

---

Presentado en el II Taller Internacional "Universidad-sector productivo y de los servicios"

Artículo de revisión

## **Confiabilidad operacional para la industria, un seminario no escolarizado desde la vinculación académica y productiva**

### **Operational reliability for the industry, a non-school seminar from the academic and productive linkage**

Luis Antonio Roa Alonso<sup>1</sup>  0009-0003-8176-1046  lroa@ipn.mx

Galia Montoya Zepeda<sup>1</sup>  gmontoya@ipn.mx

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. México.

**Recibido:** 22/09/2024

**Aceptado:** 21/11/2024

---

#### **RESUMEN**

En la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Azcapotzalco del Instituto Politécnico Nacional de México, se oferta un seminario no escolarizado llamado "Confiabilidad Operacional para la Industria", que tiene como fin que los participantes se actualicen y obtengan su título profesional de nivel superior. Una de las funciones de este seminario es vincular el área académica con el sector productivo, a través de dos modos: la actualización que obtienen los participantes externos para integrar el conocimiento a su práctica laboral; y la titulación, con el desarrollo de un trabajo escrito terminal centrado en la industria, desde temáticas que tratan de solucionar problemas sobre confiabilidad en el sector productivo donde laboran. En ambos modos, se promovió la retroalimentación que permitió mantener actualizados los contenidos de los temas, ejemplos y casos de estudios, para establecer la vinculación con el sector productivo nacional público y privado. El seminario se llevó a cabo mediante una plataforma educativa virtual y videoconferencias, de manera que fue accesible a los participantes desde cualquier lugar de México o el extranjero, siempre que estuviesen conectados a una red de internet y se realizara la inscripción de modo físico en las instalaciones de la escuela.

**Palabras clave:** ambientes virtuales de aprendizaje; confiabilidad; sector productivo.

---

---

## ABSTRACT

At the Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Azcapotzalco of the Instituto Politécnico Nacional of Mexico, a non-school seminar called "Operational Reliability for the Industry" is offered, with the purpose of updating the participants and obtaining their professional degree at a higher level. One of the functions of this seminar is to link the academic area with the productive sector, through two modes: the update obtained by the external participants to integrate the knowledge to their work practice; and the degree, with the development of a terminal written work focused on the industry, from topics that try to solve problems on reliability in the productive sector where they work. In both modes, feedback was promoted to keep the contents of the topics, examples and case studies up to date, in order to establish the link with the national public and private productive sector. The seminar was carried out through a virtual educational platform and videoconferences, so that it was accessible to participants from anywhere in Mexico or abroad, as long as they were connected to an Internet network and the registration was done physically at the school's facilities.

**Keywords:** virtual learning environments; reliability; productive sector.

---

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo, se exponen los antecedentes y las experiencias al desarrollar un ambiente virtual de aprendizaje del seminario de actualización con opción a titulación "Confiabilidad Operacional para la Industria". Este seminario, se oferta en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Azcapotzalco (ESIME Azcapotzalco), al que se inscriben pasantes de las carreras de ingeniería del Instituto Politécnico Nacional (IPN); además de ofertarse al público interesado, se difunde principalmente, en la industria pública y privada.

Así mismo, se exponen algunos casos de los participantes que ya cursaron este seminario, y su experiencia de cómo han aplicado la confiabilidad operacional en su ámbito profesional y laboral en la industria como ejemplos del proceso de vinculación con los sectores productivos en que los participantes son los intermediarios.

## DESARROLLO

El seminario "Confiabilidad Operacional para la Industria" surge con la identificación de la necesidad de ofertarlo de manera virtual para que los egresados de la ESIME Azcapotzalco que tuvieran dificultades para asistir a un seminario presencial, ya sea por los horarios de su empleo o porque se encontraban laborando en otro estado de la República Mexicana o incluso, en otro país, pudieran titularse por medio de esta opción. Cabe destacar que los temas de este seminario permiten que egresados de otras carreras de ingeniería del IPN puedan cursarlo.

El tema de confiabilidad operacional surgió por la solicitud de un profesor que impartió clases en la ESIME Azcapotzalco y además, laboró en una empresa del estado del sector petrolero; quien reconoció la necesidad de impartir un seminario en este tema, por las pocas ofertas existentes para abordar la temática por parte de las instituciones de educación. De este modo, en el año 2014, se inició con la idea y el desarrollo del contenido del seminario en cuestión.

