

# MAN TENI MIEN TO

BOLETÍN N° 45 - Octubre 2022

# CALENDARIO

## MANTENIMIENTO

### WEBINAR GRATUITO PELIGROS CIBERNÉTICOS A LOS QUE NOS ENFRENTAMOS A DIARIO

**Instructor:** Ing. Ronald Brenes Arce 

**Modalidad:** Virtual

**Fechas del evento:** jueves 20 de octubre

**Hora:** 6:00 p. m.  
Costa Rica GMT-6

[INSCRÍBASE AQUÍ](#)

### CURSO CAPDEE M-1 NORMATIVA VIGENTE Y CÓDIGO ELÉCTRICO (NEC)

**Instructor:** Ing. José Guillermo Marín Rosales  **Modalidad:** Virtual

**Fechas del evento:** 21 octubre 25 octubre  
22 octubre 26 octubre

**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



**WEBINAR GRATUITO**  
**RIESGO, UN FACTOR PARA TOMAR DECISIONES EN EL**  
**MANTENIMIENTO DE ACTIVOS FIJOS**

**Instructor:** Ing. Robinson Medina Núñez



**Modalidad:** Virtual

**Fechas del evento:** jueves 27  
octubre

**Hora:** 6:00 p. m.  
Costa Rica GMT-6

[INSCRÍBASE AQUÍ](#)

**CURSO TALLER**  
**MANTENIMIENTO A LAS BRASAS**  
 Aprenda a preparar sus asados desde lo más básico

**Instructor:** Experto parrillero Sr. Pedro Mora Fallas



**Modalidad:** Presencial

**Fechas del evento:** sábado 29  
octubre

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

[MÁS INFORMACIÓN](#)



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



# CALENDARIO

## MANTENIMIENTO

### CURSO CAP GLP M-3 PROPIEDADES DEL GAS LP Y NORMATIVA ASOCIADA A LAS INSTALACIONES DE GLP

**Instructor:** Ing. José Fernando Gómez Ruiz  **Modalidad:** Virtual

**Fechas del evento:** 24 octubre 31 octubre  
25 octubre 1 noviembre

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

MÁS INFORMACIÓN

### CURSO SEGURIDAD HUMANA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**Instructor:** CFPS. Efraín Villalobos Arias  **Modalidad:** Virtual

**Fechas del evento:** 1 noviembre 8 noviembre  
2 noviembre 9 noviembre

**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](mailto:cursosyeventos@acimacr.com)





# CALENDARIO

## MANTENIMIENTO

### WEBINAR GRATUITO ABORDAJE DE LA NORMA NFPA 55 PARA GASES COMPRESOS Y FLUIDOS CRIOGÉNITOS



**Instructor:** Ing. Juan Pablo Arias Cartín 

**Modalidad:** Virtual

**Fechas del evento:** miércoles 9  
noviembre

**Hora:** 6:00 p. m.  
Costa Rica GMT-6

[INSCRÍBASE AQUÍ](#)

### CURSO REQUERIMIENTOS NORMATIVOS PARA LÍQUIDOS INCENDIABLES

**Instructor:** CFPS. Efraín Villalobos Arias  **Modalidad:** Virtual

**Fechas del evento:** 11 noviembre 18 noviembre  
12 noviembre 19 noviembre

**Hora:** viernes de 5:00 p. m. a 9:00 p. m.  
sábados de 8:00 a. m. a 12:00 p. m.  
Costa Rica GMT-6

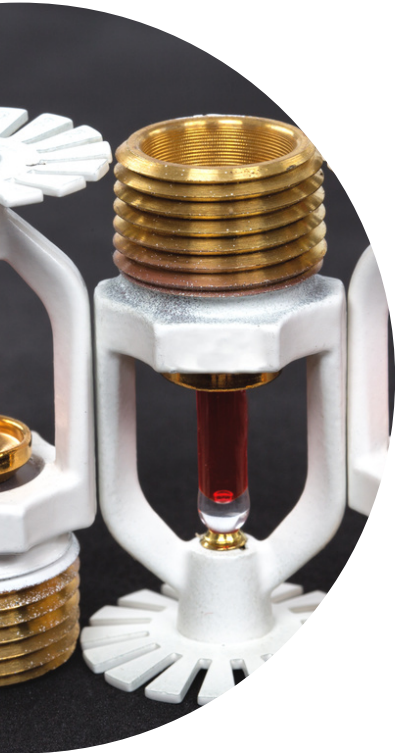
[MÁS INFORMACIÓN](#)

