

# Sistema de detección de amoníaco

## Especificaciones de diseño y códigos

27 de octubre de 2021  
*Revisión 10*

---

# Especificaciones de diseño y códigos del sistema de detección de amoníaco

A continuación, se incluye información sobre el diseño del sistema de detección de amoníaco para instalaciones que utilizan sistemas de refrigeración de amoníaco. La normativa para la industria de refrigeración de amoníaco ha cambiado drásticamente en los últimos 10 años.

A partir de las ediciones de 2021 de los códigos y normas uniformes, internacionales, de NFPA y de ASHRAE, solo tendrá que tener en cuenta las recomendaciones de IIAR cuando evalúe la conformidad de su sistema de detección de amoníaco.

Además de las normas de IIAR, siempre debe tener en cuenta las modificaciones locales o los requisitos complementarios de la autoridad local con jurisdicción (AHJ), las buenas prácticas de ingeniería reconocidas y generalmente aceptadas (RAGAGEP) y su compañía de seguros. Muchas compañías de seguros imponen sus propios requisitos para mitigar el riesgo de pérdida de vidas y productos en una instalación.

A continuación, se muestra el diseño de un sistema que cumple los requisitos de las influencias anteriormente mencionadas. Este documento se actualiza regularmente, por lo cual se recomienda que consulte nuestro sitio web ([www.ctiengineering.com](http://www.ctiengineering.com)) para acceder a la revisión más reciente.

Tabla 1: Resumen del sistema de detección de amoníaco

Ubicación	Sensor	Acciones
Sala de compresores (mínimo 2 sensores)	GG-NH3-250 (detector de bajo margen)	<b>25 ppm</b> - Generar una alarma en una ubicación monitoreada <b>25 ppm</b> - Bocina/estroboscopio fuera de cada entrada y dentro de sala de máquinas <b>150 ppm</b> - Ventilación de emergencia
Sala de compresores (mínimo 1 sensor)	GG-NH3-2 % (detector de alto margen)	<b>10.000 ppm</b> - Ventilación de emergencia redundante* <b>20.000 ppm</b> - Desenergizar bombas, compresores y válvulas normalmente cerradas
Tuberías de ventilación*	GG-VL2-NH3	<b>1 %</b> - Generar alarma en una ubicación monitoreada*
Áreas refrigeradas	GG-NH3-100	<b>25 ppm</b> - Generar una alarma en una ubicación monitoreada <b>25 ppm</b> - Bocina/estroboscopio* <b>35 ppm</b> - Cerrar válvulas solenoides de gas caliente y líquido*
Sistemas de empaque		<b>Consulte la Tabla 1.2</b>
Equipos cerrados	GG-NH3-2 %	<b>20.000 ppm</b> - Desactivar fuentes de ignición
Maquinaria bajo 100 HP y fosos para equipos (que no se encuentren en salas de máquinas)	GG-NH3-100	<b>25 ppm</b> - Generar una alarma en una ubicación monitoreada <b>25 ppm</b> - Cerrar válvulas solenoides de gas caliente y líquido <b>25 ppm</b> - Bocina/estroboscopio dentro de sala <b>25 ppm</b> - Desenergizar bombas, motores y ventiladores que no sean de emergencia <b>25 ppm</b> - Ventilación de emergencia

\*No exigido por el código

Tabla 1.2: Resumen de detección del sistema de empaque

Ubicación	Especificación 1	Especificación 2	Nivel de detección (consulte el Apéndice 3, página 8)
Interior	Más de 100 HP dentro de una sala de compresores		Nivel de detección en la sala de máquinas
	Menos de 100 HP fuera de una sala de compresores	¿Potencial de 40.000 ppm? Sí	Detección Nivel 3
		¿Potencial de 40.000 ppm? No	Detección Nivel 1
Exterior	¿Apertura libre? Sí	No se requiere detección	
	¿Apertura libre? No	Menos de 100 HP	Detección Nivel 1
		Más de 100 HP	Nivel de detección en la sala de máquinas

## **Sala de compresores (sensores de 0-250 ppm)**

El código requiere una indicación audiovisual dentro de la sala de compresores y fuera de cada entrada de dicha sala a 25 ppm. Mediante el PLC o panel de control de detección de gases es posible establecer en 25 ppm las salidas de advertencia para activar una unidad de bocina / estroboscopio dentro de la sala de máquinas y fuera de cada entrada. Las unidades de pantalla del monitor de entrada pueden colocarse fuera de cada puerta de acceso para advertir al personal sobre las concentraciones de amoníaco antes de que ingresen. Las alarmas audiovisuales se puede restablecer automáticamente si la concentración de amoníaco baja a menos de 25 ppm.

