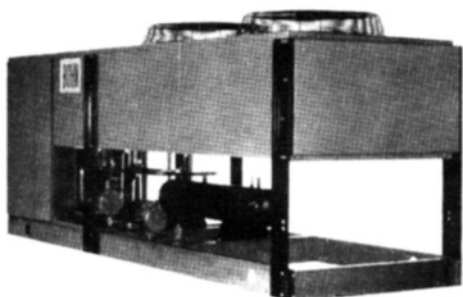
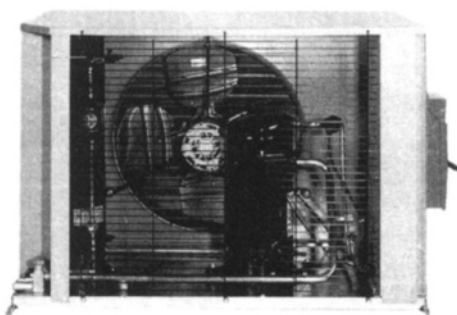
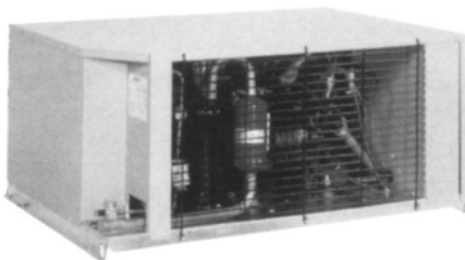
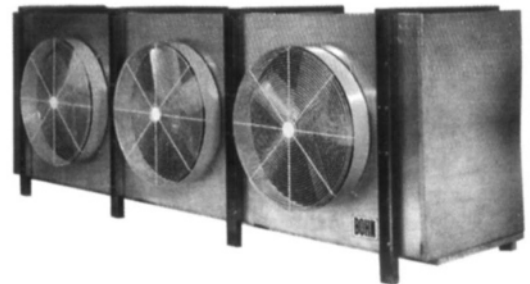
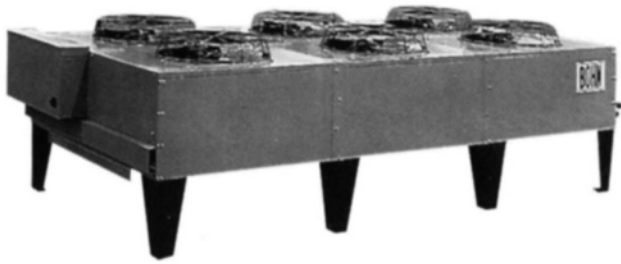




El Estándar del Frío

BOLETIN DE INGENIERIA DE APLICACION



DETECCION DE FUGAS POR MEDIOS FLUORESCENTES

TEMA	PAG.
• Introducción.....	2
• Detección de Fugas por Luz Ultravioleta	2
• Avances en Colorantes Fluorescentes	3,4,5
• Avances en la Tecnología de Lámparas	5,6,7
• Avances en las Aplicaciones para Fabricantes de Equipos Originales	8



Detección de Fugas por Medios Fluorescentes

Introducción

Hoy día, el avance tecnológico ha logrado avances significativos en la detección de fugas por medio de la luz ultravioleta. Este método de detección de fugas proporciona un medio ideal para determinar la fuente exacta de la fuga de un fluido de trabajo dentro de un sistema de refrigeración. Cualquier fuga de fluido, es detectada fácilmente iluminando con luz ultravioleta la parte exterior de los componentes que contienen al fluido; ya que al existir una fuga estos puntos emitirán una brillante fluorescencia, facilitando así su detección.

Este método ofrece muchas ventajas debido a que las fugas pueden hallarse a distancia y las tuberías y los empalmes pueden examinarse rápidamente al ser iluminados, por lo que, se puede realizar una búsqueda completa en un espacio de tiempo muy corto. Asimismo, se refuerza la confianza de los clientes cuando la detección de fugas en campo puede llevarse a cabo con rapidez y facilidad. Es por esto, que la detección de fugas por luz ultravioleta puede aplicarse a la gran mayoría de los sistemas que operan con refrigerantes modernos, así como con aquéllos que operan con refrigerantes que se están eliminando por fases. Este boletín tiene la finalidad de dar a conocer los avances más relevantes en la detección de fugas por medios fluorescentes.