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



# CALENDARIO

## MANTENIMIENTO



### CURSO CAPDEE M-6 DISEÑO E INSPECCIÓN DE SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ACTIVACIÓN DE INCENDIOS Y SEGURIDAD ELECTRÓNICA

**Instructor:** CFPS. Efraín Villalobos Arias 

**Modalidad:** Virtual

**Fechas del evento:** 14 noviembre 21 noviembre 28 noviembre  
15 noviembre 22 noviembre

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

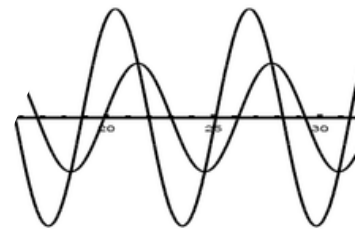
MÁS INFORMACIÓN

### CURSO INTERNACIONAL PROPAGACIÓN DE ARMÓNICAS EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

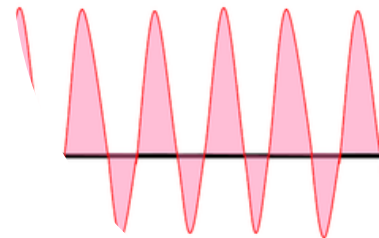
**Instructor:** Dr. Manuel Madrigal Martínez  **Modalidad:** Virtual

**Fechas del evento:** 15 noviembre 17 noviembre 23 noviembre  
16 noviembre 22 noviembre 24 noviembre

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



$$S = U \times I$$



MÁS INFORMACIÓN

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



# CALENDARIO

## MANTENIMIENTO



### CURSO

### TALLER PARA LA SALUD Y LA ARMONÍA

(APLICACIÓN PRÁCTICA DE ELEMENTOS DEL TAI CHI / CHI KUNG)

**Instructor:** Ing. Julio Carvajal Brenes 

**Modalidad:** Presencial

**Fechas del evento:** 15 noviembre 22 noviembre  
17 noviembre 29 noviembre

**Hora:** 8:30 a. m. a 9:45 a. m.  
Costa Rica GMT-6

MÁS INFORMACIÓN

## JORNADAS DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO Y GESTIÓN – IMI'S EMPRENDEDORES

**Instructor:** Ing. César Bonilla Mora  
Ing. Pablo Salas Cerdas  
Ing. Rafael Alpízar Salas



**Modalidad:** Presencial

**Fechas del evento:** viernes 25  
noviembre

**Hora:** 4:00 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-2 DISEÑO ELÉCTRICO RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL

**Instructor:** Ing. José Eduardo Arce Ureña  **Modalidad:** Virtual

**Fechas del evento:** 23 noviembre 30 noviembre 7 diciembre  
24 noviembre 1 diciembre 8 diciembre

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

MÁS INFORMACIÓN

### WEBINAR GRATUITO INTRODUCCIÓN A LAS VALIDACIONES EN LA INDUSTRIA MÉDICA

**Instructora:** Ing. Carmen Sánchez Rivera  **Modalidad:** Virtual

**Fechas del evento:** jueves 24  
noviembre

**Hora:** 6:00 p. m.  
Costa Rica GMT-6

INSCRÍBASE AQUÍ

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



**AL DÍA CON ACIMA**

**ING. PABLO SALAS CERDAS**  
PRESIDENTE ACIMA

Un saludo colegas!

