



# Inflado de Neumáticos con Nitrógeno INDURA

División Minería e Industria - Centro Desarrollo Tecnológico de Gases Indura S.A.

**INDURA**<sup>®</sup>  
Tecnología a su Servicio

## Índice

<b>1</b>	Resumen	2
<b>2</b>	Antecedentes	3
<b>3</b>	Especificaciones básicas de un neumático	4
<b>4</b>	Ventajas del uso de Nitrógeno para inflar neumáticos	8
<b>5</b>	Inflado de neumáticos con Nitrógeno en aviación	12
<b>6</b>	Inflado de neumáticos con Nitrógeno en autos de competición	13
<b>7</b>	Acerca de los fabricantes de neumáticos	14
<b>8</b>	Acerca de los fabricantes de equipos	15
<b>9</b>	Seguridad	16
<b>10</b>	Sistema de Inflado de Neumáticos de INDURA S.A. para la Minería	20
<b>11</b>	Referencias	23
<b>12</b>	Contactos en INDURA S.A.	23
<b>13</b>	Emergencia	23

# 1

## Resumen

INDURA S.A., empresa proveedora de gases industriales, a través de su Departamento de Planificación y Desarrollo, ha implementado en la industria nacional el uso de gas Nitrógeno como agente de inflado de neumáticos.

Esta tecnología brinda una serie de ventajas a los usuarios como así también maximiza los niveles de seguridad en la operación, tanto es así que es recomendado por fabricantes de neumáticos y maquinaria minera.

El presente manual pretende dar una claridad respecto de las ventajas del uso de Nitrógeno, los usos en diversos tipos de vehículos, el beneficio en la seguridad y las tecnologías que dispone INDURA S.A. para cubrir esta necesidad del mercado.

# 2

## Antecedentes

El uso de Nitrógeno ha sido aplicado por muchos años en todo tipo de vehículos de transporte cuyos propietarios preocupados por la seguridad lo han considerado una excelente tecnología para lograr ese objetivo.

Las nuevas tecnologías de producción de Nitrógeno hacen que este producto esté disponible a valores accesibles, lo que hace viable su uso en una amplia gama de vehículos de transporte, algunos ejemplos de su uso son: aviones militares y comerciales, equipos y camiones mineros, camiones de transporte de materias peligrosas, transbordadores espaciales, automóviles de competición (Fórmula 1, Nascar, etc.), 4x4, motos, bicicletas, vehículos de turismo.

El Nitrógeno se utiliza en vez del aire comprimido, pues éste normalmente lleva aceite, es húmedo y contiene oxígeno, lo cual acelera el deterioro de los neumáticos. El aire contiene alrededor de 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y 1% de otros gases. El Nitrógeno es inerte y no corrosivo. El Oxígeno por el contrario es destructivo.

El aire difunde a través del neumático un 30 a 40% más rápido que el Nitrógeno lo que significa que la probabilidad de tener neumáticos desinflados con aire es mayor. El Departamento de Energía de USA estima que se ahorrarían 2 Millones de galones de gasolina por día si los neumáticos fueran inflados apropiadamente.

Se estima que entre un 40 - 80% del parque automotriz en USA circula en condiciones sub-infladas, lo que aumenta el consumo de combustible.

Se hicieron pruebas en carretera con neumáticos de camión inflados con Nitrógeno, por más de 7 Millones de millas resultando en una disminución de las fallas y prolongando la vida del neumático entre un 25 - 30%.

En general, podemos decir que el inflado de neumáticos con Nitrógeno tiene su historia y es una tecnología reconocida en varios usos, nuestro objetivo como unidad de desarrollo es hacerla accesible a toda aquella empresa o persona que piense en la seguridad.

# 3

## Especificaciones básicas de un neumático

### I Fabricación

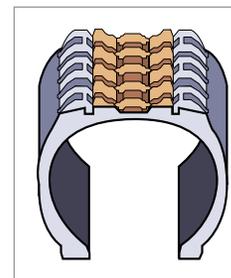
Los neumáticos resultan de la combinación de los siguientes componentes:

- a. Componentes de fabricación:** Acero, nylon, rayón, fibra de vidrio o poliéster. Usualmente una combinación de ellos.
- b. Goma:** Natural o sintética (cientos de tipos de polímeros).
- c. Químicos:** Negro de humo, sílica, resinas.
- d. Antidegradantes:** Antioxidantes/ozonantes, parafinas, ceras.
- e. Promotores de adhesión:** Sales de Cobalto, bronce, resinas.
- f. Curativos:** Aceleradores de curado, activadores, azufre.
- g. Ayuda procesamiento:** Aceites, espesadores, péptidos, ablandadores.

### II Problemas más comunes

#### a. Desgaste en ambos costados del neumático: POCO INFLADO

Si el neumático luce como el dibujo, esto puede ser porque está desinflado. El peor enemigo que un neumático puede tener es una muy baja presión de inflado. Esto reduce la vida de la banda de rodado, esto se debe a que se aumenta el desgaste de ella en los costados externos (hombros) del neumático. También genera exceso de calor lo cual reduce la durabilidad del neumático. Finalmente, reduce la economía del combustible debido a que se aumenta la resistencia al rodado (neumáticos desinflados hacen trabajar más duro el vehículo). Chequee el inflado de sus neumáticos periódicamente. Un desgaste anormal también puede significar problemas de desalineamiento o problemas mecánicos.