Detección de Fugas por Luz Ultravioleta

La detección de fugas por luz ultravioleta es un proceso que consiste en tres componentes principales tales como: fluorescencia, iluminación y acumulación.

La fluorescencia es la capacidad de un colorante para emitir luz cuando se le excita por medio de una fuente lumínica externa.

La iluminación es la intensidad de la luz ultravioleta a la cual se expone el material fluorescente.

La acumulación consiste en la cantidad de material fluorescente que se reúne alrededor de un punto de fuga a lo largo de un periodo de tiempo.

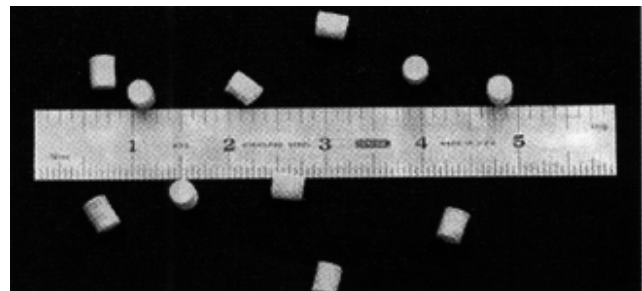


Figura 1.
 "Un concepto recientemente diseñado de "Oblea" permite la adición del fluido de detección de fuga en forma rápida y precisa que es inmune a las falsas indicaciones de fuga. Los sustratos absorbentes impregnados con colorante fluorescente pueden añadirse al conjunto filtro-secador antes de completar un sistema. El material de sustrato retiene el fluido de detección de fuga y la carga inicial del refrigerante lo libera. El diseño del paquete de sustrato-colorante fluorescente puede elaborarse fácilmente a la medida para cualquier aplicación específica.

La fluorescencia de un colorante puede determinarse y compararse a través de una medición directa. El color más deseable para la fluorescencia de un colorante es el amarillo-verde brillante, aproximadamente a 565 nm, puesto que esta es la porción del efecto visible a la cual es más sensible la vista humana. Se debe comprobar que el colorante sea inerte a los

componentes del sistema a la vez que no tenga ningún impacto sobre sus parámetros funcionales. La iluminación es una función de la lámpara que sirve para excitar los colorantes fluorescentes. Mientras más intensa sea la iluminación que incide sobre un material fluorescente en su longitud de onda de excitación, mayor será el brillo de la fluorescencia.

El método de detección de fugas por luz ultravioleta es un proceso acumulativo. Con el paso del tiempo, el material fluorescente alrededor de un punto de fuga se acumula continuamente y hace que sea cada vez más fácil la detección de la misma. Esta naturaleza acumulativa es lo que hace a este método una herramienta ideal de detección de fugas para el uso en servicios posventa, en servicio de reparaciones y mantenimiento de garantía y programas de mantenimiento preventivo.

Las aplicaciones en campo se logran usando una variedad de técnicas. Algunas de estas requieren el uso de un flujo de refrigerantes para impulsar el colorante hacia el interior del circuito como, por ejemplo, inyectoros recargables y cápsulas desechables de colorantes que se llenan previamente. Otros métodos emplean bombas de aceite para manejar grandes cantidades de colorantes o inyectoros del tipo de desplazamiento, cada uno de los cuales funciona sin necesidad de una fuente de refrigerante.

También pueden obtenerse productos para añadir colorante fluorescente a las líneas de ensamble de los fabricantes de equipos originales. La naturaleza acumulativa de la detección de fugas por luz ultravioleta es el caso de las aplicaciones en línea de ensamble significa que es posible que las fugas más pequeñas no acumulen una cantidad suficiente de colorante que pueda ser visible durante las inspecciones de detección de fugas. Sin embargo, la detección de fugas por luz

ultravioleta demuestra ser valiosa al detectar fugas después de cualquier tiempo de uso y en particular para controlar los problemas y los costos de garantía posventa. Entre los métodos para añadir colorante a una línea de ensamble destaca el uso de bombas de medición para inyectar colorantes líquido en un sistema sin carga, obleas inertes impregnadas con colorante, parches y desecantes, así como tabletas de colorantes, todos los cuales pueden incorporarse en el paquete desecante del sistema.

