

1993-05-19

---

**UTENSILIOS DE VIDRIO Y VITROCERÁMICA EN  
CONTACTO CON ALIMENTOS. LIBERACIÓN DE  
PLOMO Y DE CADMIO. LÍMITES PERMISIBLES Y  
MÉTODO DE ENSAYO**

E: GLASSWARE AND GLASS CERAMIC WARE IN CONTACT  
WITH FOOD. RELEASE OF LEAD AND CADMIUM.  
PERMISSIBLE LIMITS AND METHOD OF TEST

---

CORRESPONDENCIA: esta norma es equivalente a las  
ISO 7086-1 e ISO 7086-2

---

DESCRIPTORES: vidrio, vitrocerámica, alimento, plomo,  
cadmio.

---

I.C.S.: 81.040.30

---

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)  
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

---

## PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

El **ICONTEC** es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 3536 fue ratificada por el Consejo Directivo del 1993-05-19.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico C260100 Cerámicos.

CÁMARA COLOMBIANA DE LA	LADRILLERA SANTA FÉ S.A.
CONSTRUCCIÓN-ANTIOQUIA	LOCERÍA COLOMBIANA S.A.
CÁMARA DE COMERCIO DE	MANUFACTURAS DE CERÁMICA S.A.
BARRANQUILLA	METALES Y ÓXIDOS LTDA.
COMPAÑÍA COLOMBIANA DE	MULTICENTROS S.A.
CERÁMICOS S.A. - COLCERÁMICOS-	PEDRO GÓMEZ Y CÍA S.A.
COMPAÑÍA NACIONAL DE VIDRIOS S.A.-	POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME
CONALVIDRIOS-	ISAZA CADAVID
CONFEDERACIÓN COLOMBIANA DE	SAYT LTDA.
CÁMARA DE COMERCIO	SILICONAS DE COLOMBIA LTDA.
EMAC LTDA. INGENIERÍA DE CONTROL	SOPLADURÍA ARTÍSTICA Y TÉCNICA
DE CALIDAD	LTDA.
INDUGRES LTDA.	SUMINISTROS DE COLOMBIA S.A.
INDUSTRIAL DE LA GRES LTDA.	TRITURADOS Y DERIVADOS MEJÍA
INSTITUTO DE ENSAYOS E	S.C.A.
INVESTIGACIONES	TUBOS MOORE S.A.
INSTITUTO NACIONAL DE	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA
INVESTIGACIONES GEOLÓGICO-MINERAS	SANTANDER
L.C. CUARTAS Y CÍA. S. EN C.	

El **ICONTEC** cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

**DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN**

**UTENSILIOS DE VIDRIO Y DE VITROCERÁMICA  
EN CONTACTO CON ALIMENTOS. LIBERACIÓN DE PLOMO Y DE CADMIO.  
LÍMITES PERMISIBLES Y MÉTODO DE ENSAYO**

**0.    INTRODUCCIÓN**

El problema de la liberación de plomo y de cadmio de los utensilios de vidrio y de vitrocerámica, exige medios de control efectivos para garantizar la protección de las personas contra los posibles perjuicios provenientes del uso de formulaciones o vidriados y decoraciones aplicados y cocidos inadecuadamente sobre las superficies de los utensilios de vidrio y de vitrocerámica que están en contacto con los alimentos y bebidas, ya sea durante su preparación, al servirlos y al almacenarlos. A manera de consideración secundaria, los diferentes requisitos para el control de la liberación de materiales tóxicos que se desprenden de las superficies de los utensilios de vidrio y de vitrocerámica, los cuales varían según el país, no presentan barreras arancelarias para el comercio internacional de estos artículos. Por consiguiente, existe la necesidad de establecer métodos internacionalmente aceptados para el ensayo de utensilios de vidrio y de vitrocerámica, para detectar la liberación de plomo y de cadmio.

Un grupo de expertos convocado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que se reunió en Ginebra, en junio de 1976, recomendó la adopción de métodos de muestreo, procedimientos de ensayo y límites, para determinar la liberación de materiales tóxicos procedentes de los utensilios de cerámica. La OMS convocó a una reunión posterior, en noviembre de 1979.

