

| | | | |
|---|---|-----------------|-----------------|
|  UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES | CIENCIAS DE LOS MATERIALES | | |
| | Guía N° 3 | Año 2024 | Rev CMK-2025-04 |
| | Tema: Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua. | | |

Guía N° 3

Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua

1) *Objetivos del Ensayo:*

Aplicando los lineamientos de la Norma IRAM 1520 2002, determinar la densidad relativa real, la densidad relativa aparente y la absorción de agua de los agregados gruesos.

2) *Norma de consulta:*

| <i>IRAM #</i> | <i>Título</i> |
|---------------|--|
| 1520 | Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua. |

3) *Descripción y procedencia del material a ensayar.*

El material a utilizar para este ensayo se extrajo de

Fecha de extracción:/...../..... Extraído a..... cm de profundidad.

4) *Instrumental:*

| Instrumentos | Figura |
|--|--------|
| Balanza de capacidad 2kg y que permita apreciar 0.1gr. | 1 |
| Matraz aforado con una capacidad de 500cm ³ . | 2 |
| Molde troncocónico metálico. | 3 |
| Varilla de compactación. | 4 |
| Estufa, regulada a una temperatura de 105 ±5°C | 5 |
| Bandeja metálica. | 6 |
| Espátula. | 7 |
| Pistola de calor. | 8 |
| Tamiz IRAM 4.75mm (#4) | 9 |
| Baño termostático. | 10 |
| Termómetro. | 11 |
| Recipiente para cargar agua. | 12 |
| Agua destilada | 13 |
| Cono de plástico | 14 |
| Cuchara de plástico | 15 |

Tema: Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua.



Figura 1 (Balanza de precisionés)



Figura 2 (Matraz aforado de 500ml)



Figura 3 (Molde troncocónico y pisón)



Figura 4 (Estufa)



Figura 5 (Bandeja metálica)



Figura 7 (Espátula)

Tema: Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua.



Figura 8 (Pistola de calor)



Figura 9 (Tamiz # 4)



Figura 10 (Baño termostático)



Figura 11 (Termómetro)

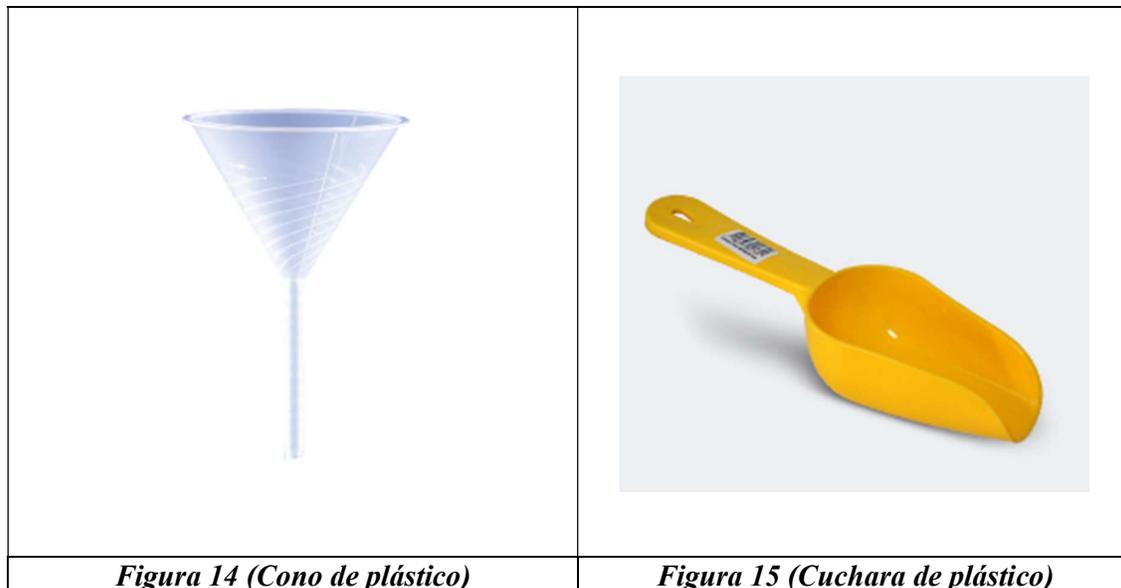


Figura 12 (Recipiente para cargar agua)



Figura 13 (Agua destilada)

| | | | |
|--|---|-----------------|-----------------|
|  Facultad de Ingeniería OBERA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES | CIENCIAS DE LOS MATERIALES | | |
| | Guía N° 3 | Año 2024 | Rev CMK-2025-04 |
| | Tema: Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua. | | |



5) Desarrollo del ensayo.

