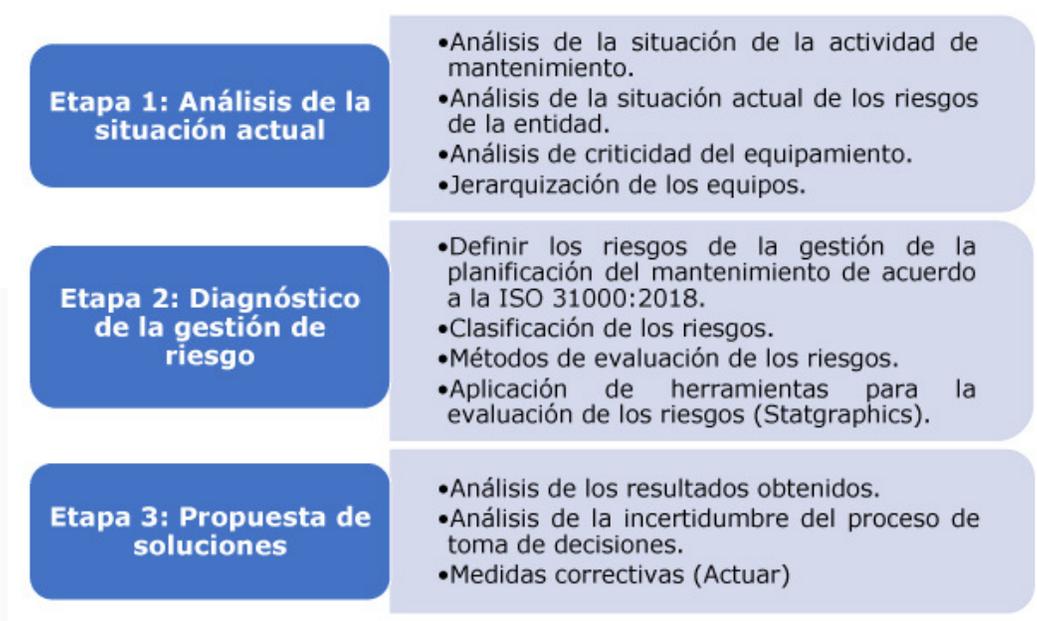


Figura 2: Procedimiento de análisis de riesgos propuesto para la planificación del mantenimiento.

A continuación se resumen los principales aspectos de las etapas del procedimiento propuesto en una unidad de producción de medicamentos como caso de estudio, con el objetivo de facilitar su comprensión y operacionalización.

Etapa 1: Análisis de la situación actual

En esta etapa se analizó la situación del mantenimiento en el caso estudiado. Se identificaron los riesgos asociados a las etapas de la gestión de la planificación del mantenimiento relacionados con los sistemas de calidad, seguridad y medio ambiente. En este sentido se tuvo en cuenta además, el análisis de la gestión de riesgo de la organización como documentación primaria para la investigación.

La entidad presenta problemas con la conformación del plan de mantenimiento, carente de flexibilidad y de recursos, no se utiliza el estudio de riesgos para la conformación del plan, el cual se elabora sin la participación del resto de los trabajadores involucrados en su cumplimiento y realización. Estos aspectos limitan las posibilidades de participación en el proceso de planificación empresarial, planteado por Palomino Marín, E. & Penabad Sanz, L. (2015).

Con respecto al análisis de los riesgos identificados por la entidad, se encontró que aproximadamente el 44 % de estos, son referidos a deficiencias relacionadas con los activos y la gestión del mantenimiento, o sea enfocados a la infraestructura de la organización, como se muestra en la figura 3, y afectan la calidad de las producciones realizadas, provocando insatisfacciones y en ocasiones, enfermedades a los trabajadores así como afectaciones al medio ambiente por derrame de sustancias químicas.



Figura 3: Situación actual de los riesgos identificados en la organización

Otras deficiencias que fueron identificadas y que resultan de suma importancia para el análisis, referidas al binomio operación-mantenimiento son: poco uso de técnicas modernas de mantenimiento con un excesiva aplicación de mantenimiento correctivo en roturas imprevistas de los equipos; no se llevan eficientemente los registros de índices de consumo de piezas, faltando partes y piezas de repuesto; marcada fluctuación laboral, estrés, falta de capacitación del personal para la realización de determinadas actividades.