### El Plan Estratégico (PESO)

Para este mes les quiero informar que el pasado sábado 17 setiembre en una sesión extraordinaria la Junta Directiva de la Asociación Costarricense de Ingeniería en Mantenimiento y Gestión de Activos ACIMA, dio por concluida la documentación de cierre para su plan estratégico operativo (PESO) 2023-2026, en esta última sesión de trabajo se definieron los indicadores, los equipos y los líderes que llevarán el seguimiento a los objetivos estratégicos para este periodo de tres años. El facilitador que nos colaboró fue el Ing. Romano Espinoza, quien nos acompañó en cinco talleres con duración de dos horas cada uno.

El proceso se inició en junio realizándose dos talleres en forma presencial y tres en forma virtual. Además, se contó con insumos de varios colegas, enviados previo al primer taller con un análisis FODA. Varias estrategias se implementarán en el corto plazo y otras deberán de posponerse para más adelante ya que dependen de limitaciones de tiempo y presupuesto económico.

El agradecimiento a todos los colaboradores y asociados por su participación en más de quince horas de trabajo, esfuerzo y dedicación lo que significará una mejora en nuestros servicios.





**PLAN ESTRATÉGICO**

**CIERRE PLAN ESTRATÉGICO 2023-2026**

Miembros de Junta Directiva de ACIMA presentes en la fotografía, de izquierda a derecha:

- Ing. Oscar Meza Guzmán, Vocal II
- Ing. Julio Carvajal Brenes, Secretario
- Ing. Melany Carvajal Galeano, Tesorera
- Ing. Joshua Guzmán Conejo, Vicepresidente
- Ing. Juan Carlos Coto Castillo, Vocal I
- Ing. Pablo Salas Cerdas, Presidente

Ausente en la fotografía:

- Ing. Héctor Solano Madrigal, Fiscal

El Ing. Romano Espinoza nos menciona sobre las contribuciones que tienen los planes estratégicos para la mejora continua de las organizaciones: “Detenerse a identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, para luego plantearse objetivos y desarrollar estrategias. Alcanzar estos objetivos contribuye a proteger a las organizaciones, mantenerse vivas y continuar haciendo aportes a su razón de existir”.

También nos comenta sobre el papel que viene jugando la asociación en temas de capacitación continua, actividades de integración, congresos, foros y el retomar las giras técnicas: “El profesional que no se mantiene actualizado está destinado a terminar en el rincón de las empresas y en este particular ACIMA continúa luchando por ofrecer a sus agremiados capacitaciones en temas de actualidad, incorporando lo último en tecnologías para el aprendizaje y a precios competitivos. Cada vez que un “alto precio” de un buen curso lo quiera detener recuerden que el precio que se paga por la ignorancia es aún más alto... usted decide cuál precio pagar”.



## Gira técnica al P.H. Reventazón

El día 30 de setiembre se realizó la gira técnica al Proyecto Hidroeléctrico Reventazón, en Siquirres, Limón. Se salió a las 6 a.m. de las instalaciones del CFIA, pasando a desayunar e ingresando a las 9:30 a.m. al proyecto.

El P.H. Reventazón es la segunda mayor obra de infraestructura después del canal de Panamá y la primera más grande en su tipo en la región. Dicho proyecto inicio en 2010 y finalizo en setiembre de 2016. Su inversión está valorada en \$1,400 millones y como punto alto a destacar es que la obra fue diseñada y construida por el ICE al 100% y financiada por bancos locales e internacionales.

En su momento trabajaron 4 500 personas durante las 24 horas del día y capaz de abastecer a 525 000 viviendas. La represa tiene una altura de 130 metros, un embalse de 6,9 km<sup>2</sup>, con capacidad de almacenaje para 3 meses, la tubería forzada es de 8,6 metros de diámetro y 905 metros de longitud.

