

# ANEXO I

CARACTERIZACIÓN DE LOS  
AGREGADOS PÉTREOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS



## CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

|                                                                                                                                                 |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA" |                                                 |
| PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA                                                                                          |                                                 |
| FECHA: OCTUBRE DEL 2024                                                                                                                         | ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON |

| contenido de humedad de la grava |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------|--------|
| muestra                          | 1      | 2      | 3      |
| peso de suelo humedo + tara (gr) | 118.91 | 120.69 | 146.24 |
| suelo seco + tara (gr)           | 118.58 | 120.41 | 145.9  |
| peso de agua (gr)                | 0.33   | 0.28   | 0.34   |
| peso de tara (gr)                | 13.41  | 12.66  | 12.57  |
| peso del suelo seco (gr)         | 105.17 | 107.75 | 133.33 |
| contenido de humedad %           | 0.31%  | 0.26%  | 0.26%  |
| promedio                         | 0.28%  |        |        |

| contenido de humedad de la gravilla |       |       |       |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| muestra                             | 1     | 2     | 3     |
| peso de suelo humedo + tara (gr)    | 96.85 | 96.55 | 97.66 |
| suelo seco + tara (gr)              | 96.56 | 96.33 | 97.35 |
| peso de agua (gr)                   | 0.29  | 0.22  | 0.31  |
| peso de tara (gr)                   | 13.16 | 12.79 | 13.67 |
| peso del suelo seco (gr)            | 83.4  | 83.54 | 83.68 |
| contenido de humedad %              | 0.35% | 0.26% | 0.37% |
| promedio                            | 0.33% |       |       |

| contenido de humedad de la arena |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| muestra                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| peso de suelo humedo + tara (gr) | 99.76 | 96.69 | 98.95 | 80.74 | 88.35 | 86.85 |
| suelo seco + tara (gr)           | 98.48 | 95.6  | 97.84 | 79.87 | 87.4  | 85.89 |
| peso de agua (gr)                | 1.28  | 1.09  | 1.11  | 0.87  | 0.95  | 0.96  |
| peso de tara (gr)                | 13.41 | 12.66 | 12.57 | 13.16 | 12.79 | 13.67 |
| peso del suelo seco (gr)         | 85.07 | 82.94 | 85.27 | 66.71 | 74.61 | 72.22 |
| contenido de humedad %           | 1.50% | 1.31% | 1.30% | 1.30% | 1.27% | 1.33% |
| promedio                         | 1.34% |       |       |       |       |       |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
RESP. DE LAB. SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS



## GRANULOMETRÍA 1 - AGREGADO GRUESO (Grava)

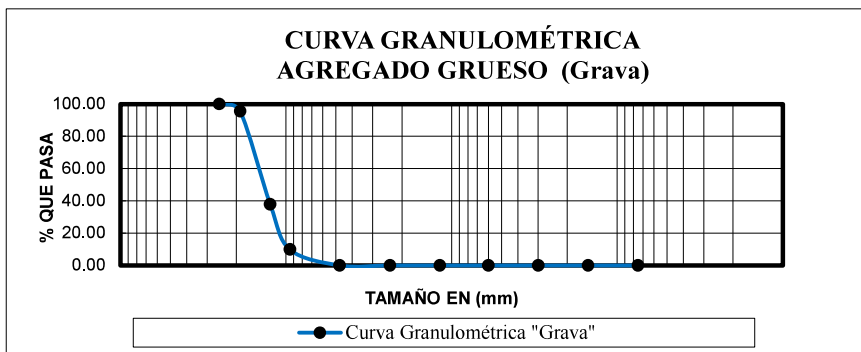
PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA

**FECHA:** OCTUBRE DEL 2024

**ELABORADO POR:** UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 221.80    | 221.80    | 4.44   | 95.56                |
| 1/2"             | 12.5        | 2886.20   | 3108.00   | 62.16  | 37.84                |
| 3/8"             | 9.50        | 1399.60   | 4507.60   | 90.15  | 9.85                 |
| Nº4              | 4.75        | 492.40    | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº8              | 2.36        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº16             | 1.18        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº30             | 0.60        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº50             | 0.30        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº100            | 0.15        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº200            | 0.075       | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| BASE             | -           | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| SUMA             |             | 5000.0    |           |        |                      |
| PÉRDIDAS         |             | 0.0       |           |        |                      |
| MF =             |             | 7.90      |           |        |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. SUELOS**

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS



## GRANULOMETRÍA 2 - AGREGADO GRUESO (Grava)

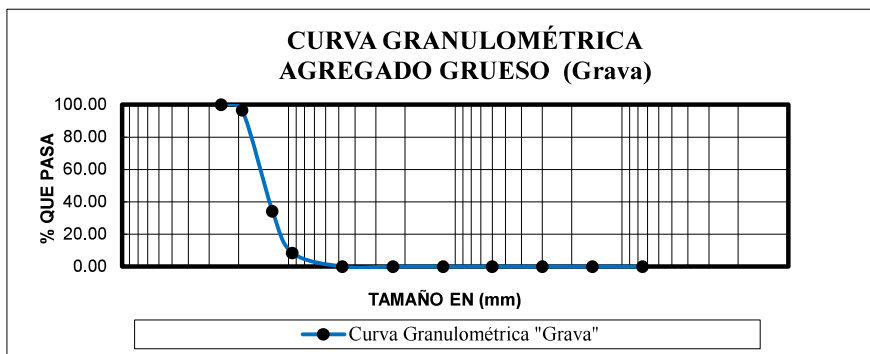
PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA

FECHA: OCTUBRE DEL 2024

ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 164.60    | 164.60    | 3.29   | 96.71                |
| 1/2"             | 12.5        | 3121.60   | 3286.20   | 65.72  | 34.28                |
| 3/8"             | 9.50        | 1288.40   | 4574.60   | 91.49  | 8.51                 |
| Nº4              | 4.75        | 425.40    | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº8              | 2.36        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº16             | 1.18        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº30             | 0.60        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº50             | 0.30        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº100            | 0.15        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº200            | 0.075       | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| BASE             | -           | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| SUMA             |             | 5000.0    |           |        |                      |
| PÉRDIDAS         |             | 0.0       |           |        |                      |
| MF =             |             | 7.91      |           |        |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
RESP. DE LAB. SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