Los riesgos asociados a estos aspectos aún no han sido evaluados en su totalidad, lo que trae consigo que la planificación del mantenimiento, deje desprotegida la calidad del producto si alguno de ellos se manifiesta en medio de la producción, por lo que se justifica su estudio para mitigar el impacto negativo en los resultados productivos.

Tampoco existe un adecuado estudio de jerarquización de los equipos, la criticidad de los mismos se calcula muchas veces de forma empírica.

Etapa 2: Diagnóstico de la gestión de riesgo

En esta etapa se realiza el diagnóstico de la gestión de riesgos en la entidad y el levantamiento de los riesgos identificados de acuerdo a la norma ISO 31010:2018 para las etapas de la planificación del mantenimiento.

Se clasifican estos y se selecciona el método de evaluación más conveniente para su procesamiento y análisis mediante el software Statgraphics. Una vez identificadas las situaciones peligrosas (ubicadas, descritas sus causas y los posibles eventos), el próximo paso es evaluar los riesgos asociados. En este paso se estima la magnitud del riesgo y se decide si este es tolerable o no. Por tanto, al evaluar los riesgos, se conoce su posibilidad de ocurrencia, sus posibles consecuencias y magnitud, de tal forma que se pueda determinar el orden de las medidas preventivas (Frontela García, D., 2019 y Bolaños Rodríguez, Y., 2011 y 2014).

En la investigación se decidió poner en práctica la técnica de análisis preliminar de riesgos, a través de la cual se realiza una identificación de los principales riesgos que se manifiestan en la etapa. Se consideró que la Metodología de análisis preliminar de riesgos con el Método APELL, es la más favorable a aplicar. Con esta metodología se obtiene un análisis primario, que permite conocer de manera general y anticipada los principales riesgos, siendo indicada para organizaciones de carácter eminentemente industrial, industrias químicas, empresas petroleras, instalaciones u organizaciones en general cuya actividad pueda producir daños para la seguridad de las personas y de la producción. Al evaluar los riesgos detectados en los activos, la mayoría de ellos se evaluó como: MEDIO, debido a que existe un nivel medio entre sus posibilidades de ocurrencia.

Para la realización de la evaluación de los riesgos debe ser consultado un grupo de expertos de mantenimiento (Martínez Sánchez, R., 2018; Marrero-Hernández, R. A., & Smith Fernández A., 2022) y el resultado del Método APELL. Se consideró el análisis del conocimiento necesario que plantea Artola Pimentel, M. (2002) y se conformó el grupo con nueve (9) expertos. El apoyo de este grupo contribuyó al conocimiento de las condiciones técnico- organizativas del área evaluada y de las personas que laboran en la conformación del plan de mantenimiento.

Como parte de la investigación se aplicó un cuestionario con 142 riesgos definidos para la gestión del mantenimiento, en el cual la evaluación de los riesgos se realiza con una escala de 1 (menos importante) a 10 (más importante) y se definieron riesgos asociados a los sistemas de calidad, seguridad, medio ambiente y los riesgos empresariales.

Del análisis de 142 riesgos, solamente 31 se consideraron de mayor incidencia en la gestión de la planificación del mantenimiento en sus etapas: organizar, hacer, verificar y actuar, los demás están asociados al sistema empresarial en general.

Para la etapa de organización de la planificación fueron identificados 7 riesgos dentro de la clasificación de altos y muy altos, en la ejecución (hacer) fueron identificados 11 riesgos, en la etapa de verificación del plan se identificaron 6 riesgos y 7 en la de actuar. En la figura 4 se muestran los riesgos detectados en las etapas de la planificación del mantenimiento.