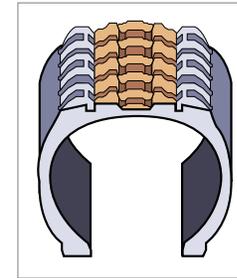
Desinflado

**b. Desgaste en el Centro:**

**DEMASIADO INFLADO**

Cuando un neumático está muy inflado, el centro de la banda de rodado aguanta la mayor parte de la carga y su desgaste es más rápido que los costados. El desgaste no uniforme reduce la vida útil del neumático.

Chequee el inflado de sus neumáticos periódicamente. Un desgaste anormal también puede significar problemas de desalineamiento o problemas mecánicos.

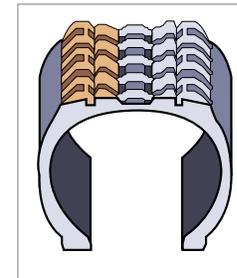


Demasiado inflado

**c. Irregularidades del desgaste:**

**PROBLEMAS MECÁNICOS**

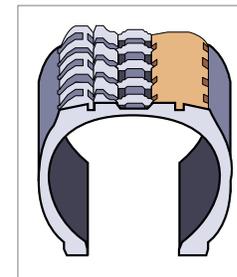
El desgaste irregular es más común en los neumáticos delanteros que los traseros, aunque en ellos también se puede dar. Pueden deberse a problemas de balance, suspensión o sistema de dirección con problemas.



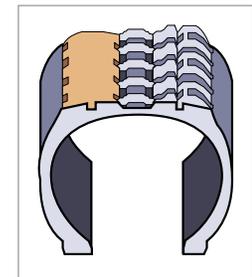
Desgaste irregular

**d. Desgaste en un sólo costado:**

**DESALINEAMIENTO**



Desgaste interno



Desgaste externo

### III Especificaciones de un Neumático

Normalmente los neumáticos traen inscritos una serie de números y letras en su costado, éstas son importantes informaciones que el usuario debiera conocer, como por

ejemplo: marca del neumático, máxima carga, si es tubular o no, avisos de seguridad, dimensiones, etc.

El siguiente es un ejemplo de las especificaciones para un neumático de pasajeros.



**Neumático tipo:** P215/65/R15 89H

«P», significa que es un neumático de pasajeros (no es camión u otro vehículo). P métrico, es la versión en U.S. de un sistema de tamaño de neumático.

«215» **Ancho de la sección:** Es el ancho, en milímetros, de un neumático montado en su llanta correcta, este valor se mide

desde una pared a otra. Esta medida varía dependiendo del ancho de la llanta en la cual está montada el neumático; más grande en una llanta ancha y más pequeño en una llanta angosta.

«65» **Proporción alto/ancho:** Es la relación del alto al ancho del neumático; en este caso el alto es un 65% de su ancho. En autos de carrera este valor es mucho menor.

«R» **Construcción:** «R» significa radial. «B» significa construcción parcial en bandas. «D» significa construcción parcial diagonal.

«15»: Es el diámetro, en pulgadas, de la llanta metálica.

«89» **Índice de carga:** Este neumático tiene una carga máxima estándar de 1.279 lbs. Los números distintos corresponden a cargas máximas distintas. La carga máxima se muestra en lbs y en kgs, y la presión máxima en psi y en kpa.

«H» **Rango de velocidad:** Este neumático tiene una velocidad estándar máxima de 130 mph. Letras diferentes corresponden a velocidades de servicio máximas diferentes.

**Código de seguridad DOT (Department Of Transportation):** Estas letras certifican que han sido construídas bajo los estándares de seguridad del Departamento de Transportes de USA. Junto a estas letras aparece una identificación del neumático o número de serie (una combinación de letras y números, hasta 11 dígitos).

**Clasificación UTQG (Uniform Tire Quality Grading):** La norma DOT requiere que los neumáticos consideren tres factores en su construcción: desgaste de la superficie de rodado, tracción y resistencia a la temperatura (excepto en neumáticos para nieve). Estos valores no son comparables entre distintas marcas de neumáticos.

#### **Índice de carga y rango de velocidad:**

El Índice de carga, es un número que correlaciona el neumático con una capacidad máxima de carga. El rango de velocidad es la máxima velocidad de servicio, en este caso, para autos de pasajeros. La siguiente designación es válida para todos los fabricantes de neumáticos:

Designación	Veloc. Máx. (Km/hr)
Q	159
S	180
T	190
U	200
H	209
V	240
W	270
Y	300
Z	sobre 240

# 4

## Ventajas del uso de Nitrógeno para inflar Neumáticos

El uso de Nitrógeno con el Sistema de Inflado de INDURA, brinda las siguientes ventajas para el usuario:

### A Menor Tiempo de inflado

Por ejemplo, para operaciones normales de inflado en camiones mineros en faenas nacionales, el tiempo normal de llenado con aire de compresor es de 40 a 50 minutos, con los sistemas de inflado con Nitrógeno INDURA, el tiempo se reduce a 10 - 15 minutos, dependiendo del tipo de neumático, es decir el tiempo se reduce a aprox. un tercio. Lo anterior significa un ahorro importante en tiempo de camión detenido.