El método de ensayo especificado en la presente norma se basa en las recomendaciones de la OMS, ya que fue la meta de la reunión, que el término "cerámica" incluyera la cerámica, el vidrio, los esmaltes vítreos y la vitrocerámica.

Se ha comprobado que la cantidad de plomo o de cadmio determinada por el método de ensayo especificado en esta norma no debe ser inferior y, en la mayoría de los casos, no mayor que las cantidades que se desprenden de los alimentos ácidos y de las bebidas, al cabo de un determinado tiempo.

Los resultados de una investigación internacional mostraron que los utensilios de cocina hechos de vidrio o de vitrocerámica normalmente no se decoran en las superficies que van a estar en contacto con la comida. Por dicha razón, esta norma no se refiere a los utensilios de cocina.

## **1.    OBJETO**

Esta norma especifica los límites permisibles y el método de ensayo para determinar la liberación de plomo y de cadmio de los utensilios de vidrio y de vitrocerámica, los cuales se usan en contacto con los alimentos (incluyendo las bebidas).

## **2.    CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma se aplica a los utensilios de vidrio y de vitrocerámica que se puedan usar al preparar, servir y almacenar los alimentos. No se aplica, necesariamente, a los utensilios de vidrio hechos de vidrio borosilicato o vidrio soda-cal-silicato, que no son vidriados o decorados en cualquier superficie que vaya a estar en contacto con los alimentos, ni se aplica a los utensilios de vitrocerámica que no son vidriados o decorados en cualquier superficie que esté en contacto con la comida.

No se aplica a los utensilios vidriados, ni a la porcelana esmaltada y, tampoco, a artículos de cerámica.

## **3.    REFERENCIAS NORMATIVAS**

ISO 385/2, Laboratory Glassware - Burettes - Part 2: Burettes for Which no Waiting Time is Specified. (NTC 2176).

ISO 648, Laboratory Glassware - One-Mark Pipettes. (NTC 2052).

ISO 835/2, Laboratory Glassware - Graduated Pipettes - Part 2: Pipettes for Which no Waiting Time is Specified. (NTC 2200).

ISO1042, Laboratory Glassware - One-Mark Volumetric Flasks. (NTC 2322).

ISO 3585, Glass Plant, Pipeline and Fittings - Properties of Borosilicate Glass 3.3.

ISO 4788, Laboratory Glassware - Graduated Measuring Cylinders. (NTC 2321).

## **4.    DEFINICIONES**

Para el propósito de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:

**4.1** Vidrio: material inorgánico, no metálico, producido mediante la fusión completa de materias primas a altas temperaturas, hasta lograr un líquido homogéneo, el cual se enfría posteriormente hasta alcanzar una condición rígida, esencialmente, sin llegar a la cristalización.

**4.2** Vitrocerámica: material inorgánico, no metálico, producido mediante la fusión completa de materias primas a altas temperaturas, hasta lograr un líquido homogéneo, el cual se enfría posteriormente, hasta alcanzar una condición rígida con cierto grado de cristalización. Puede ser translúcido u opaco.

**4.3** Vidrio borosilicato: aquél que contiene una cantidad suficiente de óxido bórico que influye en sus propiedades, produciendo, en particular, resistencias químicas y térmicas altas.

El plomo y el cadmio están presentes únicamente en pequeñas cantidades, como impurezas casuales. La liberación de estos elementos debe estar por debajo de los límites de detección del método de ensayo especificado en esta norma.

**4.4** Vidrio soda-cal-silicato: vidrio en el cual los principales compuestos son normalmente el óxido de sodio, óxido de calcio y de silicio.

El plomo y el cadmio están presentes, únicamente, en pequeñas cantidades como impurezas casuales. La liberación de estos elementos debe estar por debajo de los límites de detección del método de ensayo especificado en esta norma.

**4.5** Utensilios para alimentos: artículos fabricados a partir de vidrio y de vitrocerámica, los cuales están destinados al uso en la preparación, en la cocción, a servir, y a almacenar los alimentos y bebidas, incluyendo su embalaje.

**4.6** Utensilio plano: utensilio que posee una profundidad interna no superior a 25 mm, que se mide a partir del punto interno más bajo hasta el plano horizontal, pasando por el punto de rebose.