El código requiere una ventilación de emergencia a 150 ppm. Se deben establecer en 150 ppm los puntos de ajuste de alarma y accionar el arrancador del ventilador de emergencia. La ventilación de emergencia y las alarmas visuales deben estar enclavadas hasta que se restablezcan manualmente con un interruptor ubicado en la sala de máquinas. Las alarmas sonoras continuarán operando hasta que se restablezcan manualmente con un interruptor ubicado en la sala de máquinas o un área alejada de la sala de máquinas.

La sala de compresores es el área con máximo riesgo en la mayoría de las plantas. Posee el mayor potencial de fuentes de fugas y la mayor cantidad de amoníaco presente para generar concentraciones catastróficas. Es preciso usar dos sensores de 0-250 ppm como mínimo para brindar una cobertura y redundancia completas. Utilice dos sensores de gases de amoníaco de 0-250 ppm en las salas de máquinas de 4000 pies cuadrados [371,6 metros cuadrados] o menos. Instale un sensor extra por cada 2000 pies cuadrados (185,8 metros cuadrados) adicionales. Coloque los sensores en la zona de respiración a unos 5 pies (1,5 m) del nivel del suelo. Coloque un sensor debajo del ventilador, de manera que pueda extraer muestras del flujo de aire en toda la sala cuando el ventilador esté encendido. Distribuya uniformemente el o los otros sensores por toda la sala.

## **Desconexión de la sala de compresores (0-2 % sensor)**

En la sala de compresores, el código también exige que se desconecten los compresores, bombas y válvulas solenoides normalmente cerradas con una concentración sumamente alta (el estándar de la industria es 20.000 ppm). Es posible usar la salida de alarma para realizar la desconexión en un 2 % (20.000 ppm). A modo de redundancia sin costo adicional, se puede usar la salida de advertencia para accionar también la ventilación de emergencia en un 1 % (10.000 ppm). Utilice un sensor de 0-2 % situado a unos 5 pies (1,5 m) del nivel del suelo debajo del ventilador de emergencia de manera que pueda extraer muestras del flujo de aire en toda la sala durante una condición de emergencia. Tenga presente que un sensor que opere con este margen no puede usarse para detectar concentraciones más bajas cubiertas con el sensor de 0 a 250 ppm.

## **Tuberías de ventilación**

Los sensores de las tuberías de ventilación se utilizan para generar una alarma en un área monitoreada en caso de que una válvula de alivio de seguridad se abra debido a una condición de presión excesiva. Ello alerta a los operadores para que descarguen el amoníaco a la atmósfera mediante la tubería de ventilación, de manera que puedan adoptar acciones para mitigar la emisión. En este caso se recomienda un punto de ajuste de alarma de 1,0 % (10.000 ppm) para minimizar alarmas debido al "goteo" de las válvulas de alivio. Coloque los sensores de las tuberías de ventilación en exteriores, 3 pies (0,9 m) respecto al nivel del tejado, utilizando el kit de montaje (suministrado) con el puerto de prueba en T apuntando hacia abajo.

## **Cámaras frigoríficas**

En el caso de las cámaras frigoríficas, el código requiere que se generen alarmas en el área monitoreada. Algunas compañías de seguros exigen la desconexión de las válvulas solenoides de gas caliente y suministro de líquido en caso de una fuga (pero los principales códigos no lo exigen actualmente). En estas salas utilice sensores de 0-100 ppm. Este margen otorga la mejor precisión ante concentraciones sumamente bajas, lo cual es adecuado en estas áreas sin restricciones. En el PLC o panel de detección de gas, la salida de advertencia puede generar una alarma a 25 ppm en una ubicación monitoreada. Además, la salida de alarma puede usarse para desconectar a 35 ppm las válvulas solenoides de gas caliente y suministro de líquido para mitigar la fuga.