### B Mayor Seguridad

El Nitrógeno elimina los riesgos de accidentes por explosión de los neumáticos (autoignición). Esto se debe a que la atmósfera dentro del neumático está casi exenta de Oxígeno (comburente), los valores que se alcanzan son bajo 1,7%. Los estándares internacionales dicen que con valores menores al 5% se tiene plena seguridad de no tener incidentes que lamentar. La eliminación del Oxígeno no permitirá la combustión dentro de los neumáticos.

### C Mejor retención de la presión en el neumático

Hoy en día probablemente el 99% de todos los neumáticos son tubulares (para camión, pasajeros, gigantes) y estos neumáticos son inflados con aire, muy frecuentemente es un aire húmedo, por ejemplo, cuando no se drena ni se seca el aire de un compresor. Este aire cargado de humedad (Oxígeno catalizado por agua) ataca la pintura en la llanta, finalmente penetra la pintura y oxida el fierro que se encuentra debajo de ella, formando óxido de fierro u óxidos. Aún el aluminio no es ajeno a la formación de óxidos, formando hidróxidos de aluminio, que físicamente es un polvo extremadamente fino que aún es difícil verlo dentro del neumático. Los óxidos de fierro están presentes dentro del neumático en diversos tamaños que van desde gruesos a extremadamente finos. Por su parte el hidróxido de aluminio nunca es grueso solamente extremadamente fino.

El chequeo de la presión de un neumático con un dispositivo medidor de presión, requiere que le ingrese una pequeña cantidad de aire para activar la medida. Cuando esta pequeña cantidad de aire escapa del neumático crea una turbulencia en su interior resuspendiendo el polvo oxidado, el cual escapa por la válvula que se encuentra abierta. Cuando se termina de medir la

presión queda este fino polvo oxidado en el sello plástico o de goma, resultando en una fuga de aire extremadamente pequeña. Si quedan atrapadas grandes partículas de óxido la fuga será percibida rápidamente.

Este problema puede ser fácilmente solucionado utilizando Nitrógeno para inflar neumáticos, puesto que no contiene humedad y es inerte, de tal forma que no se producirá generación de partículas de óxidos en la llanta.

#### **D Menor variación de la presión**

Menores posibilidades de detención de los equipos rodantes por problemas de sobre o baja presión.

El Nitrógeno es un gas muy estable, que casi no contiene Oxígeno (menos de 1 ppm), ni Humedad (menos de 1 ppm). Esto significa que, un neumático inflado con Aire generará una mayor alza de presión (debido a la presión generada por el vapor de agua), que uno inflado con Nitrógeno (no hay aumentos de presión pues es seco). Lo anterior significa que durante el uso de un neumático inflado con Nitrógeno las oscilaciones de presión son menores, lo cual le da más estabilidad a los vehículos.

Además esta menor variación de la presión es consistente en el tiempo, puesto que

la calidad del Nitrógeno suministrado es estable, no así cuando se infla con aire, pues dependerá de las condiciones ambientales imperantes en el momento del inflado.

#### **E Mayor vida útil del Neumático**

##### **Oxidación**

El causante del deterioro por oxidación son las moléculas de Oxígeno contenidas en el aire con el cual se inflan los neumáticos. Esta es una mezcla de gases: 78% Nitrógeno, 21% Oxígeno, 0,9% Argón y 0,1% de otros gases.

Los neumáticos son diseñados para ser protegidos de este deterioro, para ello se ocupan liners que evitan el percolado del aire al cuerpo del neumático, lo cual nunca lo hacen. También se usan agentes químicos llamados antioxidantes o agentes de resistencia a la edad, cuyo trabajo es interceptar y neutralizar cualquier molécula de oxígeno que penetre el neumático, lo cual realizan hasta que ellos mismos son consumidos, lo cual ocurre al poco tiempo de la puesta en servicio del neumático.

La propagación del deterioro por oxidación se inicia desde el interior del neumático y se mueve hacia la cara externa del neumático. Primero invade y se consume el liner del neumático, luego destruye la aislación de

goma adyacente al liner, continuando su marcha hacia el exterior, ésto debido a que la presión parcial del oxígeno dentro del neumático es mayor que la del ambiente. El oxígeno reacciona químicamente con los enlaces dobles insaturados presentes en toda la goma, causando que la goma pierda sus características de elasticidad, resistencia. El deterioro es potenciado constantemente por el aire húmedo inyectado al neumático para mantener la presión deseada.

Prácticamente todos los ingenieros de neumáticos de este siglo, atribuyen la pérdida gradual en la resistencia de un neumático a la fatiga, cuando en realidad esta fatiga no es otra cosa que la lenta e inexorable oxidación de los dobles enlaces disponibles en las moléculas de la goma.