Avances en Colorantes Fluorescentes

La efectividad en la detección de fugas por luz ultravioleta depende principalmente de la intensidad y del color de la fluorescencia del líquido coloreado. Estos dos factores se combinan para permitir que se pueda identificar fácil y rápidamente la fuente o las fuentes de la fuga del fluido. Otros factores como, por ejemplo, la estabilidad, la seguridad para los equipos y los operadores, la solubilidad y la miscibilidad influyen significativamente en el valor de un colorante para que pueda usarse en un sistema de detección de fugas.

Para los fluidos anhídridos existen actualmente dos familias de colorantes fluorescentes que se usan como herramientas de detección de fugas. Estos son los colorantes perilenos que fluorescen con una apariencia amarillo brillante cuando se iluminan con una radiación ultravioleta de onda larga y los colorantes naftalimidos que fluorescen con un color verde brillante cuando se les expone a la luz visible violeta/azul. Cualquiera de estos colorantes puede utilizarse como fluido de trabajo para la detección de fugas en cualquier líquido basado en aceite o cualquier otro fluido con el cual pueda mezclarse el aceite. En la figura 2 se muestran los espectros de excitación de estos dos colorantes.

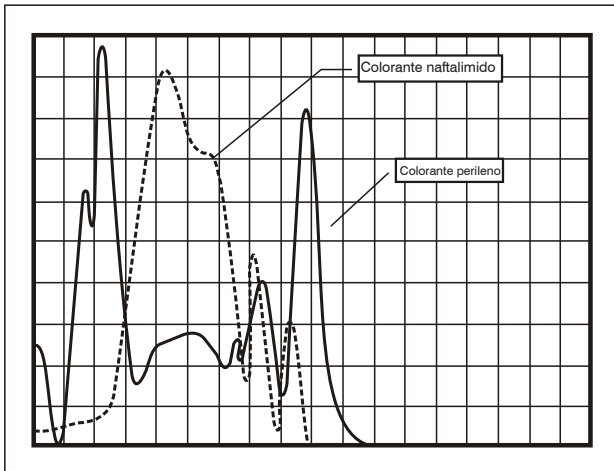


Figura 2. Espectros de excitación.

Los colorantes perilenos proporcionan una fluorescencia superior bajo condiciones ideales. El color de la respuesta fluorescente es la más cercana a la respuesta para la cual la vista humana es más sensible y es más intensa que el de los colorantes naftalimidos. Sin embargo, aunque son ideales para los refrigerantes CFC o HCFC, debido a la polaridad limitada de la molécula de los colorantes perilenos, estos colorantes son inadecuados para usarse con refrigerantes HFC. Es por esto, que las aplicaciones de detección de fugas por luz ultravioleta en sistemas que emplean refrigerantes HFC requieren el uso de colorantes naftalimidos.

Entre los avances recientes en colorantes naftalimidos específicos se tienen: lubricantes libres de solventes y de alta concentración. Cada una de estas características es esencial para la producción de un colorante fluorescente seguro y de alta calidad. Los colorantes diseñados para aplicaciones en sistemas de refrigeración o aire acondicionado se formulan con un fluido portador que comprende materiales tales como: los destilados aromáticos livianos del petróleo, los aceites minerales naftínicos o parafínicos, los aceites sintéticos u otros materiales que retengan eficazmente el cromóforo del colorante en la solución. La selección del fluido portador es de

primordial importancia para la seguridad y la eficacia final del colorante fluorescente. Un colorante debe de utilizar un fluido portador que ya se encuentre dentro de los sistemas de la aplicación deseada, para así reducir al mínimo el impacto potencial sobre los parámetros funcionales de los sistemas y los materiales constituyentes.

En la preparación de un colorante apropiado, se debe garantizar su estabilidad dentro del fluido portador y no debe de requerirse de otros materiales. En el caso de colorantes destinados al uso en circuitos de refrigeración, el colorante debe formularse exclusivamente con el lubricante de refrigeración, excluyendo cualquier extraño. Así se garantizará la más alta seguridad para los equipos y se eliminará la posibilidad de reacciones negativas imprevistas derivadas de la presencia de variables adicionales en la preparación del mismo. Una vez que el colorante fluorescente ha sido formulado con el lubricante correcto sin el uso de solventes, debe elaborarse con la más alta concentración posible y al mismo tiempo deben de conservarse sus características físicas similares a las del lubricante utilizado en el sistema de aplicación.