Coloque los sensores en la zona de respiración a unos 5 pies (1,5 m) del nivel del suelo. La cantidad de sensores debiera determinarse colocando al menos un sensor dentro de 30 pies (9,1 m) horizontalmente respecto a cada fuente de fuga potencial (un sensor situado entre 2 evaporadores podría abarcar ambos si están distanciados 60 pies [18,2 m] entre sí). En grandes salas de bodegas abiertas con almacenamiento en frío que requieran utilizar más de 3 sensores, las distancias pueden reducirse razonablemente a 50 pies (15,2 m) horizontalmente respecto a una fuente de fuga potencial, usando 3 sensores como mínimo.

## **Maquinaria bajo 100 HP y fosos para equipos que no se encuentren en las salas de máquinas**

Si un equipo o sistema de refrigeración de amoníaco se instala fuera de una sala de máquinas, el área que contenga el sistema o equipo deberá cumplir con lo siguiente. A 25 ppm, deberá generar una alarma en una ubicación monitoreada, cerrar las válvulas solenoides de gas caliente y suministro de líquido, activar los dispositivos audiovisuales dentro del área, activar los extractores de emergencia y desenergizar todas las bombas, motores y ventiladores que no sean de emergencia.

En estas salas utilice sensores de 0-100 ppm. Este margen otorga la mejor precisión ante concentraciones sumamente bajas, lo cual es adecuado en estas áreas. Coloque el o los sensores en la zona de respiración a unos 5 pies (1,5 m) del nivel del suelo.

### **Sistemas de empaque**

Los sistemas de empaque y los equipos deberán cumplir con lo siguiente. A 25 ppm, generar una alarma en una ubicación monitoreada y activar los dispositivos audiovisuales dentro del área.

Utilice sensores de 0-100 ppm en estas áreas. Este margen otorga la mejor precisión ante concentraciones sumamente bajas, lo cual es adecuado en estas áreas. Coloque el o los sensores en la zona de respiración a unos 5 pies (1,5 m) del nivel del suelo.

Los equipos cerrados con un potencial de alcanzar 40.000 ppm que tenga llama abierta o superficies calientes o que tenga equipos sin clasificar deberán cumplir con lo siguiente. Use un detector de 0 % a 2 % para desactivar las fuentes de ignición a 2 % (20.000 ppm). Tenga presente que un sensor que opere con este margen no puede usarse para detectar concentraciones más bajas cubiertas con el sensor de 0 a 250 ppm.

## **Requisitos de diseño de instalación**

### **General**

Los detectores deberán usar tendidos de cables supervisados, de manera que cualquier falla en el cableado se notifique a una ubicación monitoreada. La falta de comunicación entre el detector y los sistemas de control que activan la respuesta se debe notificar a una ubicación monitoreada. Los detectores deberán monitorear de manera activa los elementos sensores principales y notificar cualquier señal de alarma a una ubicación monitoreada. Las alarmas sonoras deben producir un nivel de presión de sonido de 15 decibeles (dBA) por sobre el nivel de sonido ambiente promedio y 5 dBA por sobre el nivel máximo de sonido del área en la que están instaladas. Todos los detectores de amoníaco se diseñarán y probarán de acuerdo con UL-61010-1 o ANSI/ISA 92.0.01.

### **Altura de montaje del sensor**

Hay bastante confusión en la industria respecto a cuál es la mejor altura para montar los sensores de amoníaco. Ello se debe a que existen razones válidas para usar diferentes alturas. Los códigos simplemente dicen "ubique el sensor donde se espere que sea más eficaz y donde se pueda acceder a él para mantenimiento y pruebas". El vapor de amoníaco es más liviano que el aire, por lo cual las fugas de vapor se elevan hasta el cielo raso en condiciones normales. Una fuga de líquido descenderá hasta el suelo y si es lo suficientemente grande puede enfriar una sala tan rápido que las concentraciones presentes en el suelo sean altas y las del cielo sumamente bajas. En las áreas refrigeradas, normalmente existe suficiente flujo de aire generado por los ventiladores del evaporador para mezclar el refrigerante relativamente bien en la sala. En todas las ubicaciones, el primer punto de alarma corresponde a 25 ppm, lo cual se ha previsto para la protección personal. Para proteger de mejor manera al personal, la muestra debiera reflejar los elementos que esté respirando el personal a unos 5 pies (1,5 m) del nivel del suelo. Aún más importante, se debe tener un fácil acceso al sensor para efectuar la calibración requerida cada 6 meses y realizar las pruebas de salida. Bastan sólo un par de años para que un sistema de seguridad que no se haya sometido a pruebas se transforme en un sistema de seguridad inoperante. La zona de respiración es la mejor altura para satisfacer todas las inquietudes antedichas.