### **Mayor Vida útil**

Un experimento involucró 54 neumáticos nuevos de camión tipo 10.00-20. De ellos 33 fueron inflados con Nitrógeno y 21 con aire. Los neumáticos fueron usados en la misma unidad de tracción hasta que ellos fallaran o se desgastaran a los niveles dados por indicadores de desgaste de la banda de rodaje. En este experimento los neumáticos inflados con Nitrógeno rindieron un 26% más de Kilómetros que los inflados con aire, esto hasta que

fueran removidos por falla o hasta cuando alcanzaron los niveles desgaste dados por los indicadores.

De los neumáticos fallados un pequeño porcentaje correspondió a neumáticos inflados con Nitrógeno que fallaron por problemas físicos (30%), en relación al 57% de los neumáticos inflados con aire. A su vez los neumáticos inflados con Nitrógeno rindieron un 48% más de Kilometraje que los inflados con aire antes que fallaran. Esta mejora se debe a la prolongación de la elasticidad del cuerpo del neumático, no a las mejoras desgaste de la banda de rodado.

### **F Menor corrosión por oxidación de aros**

Por su característica de inerte, el Nitrógeno inhibe la corrosión de aros de acero y aluminio otorgando mayor vida útil, reduciendo los problemas que resultan del desmontaje.

### **G Cero costos de mantención**

La mantención preventiva del sistema de inflado de neumáticos es de cargo de INDURA S.A.

A su vez el sistema de inflado con Nitrógeno no requiere de mantenimiento

periódico, reparaciones ni manejo de stock de elementos, como es el caso de los compresores.

### **h Cero costo de inversión**

La inversión en los equipos necesarios son de cargo de INDURA S.A.

### **i Ahorro de combustible**

Debido a que las moléculas de Nitrógeno difunden un 30-40% menos rápido, a través del cuerpo del neumático, en relación a las moléculas de aire y debido también a la minimización de pérdidas a través de la válvula de inflado, hace que los neumáticos mantengan por más tiempo una presión uniforme.

En general un neumático correctamente inflado puede traducirse en un 10% de ahorro de combustible, en relación a los neumáticos que no tienen la presión adecuada (sub inflados). Sólo en USA, el Departamento de Energía reporta 2 millones de galones de gasolina por día, perdidos por circulación de neumáticos sub inflados. En general un 40- 80% de todos los vehículos en carretera circulan en condiciones sub infladas.

# 5

## Inflado de neumáticos con Nitrógeno en aviación



El uso de Nitrógeno seco para inflado de neumáticos de aviones ha sido mandatorio en USA desde 1987. El Nitrógeno (también un gas inerte equivalente puede ser aprobado) se utiliza para eliminar la posibilidad que tenga lugar una reacción química (oxidación) entre el oxígeno atmosférico y los gases volátiles del liner interno del neumático, causando una explosión de los ensamblajes aro/neumático. Los mayores fabricantes de neumáticos recomiendan que el Nitrógeno se use siempre para todos los neumáticos, para dar así una máxima seguridad y reducir la degradación de los pliegues de la cubierta causados por la oxidación.



La Airworthiness Directive (AD) 87-08-09 de la U.S. Federal Aviation Administration (FAA), especifica que los neumáticos de los aviones no deben contener más de un 5% de Oxígeno en volumen. El avión también debe poseer una placa que diga « Inflar los neumáticos solamente con Nitrógeno », de tal forma que lo vean los técnicos de mantenimiento. La AD explica varias maneras de anuencia bajo un programa de mantenimiento aprobado por la FAA que permite la sustitución de aire en localidades remotas que no tienen Nitrógeno, procurando que el oxígeno no sobrepase el 5% en volumen, o, dentro de las 15 siguientes horas de tiempo en servicio, el neumático deberá ser purgado de aire e inflado con nitrógeno seco de tal forma que el oxígeno no exceda el 5% en volumen.

Antes de usar aire comprimido para inflar un neumático de baja presión en una localidad donde no se dispone de nitrógeno, deberán consultarse los manuales de mantenimiento del aeronave para realizar los procedimientos exactos uso de las tablas requeridas para calcular y limitar el contenido de oxígeno en el ensamblaje aro/neumático.

**Empresas como:** Airbus Industrie, Boeing, British Aerospace, Lockheed y McDonnell Douglas, utilizan Nitrógeno en el inflado de sus neumáticos. Así también los transbordadores espaciales.

# 6

## Inflado de neumáticos con Nitrógeno en autos de competición

Una pregunta común es ¿porqué no usan aire normal en los neumáticos de autos de carrera?, la respuesta es: Muchos equipos de autos de carrera usan Nitrógeno ya que tiene una velocidad de expansión y contracción más consistente que el aire. A menudo, media libra de presión afectará radicalmente la maniobrabilidad y la tracción. La consistencia del Nitrógeno es requerida debido, a que durante la duración de la prueba varían la tracción y la temperatura del neumático.