En la visita se realizaron charlas técnicas por el personal de ingeniería del ICE y un recorrido por las instalaciones en casa de máquinas observando las 4 unidades turbogeneradoras tipo Francis de eje vertical, donde cada una genera 73 MW, para una capacidad total de 292 mega voltios. La sala de control, donde el operador explicó los principales indicadores y las maniobras de operación y mantenimiento, además de índices de confiabilidad, duración media de salidas forzadas, duración media de salidas planeadas, disponibilidad y satisfacción del cliente. Se visitaron los 4 pisos y se observó el funcionamiento de los componentes electromecánicos del megaproyecto.

También se observó la tubería forzada, el tanque de oscilación, la presa, el vertedero de excedencias, la toma de agua, descarga de fondo, la casa de máquinas en la central de compensación ambiental que tiene una turbina francis horizontal de 15 mega watts, así como la subestación eléctrica.

La cantidad de información de este proyecto es basta, así como todo lo relacionado al diseño, la construcción, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento. Toda esta planificación se llevó a cabo con la participación de profesionales en forma interdisciplinaria y logística de manejo de proveedores nacionales e internacionales.

En esta gira técnica participaron 17 profesionales del CITEC (15 IMIs y 2 ICOs) y 5 estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electromecánica del TEC. Darle las gracias a la Comisión de Ingeniería Eléctrica por la propuesta y su coordinación, así como al CITEC y a ACIMA por su apoyo. Esperamos retomar en forma periódica estas actividades técnicas que suman valor a nuestro quehacer profesional.



*Fotografía aérea de la presa, del vertedero de excedencias, la toma de agua, descarga de fondo, tubería forzada, la casa de máquinas en la central de compensación ambiental.*



*Grupo que participó en esta gira técnica. Al fondo la presa del proyecto. La participación fue de 17 profesionales de CITEC (15 IMIs y 2 ICOs) y 5 estudiantes de nuestra escuela.*

## Edición XXVI del Premio ACIMA

El día 05 de octubre se dio por finalizada la edición XXVI del Premio ACIMA Ing. Dennis Mora Mora, con la premiación de entrega de medallas, premios económicos y cena a los tres estudiantes que en esta ocasión realizaron las presentaciones de las mejores prácticas profesionales del primer semestre del presente año de nuestra escuela, fueron ellos: Carlos Andrei Calvo Cordero, José Ignacio Torres Araya y Ana Catalina Coghi Mena.

La cena se llevó a cabo en el restaurante Pomodoro en San Pedro. Felicidades a los colegas que pronto se unirán a nuestro colegio.



*Edición XXVI del Premio ACIMA. De izquierda a derecha. Ing. Oscar Meza Guzmán (Vocal II de ACIMA), Ing. Carlos Andrei Calvo Cordero, Ing. Raquel Delgadillo Orozco (Jurado del Premio ACIMA), Ing. José Ignacio Torres Araya (Ganador), Ing. Ana Catalina Coghi Mena y el Ing. Pablo Salas Cerdas (Presidente de ACIMA).*

## Asamblea CITEC

Por último, una cordial invitación para que participen en la asamblea del CITEC a realizarse el próximo sábado 22 de octubre a partir de las 9:30 am en el auditorio Jorge Manuel Dengo Obregón del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA), los puestos que se elegirán son: presidencia, secretaría, fiscalía y la vocalía. Les agradecemos su asistencia y apoyo a los candidatos de la asociación que se estará postulando. Al finalizar la asamblea habrá una parrillada.

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.



**ARTÍCULO**

# Impacto de las partículas y la calidad del combustible en la vida de los motores a diésel y en el medio ambiente - Parte I

Ing. Gerardo Trujillo Corona  
Presidente del COPIMAN  
Noria Latin América  
GTrujillo@noria.mx



Durante los últimos años se ha venido trabajando desde varios ángulos para controlar el impacto que la calidad del combustible tiene en la vida de los motores de combustión interna a diésel y su efecto al medio ambiente. Aunque es un problema que afecta a nivel global, el contexto de cada región puede complicar las soluciones que plantean los países más avanzados y no podemos pensar que haya una que pueda resolver de manera absoluta esta situación. Al ser un problema que tiene múltiples causas y efectos, debe ser analizado por partes para identificar aquellas que son más viables de acuerdo con las condiciones de cada país o región.