## **Panel de detección de gas (o PLC)**

El sistema de detección de gas debería potenciarse con un circuito en derivación dedicado de un sistema de respaldo del generador de emergencia, el cual pueda operar el sistema en caso de un corte de energía. Debiera utilizarse un suministro de energía ininterrumpida (UPS) que pueda hacer funcionar el sistema por algunos minutos durante la transición a la energía del generador de emergencia. Todos los tendidos de cables debieran supervisarse mediante el controlador, indicando que existe una falla si se pierde la comunicación con un sensor. Ante la pérdida de energía del sistema debiera enviarse una indicación de falla a una ubicación monitoreada.

Toda condición de alarma debiera enviar una señal a una ubicación monitoreada. la cual puede situarse en la planta como por ejemplo en una sala de control o caseta de vigilancia. También puede ser una empresa de monitoreo de edificios, un marcador telefónico automático o cualquier otro sistema de notificación que avise al personal responsable las 24 horas del día y 7 días de la semana.

Todas las funciones de salida deben configurarse en enclavamiento, de manera que si incluso las concentraciones de amoníaco se sitúan por debajo del punto de ajuste, se requiera un restablecimiento manual bajo la supervisión de un operador calificado. Ello es necesario para brindar protección ante un escenario de fugas reiterado que se haya detectado y mitigado satisfactoriamente.

## **Sistemas en cascada de CO2**

En los sistemas en cascada de CO<sub>2</sub>, se requiere detectar tanto las concentraciones de amoníaco como de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la sala de compresores que contenga el sistema de amoníaco y el intercambiador de calor en cascada. En las áreas refrigeradas y de procesos se requiere la detección de CO<sub>2</sub> en vez de la detección de amoníaco. Las funciones de salida y diseño del sistema de detección son similares salvo por la diferencia en el sensor de CO<sub>2</sub> seleccionado, los puntos de ajuste en 0,5 % (5.000 ppm) (TWA de 8 horas conforme a OSHA) y los puntos de ajuste de alarma en 1,0 %.

Un controlador puede manejar una combinación de sensores de amoníaco y CO<sub>2</sub>. Una salvedad que debe tenerse presente es que a diferencia del amoníaco, el CO<sub>2</sub> siempre está presente en el aire y las concentraciones pueden acumularse en estos niveles en una planta debido a otras fuentes que no sean fugas en el sistema de refrigeración. Algunos ejemplos comunes son el uso de hielo seco y la respiración normal del personal en una sala sin ventilación. Los sensores de CO<sub>2</sub> debieran montarse en la zona de respiración a unos 5 pies (1.5 m) del nivel del suelo.

## Especificaciones:

Tabla 2: Tabla de equipos

Número de pieza	Descripción	Uso
GG-6	Controlador de seis canales	Monitoreo del sistema de detección de amoníaco
GG-XM	Módulo de expansión de ocho canales	Capacidades de monitoreo adicionales
GG-RD1	Pantalla remota para el controlador GG-6	Monitoreo a distancia del sistema de detección de gas
EM2	Monitor de entrada	Fuera de las puertas de acceso de sala de compresores
UPS-1000VA-LCD	Suministro de energía ininterrumpida	Energía de respaldo para el controlador GG-6
SHA-24-BLUE	Conjunto de estroboscopio/bocina de 24 VCC	Audiovisual
GG-NH3-100	Sensor electroquímico de 0/100 ppm	Área refrigerada
GG-NH3-250	Sensor electroquímico de 0/250 ppm	Sala de compresores
GG-NH3-2 %	Sensor de perla catalítica de 0/2 %	Desconexión de la sala de compresores
GG-VL2-NH3	Sensor de tuberías de ventilación de 0/1 %	Cabezal de ventilación de alivio a alta presión, por encima de la línea del tejado
GG-CO2-3%	Sensor infrarrojo de 0/3 %	Sistemas de refrigeración de CO2