Una proporción típica de dilución volumétrica aceite/colorante en la preparación de un colorante fluorescente concentrado sería de 500:1. Asimismo, deben evitarse los colorantes que se produzcan diluyendo la materia prima concentrada portadora de solventes y sin refinar con lubricantes. Puesto que estos productos se deben usar en cantidades significativamente mayores (64:1 a 32:1, en proporción aceite colorante, en un esquema volumétrico todos los efectos sobre la viscosidad, lubricidad, miscibilidad y transferencia térmica podrían aumentar considerablemente.

Actualmente, se están distribuyendo comercialmente colorantes naftalimidos recientemente desarrollados que se sintetizan exclusivamente

con lubricantes de poliéster de alta calidad para aplicaciones de refrigeración y así mismo lubricantes de glicol y polialkileno para las industrias de calefacción, ventilación y aire acondicionado y también para la industria del aire acondicionado móvil.

Los colorantes perilenos de alquilobenceno y aceite mineral con calidad para la refrigeración todavía pueden conseguirse para los sistemas que operan con estos lubricantes. Cada uno de estos colorantes tienen una fórmula que es altamente concentrada para permitir con una cantidad mínima se pueda tratar eficazmente un sistema.

Avances en la Tecnología de Lámparas

Para que sea eficaz el método de detección de fugas por medios fluorescentes, se requiere que la fuente lumínica usada para fluorecer un colorante tenga una intensidad muy alta, de tal forma que se obtenga una respuesta fluorescente máxima. La fluorescencia deseada de un material puede ocurrir cuando el material es irradiado con una luz que tenga una longitud de onda más corta y por consiguiente, tenga más energía que la luz emitida. Estos requisitos combinados se satisfacen de la mejor manera posible mediante el uso de una lámpara de luz ultravioleta de onda larga y de alta intensidad o una lámpara de luz ultravioleta/azul.

Puesto que la luz ultravioleta es invisible, éstas lámparas proporcionan el más alto contraste entre la iluminación ambiente y la fluorescencia en el punto de la fuga. Mientras que la luz violeta y la azul proporcionan la más alta energía de cualquier luz visible. Estas características, combinadas con el hecho de que el ojo humano tiene menos capacidad para percibir estas longitudes de onda, hacen que este tipo de luz sea eficaz para producir la fluorescencia de estos materiales.

Las lámparas que proporcionan luz ultravioleta invisible utilizan **bombillas de vapor de mercurio** con descarga de alta intensidad y un filtro de absorción de luz ultravioleta pura. Las emisiones de las lámparas que emplean bombillas de vapor de mercurio son ricas en luz ultravioleta de onda larga (fig. 3).

Las lámparas que proporcionan luz violeta/azul visible (fig. 3) utilizan **bombillas de cuarzo halógeno** y un filtro de absorción violeta/azul. Estas lámparas son adecuadas para usarse con colorantes naftalimidos cuya curva de excitación cae principalmente en la gamavioleta/azul. Estas lámparas a su vez, logran que los colorantes perilenos emitan una fluorescencia un poco menor debido a la baja intensidad de luz ultravioleta de la bombilla y su limitada transmisión porcentual en la región ultravioleta. Además de la luz violeta/azul utilizable, estas lámparas tienden a transmitir grandes cantidades de luz visible indeseable que ocultan la fluorescencia de los colorantes.

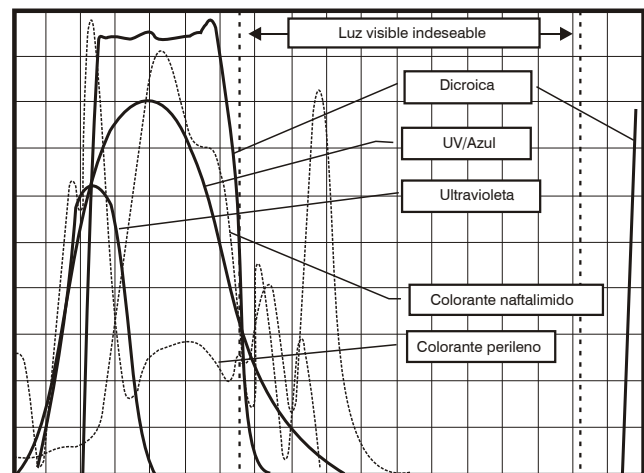


Figura 3. Perfiles de transmisión de lámparas dicroicas, ultravioleta/azul y ultravioleta

