

## PROPUESTA INTEGRAL DE GESTIÓN DE ACTIVOS. ADIESTRAMIENTOS Y APLICACIONES PILOTOS EN LOS PROCESOS DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD, RIESGO Y MANTENIMIENTO

Coordinador del proyecto:  
PhD. Carlos Parra  
IngeCon (Asesoría Integral en Ingeniería de Confiabilidad)  
[www.confabilidadoperacional.com](http://www.confabilidadoperacional.com)

Avalada y certificado por: INGEMAN  
(Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Mantenimiento, con sede en la  
Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Universidad de Sevilla, España)  
[www.ingeman.net](http://www.ingeman.net)

INGEMAN es una institución certificada por:



**ESReDA**  
European Safety, Reliability & Data Association  
(European Safety, Reliability and Data Association)  
[www.esreda.org](http://www.esreda.org)

### Lugar

TRYP San Jose Sabana, Costa Rica

### Fechas

Primera fase del **11 al 14 de setiembre 2017**

Segunda fase del **30 octubre al 03 de noviembre 2017**

Tercera fase del **20 al 44 de noviembre 2017**

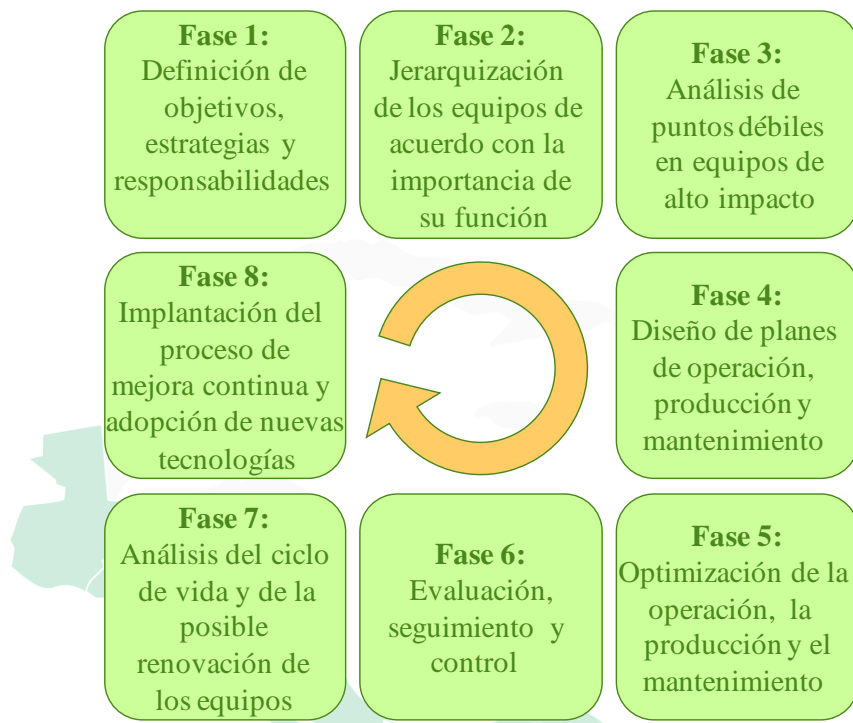
### Costo:

Miembros CIER **USD\$ 2, 525.00**

No Miembros CIER **USD\$ 3,000.00**

## 1. Introducción

La siguiente propuesta permitirá que la organización, pueda optimizar los procesos de Confiabilidad, Riesgo y Mantenimiento, dentro de un enfoque integral de Gerencia de Activos (modelo de optimización propuesto está diseñado bajo el marco de referencia de la propuesta de estándar de gestión de activos ISO 55000, versión 2014 y el modelo de gestión de mantenimiento y confiabilidad propuesto por Adolfo Crespo y Carlos Parra en: “*The maintenance management framework. Models and methods for complex systems maintenance*”, First edition, Springer Verlag, London, 2007). (ver, Figura 1).



