

**PROY-NMX-AA-128-SCFI-2005**

**POTABILIZACIÓN DEL AGUA PARA USO Y CONSUMO  
HUMANO - SULFATO FÉRRICO - ESPECIFICACIONES Y  
MÉTODOS DE PRUEBA**

**POTABILIZATION OF WATER FOR USE AND HUMAN  
CONSUMPTION-FERRIC SULFATE -SPECIFICATIONS AND  
TEST METHODS**

## PREFACIO

En la elaboración de la presente norma mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA  
SECRETARÍA DE SALUD, DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL  
SECRETARÍA DE SALUD, LABORATORIO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA  
SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO, ORGANISMO PÚBLICO  
DESCENTRALIZADO, GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL  
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA  
GERENCIA REGIONAL DE AGUAS DEL VALLE DE MÉXICO  
SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE QUÍMICA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, INSTITUTO POLITÉCNICO  
NACIONAL  
CERTIFICACIÓN MEXICANA, S.C  
LABORATORIO FERMI, S.A. DE C.V.  
ASOCIACIÓN NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUÍMICA  
SILICATOS Y DERIVADOS, S.A. DE C.V.  
QUÍMICA LUSSAK, S.A. DE C.V.  
KEMWATER DE MÉXICO, S.A DE C.V.  
CORPORACIÓN QUÍMICA OMEGA  
MOLIENDAS TIZAYUCA, S.A. DE C.V.  
PROSI PVS CHEMICAL, S.A. DE C.V.

## ÍNDICE

0 INTRODUCCIÓN  
1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN  
2 REFERENCIAS  
3 DEFINICIONES  
4 CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN DEL PRODUCTO  
5 ESPECIFICACIONES  
6 MUESTREO  
7 MÉTODOS DE PRUEBA  
8 MEDIDAS DE SEGURIDAD  
9 EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD  
10 MARCADO, ETIQUETADO Y ENVASE  
11 BIBLIOGRAFÍA  
12 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

**POTABILIZACIÓN DEL AGUA PARA USO Y CONSUMO  
HUMANO  
SULFATO FÉRRICO  
ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA**

**POTABILIZATION OF WATER FOR USE AND HUMAN  
CONSUMPTION-FERRIC SULFATE -SPECIFICATIONS AND  
TEST METHODS**

**0 INTRODUCCIÓN**

La necesidad de abastecer agua para uso y consumo humano, que cumpla con las características organolépticas, microbiológicas y químicas establecidas por la normativa, ha obligado la implementación de mejoras en los tratamientos de potabilización. En este contexto se hace necesario que en dichos tratamientos sean utilizados productos químicos específicos, que no presenten efectos potenciales adversos a la salud.

**1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma mexicana establece las especificaciones que debe cumplir el sulfato férrico como coagulante utilizado para la potabilización del agua para uso y consumo humano, así como la metodología de muestreo y los métodos de prueba para determinarlas.

**2. REFERENCIAS**

Para la correcta interpretación de esta Norma, deben consultarse las siguientes normas mexicanas y normas oficiales mexicanas vigentes:

NMX AA-115 SCFI	Análisis de agua-criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos.
NMX-AA-051-SCFI	Análisis de Agua – Determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - método de prueba.
NOM-005-STPS	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas..
NOM-010-STPS	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
NOM-017-STPS	Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.

NOM-018-STPS	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
NOM-003-SCT	Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-030-SCFI	Información comercial - declaración de cantidad en la etiqueta-especificaciones
NOM-050-SCFI	Información comercial-Disposiciones generales para productos.

### **3 DEFINICIONES**

En esta norma se aplican las siguientes definiciones:

**blanco analítico o de reactivos:** agua reactivo o matriz equivalente que no contiene, por adición deliberada, la presencia de ningún analito o sustancia por determinar, pero que contiene los mismos disolventes, reactivos y se somete al mismo procedimiento analítico que la muestra problema de acuerdo a NMX AA-115 SCFI-2001.

**CAS:** siglas en inglés del Chemical Abstracts Service, Organismo que elabora bases de datos de compuestos químicos.

**contenedor:** envase o saco

**EINECS:** siglas en inglés del European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances, Inventario europeo de sustancias químicas comerciales.

**hidrólisis:** ruptura o descomposición de los compuestos químicos por acción del agua.

**llevar a peso constante:** proceso en el cual, a través del calentamiento, el material es secado para eliminar la humedad contenida en sus intersticios. Cuando el material ya no tiene más humedad que perder, su masa permanece constante.