Al comparar el rendimiento de estos dos tipos de lámparas, la calidad y la cantidad de la luz emitida son los factores más importantes. Los factores adicionales a considerar son el tamaño, el calor y la funcionalidad. Aunque la transmisión

porcentual es menor para las lámparas de vapor de mercurio, la luz que estas bombillas producen tienen una energía y una cantidad significativamente mayores que las lámparas de cuarzo halógeno de luz violeta/azul. Las lámparas de vapor de mercurio tienden a ser de alta intensidad, de mayor tamaño, y funcionan a mayor temperatura, requieren un periodo de calentamiento y de enfriamiento de cinco minutos y proporcionan un buen contraste. Mientras que las lámparas de cuarzo halógeno violeta/azul tienden a ser de baja intensidad, más pequeñas, funcionan a menor temperatura, se encienden y se apagan instantáneamente, son menos costosas pero proporcionan un contraste deficiente.

Tanto las lámparas ultravioleta como las lámparas violeta/azul están diseñadas con fuentes muy intensas de luz que funcionan a temperatura sumamente altas. Entre las altas temperaturas de operación y la energía térmica adicional desarrollada a partir de las longitudes de onda indeseadas absorbidas, estos filtros están sujetos a tensiones térmicas muy grandes. El número de materiales que podrían usarse para crear estos filtros es severamente limitado y, por tanto, esto limitan a su vez la capacidad (Watts) de la lámpara. Además, la transmisión porcentual de la luz justo por encima o por debajo del pico descende drásticamente. Todos estos factores limitan la eficacia de los filtros de absorción en el diseño de una lámpara de inspección fácil de usar, de alta intensidad que genere poco calor y tenga un pequeño tamaño y que a su vez funcione bien tanto con los colorantes perilenos como con los colorantes naftalimidos.

Por lo antes mencionado, se ha desarrollado una técnica que optimiza las respuestas fluorescentes de los materiales empleando filtros de lámparas equipados con revestimientos ópticos de película delgada. Se le conocen comúnmente con el nombre de filtros de interferencia. Los filtros de interferencia que transmiten ciertas

regiones del espectro visible y reflejan otras; son conocidos como filtros de colores aditivos o sustractivos dióicos. Estos filtros dióicos reflejan selectivamente la luz no deseada a la vez que transmiten las frecuencias deseadas. Dichos filtros funcionan al tener múltiples películas delgadas como revestimiento aplicadas a su material de sustrato. El espesor de estos revestimientos puede controlarse hasta el punto donde se aplican con incrementos de 0.25 ó 0.5 de la longitud de onda de colores lumínicos. Cuando estas capas se aplican a materiales de índices de refracción diferentes, puede controlarse la transmisión o la reflexión de las longitudes de onda específicas de luz. Con esto, se puede diseñar un filtro que transmita las longitudes de onda específicas y refleje las longitudes de onda que no son deseables. Si el sustrato elegido es transparente a los espectros de emisión de la bombilla usada, se produce una absorción mínima de cualquier luz.

El hecho de que proporciones específicas de luz puedan controlarse selectivamente brinda beneficios considerables cuando este control se aplica a filtros incorporados en lámparas diseñadas para hacer fluorescer materiales durante los procesos de inspección. El material base, sobre el cual se depositan las películas no se limita a los materiales que pueden resistir las tensiones térmicas originadas cuando se absorben longitudes de onda de la luz no deseable. De este modo, hay muchas más opciones en los materiales base y muchos beneficios derivados de las propiedades mecánicas de los materiales. Estos filtros también pueden emplearse con capas subsiguientes de filtros para crear un conjunto de filtros que pueden refinar aún más el haz de luz resultante.

Por lo general, la luz no deseable constituye la mayor parte de la producción lumínica de una bombilla. La luz indeseable puede reflejarse si es visible y sería perjudicial para un proceso de

inspección. También puede transmitirse o reflejarse si se trata de luz infrarroja invisible que podría causar de otro modo problemas térmicos en la lámpara o en el proceso de inspección. Si se transmite luz infrarroja, pueden utilizarse bombillas de capacidad (Watts) más alto sin acumulación interna de calor; en tanto que la absorción por parte del sustrato del filtro es mínima. Esto puede ajustarse según las necesidades específicas y optimizarse para una emisión de banda ancha o de banda estrecha de luz deseable.