La presión del Nitrógeno es más consistente que la presión del aire normal porque el aire contiene cantidades variables de vapor de agua debido a los cambios de humedad relativa del ambiente durante el día de la carrera. El agua causa la inconsistencia en la velocidad de expansión y contracción. Por



lo tanto una carrera húmeda en sureste de USA o una carrera seca en el desierto del Oeste de USA, podrían hacer impredecible las presiones de los neumáticos, si no se usara Nitrógeno seco.

Autos de carrera como los de Fórmula-1 y Nascar, utilizan Nitrógeno en sus neumáticos.



# 7

## Acerca de los fabricantes de Neumáticos

Cuando los requerimientos de seguridad se requiere que sean elevados, muchos fabricantes de neumáticos recomiendan su uso, es el caso de Goodyear, quienes recomiendan el uso de Nitrógeno sobre el aire comprimido en equipos mineros, de movimiento de tierra y aviación. Un boletín de servicio de Goodyear (Goodyear Application Bulletin #17 and Bandag Tread Guide, September 1995), lista cinco ventajas: mejor retención de la presión, mayor vida útil, ahorro de combustible, menor corrosión de los aros y eliminación de accidentes por autoignición.



Goodyear en su página web [www.goodyearaviation.com](http://www.goodyearaviation.com), menciona las siguientes prácticas para el inflado de neumáticos de aviones:

1. Chequear diariamente con neumáticos fríos.
2. Inflar en las peores condiciones.
3. Use Nitrógeno seco gaseoso (en forma segura).

4. Aumente la presión 4% para neumáticos bajo carga.
5. Espere 12 hrs antes de montarlos.
6. Nunca reduzca la presión de un neumático caliente (recuerde, cada 3°C la presión cambia en 1%).
7. Infle neumáticos a igual presión.
8. Calibre el medidor de presión regularmente.

A su vez detalla « ... un sobre inflado de los neumáticos puede causar un desgaste indeseado, reduce la tracción, hace que la banda de rodaje sea más susceptible al corte y aumenta el stress sobre las ruedas del avión. Es recomendado que solamente se use Nitrógeno el cual no sostiene la combustión y reducirá la degradación del material liner interior y la causa de pliegues debido a la oxidación «.

Por su parte Bridgestone, que fue el único proveedor de neumáticos para la fórmula 1, hasta que Michelin volvió para proveer de neumáticos a Williams, Prost y Toyota el 2001. Bridgestone suministra los neumáticos a los equipos listos, es decir montados e inflados a 50 psig y removiendo así toda forma de humedad, posteriormente la presión es reducida a 20 psig para que puedan ser manipulados por el equipo, y cuando el conductor requiere una determinada presión, los equipos usan Nitrógeno para regular el seteo requerido.

# 8

## Acerca de los fabricantes de Equipos



Algunos fabricantes de equipos promueven el uso de Nitrógeno en el inflado de los neumáticos de sus vehículos, para obtener la máxima seguridad evitando accidentes.

Un ejemplo de lo anterior es la empresa Caterpillar, presente en la mayoría de las faenas mineras de nuestro país, quienes desde 1980 comenzó a inflar los neumáticos de toda su maquinaria producida en sus fábricas. También, en ese periodo, todos los manuales de Operación y Mantenimiento de Caterpillar, al igual que otros documentos de soporte del producto, fueron cambiados, instruyendo que los neumáticos deberían ser inflados y mantenidos con Nitrógeno seco gaseoso. Al menos dos artículos de Caterpillar Service Magazine, también tocan este tema. En 20 años de instaurada esta medida, Caterpillar no ha tenido ninguna explosión de neumáticos, todos los cuales han sido inflados y mantenidos con Nitrógeno seco.

A su vez señalan, « Hay otras ventajas ya probadas para neumáticos inflados con Nitrógeno y que son de uso en caminos de tierra. La fuente de la siguiente lista es el manual de mantenimiento de varios fabricantes de neumáticos:

- Ofrece mejor retención de la presión
- Reduce el desgaste debido a oxidación de la carcasa y liner del neumático.
- Existe menor variación de la presión, desde condición detenida a la de operación.

- Minimiza la oxidación del aro.

La posición de Caterpillar no ha variado desde 1980. Grandes neumáticos off-road (mineros) deberían ser inflados y mantenida su presión con Nitrógeno».

Para más detalles referirse a los artículos mencionados de Caterpillar Service Magazine adjuntos a este manual.

Está siendo extendido su uso, incluso algunos fabricantes sólo han tomado noticia que está siendo usado en algunos de sus camiones, como es el ejemplo de Liebherr, cuyo jefe de ingeniería, R & D, Francis Bartley señala « Uno de nuestros clientes quien estaba teniendo problemas de sobrecalentamiento de los neumáticos usó Nitrógeno. Argumentando que los neumáticos operan a más baja temperatura, pierden menos presión y duran más «.



# 9

## Seguridad

El Nitrógeno efectivamente minimiza la posibilidad de explosiones de los neumáticos, por cuanto elimina la posibilidad de combustión, pues desplaza el oxígeno comburente de la reacción. El inflado de neumáticos permite mantener las concentraciones de oxígeno dentro de los neumáticos bajo un 5% v/v, lo cual garantiza la no combustión interior.