**punto de congelación:** temperatura a la cual las moléculas de un líquido a una determinada presión, un gas pasa a la forma líquida.

**punto de cristalización:** temperatura a la cual un sólido en disolución, adquiere los elementos característicos para formar una red cristalina.

**punto de ebullición:** temperatura a la cual las moléculas de un líquido vencen las fuerzas que las mantienen cohesionadas, pasando a la fase gaseosa. Es directamente proporcional a la presión.

**solubilidad en agua:** la capacidad que tiene un compuesto o soluto de disolverse en el agua. Está dada por la relación entre la masa del soluto que es disuelta en un determinado volumen de agua, depende directamente de la temperatura e inversamente de la presión.

**sulfato férrico:** producto en polvo o granular en forma seca, de fórmula  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ , donde x promedia aproximadamente 4.5, conteniendo aproximadamente 20,0 % de hierro soluble.

**sulfato férrico líquido:** disolución que generalmente contiene el 50% en masa, de la forma seca de sulfato férrico según se define anteriormente.

**sustancias tóxicas:** son los metales conocidos como pesados incluidos en la Tabla 4 con excepción del manganeso: arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo y selenio.

## 4 CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN DEL PRODUCTO

### 4.1 Nombre químico

Sulfato férrico o Sulfato de hierro (III)

### 4.2 Sinónimos

Licor de sulfato férrico y persulfato férrico

### 4.3 Fórmula química

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

### 4.4 Masa molecular

399,87 g/mol

### 4.5 Número de registro del CAS

10028-22-5

### 4.6 Referencia del EINECS

233-072-9

### 4.7 Propiedades físicas

#### 4.7.1 Densidad

En la Tabla 1 se incluyen valores típicos de densidad de disoluciones a diferentes concentraciones a una temperatura de 17,5 °C.

**Tabla 1 Densidad del sulfato férrico**

Concentración %	Densidad a 17,5 °C g/mL	%Fe <sup>+3</sup>
20	1,1811	5,585
30	1,3073	8,377
40	1,4487	11,169
50	1,6127	13,962

60	1,7963	16,754
----	--------	--------

4.7.2 Solubilidad en agua

Se recomienda no utilizar disoluciones con concentraciones menores a 1 % de sulfato férrico para evitar la posible hidrólisis y formación de hidróxido de hierro.

4.7.3 Punto de congelación

Menor a -15°C.

**4.8 Propiedades químicas**

Las disoluciones acuosas del sulfato férrico son ácidas.

Nota: En esta NMX las concentraciones expresadas como por ciento se refieren a masa/masa.

**5 ESPECIFICACIONES**

**5.1 Apariencia**

El sulfato férrico es un sólido inodoro de color blanco grisáceo, altamente higroscópico. El producto comercial contiene generalmente alrededor del 20% de agua y es de color amarillento.

**5.2 Granulometría del producto sólido**

El sulfato férrico sólido debe ser de tamaño uniforme. Del tamaño de partícula, el 100 % del producto debe ser menor a 7 mm, al menos el 95 % menor a 4,75 mm y no más del 3 % debe ser menor a 0,2 mm. El material debe estar libre de cuerpos extraños y debe de fluir libremente.

El método de prueba para la determinación de la granulometría se encuentra descrito en el punto 7.1 de esta norma.

**5.3 Pureza del sulfato férrico**

El producto debe cumplir las especificaciones señaladas en la Tabla 2. Los métodos de prueba para determinar dichas especificaciones están señalados en la misma Tabla y se encuentran descritos más adelante en esta norma.

**Tabla 2 Pureza del sulfato férrico**

	Producto sólido %	Producto líquido %	Métodos de prueba
Hierro total (Fe total)	18 mínimo	9 mínimo	7.2
Hierro (III), (Fe <sup>3+</sup> )	18 mínimo	9 mínimo	7.2 y 7.3
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	64 mínimo	32 mínimo	7.2 y 7.3

**5.4 Producto líquido**

El sulfato férrico líquido debe estar libre de materiales extraños y debe ser trasladado y entregado al usuario a una concentración y temperatura tales que no ocurra su cristalización.

### 5.5 Impurezas

El sulfato férrico debe cumplir las especificaciones de la Tabla 3. Los métodos de prueba para determinar dichas especificaciones están señalados en la misma Tabla y se encuentran descritos más adelante en esta norma.