**Figura 1: Modelo de Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad (integrado a un proceso de Gestión de Activos) (Parra y Crespo, 2015)**

En términos generales se proponen ejecutar las siguientes actividades:

- Fase 1:
  - Evaluar la situación actual de la gestión de activos – enfoque de la ISO 55000 (integración de los procesos de Confiabilidad, Mantenimiento y Riesgos)
  - Adiestrar en el proceso de introducción de técnicas de ingeniería de confiabilidad y mantenimiento aplicadas en la gestión de activos
  - Revisar y definir un proceso estándar de jerarquización que permita seleccionar los equipos críticos en los cuales se desarrollarán las aplicaciones pilotos.
  - Preparar las aplicaciones pilotos de las metodologías: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y Análisis Causa Raíz (RCA), sobre los activos críticos previamente seleccionados de alguna de las plantas.
  
- Fase 2:

- Adiestrar y desarrollar las aplicaciones pilotos de las metodologías de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad y Análisis Causa Raíz.
- Fase 3:
  - Desarrollar un proceso de estimación de indicadores técnicos: Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad.
  - Aplicar en activos críticos, técnicas de Análisis Coste Riesgo Beneficio que permitan: estimar frecuencias óptimas de mantenimiento e inspección.

## **2. Descripción detallada de cada una de las actividades a ejecutar**

### **Fase 1 (duración 5 días, 40 horas)**

**Evaluación de la situación actual del proceso de gestión del mantenimiento y preparación de las aplicaciones pilotos de las metodologías: Análisis Causa Raíz (RCA) y Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).**

#### **1.1. Evaluación de la situación actual de la organización (Auditoria AMORMS: Asset Management, Operational Reliability and Maintenance Survey).**

Esta actividad consiste en evaluar los aspectos más importantes del proceso actual de gestión del mantenimiento. En esta parte se analizarán los siguientes aspectos (auditoria básica de la gestión del mantenimiento, se propone aplicar la metodología AMORMS). Las áreas a ser evaluadas con la metodología AMORMS son:

- Proceso integral de Gestión de Activos (Misión, Visión y Objetivos Estratégicos)
- Estructura organizacional (áreas de operaciones, mantenimiento, procesos, Confiabilidad, etc.).
- Orientación de los procesos de Confiabilidad con la visión del negocio.
- Planes de mantenimiento e inspección actuales y los tipos de estrategias de mantenimiento realizadas (preventivas, predictivas y correctivas).
- Proceso de planificación y ejecución de las estrategias de mantenimiento e inspección.
- Principales índices de desempeño: costes de mantenimiento (correctivo, preventivo y predictivo), frecuencias de fallos, tiempos entre fallos, tiempos de reparación, relación entre los costes de producción y los costes de mantenimiento, niveles de disponibilidad.
- Herramientas de Confiabilidad Operacional
- Nivel de capacitación del personal.

**Duración: 24 horas.**

#### **1.2. Adiestramiento y definición de los sistemas críticos y preparación de las aplicaciones pilotos.**

Esta actividad consiste en desarrollar un adiestramiento básico en técnicas de ingeniería de confiabilidad y mantenimiento aplicadas en la gestión de activos y definir los sistemas críticos sobre los cuales se realizará la implantación de las metodologías de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad y Análisis Causa Raíz. Durante esta etapa se revisa el modelo de criticidad a utilizar y se aplica este modelo para definir los sistemas críticos a evaluar. El desarrollo del modelo de criticidad se realiza vía tormenta de ideas en una reunión de trabajo en la cual deben participar personal de la organización de las diferentes áreas: mantenimiento, operaciones, producción, procesos, seguridad y ambiente. Los sistemas se jerarquizarán en función de áreas de criticidad, por ejemplo: equipos No Críticos (NC), equipos de Media Criticidad (MC) y equipos Críticos (C).

Una vez aplicado el modelo de jerarquización, se definen las aplicaciones pilotos en la cual se implantarán las técnicas de RCM y RCA, se identifican las personas que participarán en las aplicaciones pilotos (Fase 3) y se recopila información necesaria para llevar adelante la ejecución de estas metodologías. El número de aplicaciones pilotos a desarrollar dentro del proyecto, será de 2 aplicaciones por cada metodología, la organización deberá visualizar algunos potenciales facilitadores, los cuales serán los encargados de llevar adelante las implantaciones pilotos con el apoyo del asesor externo.