Por la simplicidad, costo, y esfuerzo de implementación, abordaremos el problema desde estos cuatro ángulos:



Mejora en la gestión del combustible



Mejora en las prácticas de mantenimiento



Ingeniería para el diseño de un motor menos contaminante y sistemas de inyección de combustible más eficientes



Mejora en las propiedades químicas y de desempeño del sistemas de inyección de combustible

Este artículo se concentrará en describir el primero de estos factores: Mejora en la gestión de combustible. En publicaciones posteriores iremos abordando los restantes.

## Mejora en la gestión del combustible

La primera solución es la más práctica, de menor costo de inversión y de efectos inmediatos en cuanto a la eficiencia de combustión y vida del motor. Todas las inversiones en este renglón dan resultados inmediatos, cuyos beneficios pueden ser cuantificados y verificados en desempeño del motor, en consumo de combustible y en reducción significativa de los gases contaminantes y de las partículas sólidas que son emitidas por el tubo de escape.

La gestión óptima de la cadena de suministro del combustible deberá estar enfocada en conseguir el cumplimiento de los parámetros de aceptación de los dos principales contaminantes que destruyen al motor. Nos referimos a las partículas sólidas y al agua en el combustible.

Estos dos contaminantes deben ser controlados en toda la cadena de suministro hasta que el combustible llega a los inyectores del motor. La oportunidad radica en que, a pesar de que ésta es una de las estrategias más simples de implementar y de menor costo, muchas veces es ignorada por desconocimiento o negligencia. Todos los fabricantes de motores en el mundo especifican los valores óptimos y los valores máximos de contaminación sólida de partículas en el combustible y los valores máximos de contenido de agua que son requeridos para la operación confiable y dentro de parámetros de los motores. Este requerimiento no es privativo de los motores de últimas generaciones, aunque son los que más efectos negativos tienen en caso de no cumplirse los requerimientos de limpieza de combustible como lo determina el estándar internacional ISO 4406:21.