Tabla 3: Tabla de puntos de ajuste de advertencia y alarma

Sala	Puntos de ajuste de advertencia / alarma
Áreas refrigeradas	25 ppm / 35 ppm
Sala de compresores (0-250 ppm)	25 ppm / 150 ppm
Desconexión de la sala de compresores (0-2 %)	1 % / 2 %
Tuberías de ventilación	1.0 %
Áreas refrigeradas donde haya dióxido de carbono	0.5 % / 1.0 %

### 1. Equipos

#### a. Notas sobre equipos

- i. Todos los controladores y sensores son fabricados por Calibration Technologies, Inc. - número de teléfono 866-394-5861.
- ii. En la Tabla de equipos encontrará las descripciones de las funciones y números de pieza.
- iii. Consulte la Tabla de puntos de ajuste de advertencia y alarma para ver los valores recomendados.

#### b. Controlador

- i. Utilice un controlador GG-6 y los módulos de expansión necesarios para monitorear todos los sensores fijos. El controlador deberá equiparse con relés de alarma programables para activar la bocina/estroboscopios externos, extractores de aire, sistemas de monitoreo y equipo de desconexión.
- ii. El controlador proporciona tres puntos de ajuste de alarma por canal.
- iii. El controlador y módulos de expansión proporcionan entradas de señal de 4/20 mA.
- iv. El controlador y módulos de expansión proporcionan +24 VCC para potenciar todos los sensores conectados.
- v. El controlador incluye una interfaz LCD del operador que ofrece una sencilla programación activada por menús.
- vi. El controlador incluye una carcasa hermética para proteger los componentes electrónicos y permitir instalaciones en exteriores si fuera necesario.
- vii. El controlador incluye un relé de bocina silenciada mediante la tecla "Silence" (Silencio) en el panel delantero.
- viii. El controlador incluye un registro de alarmas para capturar y almacenar todos los eventos.
- ix. El controlador incluye un modo de calibración que bloquea las salidas de relés para dar mantenimiento y calibrar el sensor.
- x. El controlador supervisa todos los tendidos de cables e indica que existe una falla si se pierde la comunicación con los sensores.
- xi. Potencie el controlador con un circuito en derivación dedicado utilizando un suministro de energía ininterrumpida (UPS) respaldado por un generador de emergencia para proporcionar una operación de 24 horas en caso de un corte de energía.

#### c. Monitores de entrada

- i. Coloque un monitor de entrada EM2 fuera de cada entrada de la sala de compresores.
- ii. El monitor de entrada termina la señal de 4-20 mA proveniente del sensor y la retransmite al controlador.
- iii. El monitor de entrada incluye una pantalla digital para advertir a los operadores sobre las concentraciones de amoníaco presentes antes de que ingresen a la sala de compresores.
- iv. El monitor de entrada incluye un relé integrado de 8 amperios.
- v. El monitor de entrada incluye componentes electrónicos encapsulados para proteger contra humedad y corrosión el tablero de circuitos y las piezas.