**4.7** Utensilio cóncavo: utensilio que tiene una profundidad interna superior a 25 mm, que se mide a partir del punto interno más bajo hasta el plano horizontal, pasando por el punto de rebose.

Los utensilios cóncavos se clasifican en grandes o pequeños, según su capacidad (volumen de llenado), véase el numeral 3.3.1 como sigue:

- a) Utensilio cóncavo grande: los cuales tienen una capacidad de 1,1 l o más.
- b) Utensilio cóncavo pequeño: los cuales tienen una capacidad inferior a 1,1 l.

## 5. LÍMITES PERMISIBLES

Al determinar la liberación de plomo y de cadmio, que se desprende de cualquier artículo, por medio del método especificado en esta norma no debe exceder los valores indicados en la tabla.

Nota. Estos valores se expresan en mg/dm<sup>2</sup> del área de la superficie de referencia, en el caso de artículos planos; y en mg/l de la solución de extracción, en el caso de artículos cóncavos.

Tabla

Tipo de utensilios de vidrio o vitrocerámica	Liberación máxima de plomo		Liberación máxima de cadmio	
	mg/dm <sup>2</sup>	mg/l	mg/dm <sup>2</sup>	mg/l
Utensilio plano	1,7		0,17	
Utensilio cóncavo pequeño		5,0		0,50
Utensilio cóncavo grande		2,5		0,25

## **6.    PRINCIPIO**

Se llenan los especímenes de ensayo con solución de ácido acético al 4 % (V/V) y se mantienen durante 24 h a 22 °C, en la oscuridad.

Esta solución extrae el plomo o el cadmio, si lo hay, de las superficies de las muestras de ensayo.

La determinación de las cantidades de plomo o de cadmio extraídos se efectúa mediante espectrometría de absorción atómica.

## **7.    REACTIVOS**

Todos los reactivos deben ser de grado analítico reconocido. Se debe emplear agua destilada o agua de pureza equivalente a menos que se especifique de otra manera.

### **7.1    ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL (CH<sub>3</sub>COOH) d = 1,05 g/ml**

Este reactivo se debe almacenar en la oscuridad.

### **7.2    SOLUCIÓN DE ENSAYO: SOLUCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO AL 4 % (V/V)**

Se agregan al agua 40 ml de ácido acético glacial (véase el numeral 7.1) y se diluye hasta 1 000 ml. Dicha solución se debe preparar poco antes de su uso.

### **7.3    CARBONATO DE PLOMO (PbCO<sub>3</sub>) O ACETATO DE PLOMO TRIHIDRATADO [Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·3H<sub>2</sub>O]**

Nota. Se pueden emplear soluciones estándar comercialmente disponibles. (Véase la nota del numeral 7.4).

### **7.4    PLOMO**

Solución estándar correspondiente a 1 g de Pb/l.

Se disuelven 1,289 6 g de carbonato de plomo, (véase el numeral 7.2) ó 1,830 8 g de acetato de plomo (véase el numeral 7.3), en 40 ml de ácido acético glacial (véase el numeral 7.1) en un vaso de precipitados de 400 ml. Se calienta suavemente la solución hasta disolverla, luego se enfría y se pasa cuantitativamente a un matraz volumétrico aforado de 1 000 ml (véase el numeral 8.3). Se diluye hasta el enrase con agua y se mezcla.

Se determina la concentración exacta de la solución por medio de un procedimiento estándar reconocido, como una titulación complexométrica.

1 ml de esta solución estándar contiene 1 mg de plomo.

Nota. Alternativamente, se puede usar una solución estándar de plomo, apropiada y comercialmente disponible para espectrometría de absorción atómica. Se prepara la solución estándar (véase el numeral 7.4) por dilución, según lo apropiado, con la solución de ensayo (véase el numeral 7.2) o con la solución de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) al 2 % (V/V).