- 5.1) El día.....de.....del corriente año se realizó el ensayo de constantes físicas de agregados finos de una muestra obtenida por muestreo anteriormente (Ver *Laboratorio N° 1 Muestreo de Agregados*).
- 5.2) Se debe de verificar la nivelación de la balanza. Si la misma no es autonivelante, las balanzas de laboratorio cuentan con un nivel de burbujas y las patas de soporte, que son perillas de ajuste con rosca, se va variando la altura y nivelando la misma. (Ver *Figura 16*).



Figura 16 (Nivel de burbujas y nivelación de la balanza a emplear)

| | | | |
|--|---|-----------------|-----------------|
|  Facultad de Ingeniería OBERA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES | CIENCIAS DE LOS MATERIALES | | |
| | Guía N° 3 | Año 2024 | Rev CMK-2025-04 |
| | Tema: Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua. | | |

- 5.3) Se verifica que la capacidad y las divisiones de lectura de la balanza sean la misma que la indica por la Norma de ensayo. Por lo general las balanzas poseen plaquetas o impresiones del detalle de la precisión y capacidad. (Ver *Figura 17*). Verificar las unidades con las que se encuentra operando.

| Modelo | R31P1502 | R31P3 | R31P6 | R31P15 | R31P30 |
|----------------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Alcance predeterminado x escalón | 1,5 kg x 0,00005 kg 1500 g x 0,05 g | 3 kg x 0,0001 kg 3000 g x 0,1 g | 6 kg x 0,0002 kg 6000 g x 0,2 g | 15 kg x 0,0005 kg 15 000 g x 0,5 g | 30 kg x 0,001 kg 30 000 g x 1 g |

Figura 17 (Ejemplo de descripción de las características de las balanzas)

- 5.4) Se verifica la temperatura, escala y funcionamiento del horno. Para ello debe de regularse la temperatura máxima a la indicada por la Norma. (Ver *Figura 18*)



Figura 18 (Ejemplo de modo de regulación de temperatura de un horno)

- 5.5) Se verifica que el matraz y la tapa sean de la capacidad indicada por la norma y que estén secos internamente. Se pesa el matraz con la tapa y se anota la tara (mm)
- 5.6) Verificar que el cono se encuentre seco y sin restos de otras materiales,
- 5.7) Se carga el baño termostático con agua de red, hasta un nivel que garantice cubrir la marca de los 500 cm³ del matraz.
- 5.8) Se verifica que todas las bandejas de plástico estén limpias y secas.
- 5.9) Se toma la bandeja de metal, se la pesa y se anota (mb).

| | | | |
|---|---|-----------------|-----------------|
|  <p>Facultad de Ingeniería OBERA</p> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES</p> | CIENCIAS DE LOS MATERIALES | | |
| | Guía N° 3 | Año 2024 | Rev CMK-2025-04 |
| | Tema: Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua. | | |

6) Preparación de la muestra

Parte 1

- 6.1) La muestra para el ensayo debe ser de aproximadamente 1300 gr de agregado fino obtenido por cuarteo.
- 6.2) Se coloca la muestra en un recipiente y se la cubre íntegramente con agua, dejando estacionar durante 24 horas.

Parte 2

- 6.3) Luego de las 24 horas, se retira la muestra del agua y se extiende en una bandeja plana, limpia.
- 6.4) Con la pistola de calor, se procede a someter a la muestra a una corriente suave de aire caliente, la velocidad del aire debe ser tal que no haga perder partículas de la muestra.
- 6.5) Se va removiendo la muestra con frecuencia para asegurar un secado uniforme. Se prosigue con el secado hasta que los granos del agregado fino no se adhieran marcadamente entre sí.
- 6.6) Con la ayuda de una cuchara de plástico se coloca el agregado fino en el molde troncocónico llenándolo hasta enrasar, sin apretarlo.
- 6.7) Se apisona la superficie de la arena contenida en el molde troncocónico, con 25 golpes de varilla, dejando caer la misma desde una altura aproximada de 5mm sobre la superficie, y ajustando la posición de caída a la nueva superficie a medida que va descendiendo por efecto de la compactación, de modo de mantener esa distancia inicial con el material. Cuando se desmolda, si retiene la forma del molde, el agregado tiene todavía la humedad superficial.
- 6.8) En ese caso se continúa el secado, removiendo constantemente y se hacen ensayos a intervalos frecuentes hasta que el cono de agregado fino se desmorone al sacar el molde, pero conserve una pendiente de generatriz recta y adquiera una forma cónica (ver figura). En este momento el agregado ha llegado a la condición saturado y de superficie seca. Inmediatamente alcanzado este estado, se debe de cubrir la bandeja con una bolsa para evitar que el material siga perdiendo humedad.
- 6.9) El método descrito en 5.6) a 5.8) tiene como fin asegurar que en el primer ensayo el agregado tenga algo de humedad superficial. Si el cono se desmorona en el primer intento, el agregado fino ha sido secado más allá de su punto de saturado y de superficie seca. En ese caso se agregan unos centímetros cúbicos de agua, se mezclan íntimamente y se deja la muestra en un recipiente tapado durante 30 minutos, y se debe comenzar nuevamente el proceso de secado y ensayo.