- vi. El monitor de entrada incluye una carcasa de policarbonato para prevenir la corrosión.
  - vii. El monitor de entrada incluye una señal de salida lineal de 4/20 mA.
- d. Bocina / estroboscopios
- i. Coloque (1) o más bocinas / estroboscopios SHA-24-Blue dentro de la sala de compresores y una en cada entrada exterior de la sala de compresores.
  - ii. La bocina / estroboscopio se etiquetará "Amoníaco" para poder interpretar fácilmente la alarma solo con mirarla.
  - iii. La bocina / estroboscopio se calificará para uso exterior para prevenir la corrosión.
  - iv. El nivel de sonido será de al menos 15 dBA sobre el nivel de sonido ambiente promedio y 5 dBA sobre el nivel de sonido máximo del área.
- e. Interruptor de restablecimiento
- i. Instale (1) interruptor de restablecimiento SB-R1 dentro de la sala de compresores.
  - ii. El interruptor se cableará a los terminales de cables de restablecimiento remoto del controlador GG-6.
2. Sensores
- a. Sala de compresores 0-250 ppm
- i. Utilice 2 sensores de gases de amoníaco GG-NH3-250 en las salas de compresores de 4000 pies cuadrados [371,6 metros cuadrados] o menos. Instale un sensor adicional por cada 2000 pies cuadrados (185,8 metros cuadrados).
  - ii. Coloque los sensores en la zona de respiración a unos 5 pies (1,5 m) del nivel del suelo.
  - iii. Coloque un sensor debajo del ventilador de operación continua, de manera que pueda extraer muestras del flujo de aire en toda la sala.
  - iv. Distribuya uniformemente el o los otros sensores por toda la sala.
  - v. El sensor incluye componentes electrónicos encapsulados para proteger el tablero de circuitos y las piezas.
  - vi. El sensor incluye una carcasa de policarbonato para prevenir la corrosión.
  - vii. El sensor incluye una carcasa con control de temperatura para usar en cualquier entorno y brindar una mayor vida útil a la celda.
  - viii. El sensor incluye una señal de salida lineal de 4/20.
- b. Desconexión de la sala de compresores 0-2 %
- i. Utilice 1 sensor de gas de amoníaco GG-NH3-2 % para cada sala de compresores.
  - ii. Coloque el sensor a unos 5 pies (1,5 m) del nivel del suelo debajo del ventilador de emergencia de manera que pueda extraer muestras del flujo de aire en toda la sala.
  - iii. El sensor incluye componentes electrónicos encapsulados para proteger el tablero de circuitos y las piezas.
  - iv. El sensor incluye una carcasa de policarbonato para prevenir la corrosión.
  - v. El sensor incluye una carcasa con control de temperatura para usar en cualquier entorno y brindar una mayor vida útil a la celda.
  - vi. El sensor incluye una señal de salida lineal de 4/20.
- c. Tuberías de ventilación
- i. Utilice 1 tubería de ventilación de amoníaco GG-VL2-NH3 para cada descarga de línea de alivio a alta presión hacia la atmósfera.
  - ii. Instale el sensor de la tubería de ventilación utilizando el kit de montaje suministrado. Colóquelo en exteriores 3 pies (0,9 m) respecto al nivel del tejado. Instálolo utilizando el kit de montaje con el puerto de prueba en T apuntando hacia abajo.
  - iii. El sensor incluye componentes electrónicos encapsulados para proteger contra humedad y corrosión el tablero de circuitos y las piezas.
  - iv. El sensor incluye una carcasa de acero inoxidable para evitar la corrosión.
  - v. El sensor incluye una señal de salida lineal de 4/20.
- d. Áreas refrigeradas donde haya amoníaco
- i. Utilice sensores de gases de amoníaco GG-NH3-100 cerca de evaporadores, grupos de válvulas y otros equipos, e instale los sensores a no más de 30 pies (9,1 m) horizontalmente respecto a una fuente de fuga potencial (50 pies [15,2 m] si hay más de 3 sensores en una sala).
  - ii. Coloque los sensores en la zona de respiración a unos 5 pies (1,5 m) del nivel del suelo.
  - iii. El sensor incluye componentes electrónicos encapsulados para proteger contra humedad y corrosión el tablero de circuitos y las piezas.
  - iv. El sensor incluye una carcasa de policarbonato para prevenir la corrosión.
  - v. El sensor incluye una carcasa con control de temperatura para usar en cualquier entorno y brindar una mayor vida útil a la celda.
  - vi. El sensor incluye una señal de salida lineal de 4/20.
- e. Áreas refrigeradas donde haya dióxido de carbono
- i. Utilice sensores de gases de dióxido de carbono GG-CO2-3 % cerca de evaporadores, grupos de válvulas y otros equipos, e instale los sensores a no más de 30 pies (9,1 m) respecto a una fuente de fuga potencial (50 pies [15,2 m] si hay más de 3 sensores en una sala).
  - ii. Coloque los sensores en la zona de respiración a unos 5 pies (1,5 m) del nivel del suelo.
  - iii. El sensor incluye componentes electrónicos encapsulados para proteger contra humedad y corrosión el tablero de circuitos y las piezas.
  - iv. El sensor incluye una carcasa de policarbonato para prevenir la corrosión.
  - v. El sensor incluye una carcasa con control de temperatura para usar en cualquier entorno y brindar una mayor vida útil a la celda.
  - vi. El sensor incluye una señal de salida lineal de 4/20.

