

NORMA VENEZOLANA

**COVENIN
3738:2002
(ISO 4698:1994)**

**MINERALES DE HIERRO
Y PRODUCTOS SIDERÚRGICOS.
DETERMINACIÓN DEL INDICE
DE HINCHAMIENTO LIBRE.
MÉTODO VOLUMÉTRICO**



FONDONORMA

PRÓLOGO

La presente norma es una adopción de la norma **ISO 4698:1994**, fue considerada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT7 Materiales Ferrosos**, por el Subcomité Técnico **SC2 Métodos de Ensayo**, a través del convenio para la elaboración de normas suscrito entre el **Instituto Venezolano de Siderurgia (IVES)** y **FONDONORMA**, siendo aprobada por FONDONORMA en la reunión del Consejo Superior N° 2002-05 de fecha **29/05/2002**.

En la revisión de esta Norma participaron las siguientes entidades: OPCO; FERROMINERA ORINOCO; VENPRECAR; Orinoco Iron; TOPPCA; SIDOR; e IVES.

**NORMA VENEZOLANA
MINERALES DE HIERRO Y PRODUCTOS
SIDERÚRGICOS. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE
DE HINCHAMIENTO LIBRE. MÉTODO
VOLUMÉTRICO**

**COVENIN
3738:2002
(ISO 4698:1994)**

1 OBJETO

1.1 Esta Norma Venezolana contempla el método para determinar el índice de hinchamiento libre en pellas de mineral de hierro, luego de un proceso de reducción.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas.

COVENIN 3616:2000 Minerales de hierro y productos siderúrgico. Hierro de Reducción Directa. Muestreo y preparación de muestras. Métodos manuales para pellas y HRD
(ISO 10835:1995)

COVENIN 3617:2000 Minerales de hierro y productos siderúrgico. Métodos de muestreo y preparación de muestras
(ISO 3082:1998)

COVENIN 1240:2000 Minerales de hierro y productos siderúrgicos. Determinación de la humedad higroscópica en muestras para análisis químicos

COVENIN 3482-1:1999 Minerales de hierro y productos siderúrgicos. Vocabulario. Parte 1: Terminología para mineral de hierro y reducción directa

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Venezolana se aplican las definiciones indicadas en la norma COVENIN 3482-1 y las siguientes:

3.1 Hinchamiento libre

Representa el incremento de volumen de las pellas durante el proceso de reducción, bajo condiciones controladas.

3.2 Ensayo de hinchamiento libre

Esta relacionada con las condiciones específica en las cuales se lleva a cabo el proceso de reducción.

3.3 Índice de hinchamiento libre

Es la relación que existe entre el incremento del volumen de las pellas de mineral de hierro durante un proceso de reducción en condiciones controladas y el volumen inicial, y es expresado como porcentaje (p/p).

4 SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Los símbolos y abreviaturas utilizados en esta norma, son mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Símbolos y abreviaturas

Designación	Símbolo	Unidad de medida
Indice de Hinchamiento Libre	IHL	% (p/p)
Peso de muestra	m	g
Volumen	V	L; ml

5 PRINCIPIO

Una muestra de ensayo con un rango de tamaño específico es sometida a un proceso de reducción isotérmica, es decir, a una temperatura de 900 °C, utilizando un gas reductor, que consiste en monóxido de carbono y nitrógeno. Se determina el volumen antes y después del proceso de reducción. El cálculo del índice de hinchamiento libre, representa la diferencia entre ambos volúmenes y es expresado como porcentaje.

6 CONDICIONES DEL ENSAYO

6.1 General

El volumen ocupado por el gas y la velocidad de flujo utilizados en esta norma, son medidos a una temperatura de 0°C y a una presión atmosférica de 101,325 kPa

6.2 Composición del gas reductor

La composición del gas reductor dentro del horno debe consistir, en:

CO: 30% ± 0.5%(V/V)

N₂: 70% ± 0.5%(V/V)

6.3 Pureza del gas reductor

Las impurezas del gas reductor no deben exceder los siguientes valores:

H₂: 0.2% (V/V)

CO₂: 0.2% (V/V)

O₂: 0.2% (V/V)

H₂O: 0.2% (V/V)

6.4 Velocidad de flujo del gas reductor

Durante la realización del ensayo, la velocidad de flujo del gas reductor debe mantenerse en (15 ± 1) L/min.