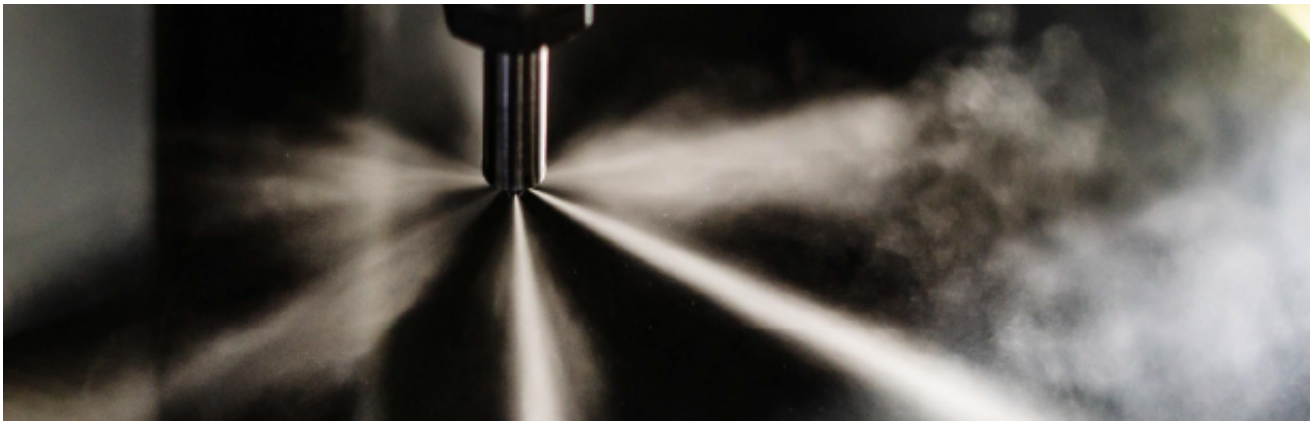


### ¿Por qué se requiere de un combustible MUY limpio?

Sin meternos demasiado en aspectos técnicos, los motores de combustión interna a diésel funcionan con una mezcla extremadamente precisa de aire y combustible. En el ciclo de admisión del motor, se introduce una cantidad precisa de aire y durante el ciclo de compresión, el sistema de inyección aplica dosis exactas de combustible. En los sistemas de riel común (Common Rail) el sistema de inyección puede dosificar cantidades precisas de combustible hasta 5 veces en un ciclo para conseguir que se aproveche por completo. Las tolerancias internas del inyector (boquillas por donde el combustible es pulverizado) tienen un espacio dinámico menor a  $4\mu\text{m}$  (cuatro micrones) y si el combustible está contaminado, estas partículas impiden que el inyector pulverice correctamente y aplique la cantidad exacta de combustible en el ciclo. Algunas veces, el efecto de la partícula impide el accionamiento completo del inyector y en vez de salir el combustible pulverizado éste se aplica en forma de pequeñas gotas que no pueden ser quemadas por completo.

### Cualquiera de los dos efectos anteriores de las partículas es indeseable.

No aplicar el combustible en la cantidad exacta en la cámara de combustión, hará que la mezcla de aire y combustible sea inexacta, provocando que el combustible no se queme de manera completa. Esto ocasiona un incremento del CO (monóxido de carbono) y de hollín (partículas de carbón), además de una pérdida de la potencia (torque). El motor no tiene la fuerza suficiente y el operador debe acelerar más para conseguir la operación dentro de lo requerido. ¡El consumo de combustible aumenta!



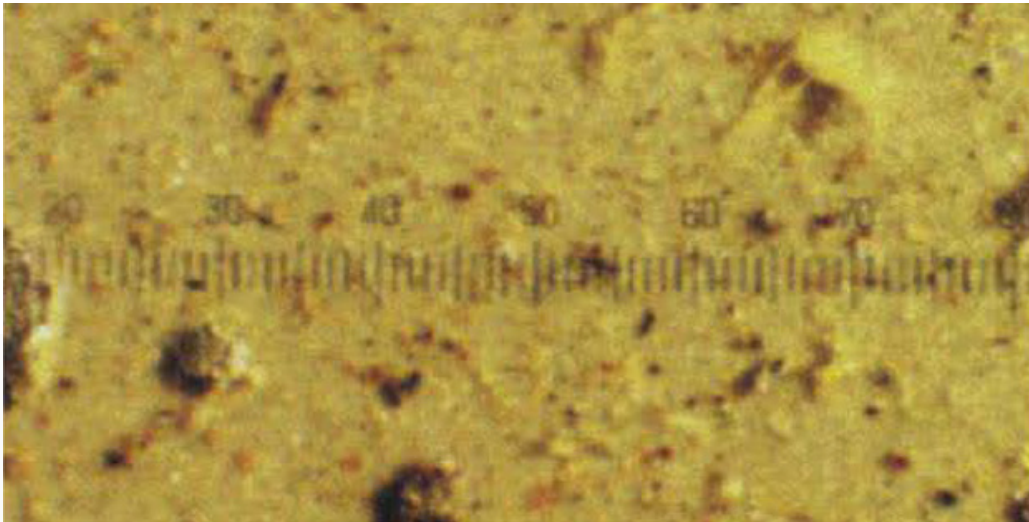
Cuando hay partículas en diésel, éste no será pulverizado correctamente. Se aplica una cantidad mayor de la requerida en la cámara de combustión y en gotas mayores en tamaño, que no se quemarán completamente. Como consecuencia tendremos:



Esto lleva a la disminución de la vida del motor. Lo podemos apreciar en esos motores que emiten humo negro y azul como evidencia de una combustión inadecuada y el paso del lubricante a la zona de combustión donde el aceite se quema. Tenemos ahora un ciclo destructivo que se caracteriza por mayor consumo de combustible, menor potencia, mayor contaminación y disminución de la vida del motor.