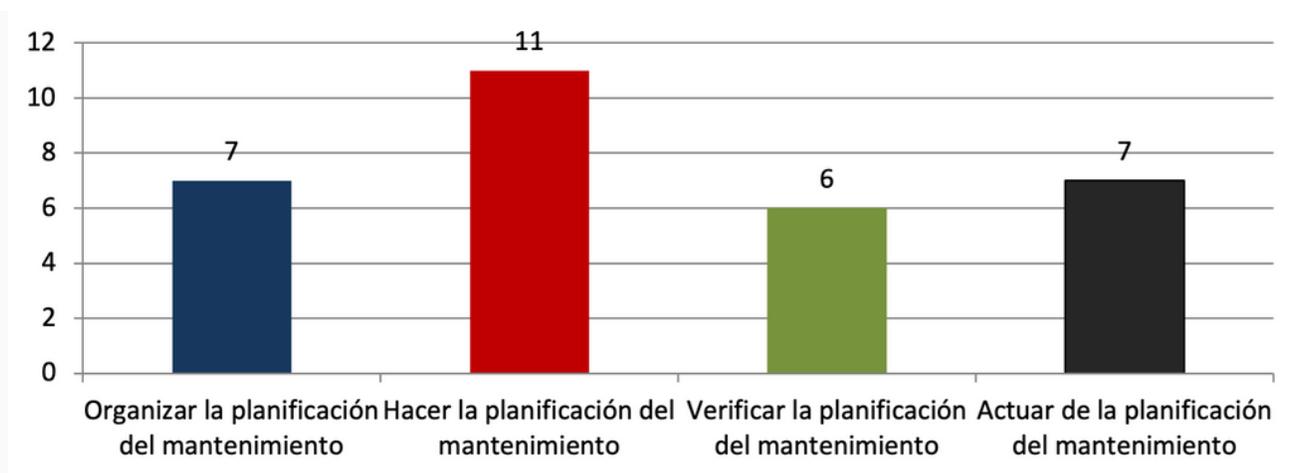


Figura 4: Riesgos de las etapas de la planificación del mantenimiento con altas calificaciones

Luego del análisis de la información primaria, se procesaron los datos con el software Statgraphics. En la tabla 2 se muestra el resumen de los parámetros estadísticos resultantes de la aplicación del software, relacionados con las etapas de la planificación del mantenimiento.

Tabla 2: Etapas de la planificación y sus riesgos procesados con Statgraphics.

Actividad	Mínimo	Máximo	Media	Sesgo estandarizado	Curtosis estandarizada	Desv. estándar	CV (%)
Organizar la planificación	252,0	420,0	315,5	0,628476	-1,16624	81,5983	25,86
Hacer la planificación	252,0	700,0	397,4	2,34359	3,13563	117,061	29,45
Verificar la planificación	300,0	700,0	413,3	1,86027	1,91706	148,952	36,03
Actuar de la planificación	252,0	420,0	308,0	2,66538	3,94918	44,8999	14,57

La aplicación de este software brinda como resultado un intervalo para la definición de los riesgos, lo que significa que todos los riesgos cuyas puntuaciones estén dentro de los valores mínimos y máximos definidos para cada etapa se consideran de alto y muy alto impacto para la gestión de la planificación del mantenimiento. Los valores que se encuentren entre el mínimo y la media se clasifican como “alto” y los que se encuentren entre la media y el valor máximo se clasifican como “muy alto”. En el caso de la investigación estos se encuentran dentro de los valores mínimos y máximos con los dos criterios altos y muy altos. A estos deben ir encaminadas las acciones para minimizarlos, atenuarlos o eliminarlos totalmente.

Los coeficientes de variación (CV) se encuentran por debajo del 40 %, por lo que se puede afirmar que la variabilidad en los datos procesados es aceptable. En el análisis se evidencia que se necesitan controlar estos riesgos para lograr una buena gestión de la planificación del mantenimiento, apoyada en los riesgos y un plan de mantenimiento coherente y estructurado.

Etapa 3: Propuesta de soluciones

En esta etapa se analizaron los resultados obtenidos de la evaluación de los riesgos, se analizó la incertidumbre en la toma de decisiones asociada a los principales riesgos y se definieron las acciones correctivas necesarias.

Luego de identificados y calificados los riesgos en cada etapa de la planificación del mantenimiento, se planteó la necesidad de realizar un análisis de incertidumbre del proceso, para ello los autores se apoyaron también en los resultados del software estadístico Statgraphics.