**7.5    SOLUCIÓN ESTÁNDAR DE PLOMO, CORRESPONDIENTE A 0,1 g DE Pb/l**

Por medio de una pipeta (véase el numeral 8.4), se transfieren 10 ml de la solución estándar de plomo (véase el numeral 7.4) a un matraz volumétrico aforado de 100 ml de capacidad (véase el numeral 8.3), llevándola hasta el enrase con la solución de ensayo (véase el numeral 7.2) y mezclando bien. Dicha solución se debe renovar cada cuatro semanas.

1 ml de esta solución estándar contiene 0,1 mg de plomo.

**7.6    SOLUCIÓN ESTÁNDAR DE PLOMO PARA CALIBRACIÓN**

Por medio de una bureta (véase el numeral 8.7), o de una pipeta graduada (véase el numeral 8.5), se pasan 0 ml, 0,5 ml, 1,0 ml, 2,0 ml, 5,0 ml y 10,0 ml de alícuotas de la solución estándar de plomo (véase el numeral 7.5), por separado, en matraces volumétricos aforados de 100 ml de capacidad (véase el numeral 8.3), diluyendo hasta el enrase con la solución de ensayo (véase el numeral 7.2) y se mezcla. Estas soluciones tienen concentraciones de plomo de 0 mg/l, 0,5 mg/l, 1,0 mg/l, 2,0 mg/l, 5,0 mg/l y 10,0 mg/l, respectivamente. Estas soluciones se deben preparar poco antes de su uso.

**7.7    ÓXIDO DE CADMIO (CdO)**

Nota. También se pueden usar soluciones estándar comercialmente disponibles. (véase la nota correspondiente al numeral 7.8).

**7.8    SOLUCIÓN ESTÁNDAR DE CADMIO CORRESPONDIENTE A 1 g DE Cd/l**

Se disuelven 1,1423 g de óxido de cadmio (véase el numeral 7.7) en 40 ml de ácido acético glacial (véase el numeral 7.1) en un vaso de precipitados de 400 ml. Se calienta lentamente hasta que se disuelva, luego se enfría la solución y se va pasando cuantitativamente a un matraz volumétrico aforado de 1 000 ml de capacidad (véase el numeral 8.3). Se diluye hasta el enrase con agua y se mezcla.

Se determina la concentración exacta de la solución por medio de un procedimiento estándar reconocido, como una titulación complexométrica.

1 ml de esta solución estándar contiene 1 mg de cadmio.

Nota. Alternativamente se puede usar una solución estándar de cadmio, disponible comercialmente, para espectrometría de absorción atómica. Se prepara la solución estándar (véase numeral 7.8) diluyendo, en la forma apropiada, con la solución de ensayo (véase el numeral 7.2) o con la solución de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) al 2 % (V/V).

**7.9    SOLUCIÓN ESTÁNDAR DE CADMIO, CORRESPONDIENTE A 0,01 g DE Cd/l**

Por medio de una pipeta (véase el numeral 8.4), se pasan 10 ml de la solución estándar de cadmio (véase el numeral 7.8) a un matraz volumétrico aforado de 1 000 ml de capacidad (véase el numeral 8.3), se lleva hasta el enrase con la solución de ensayo (véase el numeral 7.2) mezclando bien. Se renueva esta solución cada cuatro semanas.

1 ml de esta solución estándar contiene 0,01 mg de cadmio.

## **7.10    SOLUCIÓN ESTÁNDAR DE CADMIO PARA CALIBRACIÓN**

Por medio de una bureta (véase el numeral 8.7), de una pipeta graduada (véase el numeral 8.5), se pasan 0 ml, 1,0 ml, 2,0 ml, 5,0 ml, 10,0 ml y 20,0 ml de alícuotas de la solución estándar de cadmio (véase el numeral 7.9), por separado, en matraces volumétricos aforados de 100 ml de capacidad (véase el numeral 8.3), diluyendo cada uno hasta el enrase con la solución de ensayo (véase el numeral 7.2) y se mezcla. Estas soluciones tienen concentraciones de cadmio de 0 mg/l, 0,1 mg/l, 0,2 mg/l, 0,5 mg/l, 1,0 mg/l y 2,0 mg/l respectivamente. Estas soluciones se deben preparar poco antes de su uso.

## **8.        APARATOS**

Los recipientes de vidrio de laboratorio deben cumplir con los requisitos de las normas ISO pertinentes y estar hechos de vidrio borosilicato, como se especifica en la norma ISO 3585.