Una vez que comenzó el desarrollo de los contenidos de los temas del curso, se observó que también se podían aplicar al sector eléctrico y a gran parte del sector productivo con la atención de algunas técnicas; por esta razón, se tituló "Confiabilidad Operacional para la Industria" y actualmente está constituido por cinco módulos que a continuación se describen:

- Módulo I. Introducción a la confiabilidad y riesgo
- Módulo II. Ingeniería de confiabilidad
- Módulo III. Análisis de riesgo y gerencia de la incertidumbre
- Módulo IV. Confiabilidad de procesos
- Módulo V. Gestión del mantenimiento en la industria

De acuerdo con el estándar ISO 14224:2016 (Predictiva21), la definición de confiabilidad es la capacidad de un ítem (activo o componente) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo. Por esta razón, esta definición se puede aplicar a las personas, equipos, procesos y sistemas que se encuentran en el sector productivo.

Los sistemas de confiabilidad operacional, se implementan en áreas productivas donde la confiabilidad y seguridad representan un aspecto relevante para su operación. La confiabilidad humana de diseño, de equipos, de procesos y mantenimiento están relacionados de tal manera que contribuyen a que las diferentes funciones que se realizan en las organizaciones, se desarrollen como se espera, en el tiempo establecido.

Los sistemas de confiabilidad operacional se deben relacionar con las áreas mencionadas y establecer el monitoreo y control para lograr el funcionamiento coordinado y controlado. Sin embargo, las técnicas para el análisis de confiabilidad pueden ser utilizadas de manera aislada en algunos casos como en el diseño, en equipos, procesos y sistemas del sector productivo en general.

Por otro lado, es preciso decir que el seminario se registró en la modalidad no escolarizado<sup>1</sup> y se impartió a través de la plataforma de aprendizaje llamada Moodle que es una plataforma de aprendizaje robusta, segura, de acceso libre, código abierto y con recursos flexibles (Moodle, 2023) para crear cursos en ambientes virtuales de aprendizaje.

Esta plataforma, tiene la ventaja de que el espacio de un curso y sus contenidos pueden ser utilizados por varios grupos y generaciones de participantes, de este modo el seminario de "Confiabilidad Operacional para la Industria", ha tenido hasta la fecha ocho generaciones, con tres vigencias de actualización por parte de la Dirección de Educación Superior del IPN. Además, los contenidos están en continua revisión.

En lo que se refiere al montaje de los contenidos, inicialmente se realizaron dentro de una página HTML que se vinculó al espacio dedicado a este curso dentro de la plataforma Moodle, además se diseñó el banner principal y los banners distintivos de cada módulo, acción que llevó a cabo la DFIE, IPN (antes CGFIE)<sup>2</sup>. Esta forma de impartir el seminario fue en el lapso de dos generaciones.

Posteriormente, en una tercera versión, se trasladaron los contenidos a un procesador de textos, sobre que se hizo corrección de estilo y diseño de instrucción y se montaron directamente en el espacio de Moodle, organizados por libros, que son recursos multipágina con un formato parecido a un libro y una tabla de contenidos en los que se pueden incrustar multimedios e imprimir (Moodle, 2022).

Con relación a las actividades que desarrollaron los participantes durante el curso, se conservaron como inicialmente fueron planeadas, pero se les enriqueció con la secuencia didáctica, y se detalló la evidencia que los participantes deben entregar. Adicionalmente, se llevó a cabo la curaduría de fotografías sobre la industria y diseño gráfico de recursos didácticos, como videos, mapas mentales, mapas conceptuales, diagramas, entre otros.

---

<sup>1</sup> Artículo 21 del Reglamento General de Estudios del IPN. La Modalidad No Escolarizada es la que se desarrolla fuera de las aulas, talleres, laboratorios y no necesariamente comprende horarios determinados.

<sup>2</sup> Dirección de Formación e Innovación Educativa del IPN.

Para la conducción del seminario, además de los contenidos y actividades montados en la plataforma Moodle Polivirtual con lo cual se tuvo una comunicación asincrónica, también se implementaron las videoconferencias sabatinas, con las que se interactuó en tiempo real, se revisaron los temas y se aclararon las dudas de modo sincrónico.