6.5 Temperatura del ensayo

Durante la realización del ensayo, la temperatura debe mantenerse en 900 °C. El gas reductor debe ser precalentado antes de colocar la muestra de ensayo.

7 EQUIPO DE ENSAYO

7.1 Mufla Eléctrica: Con una capacidad de calentamiento, capaz de mantener tanto a la muestra como al gas reductor a una temperatura de $(900 \pm 10) ^\circ\text{C}$.

7.2 Tubo de Reducción: Elaborado de un metal resistente al calor, sin escala y de un diámetro interno de (75 ± 1) mm, y con una capacidad térmica suficiente para mantener temperaturas superiores a $900 ^\circ\text{C}$.

7.3 Portamuestra: Fabricado de un metal resistente a temperaturas superiores de $900 ^\circ\text{C}$, de forma rectangular y con tres niveles, para colocar en cada nivel seis pellas, cuyo rango de tamaño esta comprendido entre 10,0 mm a 12,5 mm.

7.4 Equipo volumétrico: Equipo para determinar el volumen a la muestra de ensayo, con una exactitud de 0.2 ml.

7.5 Tamices para el ensayo: Tamices con abertura cuadrada y tamaños nominales de 10,0 mm y 12,5 mm

8 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO

La muestra de ensayo debe ser preparada de acuerdo con la norma COVENIN 3616 o 3617. La muestra de ensayo debe ser secada en un horno a $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$, por dos horas y luego enfriar a temperatura ambiente.

La muestra de ensayo debe tener una masa aproximadamente de 1 kg y con un rango de tamaño entre 10,0 mm a 12,5 mm, obtenido por tamizado. La muestra de ensayo se constituye luego de tamizar, cuartear y seleccionar 18 pellas tomadas aleatoriamente.

9 PROCEDIMIENTO

9.1 Números de replicas

A cada muestra de ensayo, debe realizarse por lo menos dos replicas.

9.2 Determinación del volumen antes del proceso de reducción

Se determina el volumen de la muestra de ensayo (V_o), con una exactitud de 0,2 ml.

9.3 Reducción

Se coloca la muestra de ensayo, seis pellas en cada nivel del portamuestra y se cierra el tope del tubo de reducción. Posteriormente se introduce el tubo dentro del horno, previamente precalentado. Luego se hace pasar un flujo de gas inerte en el tubo de reducción a una velocidad aproximadamente de 10 L/min y se comienza el calentamiento, hasta $900^\circ\text{C} \pm 10 ^\circ\text{C}$, luego se incrementa la velocidad de flujo a (15 ± 1) L/min., y se mantiene la muestra de ensayo en estas condiciones.

Precaución: El gas reductor y el monóxido de carbono, son tóxicos y por lo tanto peligrosos. El ensayo debe realizarse bajo campanas extractoras y ubicadas en áreas bien ventiladas.

Posteriormente se reemplaza el gas inerte por el gas reductor, a una velocidad de flujo de 15 L/min. ± 1 L/min y se continua el proceso de reducción durante 60 min.

NOTA 1: De acuerdo al tipo de pellas, algunas pueden presentar alto grado de hinchamiento, en un tiempo menor de 60 min. Existe una alternativa apropiada de un tiempo de 40 min., la cual puede aplicarse, en estos casos.

Seguidamente se reemplaza el gas reductor con gas inerte, se remueve el tubo de reducción del horno y se enfría la muestra de ensayo a una velocidad de 5 L/min.

9.4 Determinación del volumen después de la reducción

Se remueve la porción de ensayo enfriada del tubo y se determina el volumen (V_f) de acuerdo con uno de los métodos especificados en el Anexo A de la norma ISO 4698.

10 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1 Cálculo del Índice de Hinchamiento Libre

El índice de hinchamiento libre es expresado como % p/p y es calculado mediante la siguiente ecuación:

$$\% IHL = \frac{V_f - V_0}{V_0} \times 100$$

Donde:

Vo : Es el volumen de la muestra de ensayo antes del proceso de reducción, expresado en mililitros.

Vf : Es el volumen de la muestra de ensayo después del proceso, expresado en mililitros.

El índice de hinchamiento, debe expresarse con un decimal.

La diferencia entre dos ensayos debe estar de acuerdo con el flujograma de aceptación de rechazos (véase Anexo A).