| | | | |
|---|---|-----------------|-----------------|
|  <p>Facultad de Ingeniería OBERA</p> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES</p> | CIENCIAS DE LOS MATERIALES | | |
| | Guía N° 3 | Año 2024 | Rev CMK-2025-04 |
| | Tema: Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua. | | |

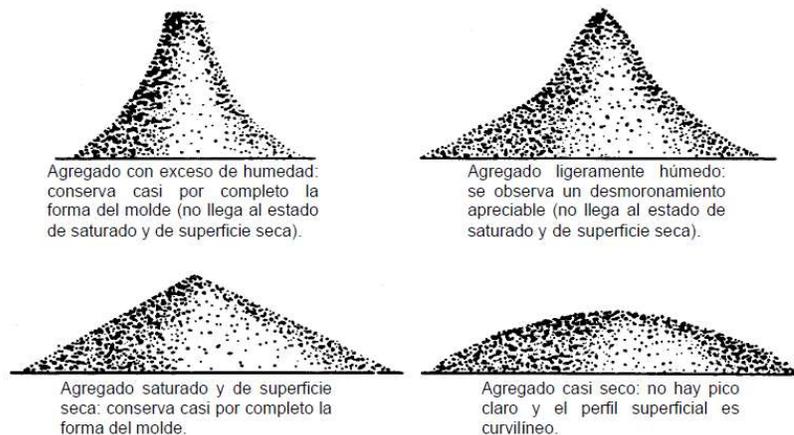


Figura 19 (Verificación visual del contenido de humedad del agregado fino)
Procedimiento. Método gravimétrico.

- 6.10) Colocamos el embudo en el matraz, y los ponemos sobre la balanza.
- 6.11) Taramos la balanza con el matraz y el embudo.
- 6.12) Con la ayuda de una cuchara de plástico vamos extrayendo muestra de la bandeja 6.8), y la vamos colocando en el matraz a través del embudo. En todo momento debemos ir cubriendo la muestra que queda en la bandeja para que no se evapore la humedad.
- 6.13) Se debe lograr colocar en el matraz una sub muestra de unos 500 gramos \pm 10g en condición saturada y de superficie seca (ms).
- 6.14) Una vez que hayamos llenado el matraz con esos 500 gramos \pm 10g, se extrae el embudo y se lo tapa.
- 6.15) Una vez introducido el material dentro del matraz se lo tapa y se los pesa, registrando la masa del conjunto (m1). ($m1 = m_{matraz} + m_{mss}$)

Parte 4

- 6.16) Tomamos una bandeja circular metálica de unos 20cm de diámetro (o de una dimensión que quepa bien en el horno), se la coloca sobre la balanza y se anota el peso de la misma (mb).
- 6.17) Se tara la balanza con la bandeja y se toma otra submuestra de la bandeja 6.8) misma cantidad de material del punto 6.13) (el mismo msss) y se la coloca en la bandeja metálica del punto 6.16) y se la lleva al horno a 105 ± 5 C.

| | | | |
|---|---|-----------------|-----------------|
|  <p>Facultad de Ingeniería OBERA</p> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES</p> | CIENCIAS DE LOS MATERIALES | | |
| | Guía N° 3 | Año 2024 | Rev CMK-2025-04 |
| | Tema: Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua. | | |

Parte 5

- 6.18) Se destapa el matraz y con la ayuda del embudo se coloca el agua destilada hasta cerca de la marca de los 500 cm³.
- 6.19) Con el matraz destapado, procedemos a moverlo de manera circular con el fin de eliminar las burbujas de aire que se encuentran en la muestra. Este procedimiento se repite hasta que no se observen burbujas saliendo.
- 6.20) Se vuelve a tapar el matraz y se lo coloca en el baño termostático, dejándolo por una hora aproximadamente, con el fin de que las temperaturas de los líquidos dentro del matraz y del baño termostático se igualen. El nivel de agua dentro del baño termostático, debe ser tal de que alcance el nivel del agua dentro del matraz. El agua del baño termostático debe de estar a temperatura de ambiente del laboratorio.
- 6.21) Luego de pasada la hora, se toma la temperatura del agua del baño termostático.
- 6.22) Se saca el matraz del baño termostático, y se completa con el agua destilada, hasta el nivel de los 500cm³.
- 6.23) Se tapa el matraz y con un paño se lo seca exteriormente.
- 6.24) Luego se lo pesa y se determina la masa total del conjunto (m₂)
- 6.25) Se descarta la muestra del matraz y se lo coloca en una bandeja.
- 6.26) Se limpia y se coloca el matraz en posición de secado.