Todos estos elementos tuvieron la intención de que el participante obtuviera aprendizajes significativos principalmente de modo autónomo, a través de la incorporación de las tecnologías de la información, comunicación conocimiento y aprendizaje digitales (TICCAD), con un proceso de enseñanza y aprendizaje con recursos más prácticos y lúdicos. Esto sin duda, marcó la pauta para sustentar el seminario en la metodología de enseñanza inductiva centrada en el estudiante.

Mientras que las estrategias de aprendizaje que se emplearon en el seminario son el aprendizaje basado en problemas y el estudio de casos que situaron al participante en el contexto del mundo real en la industria referente a la confiabilidad operacional. En la siguiente figura se muestra copia de pantalla del seminario.

Módulo I.



El módulo I del Seminario de Confiabilidad Operacional para la Industria, tienen la siguiente competencia:

El participante comprende los conceptos más utilizados en la confiabilidad operacional, los principales riesgos que se presentan en los sistemas industriales y las metodologías para el análisis de confiabilidad y riesgo, con la aplicación de la probabilidad y estadística.

Los temas que se abordarán durante el módulo I representan las bases necesarias para cursar con éxito los módulos restantes, por tal razón, es importante que comprendas los temas y subtemas, y resuelvas tus dudas oportunamente con los docentes que imparten el seminario.

Dado la extensión de los contenidos, estos se presentan en libros independientes de Moodle para facilitar la interacción y su estudio.

Áreas de Texto y medio: 9 Libros: 5 Foros: 7 Tareas: 3 Examen: 1

Módulo II.



El módulo II del Seminario de Confiabilidad Operacional para la Industria, tiene la siguiente competencia:

**Figura 1.** Pantalla del seminario

---

## Ejemplos de la experiencia de los participantes al cursar el seminario y el modo en que lo han aplicado en la industria

Los participantes del seminario desarrollaron un trabajo escrito terminal que avaló los nuevos conocimientos aprendidos en conjunto de la aplicación de los conocimientos adquiridos en la educación superior. Los temas de los trabajos escritos se relacionaron principalmente, con la industria (sector productivo), donde la gran mayoría labora.

De todos los trabajos desarrollados a lo largo de ocho generaciones, se eligieron algunos para ejemplificar la vinculación con el sector productivo:

**Experiencia 1.** Ing. Hernán Darío Lugo Ruiz. Título del trabajo escrito terminal: Análisis de confiabilidad del proceso de cambio de color en una máquina extrusora de tubo colapsible. En este documento se muestra un análisis de confiabilidad para generar una mejora en el proceso de cambio de color en una máquina extrusora de polietileno. Video entrevista: <https://www.youtube.com/watch?v=Thj9oUdhQJE>

**Experiencia 2.** Ing. Margarita Salinas Suarez. Título del trabajo escrito terminal: Confiabilidad del proceso de ensamble de terminales. El objetivo general fue evaluar y determinar la confiabilidad del proceso de ensamble de terminales, para producir PCB automotrices dentro de especificación, así como la determinación de los riesgos existentes en el proceso que pueden derivar en el incumplimiento de los requerimientos de cliente, entre los cuales destaca un requisito mínimo de CPK 1.33. Video entrevista: <https://www.youtube.com/watch?v=BYGFuf8NR1c>

**Experiencia 3.** Ing. Santiago Burelo Calderón. Título del trabajo escrito terminal: Plan de mantenimiento predictivo para componentes en autobuses de pasajeros de la empresa SCANIA. En este documento se abordó el mantenimiento centrado en confiabilidad aplicado a los autobuses de pasajeros, en específico a los componentes que conforman el chasis Scania de los autobuses, con el objetivo de hacer eficiente el mantenimiento y por consiguiente, asegurar la disponibilidad de los vehículos optimizando gastos para la empresa y el cliente. Video entrevista: <https://www.youtube.com/watch?v=0M5oN1IQSBQ>

**Experiencia 4.** Ing. Anthar Alexis Mancilla Ángeles. Título del trabajo escrito terminal: Análisis de confiabilidad en la optimización del plan de trabajo visual en el cambio de herramientas para robots de soldadura en área de body para proyecto Mustang Mach-E. En donde se trata el problema del tiempo de inactividad en el área de carrocerías de la empresa Ford CSAP, mediante la aplicación de

análisis de confiabilidad al plan de trabajo visual para el cambio de herramientas a robots de soldadura para las celdas de Framing, empleando la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad al VJP activo, con el fin de reducir el MTTR actual, e incrementar la velocidad de la línea de producción para aumentar la manufactura de la empresa. Video entrevista: <https://www.youtube.com/watch?v=HGx39tPlof8>