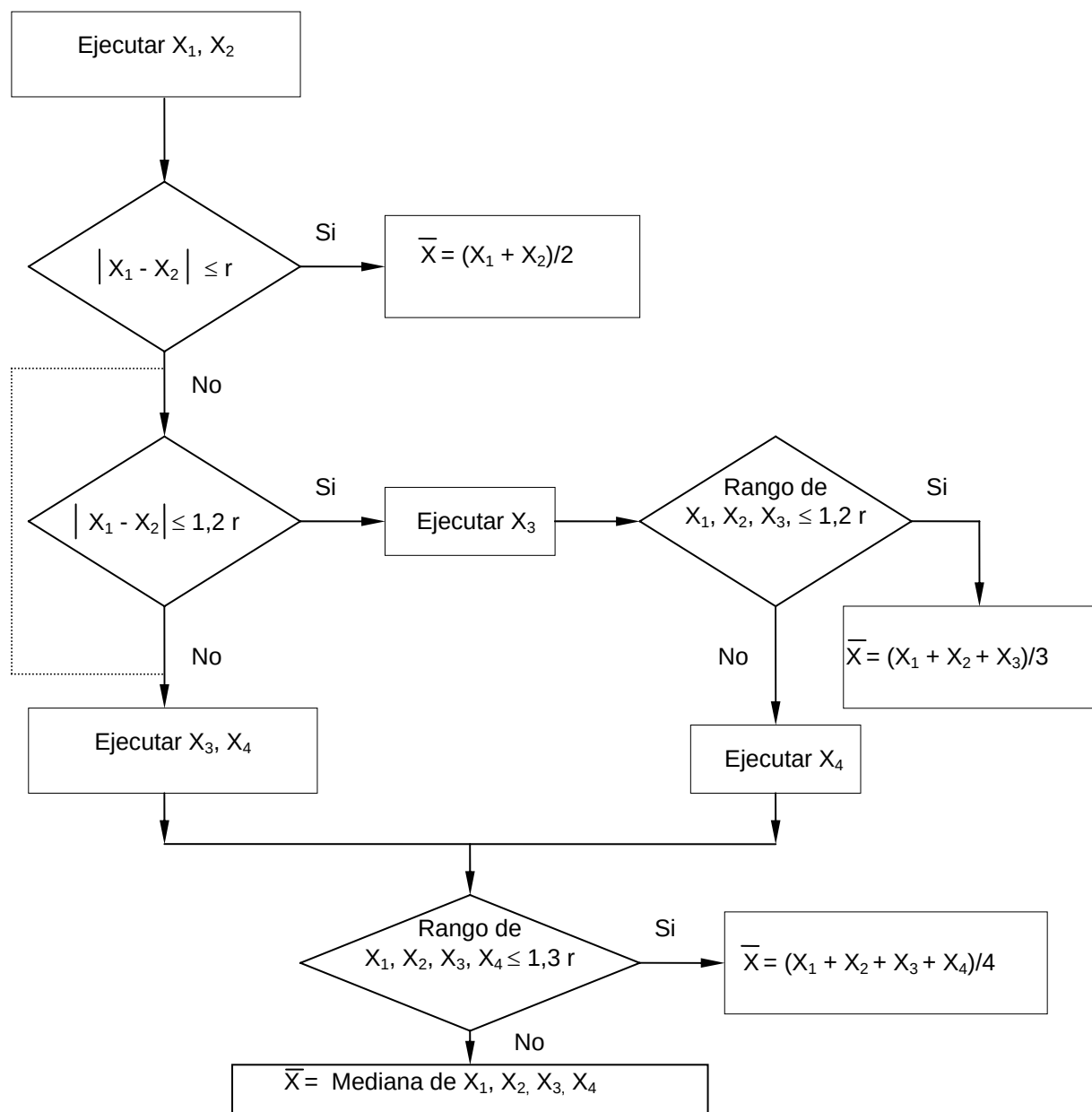
11 INFORME

El informe debe incluir como mínimo lo siguiente:

- a) Ensayo realizado según la norma COVENIN 3738
- b) fecha en la que se realizó el ensayo.
- c) Identificación de la muestra.
- d) Resultados del ensayo.
- e) Observaciones.
- f) Nombre del analista.

ANEXO A

FLUJOGRAMA PARA ACEPTACIÓN DE VALORES ANALÍTICOS PARA MUESTRAS DE ENSAYO



**COVENIN
3738:2002**

**CATEGORÍA
B**

FONDONORMA
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS

publicación de:



FONDONORMA

ISBN: 980-06-2969-6
ICS: 73.060.10

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Mineral de hierro, método de ensayo, decrepitación.