Al realizar el análisis de incertidumbre teniendo en cuenta la evaluación del riesgo realizada y la utilización del software, se encontró que, en las etapas de la gestión de la planificación del mantenimiento, se definen los intervalos de confianza. Estos intervalos indican que los valores de los riesgos cuya calificación se encuentre dentro del mismo, se puede aseverar con un 95 % de confianza que estos se evalúan de altos y muy altos, por lo que necesitan de corrección inmediata o reorganización de las etapas. En la tabla 3 se muestran dichos resultados.

Tabla 3: Intervalos de riesgos de las etapas de la planificación del mantenimiento.

Etapas de la Planificación	Intervalo de incertidumbre	
Organizar la planificación del mantenimiento.	315,429 +/- 75,4661	[239,963; 390,895]
Hacer la planificación del mantenimiento.	397,455 +/- 78,6428	[318,812; 476,097]
Verificar la planificación del mantenimiento.	413,333 +/- 156,316	[257,017; 569,649]
Actuar de la planificación del mantenimiento.	308,0 +/- 34,5132	[273,487; 342,513]

Estos son los riesgos definidos desde la gestión de la planificación del mantenimiento, que impiden que el proceso se realice correctamente y en concordancia con los objetivos de la entidad. En el 95 % de las veces estos riesgos están presentes en las etapas de la gestión de la planificación del mantenimiento. Es necesario mitigarlos para disminuir su impacto negativo.

La aplicación de este método, permite disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones, debido a que para gestionar los riesgos no se cuenta solo con la estimación puntual, de cierto modo más rígida, como en otros métodos, sino con intervalos de confianza que dan mayor flexibilidad a las estimaciones.

Con respecto a la planificación del mantenimiento y en la conformación del plan como resultado de la misma, el análisis de los riesgos apoya la distribución de las intervenciones en el ciclo de mantenimiento de los activos, se prevé por ejemplo, que existan 12 revisiones, ocho reparaciones pequeñas, cuatro reparaciones medianas y una reparación general. En la distribución por meses a lo largo del ciclo de mantenimiento, se prevé que se realicen menos intervenciones, las cuales quedan sujetas al análisis del grupo de expertos, teniendo como base las condiciones técnico-organizativas y contexto operacional. Es válido aclarar que estas intervenciones pueden ser sustituidas por inspecciones visuales y ajustes si existieran las condiciones y se decidirá también, en función de los costos asociados al desgaste y al envejecimiento, el momento de reemplazar.

En función de las deficiencias detectadas se plantea un conjunto de medidas correctivas. Estas medidas están asociadas a los riesgos de cada etapa, basadas en la conformación de procedimientos donde se plasman claramente los pasos a seguir para lograr la gestión de la planificación y como una de las salidas la generación de los planes de acción y de mantenimiento. Se tiene en cuenta la necesaria conformación de espacios claros y limpios, que favorezcan la realización de la planificación del mantenimiento en un ambiente de interdisciplinariedad. Este análisis contribuirá a la creación de capacidades para que los decisores puedan mitigar el efecto negativo de los riesgos en la planificación del mantenimiento. En la tabla 4 se muestra un resumen de las medidas correctivas a tomar desde la planificación.