**Tabla 3 Impurezas del sulfato férrico**

Impureza	Producto sólido Niveles máximos %	Producto líquido Niveles máximos %	Método de prueba
Hierro (II)	1,0	0,5	7.3
Material insoluble	1,0	0,1	7.5
Acidez libre como H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,5	0,75	7.6

### 5.6 Sustancias tóxicas

El producto de cumplir las especificaciones señaladas en la Tabla 4. Los métodos de prueba para determinar dichas especificaciones están señalados en la misma Tabla y se encuentran descritos más adelante en esta norma.

**Tabla 4 Sustancias tóxicas**

Parámetro	Límites máximos permisibles		Métodos de prueba
	mg/kg de Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , al 64% (base seca)	mg / kg de Fe (III)	
Arsénico	9	50	7.7
Bario	550	3058	7.7
Cadmio	4	23	7.7
Cobre	1100	6116	7.7
Cromo Total	89	497	7.7
Manganeso	1651	9174	7.4
Mercurio	1,4	7,6	7.7
Plomo	9,6	53,5	7.7
Selenio	9,6	53,5	7.7

El usuario podrá solicitar menores niveles de concentración de sustancias tóxicas

### 5.7 Impurezas en general

El sulfato férrico no debe contener sustancias que deterioren la salud de los consumidores del agua tratada apropiadamente con el producto.

## **6 MUESTREO**

El muestreo se efectuará en el producto terminado y envasado. El muestreo tendrá como fin verificar si las muestras cumplen con las especificaciones establecidas y, en su caso, para efecto de certificación.

### **6.1 Muestreo de líquidos a granel**

Se deberán tomar cinco muestras de 100 mL aproximadamente, a diferentes alturas o sectores del recipiente de almacenamiento a granel. Las muestras individuales se deberán combinar y mezclar completamente para formar una mezcla compuesta simple de 500 mL aproximadamente. La muestra se vaciará en tres recipientes herméticos, de 125 mL aproximadamente, de vidrio o de otro material adecuado, a prueba de humedad y sellados. Cada recipiente estará claramente etiquetado con el nombre del producto, tipo del contenedor muestreado, nombre del productor, datos del muestreo, lugar de producción y muestreo, número de lote y la firma del responsable del muestreo.

Una muestra será utilizada para análisis, las dos muestras restantes quedarán retenidas para efecto de reevaluación.

### **6.2 Muestreo de sólidos a granel**

Se deberá obtener una mezcla compuesta mediante la selección de cinco muestras individuales de 100 g aproximadamente, las muestras serán tomadas ya sea a diferentes niveles o sectores del recipiente de almacenamiento a granel. Las muestras individuales deberán combinar y mezclar completamente, para formar una mezcla compuesta, de aproximadamente 500 g. La muestra se vaciará en tres recipientes herméticos, de 160 g aproximadamente, de vidrio o de otro material adecuado, a prueba de humedad y sellados. Cada recipiente estará claramente etiquetado con el nombre del producto, tipo del contenedor muestreado, nombre del productor, datos del muestreo, lugar de producción y muestreo, número de lote y la firma del responsable del muestreo.

### **6.3 Muestreo de envases**

Se deberá obtener una mezcla compuesta de los lotes de sulfato férrico empacado, muestreando aproximadamente el 5 % de los contenedores del lote, con un mínimo de cinco y un máximo de 15 contenedores muestreados. Si el lote se forma de menos de cinco contenedores, el procedimiento será idéntico al muestreo a granel.

La muestra se vaciará en tres recipientes herméticos de vidrio o de otro material adecuado, de 160 g aproximadamente, a prueba de humedad y sellados. Cada recipiente estará claramente etiquetado con el nombre del producto, tipo del contenedor muestreado, nombre del productor, datos del muestreo, lugar de producción y muestreo, número de lote y la firma del responsable del muestreo.

Una muestra será utilizada para análisis, las dos muestras restantes quedarán retenidas para efecto de reevaluación.

## 7 MÉTODOS DE PRUEBA

Todos los reactivos mencionados en los métodos de prueba deben ser grado reactivo analítico, el agua deberá tener una conductividad menor o igual a 5 µmhos/cm.

### 7.1 Determinación de la granulometría

#### 7.1.1 Principio

El material granular se clasifica de acuerdo su tamaño de partícula.