De no emplear Nitrógeno en el inflado de los neumáticos, pueden ocurrir explosiones, como las sucedidas a camiones Euclid R170 en la mina de cobre Bougainville, en Papúa Nueva Guinea. Actualmente dicha faena usa Nitrógeno en el inflado de los neumáticos.

El siguiente es un extracto de un Informe de Investigación Fatal, del Department of Labor, Mine Safety and Health Administration, U.S.A. (adjunto a este manual), « El uso de torcha para cortar el tambor de freno transfirió suficiente calor para ignicionar el material en el interior del neumático, generando vapores combustibles y elevando la presión. El calor del material quemado, ignicionó los vapores combustibles dentro del neumático, causando la explosión «

« ... después la Compañía cambió los procedimientos de mantenimiento de las ruedas y frenos. Los neumáticos serían desmontados y removidos de la rueda. Adicionalmente, la compañía instaló un

estanque de Nitrógeno de 1500 galones con el propósito de reemplazar el aire comprimido en todos los neumáticos usados en maquinaria pesada.»

### Algunos conceptos de seguridad en el mantenimiento de neumático

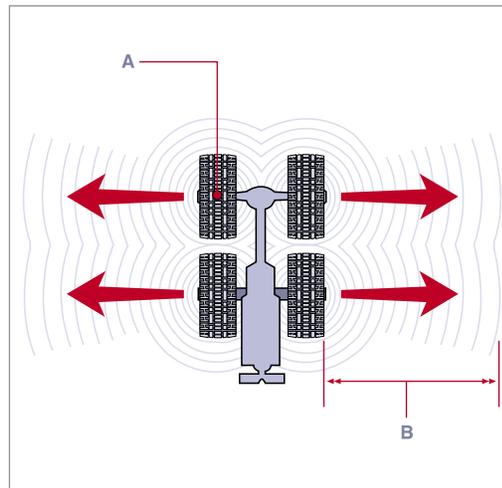
- No golpee los neumáticos inflados
- No corte o suelde con los neumáticos montados
- Las reparaciones de aros y contratueras deben ser hechas sólo por personal calificado.



## Prevención de explosión en un neumático

Las explosiones de neumáticos inflados con aire son el resultado de la combustión interna de gases en los neumáticos, y son inducidas por una fuente de calor, la cual puede ser generada por: soldadura, calentamiento de los componentes de los aros, fuego externo o excesivo uso de los frenos.

La explosión de un neumático es más violenta que un pinchazo. La explosión puede propulsar el neumático, los componentes del aro y los componentes del eje a una distancia de 500 mts de la máquina. La fuerza de la explosión y las partículas propulsadas pueden causar daños personales e incluso la muerte.



**(A)** Al menos 15 mts.

**(B)** Al menos 500 mts.

No se aproxime a un neumático caliente. Mantener una distancia mínima como se muestra. Manténgase fuera del área achurada en la ilustración. Si los neumáticos fueron originalmente inflados con aire, el Nitrógeno aún es preferido para ajustar presión (relleno). El Nitrógeno se mezcla adecuadamente con el aire.

Si se sospecha de un neumático con peligro de explosión, el cual puede inducirse por un olor a goma quemada, por ver fuego en el neumático o por frenos demasiados usados (calientes). En estos casos evitar acercarse al neumático. Sólo si es estrictamente necesario acercarse, no hacerlo más allá de 5 mts de la banda de rodado o 92 mts perpendicular a la cara del neumático.

El mayor momento de peligro de explosión se produce justo cuando se detiene el vehículo, pues ya no tiene el efecto refrigerante del aire durante la rotación.

Para prevenir el sobreinflado, se requiere capacitar las personas en el manejo del equipo de inflado. Un pinchazo o falla en el aro, puede producirse de no cumplir lo anterior.

Cuando Ud. infle un neumático, párese detrás de la banda de rodado. El servicio de mantenimiento de neumáticos y aros puede ser peligroso, debe ser ejecutado sólo por personal calificado, quienes deben cumplir estrictamente las especificaciones del proveedor de los neumáticos.

Si se inflan neumáticos con cilindro de Nitrógeno de alta presión (2400 psig), asegúrese de usar correctamente los equipos y no setee el regulador de gas Nitrógeno por sobre las 20 psig de la presión recomendada.

En general para el inflado con Nitrógeno utilice las mismas presiones que para el inflado con aire.

### Futuro de la seguridad en Neumáticos

Respecto del futuro de la seguridad de los neumáticos, el Sr. Joseph M. Gingo, Senior Vice President of Technology & Global Products Planning, de Goodyear, dijo lo siguiente en la Global Automotive Safety Conference, Troy, Michigan (adjunto a este manual).

«A través de años de investigación Goodyear and Phase IV desarrolló un chip de circuito integrado RF con un sensor de temperatura integrado. Actualmente el chip reporta la presión y temperatura de los neumáticos Goodyear usados en minería y otras aplicaciones de trabajo pesado. Nuestra meta es desarrollar el producto para un amplio uso comercial.»

Un sistema similar es el MEMS de Michelin (Michelin Earthmover Management System), el cual es un sistema de monitoreo que provee datos en tiempo real de la temperatura y presión del neumático. MEMS usa un chip de computador en la cámara de gas del neumático y transmite los datos a la sala de control. Está diseñado para mejorar la productividad, optimizar el funcionamiento y reducir los costos globales, MEMS da



la alerta cuando hay un cambio en la presión o temperatura de los neumáticos en servicio. Esto permite hacer los ajustes para maximizar el funcionamiento y extender la vida útil del neumático, manteniendolos en funcionamiento dentro de los límites de diseño.



# Hoja de Seguridad del Nitrógeno INDURA

## Ficha de Seguridad de Gases

### Sustancia: NITROGENO LIQUIDO (N<sub>2</sub>) LIN

	NCh 2190	NCh 1411/4	Clase	NU
GAS NO INFLAMABLE			2,2	1977
<b>Fono emergencia: 800-800-505</b>				

Propiedades Físicas y Químicas	Otras Propiedades
Estado Físico : Líquido	Solubilidad en agua : Insignificante
Concentración (%) : 99,995 a 99,999	Apariencia y olor : Inodoro e incoloro
Temperatura de Autoignición : N/A	Presión de vapor : Sobre temperatura crítica
Densidad del vapor (aire = 1) : 0,967	
<b>Peligros</b>	No es tóxico, pero si asfixiante, puede provocar pérdida del conocimiento y muerte por anoxia. El contacto con un rápido evaporamiento del líquido puede provocar quemaduras criogénicas, los efectos pueden ser cambios de color de la piel, posiblemente ampollas. El contacto con la piel puede producir quemaduras o congelamiento de la extremidad afectada (-196°C). Los cilindros pueden explotar al ser calentados por el fuego. El contacto con el líquido puede provocar congelamiento de los tejidos.
<b>Prevención/Control</b>	No transporte termos en espacios confinados como porta maletas de autos, van, station wagon, una fuga puede resultar en asfixia. El manejo de LIN debe ser realizado por personal capacitado, esto debe incluir el uso de los E.P.P. adecuados: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lentes de seguridad.</li> <li>• Careta de protección facial.</li> <li>• Guantes y delantal criogénicos.</li> <li>• Zapatos de seguridad.</li> </ul>
<b>Extinción de Incendios</b>	Los estanques y termos que estén expuestos a fuego deben ser enfriados con agua mediante chorro directo a una distancia segura. Informar a bomberos del riesgo potencial de explosión de los recipientes y su acción voladora que pueden presentar. Si es posible retire los cilindros del lugar del fuego. No permita que los envases de almacenamiento superen los 54°C.
<b>Procedimiento de Emergencia</b>	En caso de fuga o derrame desalojar a todo el personal desde el área afectada. Usar equipo de protección adecuado. Usar equipo de respiración autónomo en rescate de personas. Si la fuga es desde un cilindro o un termo o su válvula contáctese con el N° de Emergencia de INDURA 800-800-505. En caso de derrame desde un camión aislar la zona alrededor de 800 mts.
<b>Primeros Auxilios</b>	En caso de sobre-exposición y quemaduras criogénicas la atención médica es mandatoria. El rescate de personas debe ser con equipos de respiración autónomo. Si la persona está consciente asistirle en una zona no contaminada e inhalar aire fresco. Las personas afectadas, llevar a un área no contaminada si se detiene la respiración, aplicar respiración artificial. Por contacto dérmico o quemaduras criogénicas remover la ropa contaminada y limpiar las zonas afectadas con agua tibia, NO USE AGUA CALIENTE. Consultar médico en caso de congelamiento de tejidos. En el contacto con los ojos por evaporación rápida del líquido, No lave con agua caliente o eventualmente tibia, abrir los párpados a la víctima para permitir la evaporación del líquido si la víctima no tolera la luz, proteger los ojos con vendaje adecuado, remitir rápidamente a un oftalmólogo para tratamiento posterior.
<b>Almacenamiento</b>	Deben ser almacenados en áreas diseñadas especialmente para este propósito, es decir áreas ventiladas y alejadas de cualquier riesgo de fuego o explosión. Los cilindros vacíos deben ser tratados de igual forma que uno lleno. Todos los cilindros ya sean llenos o vacíos deben poseer una protección de válvulas. Los envases deben ser almacenados en forma vertical y asegurados para prevenir caídas y golpes.

# 10

## **Sistema de inflado de Neumáticos de INDURA S.A. para la Minería**

Cuando las necesidades de consumo lo justifican, como en el caso de un hospital, industria u otro proceso minero industrial, puede instalarse un sistema compuesto estanque criogénico estacionario y equipos de vaporización y control.

### **Este sistema consta de los siguientes equipos:**

- a. Estanque
- b. Vaporizador adicional de piso de 100 m<sup>3</sup>/hr
- c. Vaporizadores de piso de 250 m<sup>3</sup>/hr c/u.
- d. Válvulas de seguridad
- e. Válvulas de retención
- f. Regulador de presión Cash, 1/2" NPT (regulado a 125 psig)
- g. Manómetro
- h. Válvula de corte general
- i. Calefactor

### **Estanque Criogénico**

El estanque criogénico estacionario puede almacenar grandes cantidades de gas en forma líquida.