# Material explicativo

En 2012, había seis diferentes códigos y normas de modelo de EE. UU. escritos por diferentes entidades que regulan la refrigeración de amoníaco, incluidos ANSI/IIAR 2-2014, ASHRAE 15, NFPA-1, UMC, IFC e IMC. Gradualmente, estas entidades comenzaron a adoptar las normas IIAR-2, en lugar de escribir sus propias normas. A partir de 2021, las normas IIAR-2 se convirtieron en la norma de la industria generalmente aceptada a la que la mayoría de las organizaciones ahora recurren.

## Apéndice 1: Resumen de requisitos de códigos para detección de amoníaco

ANSI/IIAR 2-2021	ASHRAE 15-2019	NFPA 1-2021	UMC-2021	IFC-2021	IMC-2021
	Cumple con IIAR 2	Cumple con IIAR 2	Cumple con IIAR 2	Cumple con IIAR 2	Cumple con IIAR 2

## Apéndice 2: Normas IIAR 2-2021

Ubicación	Descripción / Detalles		Nivel de detección	
Sala de máquinas			Detección en la sala de máquinas	
Área que contiene equipos de refrigeración ubicados fuera de una sala de máquinas	Menos de 100 HP	¿Potencial de 40.000 ppm? Sí	Detección Nivel 3	
		¿Potencial de 40.000 ppm? No	Detección Nivel 1	
Fosos para equipos			Detección Nivel 3	
Espacios refrigerados			Detección Nivel 1	
Sistemas de empaque	Interior	Más de 100 HP dentro de una sala de máquinas	Detección en la sala de máquinas	
		Menos de 100 HP fuera de la sala de máquinas	¿Potencial de 40.000 ppm? Sí	Detección Nivel 3
			¿Potencial de 40.000 ppm? No	Detección Nivel 1
	Exterior	¿Apertura libre*? Sí		No se necesita detección
		¿Apertura libre*? No	Menos de 100 HP	Nivel 1
			Más de 100 HP	Detección en la sala de máquinas

## Apéndice 3: Definición de niveles de detección

	Norma mínima IIAR 2-2021		Recomendaciones de CTI	
Detección en la sala de máquinas	Al menos 2 detectores con márgenes de sensores idénticos		Al menos 2 detectores con márgenes de sensores idénticos <i>Más 1 detector de alto margen</i>	
	25 ppm	Notificar una ubicación monitoreada Activar alarmas sonoras e indicadores visuales	25 ppm	Notificar una ubicación monitoreada Activar alarmas sonoras e indicadores visuales
	150 ppm	Activar ventilación de emergencia	150 ppm	Activar ventilación de emergencia
	40.000 ppm	Desenergizar compresores de refrigerante, bombas y válvulas normalmente cerradas	20.000 ppm	Desenergizar compresores de refrigerante, bombas y válvulas normalmente cerradas
Detección Nivel 1	Al menos 1 detector		Al menos 1 detector a 30 pies de posibles fuentes de fugas	
	25 ppm	Notificar una ubicación monitoreada	25 ppm	Notificar una ubicación monitoreada <i>Activar indicadores visuales y de sonido</i>
Detección Nivel 3	Al menos 1 detector		Al menos 1 detector	
	25 ppm	Notificar una ubicación monitoreada Activar alarmas sonoras e indicadores visuales Cerrar las válvulas que alimentan gas líquido y caliente  Desenergizar bombas, ventiladores y motores que son parte del sistema de refrigeración Activar sistemas extractores de emergencia	25 ppm	Notificar una ubicación monitoreada Activar alarmas sonoras e indicadores visuales Cerrar las válvulas que alimentan gas líquido y caliente  Desenergizar bombas, ventiladores y motores que son parte del sistema de refrigeración Activar sistemas extractores de emergencia

## Requisitos audiovisuales adicionales

Las alarmas sonoras proporcionarán un nivel de presión de sonido de 15 dBA por sobre el nivel de sonido ambiente promedio y 5 dBA por sobre el nivel máximo de sonido del área en la que están instaladas.

Las alarmas se identificarán con avisos adyacentes a los dispositivos de alarma visual y sonora.