## GRANULOMETRÍA 3 - AGREGADO GRUESO (Grava)

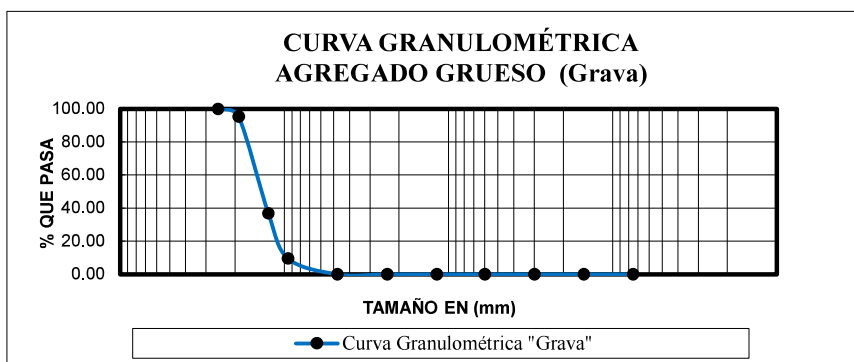
PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA

**FECHA:** OCTUBRE DEL 2024

**ELABORADO POR:** UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 233.20    | 233.20    | 4.66   | 95.34                |
| 1/2"             | 12.5        | 2920.60   | 3153.80   | 63.08  | 36.92                |
| 3/8"             | 9.50        | 1367.40   | 4521.20   | 90.42  | 9.58                 |
| Nº4              | 4.75        | 478.80    | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº8              | 2.36        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº16             | 1.18        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº30             | 0.60        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº50             | 0.30        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº100            | 0.15        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº200            | 0.075       | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| BASE             | -           | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| SUMA             |             | 5000.0    |           |        |                      |
| PÉRDIDAS         |             | 0.0       |           |        |                      |
| MF =             |             | 7.90      |           |        |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. SUELOS**

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN  
LABORATORIO DE SUELOS



## GRANULOMETRÍA PROMEDIO - AGREGADO GRUESO (Grava)

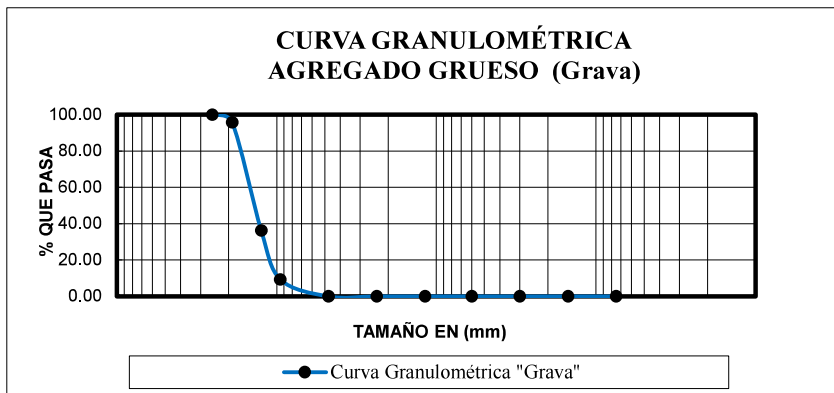
PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA

FECHA: OCTUBRE DEL 2024

ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 206.53    | 206.53    | 4.13   | 95.87                |
| 1/2"             | 12.5        | 2976.13   | 3182.67   | 63.65  | 36.35                |
| 3/8"             | 9.50        | 1351.80   | 4534.47   | 90.69  | 9.31                 |
| Nº4              | 4.75        | 465.53    | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº8              | 2.36        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº16             | 1.18        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº30             | 0.60        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº50             | 0.30        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº100            | 0.15        | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| Nº200            | 0.075       | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| BASE             | -           | 0.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| SUMA             |             | 5000.0    |           |        |                      |
| PÉRDIDAS         |             | 0.0       |           |        |                      |
| MF =             |             | 7.91      |           |        |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. SUELOS**

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS



## GRANULOMETRÍA 1 - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

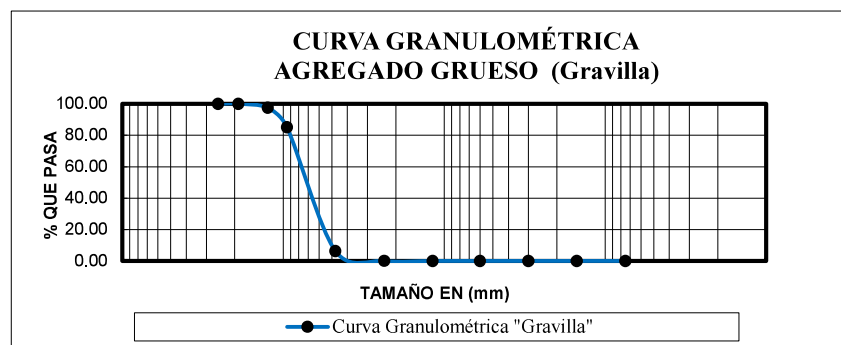
PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA

FECHA: OCTUBRE DEL 2024

ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

| Peso Total (gr.) |             | 5000      |           |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 1/2"             | 12.5        | 128.60    | 128.60    | 2.57   | 97.43                |
| 3/8"             | 9.50        | 612.40    | 741.00    | 14.82  | 85.18                |
| Nº4              | 4.75        | 3937.60   | 4678.60   | 93.57  | 6.43                 |
| Nº8              | 2.36        | 311.40    | 4990.00   | 99.80  | 0.20                 |
| Nº16             | 1.18        | 2.80      | 4992.80   | 99.86  | 0.14                 |
| Nº30             | 0.60        | 0.00      | 4992.80   | 99.86  | 0.14                 |
| Nº50             | 0.30        | 0.00      | 4992.80   | 99.86  | 0.14                 |
| Nº100            | 0.15        | 0.00      | 4992.80   | 99.86  | 0.14                 |
| Nº200            | 0.075       | 0.00      | 4992.80   | 99.86  | 0.14                 |
| BASE             | -           | 7.20      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| SUMA             | 5000.0      |           |           |        |                      |
| PÉRDIDAS         | 0.0         |           |           |        |                      |
| MF =             | 7.07        |           |           |        |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. SUELOS**

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS



## GRANULOMETRÍA 2 - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

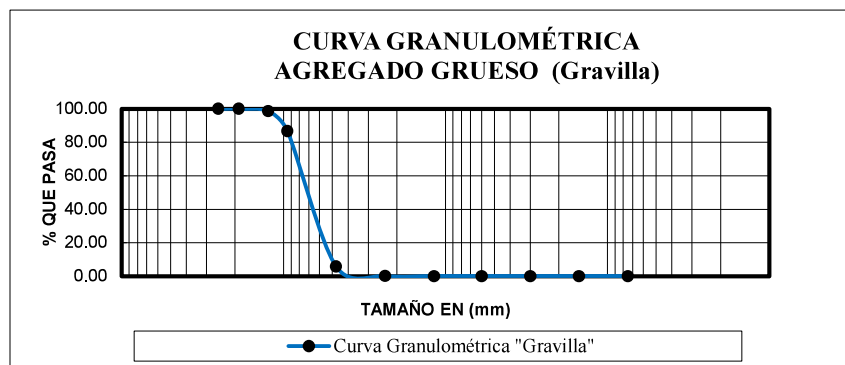
PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA

FECHA: OCTUBRE DEL 2024

ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 1/2"             | 12.5        | 65.40     | 65.40     | 1.31   | 98.69                |
| 3/8"             | 9.50        | 598.20    | 663.60    | 13.27  | 86.73                |
| Nº4              | 4.75        | 4047.60   | 4711.20   | 94.22  | 5.78                 |
| Nº8              | 2.36        | 280.80    | 4992.00   | 99.84  | 0.16                 |
| Nº16             | 1.18        | 3.00      | 4995.00   | 99.90  | 0.10                 |
| Nº30             | 0.60        | 0.00      | 4995.00   | 99.90  | 0.10                 |
| Nº50             | 0.30        | 0.00      | 4995.00   | 99.90  | 0.10                 |
| Nº100            | 0.15        | 0.00      | 4995.00   | 99.90  | 0.10                 |
| Nº200            | 0.075       | 0.00      | 4995.00   | 99.90  | 0.10                 |
| BASE             | -           | 5.00      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| SUMA             |             | 5000.0    |           |        |                      |
| PÉRDIDAS         |             | 0.0       |           |        |                      |
| MF =             |             | 7.07      |           |        |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.**

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



## GRANULOMETRÍA 3 - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

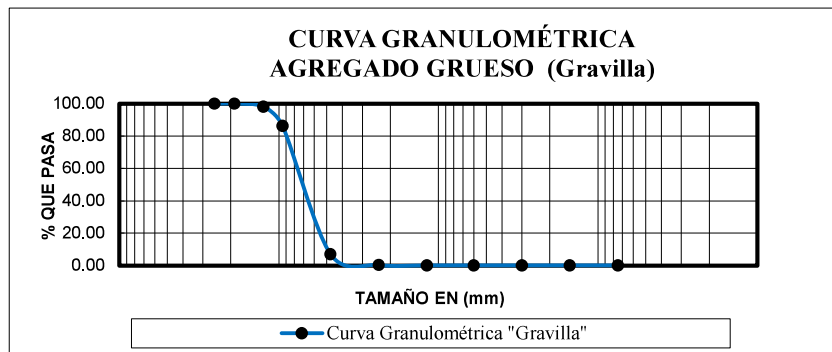
PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA

FECHA: OCTUBRE DEL 2024

ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 1/2"             | 12.5        | 92.40     | 92.40     | 1.85   | 98.15                |
| 3/8"             | 9.50        | 595.20    | 687.60    | 13.75  | 86.25                |
| Nº4              | 4.75        | 3956.40   | 4644.00   | 92.88  | 7.12                 |
| Nº8              | 2.36        | 337.60    | 4981.60   | 99.63  | 0.37                 |
| Nº16             | 1.18        | 9.80      | 4991.40   | 99.83  | 0.17                 |
| Nº30             | 0.60        | 0.00      | 4991.40   | 99.83  | 0.17                 |
| Nº50             | 0.30        | 0.00      | 4991.40   | 99.83  | 0.17                 |
| Nº100            | 0.15        | 0.00      | 4991.40   | 99.83  | 0.17                 |
| Nº200            | 0.075       | 0.00      | 4991.40   | 99.83  | 0.17                 |
| BASE             | -           | 8.60      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| SUMA             |             | 5000.0    |           |        |                      |
| PÉRDIDAS         |             | 0.0       |           |        |                      |
| MF =             |             | 7.05      |           |        |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.**

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del labo



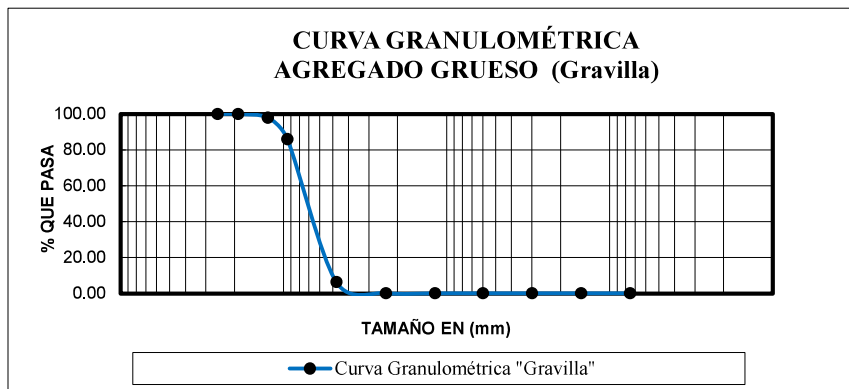
## GRANULOMETRÍA PROMEDIO - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA

FECHA: OCTUBRE DEL 2024 ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 1/2"             | 12.5        | 95.47     | 95.47     | 1.91   | 98.09                |
| 3/8"             | 9.50        | 601.93    | 697.40    | 13.95  | 86.05                |
| Nº4              | 4.75        | 3980.53   | 4677.93   | 93.56  | 6.44                 |
| Nº8              | 2.36        | 309.93    | 4987.87   | 99.76  | 0.24                 |
| Nº16             | 1.18        | 5.20      | 4993.07   | 99.86  | 0.14                 |
| Nº30             | 0.60        | 0.00      | 4993.07   | 99.86  | 0.14                 |
| Nº50             | 0.30        | 0.00      | 4993.07   | 99.86  | 0.14                 |
| Nº100            | 0.15        | 0.00      | 4993.07   | 99.86  | 0.14                 |
| Nº200            | 0.075       | 0.00      | 4993.07   | 99.86  | 0.14                 |
| BASE             | -           | 6.93      | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| SUMA             |             | 5000.0    |           |        |                      |
| PÉRDIDAS         |             | 0.0       |           |        |                      |
| MF =             |             | 7.07      |           |        |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.**

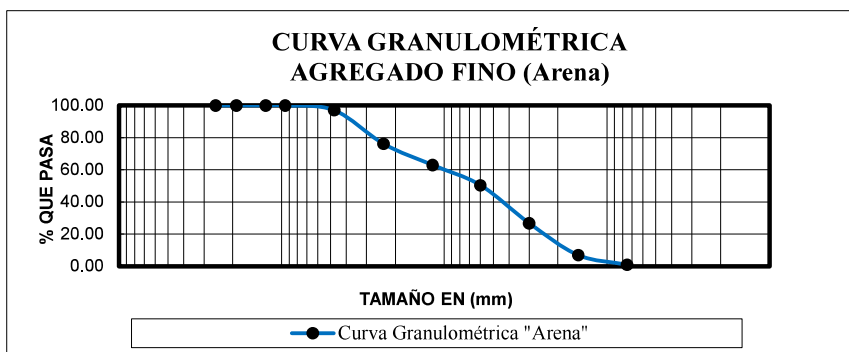
Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



## GRANULOMETRÍA 1 - AGREGADO FINO (Arena)

|                                                                                                                                                 |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA" |                                                 |
| PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA                                                                                          |                                                 |
| FECHA: OCTUBRE DEL 2024                                                                                                                         | ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON |

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 1/2"             | 12.5        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/8"             | 9.50        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| Nº4              | 4.75        | 146.60    | 146.60    | 2.93   | 97.07                |
| Nº8              | 2.36        | 1046.20   | 1192.80   | 23.86  | 76.14                |
| Nº16             | 1.18        | 654.80    | 1847.60   | 36.95  | 63.05                |
| Nº30             | 0.60        | 628.10    | 2475.70   | 49.51  | 50.49                |
| Nº50             | 0.30        | 1187.20   | 3662.90   | 73.26  | 26.74                |
| Nº100            | 0.15        | 989.30    | 4652.20   | 93.04  | 6.96                 |
| Nº200            | 0.075       | 301.20    | 4953.40   | 99.07  | 0.93                 |
| BASE             | -           | 46.60     | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| SUMA             |             | 5000.0    |           |        |                      |
| PÉRDIDAS         |             | 0.0       |           |        |                      |
| MF =             |             | 3.79      |           |        |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. SUELOS**

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS



## GRANULOMETRÍA 2 - AGREGADO FINO (Arena)

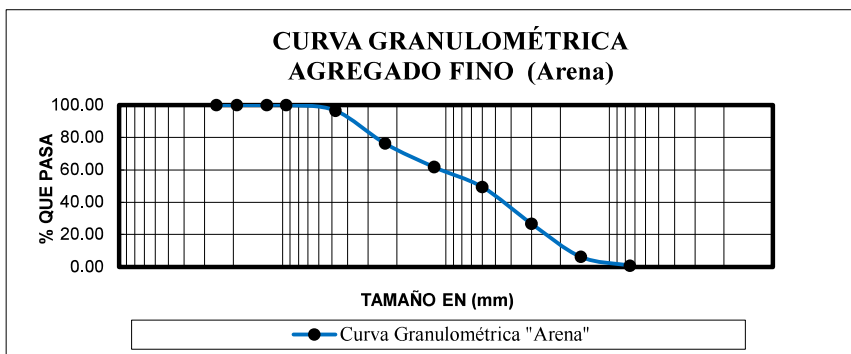
PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA

FECHA: OCTUBRE DEL 2024

ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 1/2"             | 12.5        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/8"             | 9.50        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| Nº4              | 4.75        | 172.40    | 172.40    | 3.45   | 96.55                |
| Nº8              | 2.36        | 1015.80   | 1188.20   | 23.76  | 76.24                |
| Nº16             | 1.18        | 728.20    | 1916.40   | 38.33  | 61.67                |
| Nº30             | 0.60        | 615.90    | 2532.30   | 50.65  | 49.35                |
| Nº50             | 0.30        | 1129.20   | 3661.50   | 73.23  | 26.77                |
| Nº100            | 0.15        | 1020.30   | 4681.80   | 93.64  | 6.36                 |
| Nº200            | 0.075       | 275.10    | 4956.90   | 99.14  | 0.86                 |
| BASE             | -           | 43.10     | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| SUMA             |             | 5000.0    |           |        |                      |
| PÉRDIDAS         |             | 0.0       |           |        |                      |
| MF =             |             | 3.82      |           |        |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.**

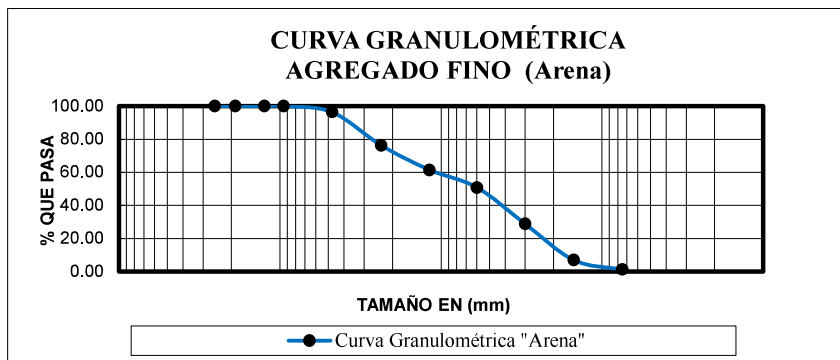
Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



## GRANULOMETRÍA 3 - AGREGADO FINO (Arena)

|                                                                                                                                                 |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA" |                                                 |
| PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA                                                                                          |                                                 |
| FECHA: OCTUBRE DEL 2024                                                                                                                         | ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON |

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      |        |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|--------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret  | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 1/2"             | 12.5        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| 3/8"             | 9.50        | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 100.00               |
| Nº4              | 4.75        | 182.60    | 182.60    | 3.65   | 96.35                |
| Nº8              | 2.36        | 1002.20   | 1184.80   | 23.70  | 76.30                |
| Nº16             | 1.18        | 743.10    | 1927.90   | 38.56  | 61.44                |
| Nº30             | 0.60        | 531.60    | 2459.50   | 49.19  | 50.81                |
| Nº50             | 0.30        | 1100.90   | 3560.40   | 71.21  | 28.79                |
| Nº100            | 0.15        | 1092.40   | 4652.80   | 93.06  | 6.94                 |
| Nº200            | 0.075       | 285.40    | 4938.20   | 98.76  | 1.24                 |
| BASE             | -           | 61.80     | 5000.00   | 100.00 | 0.00                 |
| SUMA             |             | 5000.0    |           |        |                      |
| PÉRDIDAS         |             | 0.0       |           |        |                      |
| MF =             |             | 3.78      |           |        |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.**

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



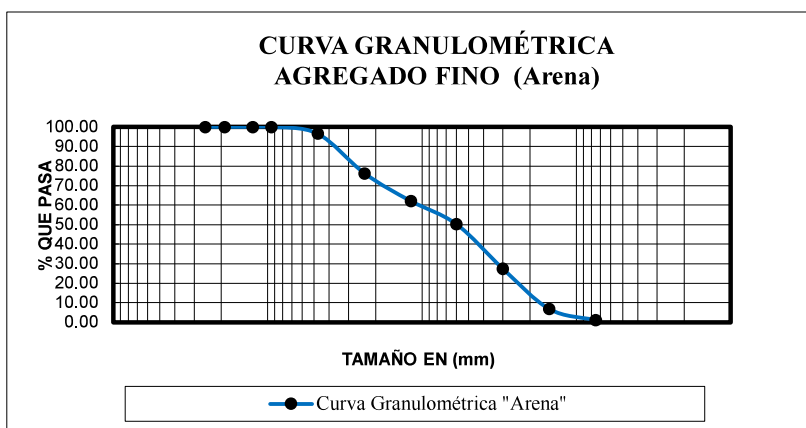
UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS



## GRANULOMETRÍA PROMEDIO - AGREGADO FINO (Arena)

|                                                                                                                                                 |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA" |                                                 |
| PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA                                                                                          |                                                 |
| FECHA: OCTUBRE DEL 2024                                                                                                                         | ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON |

| Peso Total (gr.) |             |           | 5000      | A.S.T.M. |                      |
|------------------|-------------|-----------|-----------|----------|----------------------|
| Tamices          | tamaño (mm) | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret    | % que pasa del total |
| 1"               | 25.4        | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 100.00               |
| 3/4"             | 19.0        | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 100.00               |
| 1/2"             | 12.5        | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 100.00               |
| 3/8"             | 9.50        | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 100.00               |
| Nº4              | 4.75        | 167.20    | 167.20    | 3.34     | 96.66                |
| Nº8              | 2.36        | 1021.40   | 1188.60   | 23.77    | 76.23                |
| Nº16             | 1.18        | 708.70    | 1897.30   | 37.95    | 62.05                |
| Nº30             | 0.60        | 591.87    | 2489.17   | 49.78    | 50.22                |
| Nº50             | 0.30        | 1139.10   | 3628.27   | 72.57    | 27.43                |
| Nº100            | 0.15        | 1034.00   | 4662.27   | 93.25    | 6.75                 |
| Nº200            | 0.075       | 287.23    | 4949.50   | 98.99    | 1.01                 |
| BASE             | -           | 50.50     | 5000.00   | 100.00   | 0.00                 |
| SUMA             |             | 5000.0    |           |          |                      |
| PÉRDIDAS         |             | 0.0       |           |          |                      |
| MF =             |             | 3.80      |           |          |                      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.**

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS



## CALIBRACION DE FRASCOS VOLUMETRICOS

**PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"**

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA

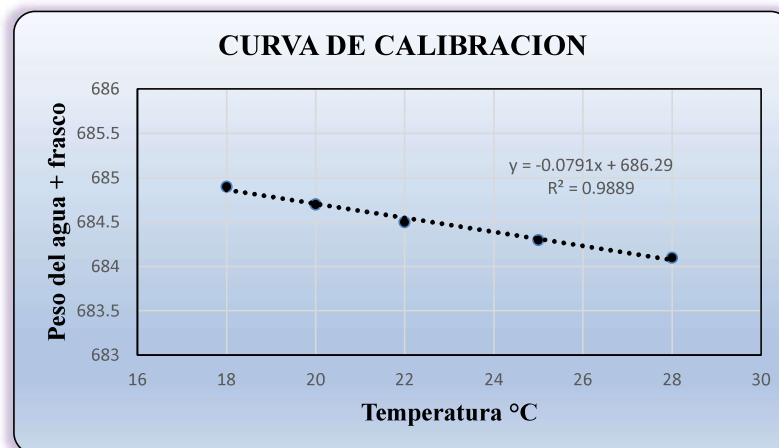
**FECHA:** OCTUBRE DEL 2024

**ELABORADO POR:** UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

$W_{fw}$  = Peso del frasco + agua (gr)

**T=** Temperatura en °C

| N°<br>Ensayo | Wfw<br>gr | T<br>°C |
|--------------|-----------|---------|
| 1            | 684.1     | 28      |
| 2            | 684.3     | 25      |
| 3            | 684.5     | 22      |
| 4            | 684.7     | 20      |
| 5            | 684.9     | 18      |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. SUELOS**

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS



## PESO ESPECIFICO FILLER CONVENCIONAL

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA

FECHA: OCTUBRE DEL 2024

ELABORADO POR: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

| Numero de ensayo                    | 1        | 2        | 3        | 4       | 5        | PROMEDIO |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|
| Temperatura de ensayo °C            | 28       | 25       | 22       | 20      | 18       |          |
| peso del suelo seco Ws              | 80       | 80       | 80       | 80      | 80       |          |
| Peso del frasco + agua Wfw          | 684.0752 | 684.3125 | 684.5498 | 684.708 | 684.8662 |          |
| Peso del frasco + agua + suelo Wfws | 734.9    | 734.8    | 734.5    | 734.9   | 734.4    |          |
| Peso especifico                     | 2.7421   | 2.7107   | 2.6622   | 2.6838  | 2.6259   |          |
| Factor de correccion K              | 0.9977   | 0.9983   | 0.9989   | 0.9993  | 1.00     |          |
| Peso especifico corregido           | 2.7357   | 2.7061   | 2.6593   | 2.6820  | 2.6259   | 2.68     |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. DE LAB. SUELOS**

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.



## PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO GRAVILLA

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

ELABORADO POR: Jorge Luis Chocala Alarcon

FECHA: Octubre 2024

Identif. Muestra: Gravilla chancada 3/8"

Procedencia: Chancadora garzón (posta municipal)

## PESO UNITARIO SUELTO

| MUESTRA<br>N° | PESO<br>RECIPIENTE<br>(gr) | VOLUMEN<br>RECIPIENTE<br>(cm3) | PESO RECIP.<br>+ MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>UNITARIO<br>SUELTO<br>(gr/cm3) |
|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|
| 1             | 5745.00                    | 9790.68                        | 19805.00                                   | 14060.00                          | 1.436                                  |
| 2             | 5745.00                    | 9790.68                        | 20160.00                                   | 14415.00                          | 1.472                                  |
| 3             | 5745.00                    | 9790.68                        | 20055.00                                   | 14310.00                          | 1.462                                  |
| PROMEDIO      |                            |                                |                                            |                                   | 1.457                                  |

## PESO UNITARIO COMPACTADO

| MUESTRA<br>N° | PESO<br>RECIPIENTE<br>(gr) | VOLUMEN<br>RECIPIENTE<br>(cm3) | PESO RECIP.<br>+ MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>UNITARIO<br>COMPACTADO<br>(gr/cm3) |
|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|
| 1             | 5745.00                    | 9790.68                        | 20850.00                                   | 15105.00                          | 1.543                                      |
| 2             | 5745.00                    | 9790.68                        | 20975.00                                   | 15230.00                          | 1.556                                      |
| 3             | 5745.00                    | 9790.68                        | 20810.00                                   | 15065.00                          | 1.539                                      |
| PROMEDIO      |                            |                                |                                            |                                   | 1.546                                      |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



## PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO GRAVA

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS  
POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

ELABORADO POR: Jorge Luis Chocala Alarcon

FECHA: Octubre 2024

Identif. Muestra: Grava chancada 3/4"

Procedencia: Chancadora garzón (posta municipal)

## PESO UNITARIO SUELTO

| MUESTRA<br>N° | PESO<br>RECIPIENTE<br>(gr) | VOLUMEN<br>RECIPIENTE<br>(cm3) | PESO RECIP.<br>+ MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>UNITARIO<br>SUELTO<br>(gr/cm3) |
|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|
| 1             | 5745.00                    | 9790.68                        | 20275.00                                   | 14530.00                          | 1.484                                  |
| 2             | 5745.00                    | 9790.68                        | 20250.00                                   | 14505.00                          | 1.482                                  |
| 3             | 5745.00                    | 9790.68                        | 20495.00                                   | 14750.00                          | 1.507                                  |
| PROMEDIO      |                            |                                |                                            |                                   | 1.491                                  |

## PESO UNITARIO COMPACTADO

| MUESTRA<br>N° | PESO<br>RECIPIENTE<br>(gr) | VOLUMEN<br>RECIPIENTE<br>(cm3) | PESO RECIP.<br>+ MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>UNITARIO<br>COMPACTADO<br>(gr/cm3) |
|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|
| 1             | 5745.00                    | 9790.68                        | 21110.00                                   | 15365.00                          | 1.569                                      |
| 2             | 5745.00                    | 9790.68                        | 21180.00                                   | 15435.00                          | 1.576                                      |
| 3             | 5745.00                    | 9790.68                        | 21315.00                                   | 15570.00                          | 1.590                                      |
| PROMEDIO      |                            |                                |                                            |                                   | 1.579                                      |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



## PESO UNITARIO - AGREGADO FINO ARENA

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

ELABORADO POR: Jorge Luis Chocala Alarcon

FECHA: Octubre 2024

Identif. Muestra: Arena

Procedencia: Chancadora garzón (posta municipal)

## PESO UNITARIO SUELTO

| MUESTRA<br>N° | PESO<br>RECIPIENTE<br>(gr) | VOLUMEN<br>RECIPIENTE<br>(cm3) | PESO RECIP.<br>+ MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>UNITARIO<br>SUELTO<br>(gr/cm3) |
|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|
| 1             | 2605.00                    | 2915.79                        | 7490.00                                    | 4885.00                           | 1.675                                  |
| 2             | 2605.00                    | 2915.79                        | 7495.00                                    | 4890.00                           | 1.677                                  |
| 3             | 2605.00                    | 2915.79                        | 7515.00                                    | 4910.00                           | 1.684                                  |
| PROMEDIO      |                            |                                |                                            |                                   | 1.679                                  |

## PESO UNITARIO COMPACTADO

| MUESTRA<br>N° | PESO<br>RECIPIENTE<br>(gr) | VOLUMEN<br>RECIPIENTE<br>(cm3) | PESO RECIP.<br>+ MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>MUESTRA<br>SUELTA<br>(gr) | PESO<br>UNITARIO<br>COMPACTADO<br>(gr/cm3) |
|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|
| 1             | 2605.00                    | 2915.79                        | 7995.00                                    | 5390.00                           | 1.849                                      |
| 2             | 2605.00                    | 2915.79                        | 8050.00                                    | 5445.00                           | 1.867                                      |
| 3             | 2605.00                    | 2915.79                        | 8020.00                                    | 5415.00                           | 1.857                                      |
| PROMEDIO      |                            |                                |                                            |                                   | 1.858                                      |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



## PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

ELABORADO POR: JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

FECHA: octubre 2024

Identif. Muestra: Grava chancada 3/4"

Procedencia: Chancadora garzón (posta municipal)

$$\text{PESO ESPECÍFICO SECO AL HORNO (SH)} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{PESO ESPECÍFICO EN CONDICIÓN SATURADA Y SUPERFICIALMENTE SECA (SSS)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{PESO ESPECÍFICO APARENTE} = \frac{A}{A - C}$$

$$\% \text{ DE ABSORCIÓN} = \frac{B - A}{A} * 100$$

| MUESTRA<br>N°       | PESO MUESTRA<br>SECADA "A"<br>(gr) | PESO MUESTRA<br>SATURADA CON<br>SUP. SECA "B"<br>(gr) | PESO MUESTRA<br>SATURADA DENTRO<br>DEL AGUA "C"<br>(gr) | PESO ESPECÍFICO<br>A GRANEL<br>(gr/cm3) | PESO ESPECÍFICO<br>SATURADO CON<br>SUP. SECA<br>(gr/cm3) | PESO ESPECÍFICO<br>APARENTE<br>(gr/cm3) | % DE<br>ABSORCIÓN |
|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------|
| 1                   | 4942.60                            | 5000.40                                               | 3103.00                                                 | 2.60                                    | 2.64                                                     | 2.69                                    | 1.17              |
| 2                   | 4945.30                            | 5000.30                                               | 3104.00                                                 | 2.61                                    | 2.64                                                     | 2.69                                    | 1.11              |
| 3                   | 4945.50                            | 5000.30                                               | 3103.00                                                 | 2.61                                    | 2.64                                                     | 2.68                                    | 1.11              |
| GRAVA 3/4" PROMEDIO |                                    |                                                       |                                                         | 2.61                                    | 2.64                                                     | 2.69                                    | 1.13              |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



## PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIORES DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

ELABORADO POR: JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

FECHA: octubre 2024

Identif. Muestra: Gravilla chancada 3/8"

Procedencia: Chancadora garzón (posta municipal)

$$\text{PESO ESPECÍFICO SECO AL HORNO (SH)} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{PESO ESPECÍFICO EN CONDICIÓN SATURADA Y SUPERFICIALMENTE SECA (SSS)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{PESO ESPECÍFICO APARENTE} = \frac{A}{A - C}$$

$$\% \text{ DE ABSORCIÓN} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

| MUESTRA<br>N°          | PESO MUESTRA<br>SECADA "A"<br>(gr) | PESO MUESTRA<br>SATURADA CON<br>SUP. SECA "B"<br>(gr) | PESO MUESTRA<br>SATURADA DENTRO<br>DEL AGUA "C"<br>(gr) | PESO ESPECÍFICO<br>A GRANEL<br>(gr/cm3) | PESO ESPECÍFICO<br>SATURADO CON<br>SUP. SECA<br>(gr/cm3) | PESO ESPECÍFICO<br>APARENTE<br>(gr/cm3) | % DE<br>ABSORCIÓN |
|------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------|
| 1                      | 4923.40                            | 5000.10                                               | 3094.00                                                 | 2.58                                    | 2.62                                                     | 2.69                                    | 1.56              |
| 2                      | 4924.40                            | 5000.10                                               | 3092.00                                                 | 2.58                                    | 2.62                                                     | 2.69                                    | 1.54              |
| 3                      | 4915.80                            | 5000.20                                               | 3086.00                                                 | 2.57                                    | 2.61                                                     | 2.69                                    | 1.72              |
| GRAVILLA 3/8" PROMEDIO |                                    |                                                       |                                                         | 2.58                                    | 2.62                                                     | 2.69                                    | 1.60              |



## PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

ELABORADO POR: Jorge Luis Chocala Alarcon

FECHA: octubre 2024

Identif. Muestra: Arena

Procedencia: Chancadora garzón (posta municipal)

$$\text{PESO ESPECÍFICO SECO AL HORNO (SH)} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{PESO ESPECÍFICO EN CONDICIÓN SATURADA Y SUPERFICIALMENTE SECA (SSS)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{PESO ESPECÍFICO APARENTE} = \frac{A}{A - C}$$

$$\% \text{ DE ABSORCIÓN} = \frac{B - A}{A} * 100$$

| MUESTRA<br>N°  | PESO<br>MUESTRA<br>(gr) | PESO<br>DE MATRÁZ<br>(gr) | MUESTRA +<br>MATRAZ +<br>AGUA<br>(gr) | PESO DEL AGUA<br>AGREGADO AL<br>MATRÁZ "W"<br>(ml) ó (gr) | PESO MUESTRA<br>SECADA "A"<br>(gr) | VOLUMEN DEL<br>MATRÁZ "V"<br>(ml) | P. E.<br>A GRANEL<br>(gr/cm3) | P. E.<br>SATURADO<br>SUP. SECA<br>(gr/cm3) | P. E.<br>APARENTE<br>(gr/cm3) | %<br>DE<br>ABSORCIÓN |
|----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1              | 500.0                   | 236.9                     | 1034                                  | 297.10                                                    | 494.50                             | 500.00                            | 2.44                          | 2.46                                       | 2.51                          | 1.11                 |
| 2              | 500.0                   | 196.1                     | 996.1                                 | 300.00                                                    | 494.50                             | 500.00                            | 2.47                          | 2.50                                       | 2.54                          | 1.11                 |
| 3              | 500.0                   | 193.5                     | 996.3                                 | 302.80                                                    | 494.30                             | 500.00                            | 2.51                          | 2.54                                       | 2.58                          | 1.15                 |
| ARENA PROMEDIO |                         |                           |                                       |                                                           |                                    |                                   | 2.49                          | 2.52                                       | 2.56                          | 1.13                 |



### ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

**PROYECTO:** "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

**ELABORADO POR:** Jorge Luis Chocala Alarcon

**FECHA:** Octubre 2024

**Identif. Muestra:** Grava chancada 3/4"

**Procedencia:** Chancadora garzón (posta municipal)

### AGREGADO: GRAVA 3/4"

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

| GRADACIÓN          |          | A                                   | B       | C       | D       |
|--------------------|----------|-------------------------------------|---------|---------|---------|
| DIAMETRO           |          | CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (gr) |         |         |         |
| PASA               | RETENIDO |                                     |         |         |         |
| 1 1/2"             | 1"       | 1250±25                             |         |         |         |
| 1"                 | 3/4"     | 1250±25                             |         |         |         |
| 3/4"               | 1/2"     | 1250±10                             | 2500±10 |         |         |
| 1/2"               | 3/8"     | 1250±10                             | 2500±10 |         |         |
| 3/8"               | 1/4"     |                                     |         | 2500±10 |         |
| 1/4"               | Nº4      |                                     |         | 2500±10 |         |
| Nº4                | Nº8      |                                     |         |         | 5000±10 |
| PESO TOTAL         |          | 5000±10                             | 5000±10 | 5000±10 | 5000±10 |
| NUMERO DE ESFERAS  |          | 12                                  | 11      | 8       | 6       |
| NºDE REVOLUCIONES  |          | 500                                 | 500     | 500     | 500     |
| TIEMPO DE ROTACION |          | 15                                  | 15      | 15      | 15      |

| DATOS DE LABORATORIO |                |               |
|----------------------|----------------|---------------|
| GRADACIÓN B          |                |               |
| PASA TAMIZ           | RETENIDO TAMIZ | PESO RETENIDO |
| 3/4"                 | 1/2"           | 2500          |
| 1/2"                 | 3/8"           | 2500          |

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{\text{INICIAL}} - P_{\text{FINAL}}}{P_{\text{INICIAL}}} * 100$$

| GRADACIÓN | PESO INICIAL | PESO FINAL | % DE DESGASTE | ESPECIFICACION ASTM |
|-----------|--------------|------------|---------------|---------------------|
| B         | 5000         | 3950.8     | 20.98         | 35% MAX             |

1049.2      grava 3/4"

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

ELABORADO POR: Jorge Luis Chocala Alarcon

FECHA: Octubre 2024

Identif. Muestra: Gravilla chancada 3/8"

Procedencia: Chancadora garzón (posta municipal)

AGREGADO: GRAVILLA 3/8"

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

| GRADACIÓN          |          | A                                  | B       | C       | D       |
|--------------------|----------|------------------------------------|---------|---------|---------|
| DIAMETRO           |          | CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr) |         |         |         |
| PASA               | RETENIDO |                                    |         |         |         |
| 1 1/2"             | 1"       | 1250±25                            |         |         |         |
| 1"                 | 3/4"     | 1250±25                            |         |         |         |
| 3/4"               | 1/2"     | 1250±10                            | 2500±10 |         |         |
| 1/2"               | 3/8"     | 1250±10                            | 2500±10 |         |         |
| 3/8"               | 1/4"     |                                    |         | 2500±10 |         |
| 1/4"               | Nº4      |                                    |         | 2500±10 |         |
| Nº4                | Nº8      |                                    |         |         | 5000±10 |
| PESO TOTAL         |          | 5000±10                            | 5000±10 | 5000±10 | 5000±10 |
| NUMERO DE ESFERAS  |          | 12                                 | 11      | 8       | 6       |
| NºDE REVOLUCIONES  |          | 500                                | 500     | 500     | 500     |
| TIEMPO DE ROTACION |          | 15                                 | 15      | 15      | 15      |

| DATOS DE LABORATORIO |                |               |
|----------------------|----------------|---------------|
| GRADACIÓN C          |                |               |
| PASA TAMIZ           | RETENIDO TAMIZ | PESO RETENIDO |
| 3/8"                 | 1/4"           | 2500          |
| 1/4"                 | Nº4            | 2500          |

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

| GRADACIÓN | PESO INICIAL | PESO FINAL | % DE DESGASTE | ESPECIFICACION ASTM |
|-----------|--------------|------------|---------------|---------------------|
| C         | 5000         | 3809.2     | 23.82         | 35% MAX             |

1190.8                      gravilla 3/8"