El estanque consta de un recipiente interior de acero inoxidable para soportar bajas temperaturas y uno exterior de acero al

carbono, aislados entre sí por una combinación de alto vacío y material aislante.

Los estanques criogénicos son equipos preparados especialmente para contener líquidos tales como Oxígeno (-183°C), Nitrógeno (-196°C) o Argón (-186°C).

Los estanques cuentan con un sistema de llenado compuesto por una conexión, una válvula de retención y dos válvulas de aislación angulares que permiten la carga del estanque por la parte superior (fase gas), como por la parte inferior (fase líquida).

A medida que el nivel de líquido va disminuyendo la presión interna del estanque también baja, esta presión es recuperada por un mecanismo automático formado por un regulador de presión y un vaporizador ambiental de piso de 100 m<sup>3</sup>/hr. En caso de aumento de la presión en el estanque esta es liberada a través de un sistema llamado economizador el cual comunica esta sobrepresión con la línea de consumo del cliente, como consecuencia la presión se estabiliza. Este sistema está diseñado para que el estanque trabaje a una presión constante, adecuada a las necesidades del usuario. La presión máxima de trabajo de un estanque es de 250 psig.

Todos los estanques cuentan con un sistema de instrumentación para medir el contenido de líquido y la presión, el contenido es medido en columna de agua por el indicador de nivel y la unidad patrón es la pulgada de agua,

la presión es medida en un manómetro y su unidad patrón es psi, bar, kg/cm<sup>2</sup>.

Los estanques están protegidos por un sistema de seguridad, conformado por una válvula de seguridad capaz de abrirse a 250 psig y dejar escapar la sobrepresión a la atmósfera, una vez que la presión se normaliza estas válvulas se cierran y si por algún motivo las válvulas no funcionan, discos estallantes seteados a 350 psig se romperán dejando escapar la presión a la atmósfera.

El estanque, tiene como función fundamental almacenar o contener nitrógeno en estado líquido a -196°C (en estado criogénico), siempre que el nitrógeno líquido pase a través de los vaporizadores ambientales se obtiene nitrógeno en estado gaseoso, disponible para nuestra aplicación.

Una vez realizado el cambio de fase del nitrógeno a través del vaporizador y ya

regulada su presión, podemos utilizar este producto para los fines de Inflado de Neumáticos. El nitrógeno gaseoso es obtenido a una presión de 150 psig.

El estanque almacenador de nitrógeno tiene sistemas de seguridad que pueden actuar en caso de un aumento excesivo en la presión interna de éste, esta presión puede llegar hasta 250 psig, para lo cual se activaran las válvulas de seguridad propias del estanque.

### **Sistema de carga de Nitrógeno Líquido desde camión a estanque:**

El croquis abajo presentado, muestra como ocurre el sistema de carga desde el camión trailer, al estanque vertical estacionario VCS-1500 y desde éste al sistema de vaporización, entregando gas nitrógeno a proceso.



## Sistema de Inflado de Neumáticos con Nitrógeno INDURA



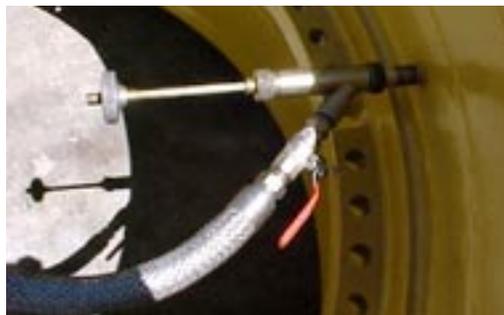
Estación de Inflado con Nitrógeno



Sist. Control de Nivel y Válvula de llenado Estanque



Vaporizador Intermedio



Válvula de Inflado

# 11

## Referencias

Actualmente INDURA S.A., cuenta con una estación de llenado permanente de Nitrógeno para inflado de Neumáticos en Compañía Minera El Abra, Compañía Minera Mantos de Oro, a su vez, ha realizado inflados de neumáticos en Compañía Minera Disputada de Las Condes Ltda., Faena El Soldado, y mantiene conversaciones avanzadas con Candelaria y Collahuasi.

# 12

## Contactos en INDURA S.A.

Cualquier consulta o evaluación de factibilidad para habilitar un sistema de Inflado de Neumáticos INDURA, favor contactarse con:

Area PGS Minero Industrial  
Departamento de Planificación y Desarrollo  
Fono : 02-5303485  
Fax : 02-5303228  
e-mail : dtg@indura.net

# 13

## Emergencia

En caso de emergencia llame al fono INDURA N° 800 800 505, si se trata de una consulta técnica o abastecimiento de nuestros productos, llame al 600 600 3030

Ambos números funcionan las 24 hrs del día durante todo el año.

**INDURA**<sup>®</sup>  
*Tecnología a su Servicio*

Casa Matriz: Camino a Melipilla 7060, Cerrillos - Santiago  
Tel: 56(2) 530 3485 - Fax: 56(2) 530 3228

[www.indura.net](http://www.indura.net)