Las alarmas sonoras, indicadores visuales y sistemas extractores de emergencia que se activan a 25 ppm se pueden restablecer automáticamente cuando la concentración baja a menos de 25 ppm.

Los indicadores visuales y sistemas extractores de emergencia que se activan a 150 ppm o más deben continuar operando hasta que se restablezcan manualmente con un interruptor ubicado dentro de la sala de máquinas. Las alarmas sonoras que se activan a 150 ppm o más se pueden restablecer en forma remota.

## Definiciones

**Sistemas de empaque:** Un sistema de refrigeración independiente, completo y plug and play que se construye fuera de las instalaciones, se monta en una base o deslizadera de acero y se entrega como una unidad simple a una instalación de usuario final. Un sistema de empaque se puede diseñar para una instalación interior o exterior y puede ser cerrado o no.

**Carcasa:** Área que está rodeada por paredes o una cerca. IIAR 5.15.1 establece que las carcasas de los equipos para amoníaco serán adecuadas para la ubicación de la instalación y tendrán protección de daños físicos y ambientales según sea necesario para la ubicación instalada.

**Apertura libre:** La apertura libre se refiere a la cantidad de ventilación natural y pasiva de un área cerrada o parcialmente cerrada. Los sistemas de empaque que se ubican en exteriores y no tienen una apertura libre suficiente deben tener detección de amoníaco. Para calcular la apertura libre de una carcasa, use la fórmula indicada en IIAR 7.3.2 como sigue:

La sección transversal de apertura libre para ventilación natural no debe ser inferior a:

$$F = G^{0.5} (I-P) \text{ (con pies}^2 \text{ y libras de NH}_3\text{)}$$

$$F = 0,138G^{0.5} (SI) \text{ (con m}^2 \text{ y kilogramos de NH}_3\text{)}$$

donde:

F= la apertura libre del área, pies<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>)

G= la masa de amoníaco en el circuito independiente más grande, cuya parte se ubica dentro de la carcasa o estructura, libras. (kg)

**Detección de amoníaco Nivel 2 y alarma.** Las partes normativas de esta norma actualmente requieren solo niveles de detección y alarma de amoníaco Nivel 1 y Nivel 3. La información con respecto al Nivel 2 se conserva aquí para referencia. Los diseñadores o usuarios finales pueden querer usar el Nivel 2 en lugar del Nivel 1. Si se implementa la detección y alarma de amoníaco Nivel 2, tendría las siguientes funciones:

1. Por lo menos un detector de amoníaco debe estar instalado en la sala o área.
2. El detector activaría una alarma que se notifica a una ubicación monitoreada, de manera que se pueda tomar la medida correctiva a una concentración indicada de 25 ppm o mayor.
3. En el interior de la sala se instalarían alarmas sonoras y visuales para advertir que cuando la alarma se ha activado el acceso a la sala esté restringido al personal autorizado y a los servicios de emergencia.

## Excepciones

1. En las salas de máquinas, se permite el uso de un único detector si la falla o el mantenimiento del detector que provoca la inutilización del sistema de detección, pone en marcha el sistema de ventilación de emergencia que deberá seguir funcionando hasta que se restablezca el sistema de detección.
2. Las áreas desocupadas con tuberías continuas que se han unido mediante soldadura y que no incluyen válvulas, conjuntos de válvulas, equipos o conexiones de equipos no requieren el Nivel 1 de detección y alarma.
3. Cuando no lo prohíba el AHJ, las salas o áreas en las ocupaciones industriales que normalmente están ocupadas 24 horas al día y que se patrullan con regularidad cuando las funciones de las salas están inactivas por el tiempo de inactividad programado y están provistas de una alternativa a los equipos fijos de detección y alarma no requieren el Nivel 1 de detección y alarma. Se deberá proporcionar un medio de notificación de emergencia e inicio de respuesta de alarma.
4. Cuando no lo prohíba el AHJ, se permitirán alternativas a los detectores de fugas de amoníaco fijos para zonas con alta humedad u otras condiciones ambientales adversas que sean incompatibles con los dispositivos de detección. Se deberá proporcionar un medio de notificación de emergencia e inicio de respuesta de alarma.

# Ejemplo de disposición para sistema de detección de amoníaco