### **8.1       ESPECTRÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA**

Que tenga una sensibilidad mínima de 0,50 mg de Pb/l y 0,05 mg de Cd/l, para 1 % de absorción. Se debe operar de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Un lector digital de concentración (DCR) es opcional pero útil para realizar análisis rápidos.

### **8.2       FUENTES LINEALES PARA PLOMO Y CADMIO**

### **8.3       MATRACES VOLUMÉTRICOS AFORADOS**

Con 100 ml y 1 000 ml de capacidad, que cumplan con los requisitos de la norma ISO 1042, Clase A.

### **8.4       PIPETAS AFORADAS**

Con 10 ml y 100 ml de capacidad, que cumplan con los requisitos de la norma ISO 648, Clase A.

### **8.5       PIPETAS GRADUADAS**

Con 10 ml y 25 ml de capacidad, que cumplan con los requisitos de la norma ISO 835/2, Clase A.

### **8.6       VASOS DE PRECIPITADOS**

### **8.7       BURETA**

Con 25 ml de capacidad, graduada en divisiones de 0,05 ml, que cumpla con los requisitos de la norma ISO 385/2, Clase A.

### **8.8       VIDRIOS DE RELOJ**

De diferentes tamaños, para cubrir las muestras durante el ensayo.

### **8.9       CILINDRO DE MEDICIÓN GRADUADO**

Con 500 ml de capacidad, que cumpla con los requisitos de la norma ISO 4788.



## **8.10    DISPOSITIVOS OPACOS**

De una forma adecuada para cubrir muestras opacas durante el ensayo.

## **9.       MUESTREO Y PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO**

### **9.1     PRIORIDAD**

Los utensilios cuyas superficies estén en contacto con los alimentos y que sean altamente coloreadas o decoradas o que tengan una relación alta del área superficial/volumen, se deben seleccionar especialmente para el ensayo.

### **9.2     TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Lo ideal es desarrollar un sistema de control que se considere apropiado a las circunstancias. Si existe la disponibilidad, se deben ensayar seis artículos. Cada uno de ellos (muestras de ensayo) debe ser idéntico en cuanto al tamaño, forma, color y decoración.

### **9.3     PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO**

#### **9.3.1    Determinación del volumen de llenado**

Se selecciona uno de los especímenes de ensayo idénticos del grupo, se coloca sobre una superficie horizontal plana y se llena con agua hasta 5 mm del borde, medidos a lo largo de la superficie de la muestra. Se mide y se registra el volumen  $V$  de agua con una precisión de  $\pm 2 \%$ .

#### **9.3.2    Determinación del área de la superficie de referencia para utensilios planos**

Se invierte la muestra sobre papel milimetrado y se dibuja el contorno alrededor del borde. Se calcula el área encerrada por el contorno y se registra como el área de la superficie de referencia  $S_R$ , en  $\text{dm}^2$ , hasta dos cifras decimales. En el caso de artículos circulares, el área de la superficie de referencia se puede calcular a partir del diámetro de las muestras.

#### **9.3.3    Preparación de los utensilios que no se pueden llenar.**

Los utensilios que no se pueden llenar hasta 5 mm del borde, como se especifica en el numeral 9.3.1 se deben considerar como no aptos para llenarse. Todas las superficies de ellos se deben cubrir, exceptuando la superficie de referencia, con cera de abejas o parafina y se ensayan como se especifica en el numeral 10.1.2.2.

### **9.4     LIMPIEZA DE LAS MUESTRAS**

Las muestras deben estar limpias y libres de grasa u otra sustancia similar que pueda afectar los resultados del ensayo.

Se lavan brevemente, a una temperatura aproximada de  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , con una solución que contenga un detergente no ácido. Se enjuagan con agua de grifo y luego en agua destilada. Se escurren y se dejan secar en un horno o se limpian con papel de filtro, con el fin de evitar cualquier mancha. No se debe manipular la superficie que se va a ensayar después de que se haya limpiado.

Los artículos que no se pueden llenar y los cuales estén protegidos de acuerdo con lo indicado en el numeral 9.3.3, con cera, se deben limpiar en la superficie no protegida, mediante el mismo procedimiento, pero sin secarlos en horno.