Tabla 4. Medidas correctivas

ETAPAS DE LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	RIESGOS	MEDIDAS CORRECTIVAS	QUIÉN	FECHA DE CUMPLIMIENTO	% DE CUMPLIMIENTO
Organizar la planificación	No existe la documentación técnica de las sustancias químicas.	Realizar el plan de manipulación de este tipo de productos según normas de productos químicos.	Responsable de seguridad y salud con especialista de SEISA.	31/12/2022	60%
	No evacuación oportuna de los derrames a niveles II de productos biológicos.	Crear piscina y muro de contención según normas de la APCI.	Responsable de mantenimiento con empresa constructora.	31/12/2022	
	No realizar capacitaciones periódicas a los trabajadores, sobre el mantenimiento.	Aplicar el sistema de capacitación en la organización.	Responsable de Recursos Humanos.	31/12/2022	
Hacer la planificación	No se utilizan los requisitos del fabricante del equipamiento, otros documentos actualizados.	Realizar una orden de trabajo por cada equipo respetando orientaciones del fabricante.	Responsable de la planificación del proceso de mantenimiento.	31/12/2022	80%
	No se encuentra definido el Procedimiento de mantenimiento.	Realizar un estudio de la gestión del mantenimiento.	Responsable de la planificación del proceso de mantenimiento.	31/12/2022	
	No se aplican técnicas de ingeniería del mantenimiento como (RCM, TPM, criticidad, etc.).	Aplicar técnicas de ingeniería del mantenimiento que permitan diagnosticar el estado de los equipos.	Responsable de la planificación del proceso de mantenimiento.	31/12/2022	
Verificar la planificación	No se prioriza la atención de los equipos según estudios de criticidad realizado.	Realizar el estudio de criticidad y jerarquizar los equipos según los resultados obtenidos.	Responsable de cada activo	31/12/2022	60 %
	No se realizan verificaciones al plan de mantenimiento, para comprobar que se realizan bajo las normas establecidas.	Designar funciones de chequeo al jefe de mantenimiento.	Especialistas de mantenimiento de la entidad	31/12/2022	
	No se verifica el cumplimiento de las tareas de mantenimiento planificadas, plasmadas en el plan de mantenimiento.	Chequear el cumplimiento de los planes de mantenimiento de los activos, al jefe de mantenimiento.	Responsable de la planificación del proceso de mantenimiento	31/12/2022	
Actuar de la planificación	No se controla el cumplimiento de los procedimientos	Chequear por el área de calidad todos los procedimientos implementados	Responsables de las áreas de recursos humanos, calidad y medio ambiente	31/12/2022	50%
	No se controla el ciclo de mantenimiento.	Controlar la vigencia del ciclo de mantenimiento elaborado.	Responsable de la planificación del proceso de mantenimiento	31/12/2022	
	No se controla el presupuesto de mantenimiento	Analizar las desviaciones de los presupuestos.	Responsable de la planificación del proceso de mantenimiento y el económico de la entidad.	31/12/2022	

Conclusiones

1. Como resultado de este trabajo se evidenció que es posible considerar la planificación del mantenimiento como un proceso que, si bien está estrechamente relacionado con las otras etapas de la gestión del mantenimiento, es posible gestionarlo y mejorarlo continuamente como cualquier otro proceso, considerando además los riesgos de cada una de sus etapas internas.
2. Se realizó un análisis de riesgos en la planificación del mantenimiento con apoyo en el análisis de incertidumbre que permitió a la organización, identificar en las etapas de la gestión de la planificación del mantenimiento, los riesgos que inciden en esta, planteando un grupo de acciones como medidas correctivas para disminuir su impacto.
3. Se evidenció a través del software Statgraphics que los riesgos en las etapas de “hacer” y “verificar” de la planificación, son los que mayor influencia poseen en la actividad de planificación del mantenimiento. Se hace necesario su estudio a partir de los niveles de incertidumbre. Los intervalos de incertidumbre, permiten tomar decisiones sobre la jerarquización de los riesgos para mitigarlos o eliminarlos.
4. La evaluación de los riesgos relacionados con la gestión de la planificación de mantenimiento, ayudó a la detección y la alerta sobre los errores humanos que enfrentan los planificadores del mantenimiento, por el estrés y por deficientes condiciones técnicas organizativas del área en la que realizan su actividad principal.