**Duración: 16 horas.**

**Duración total fase 1: 40 horas**

## **Fase 2 (duración 15 días, 120 horas)**

### **Implantación piloto de las técnicas de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y Análisis Causa Raíz (RCA)**

#### **2.1. Adiestramiento y aplicación piloto de la técnica: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.**

Esta actividad consiste en iniciar el análisis de RCM en los dos sistemas críticos previamente seleccionados junto con los integrantes del equipo natural de trabajo.

- Se inicia la implantación en el área piloto seleccionada, con un adiestramiento básico (12 horas) de la metodología RCM a los integrantes de los equipos naturales de trabajo (detalles del taller en el Anexo 2).
- Se definen junto con los integrantes de los equipos naturales de trabajo: la planificación de las actividades, el alcance del análisis, la justificación y los resultados esperados. Adicionalmente se revisa el contexto operacional de los equipos críticos seleccionados y se arranca el Análisis de Modos y Efectos de Fallos, específicamente con la definición de las funciones principales y secundarias y fallos funcionales.
- Se continúa con la ejecución del Análisis de Modos y efectos de fallos, específicamente con la definición de los modos de fallos y los efectos. Se jerarquizan en función del riesgo los diferentes modos de fallos.
- Se revisan los modos de fallos encontrados y se procede a definir las estrategias de mantenimiento asociadas a los modos de fallos evaluados. Se define el tipo de actividad de mantenimiento, la frecuencia de aplicación y los recursos necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento. Adicionalmente se jerarquizan las actividades de mantenimiento considerando la criticidad de los modos de fallos. En esta fase, se toman las actividades de mantenimiento relacionadas con los modos de fallos críticos y se cuantifica por modo de fallo crítico: la frecuencia óptima de mantenimiento.

**Duración: 40 horas.**

#### **2.2. Adiestramiento y aplicación piloto de la técnica: Análisis Causa Raíz (RCA).**

Esta actividad consiste en desarrollar los análisis de RCA a los problemas de mayor impacto previamente seleccionados.

- Se inicia la implantación en el área piloto seleccionada, con un adiestramiento básico de la metodología RCA (12 horas) a los integrantes de los equipos naturales de trabajo (detalles del adiestramiento en el Anexo 2).
- El proceso de RCA comienza con la definición del alcance y la revisión de las mejoras esperadas. Adicionalmente se revisa el contexto operacional de los problemas seleccionados y se describen las diferentes evidencias físicas asociadas a estos problemas.
- Se continúa con la verificación de las evidencias físicas y posteriormente se proceder a identificar las hipótesis asociadas a las evidencias físicas validadas.
- Se verifican y validan cada una de las hipótesis planteadas. Para las hipótesis validadas se identifican los posibles niveles de causas raíces (físicas, humanas y latentes). En esta fase, se verifican las causas raíces encontradas y se proponen las posibles soluciones. Las soluciones propuestas se determinan en función de un análisis Coste Riesgo Beneficio.
- Se revisan los resultados obtenidos de la aplicación piloto de RCA y se definen las estrategias para implantar y hacerle seguimiento a las soluciones propuestas con el fin de verificar su efectividad. Se definen los roles y las responsabilidades de las diferentes personas dentro de la organización que se encargarán de implantar las soluciones propuestas. Se definen los índices de Riesgo que permitan controlar y cuantificar el impacto de la aplicación de la técnica de RCA llevada a cabo (situación actual vs. situación futura – después del cambio). Finalmente, se

definen las estrategias para difundir la metodología del RCA al resto de los eventos críticos de la organización.

**Duración: 40 horas.**

### **2.3. Revisión de las aplicaciones pilotos de RCM y RCA.**

Esta actividad consiste revisar y evaluar los resultados de las aplicaciones pilotos llevadas a cabo en los sistemas críticos seleccionados previamente.