#### 7.1.2 Material

Juego de tamices con tapa y charola.

#### 7.2.3 Aparatos e instrumentos

Balanza granataria

#### 7.1.4 Procedimiento

Ensamblar las mallas de mayor a menor abertura (7, 4.75 y 0.2 mm). Mezclar perfectamente la muestra; colocar 100 gramos del producto sólido sobre la malla de mayor abertura (7 mm). Colocar la tapa del tamiz y mover fuertemente durante un minuto Medir la masa remanente sobre cada malla. Calcular y reportar como porcentaje de masa retenida en la malla utilizada..

#### 7.1.5 Cálculos y expresión de los resultados

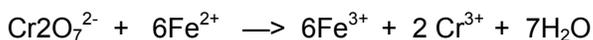
Reportar como porcentaje de masa retenida en la malla utilizada.

### 7.2 Determinación de hierro total, hierro (III) y sulfato férrico

Este método aplica a productos con contenido de hierro mayores a 0,2% . El contenido de sulfato férrico se determina con base en el contenido de hierro (III). El contenido de hierro (III) se determina como la diferencia entre el contenido de hierro total y el contenido de hierro (II). El contenido de sulfato férrico se obtiene estequiométricamente con base en el contenido de hierro (III).

#### 7.2.1 Principio

El hierro es reducido por el cloruro de estaño (II) y subsecuentemente titulado con dicromato de potasio, de acuerdo a la siguiente ecuación:



#### 7.2.2 Reactivos

Ácido clorhídrico concentrado

Ácido sulfúrico concentrado

Ácido fosfórico concentrado

Disolución de cloruro de estaño (II) 0,5 M

Disolución de cloruro de mercurio (II) 0,27 M. (HgCl<sub>2</sub>)

Disolución de difenilaminosulfonato de bario 8 mmol/L.  $\text{Ba}(\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH-C}_6\text{H}_4\text{SO}_3)_2$   
Disolución de dicromato de potasio 16,66 mmol/L.  $(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$

### 7.2.3 Material

matraz aforado de 200 mL  
matraz volumétrico de 200,0 mL  
matraz erlenmeyer de 500 mL  
bureta

### 7.2.4 Aparatos e instrumentos

Balanza analítica con precisión de 0,0001g

### 7.2.5 Preparación de disoluciones

Cloruro de estaño (II) 0.5 M

Disolver, en un matraz aforado de 200 mL, 22.6 g de cloruro de estaño (II) dihidratado con 20 mL de ácido clorhídrico concentrado, aforar con agua. Mantener esta disolución en la oscuridad. Debido a que esta disolución no es estable, prepararla fresca mensualmente.

### 7.2.6 Procedimiento

Medir exactamente lo más cercano a 10 g de la muestra ( $\pm 0,1$  mg), transferirla a un matraz volumétrico de 200,0 mL, disolver y llevar al aforo con agua.

Pipetear 10,0 mL de la disolución prueba en un matraz erlenmeyer de 500 mL, agregar algunas gotas de ácido clorhídrico concentrado y calentar a ebullición con agitación. Agregar gota a gota la disolución de cloruro de estaño (II) hasta decoloración de la mezcla de reacción. Esta reducción debe ser realizada con gran cuidado. Después de la decoloración agregar dos gotas más de la disolución de cloruro de estaño (II). Tener cuidado de no agregar más de dos gotas.

Enfriar rápidamente la mezcla de reacción en agua fría. Agregar 10 mL de disolución de cloruro de mercurio (II) y diluir a 200 mL, mezclar y esperar tres minutos. Debe aparecer una ligera opalescencia blanca debido a la adición del cloruro de mercurio (II). Si aparece un precipitado, desechar la muestra problema y reducir otra alícuota menor de la disolución prueba.

Verter en esta mezcla de reacción, 10 mL de ácido sulfúrico concentrado y 10 mL de ácido fosfórico concentrado. Agregarle cinco gotas de disolución de difenilaminosulfonato de bario y proceder a su titulación con disolución de dicromato de potasio, hasta cerca del punto final. El punto final se reconoce cuando aparece un color morado persistente. Registrar el volumen (V) del dicromato de potasio requerido para la titulación.