Los motores vienen equipados con sistemas de filtración de protección a la bomba y los inyectores, pero éstos no tienen la eficiencia para retener las partículas menores a 4 micrones. De acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes de motores de alto desempeño (inyectores hidráulicos HEUI o riel común), el nivel de limpieza del combustible diésel reportado bajo el estándar internacional ISO 4406 debe ser ISO 11/8/7. Algunos motores con sistemas de inyección mecánicos pueden trabajar con un nivel máximo de contaminación ISO 18/16/13.

La norma ISO 4406 es un sistema que estandariza la manera en que se reporta el nivel de contaminación de un fluido, contando las partículas que hay en tres rangos de tamaños de partículas. El primer número corresponde a las partículas mayores a 4 micrones, el segundo a las partículas mayores a 6 y el tercero a las partículas mayores a 14 micrones en un mililitro de muestra. Para entender mejor lo que significa el nivel mínimo requerido de 11/8/7 diremos que este combustible tiene entre 10 y 20 partículas mayores a 4 micrones por mililitro, entre 1.3 y 2.5 partículas mayores a 6 micrones por mililitro y entre 0.64 y 1.3 partículas mayores a 14 micrones por mililitro. Las que nos interesan en el caso de los sistemas de inyección son las mayores a 4micrones. Por lo tanto; mientras más bajo sea al primer número del código ISO 4406, más limpio el combustible.