**Duración: 40 horas.**

**Duración total fase 2: 120 horas**

### **Fase 3 (duración 5 días, 40 horas)**

**Desarrollo de un proceso de estimación de indicadores técnicos: Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad.**

#### **3.1. Adiestramiento y aplicaciones prácticas en técnicas de Ingeniería de Confiabilidad y Análisis Coste Riesgo Beneficio (Días 1, 2 y 3).**

Esta actividad consiste en adiestrar al personal de la organización en herramientas de Ingeniería de Confiabilidad. En esta parte se propone el siguiente adiestramiento:

- Evaluación de los factores: Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad
- Análisis coste riesgo beneficio del impacto de las fallos en los costes del ciclo de vida de un activo.
- Aplicación de técnicas estadísticas de Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo para definir frecuencias óptimas de Mantenimiento e Inspección.
- Aplicaciones prácticas sobre dos sistemas críticos identificados en la fase previa de jerarquización de activos. En esta fase, se toman los equipos críticos evaluados en las fases anteriores y se estiman los índices de Confiabilidad y Mantenibilidad; y se determinan las frecuencias óptimas de mantenimiento e inspección.

\*\* Este taller incluye el software de análisis de Confiabilidad RELEST (esta herramienta será entregada a cada participante del taller).

**Duración: 24 horas.**

#### **3.2. Discusión de resultados.**

Esta actividad consiste en una reunión de cierre del proyecto, en la cual se analizan los resultados más importantes de la auditoría inicial y de las aplicaciones pilotos; y adicionalmente, se desarrolla un programa de trabajo que permita darle continuidad a la aplicación de las técnicas de Ingeniería de Confiabilidad y Mantenimiento utilizadas durante la ejecución del proyecto.

**Duración: 16 horas.**

**Duración total fase 3: 40 horas**

#### **4. Asesores:**

##### **4.1. Carlos Alberto Parra**

PhD. En Ingeniería Industrial  
Especialista en Ingeniería de Confiabilidad (USA).  
Magíster en Ingeniería de Mantenimiento (Venezuela)  
Ingeniero Naval (Venezuela)

##### **Resumen curricular:**

Ingeniero Naval, Instituto Universitario Politécnico de las Fuerzas Armadas Nacionales, Venezuela, 1991.  
Magíster en Ingeniería de Mantenimiento, Universidad de los Andes, Escuela de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Mantenimiento, Venezuela. 1996.  
Especialista en Reliability Engineering, convenio: PDVSA y ASME Education Center (American Society of Mechanical Engineers), Estados Unidos, 2001.  
Especialista en Ingeniería de Producción y Mantenimiento, Escuela Superior de Ingenieros, Universidad de Sevilla, España, 2005.  
Doctor en Ingeniería Industrial, Universidad de Sevilla, Departamento de Ingeniería de Organización Industrial, Sevilla, España, 2009.  
Experiencia laboral en las áreas de Ingeniería de Confiabilidad y Mantenimiento:  
Coordinador del proyecto de desarrollo de la Metodología de Análisis de Ciclo de Vida para los activos de la industria petrolera Venezolana.  
Asesor del proceso de implantación de las técnicas modernas de mantenimiento: Reliability Centered Maintenance (RCM), Total Productive Maintenance, Risk Based Inspection (RBI), Root Cause Analysis (RCA) y Six Sigma, en las áreas de gas, petroquímica, refinación y producción de Petróleos de Venezuela.  
Coordinador del proyecto de implantación de técnicas de Ingeniería de Confiabilidad dentro del proceso de implantación software de gestión de mantenimiento SAP PM, en la industria petrolera.  
Evaluador y diseñador de herramientas de análisis Costo/Riesgo/Beneficio, que ayuden a optimar la Confiabilidad Operacional en los proyectos de ingeniería de Petróleos de Venezuela.

##### **PROYECTOS MÁS IMPORTANTES EN EL ÁREA DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD, LLEVADOS A CABO ENTRE LOS AÑOS 1994 Y 2009**

- 1990- 2004, PDVSA, coordinador general del proceso de implantación de metodologías de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad en Petróleos de Venezuela (PDVSA).  
Áreas de implantación más importantes:
  - Refinería Puerto La Cruz (desarrollo de modelos de programación y planificación del mantenimiento dentro del software SAP PM).
  - Flota de barcos de transporte de petróleo (aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en los sistemas principales de 2 super-tanqueros de petróleo).
  - Campo de Producción de petróleo: "Furrial I" (desarrollo de algoritmos de análisis probabilístico de fallos dentro del SAP PM, en los sistemas de compresión de gas, 25 unidades de compresión de 15 mil HP de potencia).
  - Petroquímica EL Tablazo (desarrollo del módulo de indicadores en las área de Ingeniería de Confiabilidad y Planificación del Mantenimiento dentro del SAP PM, en los 5 sistemas de bombeo principales de la Planta de PVC).
- 2005, Southern Perú, coordinador de implantación piloto de RCM en instalaciones mineras y en el proceso de revisión del módulo de planificación del mantenimiento del software Máximo, específicamente en los camiones de transporte del mineral de Cobre, Tacna, Perú.

- 2005, General Electric Plastics, coordinador de implantación piloto de la técnica de Análisis de Fallos, específicamente en la planta de plásticos especiales, Cartagena, España.
- 2005-2008, Minera Yanacocha, coordinador de implantación piloto del proceso de Análisis de Costes de Ciclo de Vida y revisión de los procesos de programación y planificación del mantenimiento, en instalaciones mineras de Oro, específicamente en los hornos de fundición del Oro, Cajamarca, Perú.
- 2005-2009 Enersur – Suez Energy, Perú (generación eléctrica), coordinador de implantación piloto de las técnicas de optimización del mantenimiento: RCM y análisis estadísticos de fallos, en instalaciones de generación eléctrica, específicamente en el sistema de Aeración de Vapor, Tacna, Perú.
- 2006-2008, Metro de Medellín, coordinador de implantación piloto del proceso de Análisis de Costes de Ciclo de Vida, en sistema de material rodante, Medellín, Colombia.
- 2009-2012, GM México, coordinador de aplicación piloto de RCM en fase de diseño, en planta de ensamblaje de autos, específicamente en el modelo “Chevy Corsa”, Toluca, México.
- 2010-2013, Planta de autopartes Bosch, coordinador de aplicación piloto de RCM, específicamente en la línea de ensamblaje de alternadores Toluca, México.
- 2006-2015, IBERDOLA Generación, desarrollo del Modelo de Gestión del Mantenimiento y revisión de todo el sistema informático de mantenimiento SAP PM, en el área de Generación Eléctrica, Madrid, España.
- 2007-2014, IBERDOLA Generación, desarrollo del Modelo de Adiestramiento del personal, en las áreas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad.
- 2008-2015, IBERDOLA Generación, implantación piloto del Modelo de Gestión de Activos y de las técnicas de RCM y RCA en dos plantas de generación.
- 2014, HOLCIM, coordinador de implantación piloto de RCM - FMECA en planta de Cemento, específicamente en el área del Horno de materia prima, Santiago de Chile, Chile.
- 2015, PETROBAS, Perú, coordinador general del proceso de implantación de metodologías de Ingeniería de Confiabilidad. Áreas de implantación más importantes:
  - Campo de Producción e petróleo: “TALARA” (aplicación de RCA (Root Cause Analysis) y análisis probabilístico de fallos, en los sistemas de bombeo mecánico de extracción de petróleo
- 2016, Southern, Perú, coordinador de implantación piloto de RCM en instalaciones mineras, específicamente en los camiones de transporte del mineral de Cobre, Perú.
- 2009-2016, ACP (Autoridad del Canal Panamá), facilitador del programa avanzado de adiestramiento en el área técnica de Ingeniería de Confiabilidad y Gestión del Mantenimiento.
- 2015, Planta de autopartes Gestamp-Volkswagen, coordinador de aplicación piloto de RCM -FMECA, específicamente en la línea de ensamblaje del modelo “BORA”, Puebla, México.

## PONENCIA EN CONGRESOS

- Congreso Europeo de Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo, ESREL 2008 (Safety and Reliability for Managing Risk Conference), Valencia, España, Septiembre 2006. Ponencia: “Non Homogeneous Poisson Process (NHPP), stochastic model to evaluate the economic impact of the reliability in the Life Cycle Cost Analysis. Autor: Parra Carlos (artículo formo parte de la investigación doctoral). Artículo publicado en revista científica editorial: Taylor & Francis.
- Congreso Europeo de Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo, ESREL 2006 (Safety and Reliability for Managing Risk Conference), Estoril, Portugal, Septiembre 2006. Ponencia: “On the Consideration of Reliability in the Life Cycle Cost

---

Analysis. Autor: Parra Carlos (artículo forma parte de la investigación doctoral). Artículo publicado en revista científica editorial: Taylor & Francis.

- Sexto Congreso Europeo de Ingeniería de Confiabilidad y Mantenimiento, EUROMANT, Barcelona, España, Mayo 2004. Ponencia: "Impacto del factor Confiabilidad en el Ciclo de Vida de los Activos Industriales".
- Segundo Congreso Mundial de Ingeniería de Mantenimiento, Curitiba, Brasil, Septiembre 2004. Ponencia/Publicación: "Modelo integral para optimizar la Confiabilidad en instalaciones petroleras".
- Primer Congreso Mundial de Ingeniería de Mantenimiento, Bahía/Brasil, Septiembre 2002. Ponencia/Publicación: "Optimización del proceso de Gestión del Mantenimiento en la Industria Petrolera Venezolana a partir del uso de Metodologías de Ingeniería de Confiabilidad".
- Congreso Panamericano de Ingeniería de Confiabilidad, México, Marzo 2001. Ponencia: "Modelos Probabilísticos de Análisis de Fallas utilizados en la industria Petrolera"

## PUBLICACIONES

- TÍTULO: AVAILABILITY AND RELIABILITY ASSESSMENT OF INDUSTRIAL COMPLEX SYSTEMS: A PRACTICAL VIEW APPLIED ON A BIOETHANOL PLANT SIMULATION  
REVISTA: SAFETY, RELIABILITY AND RISK ANALYSIS: THEORY, METHODS AND APPLICATIONS, 2008, ISBN: 978-0-415-48513, TAYLOR & FRANCIS, LONDRES REINO UNIDO, 687-695
- TÍTULO: NON-HOMOGENEOUS POISSON PROCESS (NHPP), STOCHASTIC MODEL APPLIED TO EVALUATE THE ECONOMIC IMPACT OF THE FAILURE IN THE LIFE CYCLE COST ANALYSIS (LCCA)  
REVISTA: SAFETY, RELIABILITY AND RISK ANALYSIS: THEORY, METHODS AND APPLICATIONS, 2008, ISBN: 978-0-415-48513, TAYLOR & FRANCIS, LONDRES REINO UNIDO, 929-939
- TÍTULO: OUTSOURCING MAINTENANCE IN SERVICES PROVIDERS  
REVISTA: SAFETY, RELIABILITY AND RISK ANALYSIS: THEORY, METHODS AND APPLICATIONS, 2008, ISBN: 978-0-415-48513, TAYLOR & FRANCIS, LONDRES REINO UNIDO, 829-837
- TÍTULO: THE MAINTENANCE MANAGEMENT FRAMEWORK: A PRACTICAL VIEW TO MAINTENANCE MANAGEMENT  
REVISTA: SAFETY, RELIABILITY AND RISK ANALYSIS: THEORY, METHODS AND APPLICATIONS, 2008, ISBN: 978-0-415-48513, TAYLOR & FRANCIS, LONDRES REINO UNIDO, 669-674
- TÍTULO: ON THE CONSIDERATION OF RELIABILITY IN THE LIFE CYCLE COST ANALYSIS (LCCA). A REVIEW OF BASIC MODELS  
REVISTA: SAFETY AND RELIABILITY FOR MANAGING RISK, 2006, ISBN: 0-415-41620-5, TAYLOR & FRANCIS, LONDRES REINO UNIDO, 2203-2214
- TÍTULO: ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN SISTEMAS DEL SECTOR DE REFINACIÓN, APLICANDO LA TÉCNICA DE PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO (AHP - ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS)  
REVISTA: INGENIERÍA Y GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, 2007, ISSN: 1695-3754, MADRID ESPAÑA
- TÍTULO: INGENIERÍA DE FIABILIDAD APLICADA AL PROCESO DE ANÁLISIS DE COSTE DE CICLO DE VIDA (ACCV): REVISIÓN DE MODELOS BÁSICOS  
REVISTA: INGENIERÍA Y GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, 2006, ISSN: 1695-3754, MADRID ESPAÑA
- TÍTULO: MODELO INTEGRAL PARA OPTIMIZAR LA FIABILIDAD EN INSTALACIONES PETROLERAS



REVISTA: INGENIERÍA Y GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, 2006, ISSN: 1695-3754, MADRID ESPAÑA

- TÍTULO: INDICADORES DE UTILIZACIÓN Y RENDIMIENTO DE LAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO.  
REVISTA: MANTENIMIENTO, 2005, ISSN: 0214-4344, MADRID ESPAÑA
- TÍTULO: THE MAINTENANCE MANAGEMENT FRAMEWORK. MODELS AND METHODS FOR COMPLEX SYSTEMS MAINTENANCE (COLABORADOR EN LA REDACCIÓN DEL CAPÍTULO 16: FAILURES IMPACT ON LIFE CYCLE COST ANALYSIS. ESTE CAPÍTULO FORMA PARTE DE LA TESIS DE DOCTORADO TITULADA: MÉTODOS PROBABILÍSTICOS DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD APLICADOS EN EL CICLO DE VIDA DE UN ACTIVO INDUSTRIAL, AUTOR: CARLOS PARRA, FECHA DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS: MAYO 2009). AUTOR DEL LIBRO: ADOLFO CRESPO. LIBRO EDITADO POR SPRINGER, SERIES IN RELIABILITY ENGINEERING, 2007, ISBN: 978-1-84628-820-3, LONDRES REINO UNIDO

### PATENTES COMERCIALES

- Software de Análisis Probabilístico de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad, Patente: REL-MANT 05 (Patente-AENOR-4532-2005), patente auspiciada por INGEMAN (Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Mantenimiento, Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla), España, [www.ingeman.net](http://www.ingeman.net)
- Herramienta de Análisis Económico de Confiabilidad, Patente: LCC-RELEST-08 (Patente-AENOR-7890-XXXX, bajo revisión), patente auspiciada por INGEMAN (Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Mantenimiento, Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla), España, [www.ingeman.net](http://www.ingeman.net)

### EXPERIENCIA DOCENTE

- Universidad de los Andes, Postgrado en Ingeniería de Mantenimiento, Mérida, Venezuela, área: Nuevas tendencias en Mantenimiento, Análisis Probabilístico de Fallos.
- Universidad Simón Bolívar, Postgrado en Ingeniería de Confiabilidad, Caracas, Venezuela, áreas: Introducción a la Ingeniería de Confiabilidad, Análisis estadístico de la Confiabilidad y la Mantenibilidad, Análisis Costo Riesgo Beneficio en Mantenimiento, Evaluación de Costo de Ciclo de Vida de Activos Industriales.
- Universidad Industrial de Santander, Postgrado en Gerencia de Mantenimiento, Bucaramanga, Colombia, área: Nuevas Tendencias del Mantenimiento.
- Universidad EAFIT, Postgrado en Gerencia de Mantenimiento, Medellín, Colombia, área: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- Universidad del Norte, Postgrado en Ingeniería Industrial, Barranquilla, Colombia, área: Ingeniería de Confiabilidad - Métodos Estocásticos de Simulación.
- Tecnológico de Costa Rica, Especialización en Ingeniería de Mantenimiento, San José de Costa Rica, área: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- Universidad Tecnológica Federico Santa María, Máster en Ingeniería de Mantenimiento y Gestión de Activos, Chile, área: Técnicas de Ingeniería de Confiabilidad aplicadas en la Gestión de Activos.
- Universidad de Sevilla, Postgrado en Ingeniería de Mantenimiento, Sevilla, España, área: Tendencias modernas de Gestión del Mantenimiento y Análisis Probabilístico da fallos.

#### 4.2. Roberto Villalón

MSc. Ingeniería de Mantenimiento y Gestión de Activos, Universidad Técnica Federico Santa María (Chile)

Ingeniero Industrial, Universidad Técnica Federico Santa María (Chile).