Referencias bibliográficas

- Ávila-Álvarez, J. C., Noda-Hernández, M. E., Carmona-Rodríguez, A., & Hijuelos-Pupo, N. J. (2020). Procedimiento para detectar riesgos laborales en la Empresa Cubana del Pan. *Ciencias Holguín*, 26(2), 17-30.
- Artola Pimentel, M. D. L. (2002). Modelo de evaluación del desempeño de empresas perfeccionadas en el tránsito hacia empresas de clase en el sector de Servicios Ingenieros de Cuba. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Cuba, URL: <https://xdoc.mx/documents/modelo-de-evaluacion-del-desempeo-de-empresas-perfeccionadas-5ff93ab25e7c6>
- Bolaño Rodríguez, Y., y otros (2014), Modelo de Dirección Estratégica basado en la Administración de Riesgos, *Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XXXV/No. 3/septiembre-diciembre/2014/p. 344-357*, <http://revistaii@ind.cujae.edu.cu>
- Bolaño Rodríguez, Y., y otros (2011), Método de identificación-medición-evaluación de riesgos para la Dirección estratégica, *Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XXXII/No. 2/mayo-agosto/2011*, <http://revistaii@ind.cujae.edu.cu>
- Duffuaa S. O. (2015). *Planning and Control of Maintenance Systems (Second Edition ed.)*. London.
- Frontela García, D (2019). Diseño de un procedimiento de análisis de riesgos asociado a la planificación del mantenimiento en la UEB Vacunas Bacterianas, (Tesis de grado). Universidad Tecnológica de la Habana.
- Marrero Hernández R. A., (2013). Modelo para el diagnóstico, planificación y control del mantenimiento aplicado en la Empresa de Servicio a Grupos Electrónicos (DPCM) Msc Tesis en opción al título de Máster en Tecnología para Toma de Decisiones. , Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría", Facultad de Ingeniería Industrial.
- Marrero, R. A., (2019) Modelo para el diagnóstico, planificación y control del mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, La Habana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría; *Ing. Ind.* 40(2). <http://revistaii@ind.cujae.edu.cu>
- Marrero-Hernández, R. A., & Smith Fernández A. (2022). Diseño del grupo de expertos para contribuir a la gestión de la planificación del mantenimiento. *Revista Universidad y sociedad* Vol. 14 (S1), 97-109
- Martínez, R. (2018). Diseño del procedimiento para conformar el grupo de expertos para la toma de decisiones en el área de mantenimiento de la Empresa Laboratorio Farmacéutico 8 de Marzo. (Tesis de grado). Universidad Tecnológica de la Habana.
- Norma ISO 9001., *Gestión de la calidad-Sistemas de Gestión-requisitos*, ISO estándar: Ginebra, Suiza, 2015, pp. 9-11. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:en>
- Norma 31000, I. (2018). *Gestión de riesgos*. Norma Internacional, ISO estándar: Ginebra, Suiza, 2018, Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es>
- Palomino Marín, E., y Penabad Sanz, L. (2015). *Mantenimiento y tecnología (edición 1 ed. Vol. 1)*. La Habana.
- Rodríguez, L. (2013). El riesgo de incertidumbre en las decisiones financieras. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, Vol. 24, No. 1 (2013). <http://www.rcics.sld.cu/index.php/acimed/rt/printerFriendly/401/282>.
- Silva Gatica, J. P. (2019b). "Diseño De Un Modelo De Mantención Para Un Centro De Salud Familiar". Grado, Universidad Andres Bello, Chile. [www. https://Introducción statgraphics.net, 2012](https://Introducción statgraphics.net, 2012)



TUBERÍAS PRE AISLADAS

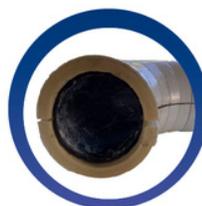
Solución de aislamiento de alta calidad, mínimo desperdicio y excelente rendimiento para su proyecto.



PVC



Cobre



Hierro

Fabricada con una camisa protectora, tanto para daños mecánicos como barrera de vapor y radiación UV.

SOMOS FABRICANTES

Aplicaciones:



Refrigeración, baja temperatura.



Refrigeración, media temperatura.



Agua helada con glicol.



Agua helada.



Sistema VRV.



Sistema agua caliente.

Contáctanos: 2239-5627
www.tupreco.net
 Síguenos  @tuprecoSA

**Director:**

Julio Carvajal Brenes

Consejo Editorial:

Luis Gómez Gutiérrez

José Guillermo Marín Rosales

Gabriela Mora Delgado

Toda reproducción debe citar la fuente. Los autores de los artículos, los entrevistados y los anunciantes son los responsables de sus opiniones.

San José, Costa Rica



BOLETÍN N° 42

JULIO 2022