Procedimiento de pesaje de la muestra seca.

Luego de dejar la muestra en el horno por 24 horas.

- 6.27) Se verifica la nivelación de la balanza y las unidades.
- 6.28) Se coloca una madera seca de unos 4cm x 4cm y 1cm de espesor aproximadamente, sobre la balanza y se tara. Esto con el fin de que al colocar la muestra extraída del horno no dañe a la balanza.
- 6.29) Se extrae la muestra con la bandeja de la balanza, tomándolo con un trapo o con guantes, con el fin de no quemarnos, ya que la misma estará caliente.
- 6.30) Se la coloca sobre la madera que está en la balanza y se toma el peso seco. (m). Recordar restar al peso obtenido, la tara del recipiente.

| | | | |
|---|---|-----------------|-----------------|
|  <p>Facultad de Ingeniería OBERA</p> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES</p> | CIENCIAS DE LOS MATERIALES | | |
| | Guía N° 3 | Año 2024 | Rev CMK-2025-04 |
| | Tema: Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua. | | |

7) **Resultados obtenidos:**

- d_1 = densidad relativa real
- m_s = masa en aire de la muestra en condición saturada superficialmente seca
- m = masa en aire de la muestra seca en estufa
- V = volumen del matraz (500 cm³)
- V_a = volumen de agua incorporado al matraz
- m_1 = masa material + matraz
- m_2 = masa matraz + material + agua
- d_a = densidad del agua (1 gr/cm³). Se debe corregir la densidad del agua en función a la temperatura que tenía en el momento del ensayo.
- d_2 = densidad relativa aparente de material seco
- d_3 = densidad relativa aparente de material saturado superficialmente seco
- A = absorción

| | | |
|---|--------------------|--|
| Peso de matraz vacío | [gr] | |
| Volumen de matraz (V) | [cm ³] | |
| Peso matraz + material SSS (m_1) | [gr] | |
| Peso matraz + material SSS + agua (m_2) | [gr] | |
| Peso material SSS (m_s) | [gr] | |
| Peso material seco (m) | [gr] | |

6.1) Densidad Relativa Real

$$V_a = \frac{m_2 - m_1}{d_a} \rightarrow \frac{(\quad) - (\quad)}{(\quad)} \rightarrow V_a =$$

$$d_1 = \frac{m}{d_a \cdot (V - V_a) - (m_s - m)} \rightarrow \frac{(\quad)}{(\quad) - (\quad)} \rightarrow d_1 =$$

6.2) Densidad Relativa Aparente del Agregado Seco

$$d_2 = \frac{m}{d_a \cdot (V - V_a)} \rightarrow \frac{(\quad)}{(\quad)} \rightarrow d_2 =$$

6.3) Densidad Relativa Aparente del Agregado Saturado de Superficie Seca

$$d_3 = \frac{m_s}{d_a \cdot (V - V_a)} \rightarrow \frac{(\quad)}{(\quad)} \rightarrow d_3 =$$

6.4) Absorción

$$A = \frac{m_2 - m}{m} \times 100 \% \rightarrow \frac{(\quad) - (\quad)}{(\quad)} \times 100 \% \rightarrow A =$$

| | | | |
|--|---|-----------------|-----------------|
|  Facultad de Ingeniería OBERA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES | CIENCIAS DE LOS MATERIALES | | |
| | Guía N° 3 | Año 2024 | Rev CMK-2025-04 |
| | Tema: Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua. | | |

| | | | |
|--|-----------------------|-----------|--|
| Densidad Relativa Real | [gr/cm ³] | d1 | |
| Densidad Relativa Aparente de Agregado Seco | [gr/cm ³] | d2 | |
| Densidad Relativa Aparente de Agregado SSS | [gr/cm ³] | d3 | |
| Absorción | [%] | A | |

8) *Interpretación de los resultados obtenidos.*

| | | | |
|--|---|-----------------|-----------------|
|  Facultad de Ingeniería OBERA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES | CIENCIAS DE LOS MATERIALES | | |
| | Guía N° 3 | Año 2024 | Rev CMK-2025-04 |
| | Tema: Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua. | | |

Informe Técnico.

Normas de referencia:

| IRAM # | Título |
|---------------|--|
| 1520 | Agregados finos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua. |

Ubicación: Designación:

Profundidad: Laboratoristas:

Fecha:/...../.....

Muestra

Ensayo N°

CONSTANTES FÍSICAS PARA AF.

| | | | |
|--|----------------------------|-----------|--|
| Densidad Relativa Real | [gr/cm³] | d1 | |
| Densidad Relativa Aparente de Agregado Seco | [gr/cm³] | d2 | |
| Densidad Relativa Aparente de Agregado SSS | [gr/cm³] | d3 | |
| Absorción | [%] | A | |