## **10. PROCEDIMIENTO**

### **10.1 EXTRACCIÓN**

#### **10.1.1 Temperatura de ensayo**

Se lleva a cabo la extracción a una temperatura de  $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ; la solución de ensayo y las muestras deben alcanzar dicha temperatura antes de que comience la extracción.

#### **10.1.2 Llenado de las muestras**

10.1.2.1 Se colocan las muestras sobre una superficie horizontal plana. Se agrega un volumen de la solución de ensayo igual al de llenado (véase el numeral 9.3.1), utilizando el cilindro de medida.

Si las muestras están opacas, se cubren con un material inerte opaco, apropiado para evitar la contaminación. No es necesario obtener la extracción de dichas muestras en la oscuridad.

Si las muestras son transparentes o traslúcidas, se cubren inmediatamente, colocándolas luego en la oscuridad.

10.1.2.2 Se colocan las muestras de artículos que no se pueden llenar en un vaso de vidrio borosilicato de tamaño adecuado y se agrega la solución de ensayo hasta cubrir completamente la muestra. Se mide y se registra el volumen  $V$  requerido de la solución de ensayo con una precisión de  $\pm 2\%$ . Se cubre el recipiente con un vidrio de reloj y se coloca en la oscuridad.

#### **10.1.3 Duración de la extracción**

Se dejan reposar las muestras durante  $24\text{ h} \pm 10\text{ min}$ .

### **10.2 MUESTREO DE LA SOLUCIÓN DE EXTRACCIÓN PARA EL ANÁLISIS**

Antes del muestreo de la solución de extracción para determinar las concentraciones de plomo y de cadmio, se mezcla la solución de extracción en cada muestra por medio de un método apropiado, el cual evite toda pérdida de solución o abrasión de la superficie que se está ensayando (por ejemplo, empleando una pipeta, retirando y dejando que la solución de extracción cubra la muestra varias veces). No se debe diluir la solución de extracción, (por ejemplo al enjuagar la muestra).

Se pasa la solución de extracción a un contenedor de almacenamiento. No es necesario pasar toda la solución de extracción.

Se analiza la solución de extracción lo más pronto posible, puesto que existe el riesgo de adsorción de plomo o de cadmio en las paredes del contenedor de almacenamiento, particularmente cuando los metales están presentes en bajas concentraciones.

### 10.3 CALIBRACIÓN

Se establecen y estandarizan cuidadosamente las técnicas de operación del instrumento, de manera que se utilice la sensibilidad máxima, puesto que las determinaciones de concentraciones de plomo tan bajas como 0,50 mg/l, o concentraciones de cadmio, como 0,1 mg/l, requieren del potencial completo de la mayoría de los instrumentos (niveles bajos de ruido).

Se determinan las absorbancias de las soluciones estándar de plomo y de las soluciones estándar de cadmio (véase el numeral 7.10) y, para la determinación, se utilizan ya sea la técnica de los intervalos lineales o la construcción de curvas de calibración que tengan, por ejemplo, las absorbancias de las soluciones estándar como abscisas y las concentraciones de plomo y de cadmio correspondientes, en mg/l como ordenadas.

Se efectúa un ensayo en blanco con los reactivos empleados para cada determinación.

### 10.4 DETERMINACIÓN DEL PLOMO Y DEL CADMIO

Se determinan las concentraciones de plomo y de cadmio o alguno de los dos, de las soluciones de extracción por medio de espectrometría de absorción atómica, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Si se encuentra que la concentración de plomo de la solución de extracción es mayor a 20 mg/l, o que la concentración de cadmio es superior a 2,0 mg/l, se toma una porción alícuota y se diluye con solución de ensayo (véase el numeral 7.2) para reducir la concentración a menos de 20 mg/l en el caso del plomo o de 2,0 mg/l en el caso del cadmio.

Alternativamente, se usan soluciones estándar de concentraciones más altas, para realizar las medidas o para la preparación de curvas de calibración nuevas.