### 7.2.7 Cálculos y expresión de los resultados

El contenido total de hierro,  $C_{\text{tot}} \text{ Fe}$ , expresado en por ciento, se obtiene por la siguiente ecuación:

$$C_{\text{tot}} = \frac{V \times M \times 6 \times 200 \text{ mL} \times 55,85 \text{ g/mol} \times 100}{m \times 10 \text{ mL} \times 1000 \times 1000}$$

donde:

M = Molaridad del dicromato de potasio, en mmol/L

V = volumen de dicromato de potasio en mL

m = masa de la muestra en g.

1000 = factor de conversión de mol a milimol

1000 = factor de conversión de mL a L

### 7.3 Determinación de hierro (II)

Este método se aplica en productos con contenido de hierro mayores de 0,2 % .

#### 7.3.1 Principio

El hierro (II) es titulado directamente con dicromato de potasio de acuerdo a la siguiente ecuación:



#### 7.3.2 Reactivos

Ácido sulfúrico concentrado

Ácido fosfórico concentrado

Disolución de difenilaminosulfonato de bario 8 mmol/L.  $\text{Ba}(\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH-C}_6\text{H}_4\text{SO}_3)_2$

Disolución de dicromato de potasio 16,66 mmol/L ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )

#### 7.3.3 Material

Matraz aforado de 200 mL

Matraz volumétrico de 200,0 mL

Matraz erlenmeyer de 500 mL

Bureta

#### 7.3.4 Aparatos e instrumentos

Balanza analítica con precisión de 0,0001g

#### 7.3.5 Procedimiento

En un matraz erlenmeyer de 500 mL, verter 200 mL de agua, 10 mL de ácido sulfúrico concentrado y 10 mL de ácido fosfórico concentrado. Enfriar esta disolución ácida con agua corriente hasta llevarla a temperatura ambiente, agregar a la disolución de 3 a 10 g de la muestra ( $\pm 0,1$  mg), mezclar hasta disolución total de la muestra, ésta es la disolución prueba.

Agregar a la disolución prueba, cinco gotas de disolución de difenilaminosulfonato de bario y titular con disolución de dicromato de potasio. El punto final de la titulación se reconoce cuando aparece un color morado persistente. Registrar el volumen (V) del dicromato de potasio requerido para la titulación.

### 7.3.6 Cálculos

El contenido de hierro (II),  $C_{\text{Fe (II)}}$ , expresado en % , está dado por la siguiente ecuación:

$$C_{\text{Fe (II)}} = \frac{V \times M \times 6 \times 55.85 \text{ g/mol} \times 100}{m \times 1000 \times 1000}$$

donde:

V = volumen de dicromato de potasio empleado en la titulación en mL

M = Molaridad del dicromato de potasio mmol/L

m = masa de la muestra en g

1000 = factor de conversión de mmol a mol

1000 = factor de conversión de mL a L

## 7.4 Determinación de manganeso

El manganeso se determinará por la técnica de flama, mediante los procedimientos de la Norma Mexicana de Análisis de Agua NMX-AA-051-SCFI-2001- Análisis de Agua – “Determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - método de prueba”.

## 7.5 Determinación de material insoluble

### 7.5.1 Principio

La muestra es diluida con ácido clorhídrico, para mantener valores de pH menores a 2, filtrada a través de filtro millipore seco con tamaño de poro 0,22  $\mu\text{m}$ . El filtro es lavado con ácido clorhídrico diluido y secado a 105  $^{\circ}\text{C}$ . Se determina la masa del material retenido por el filtro.

### 7.5.2 Reactivos

Disolución de ácido clorhídrico 0,2 M

Disolución de ácido clorhídrico 0,01 M

### 7.5.3 Materiales

- a) Filtros de membrana con tamaño de poro 0,22  $\mu\text{m}$
- b) Desecador con sílica gel

### 7.5.4 Aparatos e instrumentos

Balanza analítica con precisión de 0,0001 g

### 7.5.5 Preparación de disoluciones

Ácido clorhídrico 0,01 M

Disolver 5,0 mL de la disolución de ácido clorhídrico 0,2 M en 100 mL de agua. El pH de la disolución debe ser menor a 2.

#### 7.5.6 Procedimiento

Secar un filtro de membrana con tamaño de poro 0,22 µm a 105 °C durante 30 minutos. Colocarlo en un desecador con sílica gel para enfriarlo a temperatura ambiente. Medir la masa del filtro seco en balanza analítica, registrar dicha masa.