**Experiencia 5.** Ing. Jorge Álvarez Rangel. Título del trabajo escrito terminal: Plan de mantenimiento de planta embotelladora ubicada en San Luis Potosí, a través de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad. El objetivo general fue proponer un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad con el objetivo de incrementar la disponibilidad operativa promedio de un 66 % a un 90 % en la línea 1 de una planta embotelladora. Video entrevista: <https://www.youtube.com/watch?v=isWerVIWIws>

**Experiencia 6.** Ing. Israel Gálvez Huante. Título del trabajo escrito terminal: Implementación de un sistema cuenta litros ultrasónicos para la mejora de confiabilidad de los procesos de fabricación de graneles en la industria. Este documento trata sobre cómo mejorar la confiabilidad en el proceso de fabricación de graneles, para solucionar los problemas de la variación de los litros suministrados en los procesos de fabricación de una industria que fabrica productos para el cabello y tratamientos capilares. Video entrevista: [https://www.youtube.com/watch?v=6-mGfWs\\_hhE](https://www.youtube.com/watch?v=6-mGfWs_hhE)

## CONCLUSIONES

El Seminario de Confiabilidad Operacional para la Industria de ESIME Azcapotzalco IPN, de acuerdo con la Agenda Digital Educativa (Secretaría de Educación Pública), se consideró un curso de excelencia e inclusivo porque al impartirse en modalidad no escolarizada, los participantes lo pudieron cursar en cualquier parte del país y del mundo.

Para su planeación se utilizaron las TICCAD, en este sentido fue necesario que los participantes contaran con red de internet para tener acceso a los contenidos montados en la Plataforma Moodle Polivirtual y, por consiguiente, experimentar una interacción didáctica tanto asincrónica como sincrónica, a través de videoconferencias.

Los interesados pudieron optar por actualizarse y/o titularse que, de acuerdo con las experiencias socializadas en el presente documento, tuvo una apropiación significativa de los aprendizajes sobre la confiabilidad operacional y se aplicaron estos conocimientos al entorno laboral, no solo a través

del trabajo escrito terminal, sino también mediante la propuesta de confiabilidad en otras áreas de su entorno laboral, lo que se convirtió en el enlace de vinculación con el sector productivo.

Sin duda, el Seminario de Confiabilidad Operacional para la Industria necesita actualización constante tanto en los contenidos, las actividades, los materiales didácticos digitales, así como en su interfaz por medio de las TICCAD, se destaca que es el único seminario no escolarizado que se imparte en ESIME Azcapotzalco, IPN.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, L., y Blázquez, F. (2016). *El docente de educación virtual. Guía básica*. Alfaomega.

Aven, T. (1992). *Reliability and Risk Analysis*. London: Elsevier.

Instituto Politécnico Nacional. (s.f.). *Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Azcapotzalco*. <https://www.esimeazc.ipn.mx/>

Moodle. (3 de abril de 2022). *Recurso de libro*. [https://docs.moodle.org/all/es/Recurso\\_libro](https://docs.moodle.org/all/es/Recurso_libro)

Moodle. (21 de abril de 2023). *Acerca de Moodle*. [https://docs.moodle.org/402/en/About\\_Moodle](https://docs.moodle.org/402/en/About_Moodle)

Predictiva21. (s.f.). Cambios en la norma ISO 14224:2016 - Recolección e intercambio de data de confiabilidad y mantenimiento para equipos - Categorías de mantenimiento. *Predictiva 21*. <https://predictiva21.com/cambios-en-la-norma-iso142242016/>

Secretaría de Educación Pública. (s.f.). *Agenda Digital Educativa*. Senado de la República: [https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/2/2020-02-051/assets/documentos/Agenda\\_Digital\\_Educacion.pdf](https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/2/2020-02-051/assets/documentos/Agenda_Digital_Educacion.pdf)

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

### **Contribución de los autores**

Todos los autores revisaron la redacción del manuscrito y aprueban la versión finalmente remitida.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional