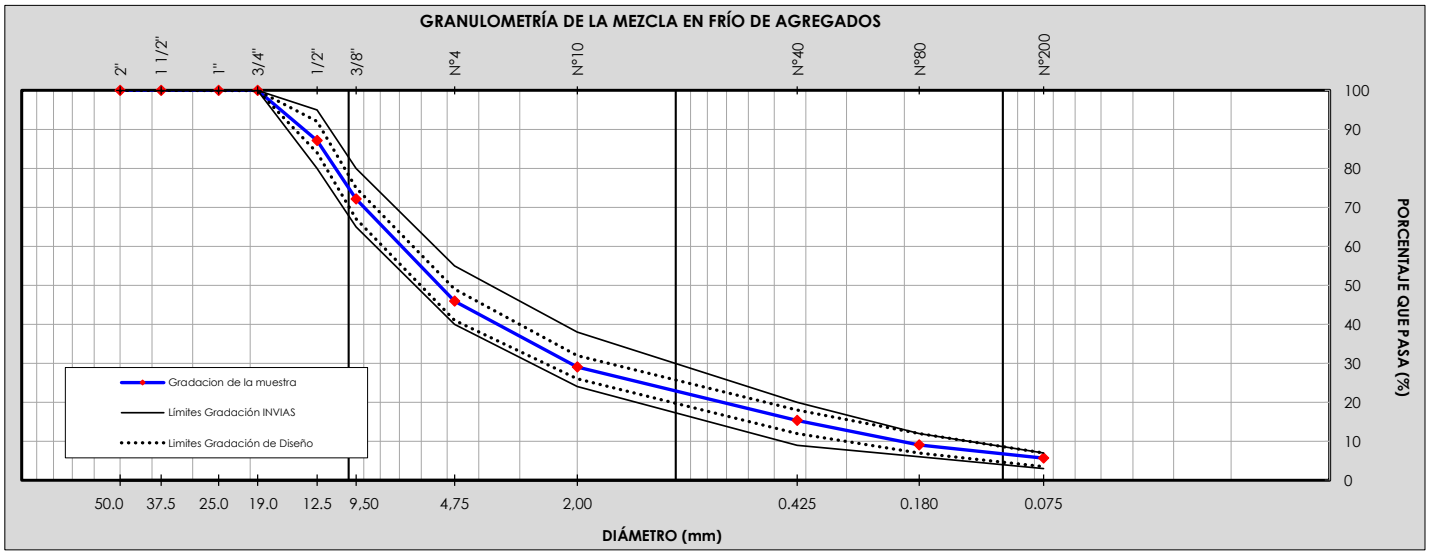
| PROCOPAL S.A. Ingenieros Contratistas | **ENSAYO DE LABORATORIO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**<br>**INV-22** | **Código:** CC F- 13.1<br>**Revisión:** 07<br>**Vigencia:** Septiembre de 2024 |
|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| **DESCRIPCIÓN:** | COMBINACIÓN DE AGREGADOS PARA MEZCLAS EN FRÍO | **FECHA:** | 6-feb-26 |
| **TIPO DE MEZCLA:** | MSC-19 con RAP TIBIA | **PLANTA:** | PLANTA ASTEC |
| **PROCEDENCIA:** | PROCOPAL S.A | **MUESTRA:** | 5 |

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, INV E - 213**

| **Masa Inicial:** | | 1573,6 | | | **ESPECIFICACIONES GRANULOMÉTRICAS** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **TAMIZ ("/No)** | **Abertura (mm)** | **Masa Retenida, g** | **Retenidos, %** | **Pasa, %** | **BANDA INVIAS 2022** | | **SUBBANDA DISEÑO** | | |
| | | | | | **Inf INV** | **Sup INV** | **Inf DIS** | **Sup DIS** | **Media** |
| 2" | 50,0 | | | | | | | | |
| 11/2" | 37,5 | | | | 100 | 100 | | | |
| 1" | 25,0 | | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| ¾" | 19,0 | | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| ½" | 12,5 | 202,3 | 12,9 | 87,1 | 80 | 95 | 84 | 92 | 88 |
| 3/8" | 9,5 | 235,9 | 15,0 | 72,2 | 65 | 80 | 67 | 75 | 71 |
| No 4 | 4,75 | 412,3 | 26,2 | 46,0 | 40 | 55 | 41 | 49 | 45 |
| No 10 | 2,00 | 266,3 | 16,9 | 29,0 | 24 | 38 | 26 | 32 | 29 |
| No 40 | 0,425 | 215,3 | 13,7 | 15,3 | 9 | 20 | 12 | 18 | 15 |
| No 80 | 0,180 | 99,3 | 6,3 | 9,0 | 6,0 | 12,0 | 7,0 | 12,0 | 9,5 |
| No 200 | 0,075 | 52,9 | 3,4 | 5,7 | 3,0 | 7,0 | 3,5 | 7,0 | 5,3 |
| Fondo | | 8,3 | 0,5 | 5,1 | | | | | |




| **CALIDAD DE LOS AGREGADOS PÉTREOS Y DEL LLENANTE MINERAL INV Art. 450** | | **Unidad** | **Valor** | **Límite Mínimo** | **Límite Máximo** | **Concepto** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Partículas Fracturadas mecánicamente (1 Cara ) | **INV E-227** | % | 95 | **85** | **-** | CUMPLE |
| Partículas Fracturadas mecánicamente (2 Caras ) | **INV E-227** | % | 92 | **70** | **-** | CUMPLE |
| Limpieza Superficial | **INV E-237** | % | 0,03 | **-** | **0,5** | CUMPLE |
| Equivalente de Arena | **INV E-133** | % | 63 | **50** | **-** | CUMPLE |
| Índice de Plasticidad (NP = 0) | **INV E-125 y 127** | % | 0 | **-** | **0,0** | CUMPLE |
| Densidad Bulk del Llenante Mineral | **INV E-225** | $g/cm^3$ | 0,7 | **0,5** | **0,8** | CUMPLE |
| Angularidad del Agregado Fino | **INV E-239** | % | 46,4 | **45** | **-** | CUMPLE |

| **EQUIPOS UTILIZADOS** | **FECHA DE CALIBRACIÓN** |
|---|---|
| Balanza digital 3100 g | 4-jul-25 |
| Serie Mallas o Tamices 3" a No 200 | 22-mar-24 |

Aprobó:

Jefe de Laboratorio

| PROCOPAL S.A. Ingenieros Contratistas | **ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS, LIMPIEZA SUPERFICIAL, EQUIVALENTE DE ARENA, ANGULARIDAD Y DENSIDAD BULK DEL LLENANTE MINERAL**<br>**INV-22** | **Código:** CC F-13.2<br>**Revisión:** 07<br>**Vigencia:** Septiembre de 2024 |
|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| **DESCRIPCIÓN:** | COMBINACIÓN DE AGREGADOS PARA MEZCLAS EN FRÍO | **FECHA:** | 6-feb-26 |
| **TIPO DE MEZCLA:** | MSC-19 con RAP TIBIA | **PLANTA** | PLANTA ASTEC |
| **PROCEDENCIA:** | PROCOPAL S.A | **MUESTRA:** | 5 |

**PARTÍCULAS CON UNA CARA FRACTURADA, INV E - 227**

| TAMIZ | | Peso de la muestra (g) | Partículas con una cara fracturada | | Partículas cuestionables o dudosas | | Partículas que no cumplen criterio | | Partículas con una cara fracturada | (%) Gradación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PASA | RETIENE | | (F) (g) | % | (Q) (g) | % | (N) (g) | % | P (%) | |
| 1 1/2" | 1" | | | | | | | | | |
| 1" | 3/4" | | | | | | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 202,3 | 192,3 | 95 | | 0 | 10 | 5 | 95 | 12,9 |
| 1/2" | 3/8" | 235,9 | 225,3 | 96 | | 0 | 11 | 4 | 96 | 15,0 |
| 3/8" | N° 4 | 200,0 | 190,2 | 95 | | 0 | 10 | 5 | 95 | 26,2 |
| **PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CON UNA CARA FRACTURADA (%)** | | | | | | | | | **95,2** | |

**PARTÍCULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS, INV E - 227**

| TAMIZ | | Peso de la muestra (g) | Partículas con dos caras fracturadas | | Partículas cuestionables o dudosas | | Partículas que no cumplen criterio | | Partículas con dos caras fracturadas | (%) Gradación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PASA | RETIENE | | (F) (g) | % | (Q) (g) | % | (N) (g) | % | P (%) | |
| 1 1/2" | 1" | | | | | | | | | |
| 1" | 3/4" | | | | | | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 202,3 | 183,6 | 91 | | 0 | 19 | 9 | 91 | 12,9 |
| 1/2" | 3/8" | 235,9 | 211,3 | 90 | | 0 | 25 | 10 | 90 | 15,0 |
| 3/8" | N° 4 | 200,0 | 186,3 | 93 | | 0 | 14 | 7 | 93 | 26,2 |
| **PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS (%)** | | | | | | | | | **91,6** | |

**LIMPIEZA SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO, INV E-237**

| | |
|---|---|
| M: Peso total de la muestra, (gr) | 2121,3 |
| M1h: Peso de la muestra para proporción masa seca, (gr) | 2120,6 |
| **Coeficiente de Limpieza Superficial (Ms-m)/Ms*100** | **0,03** |

**ÍNDICE DE PLASTICIDAD, INV E - 125 y E - 126**

| DESCRIPCIÓN | RESULTADO | I.P. (ÍNDICE DE PLASTICIDAD) |
|---|---|---|
| **LÍMITE LÍQUIDO - LL** | **0,0** | **NP** |
| **LÍMITE PLÁSTICO - LP** | **0,0** | |

**DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA, INV E - 133**

| PRUEBA N° | LECTURA DE ARCILLA | LECTURA DE ARENA | EQUIVALENTE ARENA % | PROMEDIO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 13,4 | 8,6 | 64,2 | **63,0** |
| 2 | 13,6 | 8,4 | 61,8 | |

| DETERMINACIÓN DE VACÍOS DEL AGREGADO FINO, INV E - 239 | | Lectura N° 1 | Lectura N° 2 | DENSIDAD BULK DEL LLENANTE MINERAL, INV E - 225 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **V =** | Volumen del medidor cilíndrico (ml) | 102,1 | 102,1 | P = Peso de la muestra de llenante empleada | 10 | 10 |
| **Mb =** | Masa bruta de la muestra (g) | 382,1 | 381,9 | | | |
| **Mcv =** | Masa del medidor vacio (g) | 234,8 | 234,8 | V = Volumen aparente del llenante en kerosene ($gr/cm^3$) | 15,0 | 15,2 |
| **F =** | Masa neta del agregado fino en el medidor (g) | 147,3 | 147,1 | | | |
| **G =** | Gravedad específica del agregado fino seco | 2,689 | 2,689 | PESO UNITARIO DEL LLENANTE EN KEROSENE | **0,67** | **0,66** |
| **%U =** | Vacíos en el agregado fino sin compactar (%) | 46,3 | 46,4 | | | |
| **Us =** | **Promedio de las muestras (%)** | **46,4** | | **PESO UNITARIO PROMEDIO DEL LLENANTE** | **0,662** | |

| EQUIPOS UTILIZADOS | FECHA DE CALIBRACIÓN |
|---|---|
| Balanza digital 3100 g | 4-jul-25 |
| Serie Mallas o Tamices 3" a No 200 | 22-mar-24 |
| | |

Aprobó:

Jefe de Laboratorio