Diluir cerca de 60 g de la muestra con 100 mL de ácido clorhídrico 0,01 M. Filtrar la muestra diluida a través del filtro de membrana seco. Lavar el filtro tres veces con porciones de 50 mL del ácido clorhídrico 0,01 M. Secar el filtro a 105 °C durante 2 horas. Colocar el filtro en desecador con sílica gel, medir la masa del filtro seco registrar dicha masa.

#### 7.5.7 Cálculos y expresión de los resultados

El contenido de material insoluble (mi) se expresa como por ciento y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$m_i = \frac{(m_2 - m_1) 100}{m_0}$$

Donde:

$m_0$ : Masa en gramos de la porción tomada de muestra.

$m_1$ : Masa en gramos del filtro seco.

$m_2$ : Masa en gramos del filtro con residuo secado.

## 7.6 Determinación de acidez libre

### 7.6.1 Principio

La muestra sólida o líquida disuelta se disuelve en agua y se acidifica para despolimerizarla, el calentamiento acelera esta despolimerización. La adición de iones fluoruro en exceso produce la formación de complejos fuertes con los iones ferricos y por lo tanto remueve sus propiedades ácidas. El número de iones hidronio se determina por titulación con hidróxido de sodio a pH 9 o usando fenolftaleína como indicador.

### 7.6.2 Reactivos

Disolución de hidróxido de sodio 0,2 M.

Disolución de ácido sulfúrico 0,25 M

Disolución de fluoruro de potasio 3,5 M. Ajustar a pH 9.0

Disolución de fenolftaleína 0,5 g en 100 mL de etanol.

### 7.6.3 Material

Matraz volumétrico de 500,0 mL

Matraz erlenmeyer de 250 mL

Bureta

#### 7.6.4 Aparatos e instrumentos

Balanza analítica con precisión de 0,0001g

#### 7.6.5 Procedimiento

Para muestras sólidas.

Medir 25 gramos de muestra y transferirla a un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Adicionar 100 mL de agua y agitar. Calentar la muestra a ebullición si es necesario por 10 minutos, posteriormente enfriar a temperatura ambiente. Transferir cuantitativamente a un matraz volumétrico de 500 mL y aforar a la marca. Filtrar la muestra si contiene partículas.

Tomar una alícuota de 50 mL y transferirla a un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Adicionar 5 mL de la disolución de ácido sulfúrico y agitar. Agregar 30 mL de fluoruro de potasio y 3 a 5 gotas de disolución de fenolftaleína, titular inmediatamente la disolución con hidróxido de sodio 0,2 M hasta la aparición de un color rosa permanente o a un pH de 9,0.

Para muestras líquidas

Medir 3 gramos de muestra homogeneizada y transferir a un matraz de 150 mL. Adicionar 50 mL de agua y filtrar la muestra si contiene partículas. Agregar 5 mL de disolución de ácido sulfúrico.

Adicionar 30 mL de disolución de fluoruro de potasio y 3 a 5 gotas de disolución de fenolftaleína. Titular inmediatamente con disolución de hidróxido de sodio 0,2 M hasta la aparición de color rosa permanente o a pH de 9,0.

#### 7.6.6 Cálculos

La acidez libre Ca se expresa como por ciento y se calcula mediante las siguientes ecuaciones respectivamente.

Muestras sólidas

$$Ca = \frac{(V_1 \times C_1 - V_2 \times 2C_2) \times 500 \times 49,04 \times 100}{m \times 50 \times 1000}$$

Muestras líquidas

$$Ca = \frac{(V_1 \times C_1 - V_2 \times 2C_2) \times 49,04 \times 100}{m \times 1000}$$

donde :

V<sub>1</sub> = Volumen de hidróxido de sodio 0,2 M en mL  
 C<sub>1</sub> = Concentración de hidróxido de sodio, mol/mL  
 V<sub>2</sub> = Volumen de ácido sulfúrico en mL

$C_2$  = Concentración de ácido sulfúrico, mol/mL  
M = masa de muestra en gramos

## 7.7 Determinación de sustancias tóxicas

### 7.7.1 Preparación de la muestra

Disolver 20 g de la sal o la disolución de hierro con 20 mL de agua destilada. Agregar 5 mL de disolución de peróxido de hidrógeno (al 30 %) a la muestra de hierro (III). Agregar 50 mL de ácido clorhídrico (al 30 %) y llevar a ebullición en reflujo durante 15 minutos. Enfriar la mezcla de reacción, transferirla a un matraz volumétrico de 200,0 mL y aforar con agua. Ésta es la disolución muestra.