El hecho de que la absorción lumínica del sustrato del filtro sea mínima también es un beneficio, puesto este absorbe una cantidad mínima de la luz deseable también. La transmisión porcentual de la luz utilizable de un filtro de interferencia llegará así a su nivel máximo. La absorción de la luz también causa la degradación del rendimiento del filtro o su solarización con el paso del tiempo. Puesto que la absorción de la luz en un filtro tratado con películas delgadas sería mínima, la correspondiente solarización sería mínima también. La respuesta espectral de un filtro tratado con revestimientos ópticos de película delgada también se define mucho más nítidamente, lo cual, elimina la luz reflejada o transmitida de forma más eficaz y permite la aplicación de una cantidad mucho mayor de luz útil al proceso final de inspección (fig. 3).

Con la aplicación de estas recomendaciones, se puede elaborar un filtro que transmita cantidades significativas de luz ultravioleta y luz violeta/azul visible en longitudes de onda que van desde 360 a 470 nm. La curva de transmisión de este filtro incorpora eficazmente las longitudes de onda de excitación pico de los colorantes perilenos y los colorantes naftalimidos que se usan típicamente en la formulación de colorantes fluorescentes específicos al lubricante para las inspecciones de fugas.

En la figura 3 se muestran los perfiles de transmisión de los tres tipos de lámparas usados típicamente en aplicaciones de luz ultravioleta en la detección de fugas por medios fluorescentes. El fondo de la figura muestra los espectros de absorción de las dos familias de colorantes de detección de fugas por medios fluorescentes. También puede verse que las lámparas dicróicas proporcionan la mayor cantidad de energía para excitar los colorantes. Se debe tener cuidado al observar esta gráfica puesto que no refleja la capacidad de la bombilla que puede usarse en una lámpara. Puede usarse una lámpara dicróica con bombillas de una capacidad significativamente más alta debido a la cantidad imperceptible de la luz que es absorbida; de este modo, la energía total proporcionada por la lámpara sería mayor que la sugerida por la misma.

Los filtros dicróicos pueden incorporarse en muchos diseños de lámparas diferentes. Estas lámparas simplemente necesitan una fuente intensa de luz ultravioleta de onda larga y/o de luz violeta/azul visible. En la actualidad se pueden obtener comercialmente fuentes lumínicas como las que utilizan bombillas de vapor de mercurio, bombillas de xenón, bombillas de haluro metálico o bombillas de halógeno, las cuales, pueden aplicarse en lámparas diseñadas para usarse con voltajes de corriente alterna o de corriente continua.

La luz violeta/azul visible transmitida por estos filtros puede actuar para eliminar la fluorescencia visible amarilla-verde a un punto de fuga al iluminarlo. Para contrarrestar este efecto al buscar fugas, el técnico puede llevar puesto un juego de anteojos de seguridad con filtro. Estos se diseñan para filtrar la luz violeta/azul reflejada desde un punto de fuga a la vez que se transmiten las longitudes de onda amarilla y verde del colorante fluorescente. **Los anteojos de color amarillo o ámbar son los que dan mejores resultados para esta aplicación.**

Avances en las Aplicaciones para Fabricantes de Equipos Originales

La detección de fugas por medio del método de luz ultravioleta puede proporcionar muchos beneficios a un fabricante de sistemas de refrigeración o aire acondicionado. Las fugas de tamaño mediano o grande pueden detectarse

con gran facilidad y confiabilidad en aplicaciones comerciales al poner inicialmente al sistema en marcha en la planta. Si el sistema es instalado por un profesional o si debe ser inspeccionado antes de su entrega al cliente, se puede realizar un procedimiento de detección de fugas antes de que este se conviertan en un problema que perjudiquen al sistema del cliente final.

Frigus Bohn, S.A. de C.V.



GRUPO FRIGUS THERME
REGISTRO ISO 9001
No. DE ARCHIVO: A5405

Ventas: Bosques de Alisos No. 47-A 5o. Piso Col. Bosques de las Lomas C.P. 05120
México, D.F. Tel.: (0155) 5261-81-00 Fax: (0155) 5259-55-21 Tel. Sin Costo: 01-800-50-970-00
Planta: Acceso II Calle 2 No. 48 Parque Industrial Benito Juárez Querétaro, Qro. C.P. 76120
Tel.: (01442) 238-45-00 Fax: (01442) 217-06-16 Tel. Sin Costo: 01-800-40-049-00