## 11. RESULTADOS

### 11.1 TÉCNICA DE LOS INTERVALOS LINEALES

La concentración de plomo o de cadmio,  $C_O$ , expresada en mg/l de la solución de extracción, se obtiene mediante la ecuación:

$$C_O = \frac{A_o - A_1}{A_2 - A_1} \times (C_2 - C_1) + C_1$$

Donde:

$A_o$  = absorbancia correspondiente al plomo o al cadmio de la solución de extracción.

$A_1$  = absorbancia correspondiente al plomo o al cadmio de la solución de menor concentración en el intervalo lineal.

$A_2$  = absorbancia correspondiente al plomo o al cadmio de la solución de mayor concentración en el intervalo lineal.

$C_1$     =    concentración de plomo o de cadmio, expresada en mg/l de la solución de menor concentración en el intervalo lineal.

$C_2$     =    concentración de plomo o de cadmio, expresada en mg/l, de la solución de mayor concentración en el intervalo lineal.

Nota. Si la solución de extracción se diluye, se debe usar un factor de corrección apropiado en la ecuación

## **11.2    TÉCNICA DE LA CURVA DE CALIBRACIÓN**

Se lee, directamente a partir de la curva de calibración, la concentración de plomo o de cadmio, expresada en mg/l, de la solución de extracción.

## **11.3    CÁLCULO DE LA LIBERACIÓN DE PLOMO Y DE CADMIO EN ARTÍCULOS PLANOS**

La liberación de plomo y de cadmio por unidad de área de la superficie de artículos planos,  $a_o$ , expresada en mg/dm<sup>2</sup>, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$a_o = \frac{C_o \times V}{S_R}$$

Donde:

$C_o$     =    concentración de plomo o de cadmio, expresada en mg/l de la solución de extracción, calculada como se especifica en el numeral 11.1 o en el 11.2.

$V$     =    volumen, en l, de la solución de ensayo que se usa para la extracción (véase el numeral 10.1.2).

$S_R$     =    área de la superficie de referencia (véase el numeral 9.3.2), expresada en dm<sup>2</sup>, de la muestra de ensayo.

## **11.4    INFORME**

En el caso de artículos cóncavos, se informan los resultados con una aproximación de 0,1 mg/l para el plomo y de 0,01 mg/l para el cadmio.

En el caso de artículos planos, se informan los resultados con una aproximación de 0,1 mg/dm<sup>2</sup> para el plomo y con una aproximación de 0,01 mg/dm<sup>2</sup> para el cadmio.

## **12.    INFORME DE ENSAYO**

El informe de ensayo debe incluir la siguiente información:

- a)    Referencia a esta norma.
- b)    Identificación de los artículos ensayados, por ejemplo si eran artículos planos o cóncavos.

- c) El número de muestras ensayadas.
- d) Cada uno de los resultados, de acuerdo con el numeral 11.4.
- e) Cualquier característica excepcional que se haya notado durante la determinación.
- f) Cualquier operación que no se haya incluido en esta norma, o que se considere como opcional.
- g) Si cada una de las muestras satisface los requisitos sobre los límites de liberación permitidos.

## **12. DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Glassware and Glass Ceramic Ware in Contact with Food - Release of Lead and Cadmium - Part 1: Method of Test. Geneva, 1982, 5p. (ISO 7086/1).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Glassware and Glass Ceramic Ware in Contact with Food - Release of Lead and Cadmium - Part 2: Permissible Limits. Geneva, 1982, 1p. (ISO 7086/2).

**BIBLIOGRAFÍA**

1. WHO/FOOD ADDITIVES 77.44. Ceramic Foodware Safety, Sampling, Analysis and Limits for Release (Report of a WHO Meeting, Geneva 8 - 10 June 1976).
2. WHO/FOOD ADDITIVES HCS/79.7. Ceramic Foodware Safety. Critical Review of Sampling. Analysis and Limits for Lead and Cadmium Release (Report of a WHO Meeting, Geneva 12 -14 November 1979).
3. FREY E, SCHOLZE, H. (Lead and Cadmium Release from Fased Colours, Glazes and Enamels in Contact with Acetic Acid and Foodstuf and Under the Influence of Light). Ber. Dt. Keram. Ges 56 (1979) No.10 pp. 293-297.