### 7.7.2 Procedimiento

Los metales de la Tabla 4 se determinarán mediante los procedimientos de la Norma Mexicana de Análisis de Agua NMX-AA-051-SCFI-2001- Análisis de Agua – “Determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - método de prueba”.

Para análisis de Hg y As se emplea el método de vapor frío y generador de hidruros respectivamente de acuerdo a la norma NMX-AA-051-SCFI-2001.

El resto de los elementos se analizará por quelación y extracción con metil isobutil cetona (MBIK), como lo indica la norma NMX-AA-051-SCFI-2001.

## 8 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Se deberá disponer de la hoja de datos de seguridad que incluya la información indispensable relacionada con: distribución, almacenaje, manejo y utilización, emergencias, datos toxicológicos; de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas de seguridad e higiene: NOM-005-STPS, NOM-010-STPS, NOM-017-STPS, NOM-018-STPS.

## 9 EVALUACION DE LA CONFORMIDAD

Cuando se requiera la evaluación de la conformidad del producto con la presente norma se deben incluir en el procedimiento correspondiente al menos los siguientes aspectos:

- En el caso de ser efectuada la evaluación de la conformidad por un organismo de certificación, éste deberá estar debidamente acreditado en esta norma de producto.
- Evaluación del sistema de control de calidad, en la fábrica, en donde se elabora el producto
- Ensayos de muestras puntuales obtenidas por el organismo de certificación acreditado de conformidad con lo dispuesto en esta norma, estos ensayos se efectuarán en un laboratorio acreditado en las normas de los métodos de prueba aplicables.

- El muestreo se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el capítulo 6 de esta norma.
- Los ensayos se efectuarán con los métodos de prueba que se indican en el capítulo 7 de esta norma.

## 10. **MARCADO, ETIQUETADO Y ENVASE**

### 10.1. **Producto envasado**

Cuando el sulfato férrico se entrega envasado se debe indicar en forma clara e indeleble los datos siguientes, cumpliendo con lo dispuesto en las normas: NOM-030-SCFI, NOM-050-SCFI.

- Nombre o denominación genérica del producto
- Denominación o razón social
- Domicilio fiscal
- Leyenda "HECHO EN MÉXICO" o el nombre del País de origen.
- Marca registrada
- Indicación de cantidad en kilogramos o en toneladas.
- Nombre y/o ubicación de la planta productora
- Designación normalizada

### 10.2. **Producto a granel**

Cuando el sulfato férrico se entrega en un envase de cualquier naturaleza y cuyo contenido puede ser variable, se debe incorporar en la factura o remisión la siguiente información, cumpliendo con lo dispuesto en la norma NOM-030-SCFI.

- Nombre o denominación genérica del producto
  - Denominación o razón social
  - Domicilio fiscal
  - Leyenda "HECHO EN MÉXICO" o el nombre del País de origen.
  - Marca registrada
  - Indicación de cantidad en kilogramos o en toneladas.
  - Nombre y/o ubicación de la planta productora
- Designación normalizada

Se debe cumplir con las características de las etiquetas que deben portar todos los envases y embalajes establecidos por la NOM-003-SCT.

## 11 **BIBLIOGRAFÍA**

ANSI/AWWA B406-92. AWWA Standard for ferric sulfate. American National Standard, American Water Works Association, Denver Colorado, U.S.A.

Hazardous Chemicals Data Book. Editado por G. Weiss. Noyes Data Corporation. Park Ridge, New Jersey, U. S. A., 1980.

NMX-Z-13-1977, Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas.

NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida

Norma Española UNE-EN 888:1998. Productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada al consumo humano - Cloruro de hierro (III).

Norma Europea EN 890:1998. Chemical used for treatment of water intended for human consumption - Ferric Sulfate.

ISO 8213, Chemical products for industrial use - Sampling techniques- Solid chemical products in the form of particles varying from powders to coarse lumps.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 20th edition, , Washington, DC, 1998.

The Merck Index, an encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. 13th. edition. MERCK & Co., Inc. Rahway, N. J., U. S. A., 2001.

## **12. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES**

Esta norma no tiene equivalente con alguna norma internacional, al momento de su realización.

**MÉXICO D.F., A**

**MIGUEL AGUILAR ROMO  
DIRECTOR GENERAL DE NORMAS**