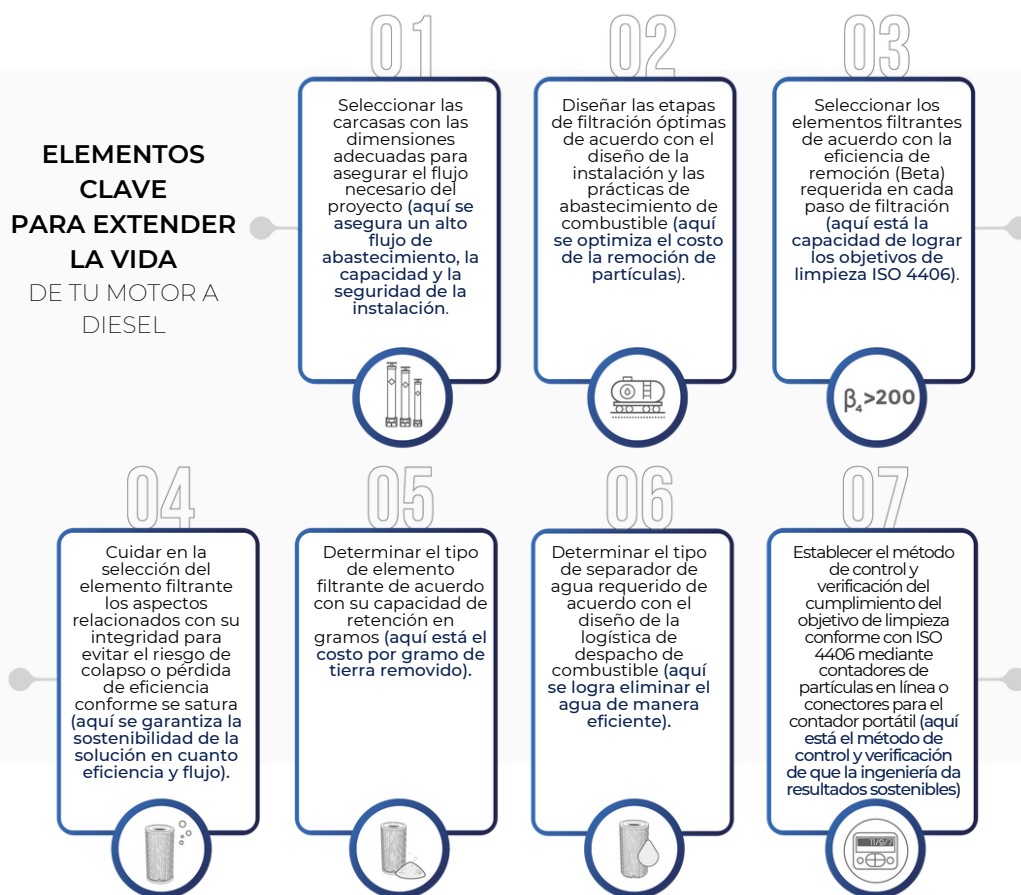


El promedio de contaminación del combustible que se consume en América Latina es de 22/21/18 que tiene entre 20,000 y 40,000 partículas mayores a 4 micrones por mililitro. Esto es ¡dos mil veces más partículas que las requeridas por el fabricante de motor menos exigente! Tal vez el siguiente ejemplo nos ayude a entender mejor la seriedad de este problema: Un motor que consume durante su operación 10,000 galones de diésel con un nivel de contaminación ISO 22/21/18, estará haciendo pasar 453 gramos de polvo contaminante abrasivo a través de sus inyectores, mientras que si el combustible estuviera en el valor recomendado ISO 11/8/7, estaría pasando únicamente menos de 1 gramo de polvo abrasivo por los inyectores. Mientras más limpio el combustible, mejor la combustión, menor el consumo de combustible, mayor vida de los sistemas de combustión, mayor vida del motor y un aire más limpio para nuestra salud.

Si además de tener un combustible sucio viene contaminado con agua, las cosas se ponen peor. La norma BS EN590 especifica que el combustible debe tener menos de 200 ppm de agua (menos del 0.02% de agua) para que el sistema de inyección pueda funcionar correctamente. Además de bajar el índice de cetano del combustible, el agua hace peligrosísimo al combustible que tiene altos niveles de azufre, ya que proporciona los elementos necesarios para transformarlo en ácido sulfúrico que corroe el motor y en otros compuestos que salen por el tubo de escape al aire que respiramos.

La solución no es demasiado complicada. Se requiere establecer un sistema de gestión en la cadena de suministro del combustible para garantizar que el motor reciba el combustible dentro de los parámetros óptimos de 11/8/7 de acuerdo con ISO 4406 y que contenga menos de 200 ppm de agua.

La solución debe ser implementada de manera holística en toda la cadena de suministro de combustible. Los tanques estacionarios de combustible deben ser lavados inicialmente para retirar la contaminación actual y posteriormente equipados con sistemas de exclusión de partículas y humedad en la respiración. Ser debe desarrollar la ingeniería para calcular la manera óptima de conseguir remover las partículas sólidas contaminantes mayores a 4 micrones para garantizar que el combustible esté en ISO 11/8/7 para cumplir y exceder los parámetros recomendados por los fabricantes de los motores a diésel. No cometa el error de pensar que esto se resuelve simplemente instalando filtros. Estos sistemas deben ser diseñados por un profesional que tenga la experiencia de identificar las siguientes áreas clave:





En conclusión, lograr combustible limpio y seco es la solución más simple que se puede implementar a nivel del usuario y que tiene un impacto positivo inmediato, fácil de medir y que afecta de manera importante al principal rubro de gasto de operación de una flota de motores: el costo del combustible. Amplía la vida de los sistemas de combustión y la vida del motor a la vez que mejora de manera significativa las emisiones contaminantes de estos motores. Sin importar el modelo ni edad de motor que se tenga, el tipo de sistema de inyección o la calidad de combustible en relación con contenido de aromáticos, índice de cetano, azufre, etc., esta es la solución más simple, más efectiva, y de menor costo.

En siguientes artículos hablaremos de las otras tres soluciones a este complejo problema.

**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° 45

OCTUBRE 2022