## ENSAYO % DE CARAS FRACTURADAS ASTM D-5821

**PROYECTO:** "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

**ELABORADO POR:** Jorge Luis Chocala Alarcon

**FECHA:** Octubre 2024

**Identif. Muestra:** Grava 3/4" y Gravilla 3/8" chancada

**Procedencia:** Chancadora garzón (posta municipal)

MATERIAL: Grava 3/4"

| ENSAYO                                    | Lecturas | Lecturas | Lecturas | Promedio | especificacion |    |
|-------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------------|----|
| ENSAYO N°                                 | 1        | 2        | 3        |          |                |    |
| PESO TOTAL (grs) (a)                      | 1500     | 1500     | 1500     | 1500.0   |                |    |
| PESO RETENIDO CARAS FRACTURADAS (grs) (b) | 1330.6   | 1324.3   | 1327.9   | 1327.6   |                |    |
| CARAS NO FRACTURADAS (grs) (a-b)          | 169.4    | 175.7    | 172.1    | 172.4    |                |    |
| % Caras Fracturadas= (b/a)*100            | 88.71    | 88.29    | 88.53    | 88.51    | >              | 75 |

MATERIAL: Grava 3/8"

| ENSAYO                            | Lecturas | Lecturas | Lecturas | Promedio | especificacion |    |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------------|----|
| ENSAYO N°                         | 1        | 2        | 3        |          |                |    |
| PESO TOTAL (grs) (a)              | 1000     | 1000     | 1000     | 1000.0   |                |    |
| PESO RETENIDO TAMIZ N°8 (grs) (b) | 904.1    | 895.8    | 901.7    | 900.5    |                |    |
| CARAS NO FRACTURADAS (grs) (a-b)  | 95.9     | 104.2    | 98.3     | 99.5     |                |    |
| % Caras Fracturadas= (b/a)*100    | 90.41    | 89.58    | 90.17    | 90.05    | >              | 75 |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



ENSAYO DE INDICE DE ALARGAMIENTO DE LOS AGREGADOS GRUESOS

(Basado en I.N.V.E - 230-07)

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS  
POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

ELABORADO POR: Jorge Luis Chocala Alarcon

FECHA: Octubre 2024

Identif. Muestra: Grava 3/4" chancada

Procedencia: Chancadora garzón (P. municipal)

Agregado: Grava

Tamaño máximo nominal: 3/4"

Masa total: 5000 gr

$$\% \text{ INDICE DE ALARGAMIENTO} = \frac{m_i}{R_i} * 100$$

$$\% \text{ INDICE DE ALARGAMIENTO GLOBAL} = \frac{\sum \text{Masa pasan}}{\sum \text{Masa total}} * 100$$

| Tamiz       | Peso retenido (Ri) | % retenido | Peso de partículas que pasan (mi) | Índice de alargamiento % (IAi) | Índice de alargamiento global % (IA) |
|-------------|--------------------|------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1 1/2" - 1" |                    | 0.00       |                                   |                                | 73.075                               |
| 1" - 3/4"   | 347.8              | 4.35       | 347.8                             | 100.00                         |                                      |
| 3/4" - 1/2" | 5248.40            | 65.66      | 4014.70                           | 76.49                          |                                      |
| 1/2" - 3/8" | 1754.50            | 22.75      | 1116.20                           | 63.62                          |                                      |
| 3/8" - 1/4" | 649.30             | 8.40       | 367.30                            | 56.57                          |                                      |
| Total       | 8000               |            | 5846.00                           |                                |                                      |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



ENSAYO DE INDICE DE ALARGAMIENTO DE LOS AGREGADOS GRUESOS

(Basado en I.N.V.E - 230-07)

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS  
POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

ELABORADO POR: Jorge Luis Chocala Alarcon

FECHA: Octubre 2024

Identif. Muestra: Gravilla 3/8" chancada

Procedencia: Chancadora garzón (P. municipal)

Agregado: Gravilla

Tamaño máximo nominal: 3/8"

Masa total: 2500 gr

$$\% \text{ INDICE DE ALARGAMIENTO} = \frac{m_i}{R_i} * 100$$

$$\% \text{ INDICE DE ALARGAMIENTO GLOBAL} = \frac{\sum \text{Masa pasan}}{\sum \text{Masa total}} * 100$$

| Tamiz       | Peso retenido (Ri) | % retenido | Peso de partículas que pasan (mi) | Índice de alargamiento % (IAi) | Índice de alargamiento global % (IA) |
|-------------|--------------------|------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1" - 3/4"   |                    | 0.00       |                                   |                                | 82.839                               |
| 3/4" - 1/2" | 46.90              | 7.22       | 46.90                             | 100.00                         |                                      |
| 1/2" - 3/8" | 306.90             | 48.38      | 270.50                            | 88.14                          |                                      |
| 3/8" - 1/4" | 1590.70            | 252.44     | 1293.40                           | 81.31                          |                                      |
| Total       | 1944.5             |            | 1610.80                           |                                |                                      |
| Base        | 555.5              |            |                                   |                                |                                      |
| M. Total    | 2500               |            |                                   |                                |                                      |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon

LABORATORISTA

Ing. Moisés Diaz Ayarde

RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



ENSAYO DE INDICE DE APLANAMIENTO DE LOS AGREGADOS GROSOS

(Basado en I.N.V.E - 230-07)

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

ELABORADO POR: Jorge Luis Chocala Alarcon

FECHA: Octubre 2024

Identif. Muestra: Grava 3/4" chancada

Procedencia: Chancadora garzón (P. municipal)

Agregado:

Grava

Tamaño máximo nominal: 3/4"

Masa total: 2000 gr

$$\% \text{ INDICE DE APLANAMIENTO} = \frac{m_i}{R_i} * 100$$

$$\% \text{ INDICE DE APLANAMIENTO GLOBAL} = \frac{\sum \text{Masa pasan}}{\sum \text{Masa total}} * 100$$

| Tamiz       | Peso retenido (Ri) | % retenido | Peso de partículas que pasan (mi) | Índice de aplanamiento % (IAi) | Índice de aplanamiento global % (IA) |
|-------------|--------------------|------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1 1/2" - 1" |                    | 0.00       |                                   |                                | 32.521                               |
| 1" - 3/4"   | 347.8              | 4.35       | 193.9                             | 55.75                          |                                      |
| 3/4" - 1/2" | 5248.40            | 65.66      | 1850.40                           | 35.26                          |                                      |
| 1/2" - 3/8" | 1754.50            | 22.75      | 437.00                            | 24.91                          |                                      |
| 3/8" - 1/4" | 649.30             | 8.40       | 120.40                            | 18.54                          |                                      |
| Total       | 8000               |            | 2601.70                           |                                |                                      |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Díaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.



ENSAYO DE INDICE DE APLANAMIENTO DE LOS AGREGADOS GRUESOS

(Basado en I.N.V.E - 230-07)

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

ELABORADO POR: Jorge Luis Chocala Alarcon

FECHA: Octubre 2024

Identif. Muestra: Gravilla 3/8" chancada

Procedencia: Chancadora garzón (P. municipal)

Agregado:

Gravilla

Tamaño máximo nominal: 3/8"

Masa total: 2500 gr

$$\% \text{ INDICE DE APLANAMIENTO} = \frac{mi}{Ri} * 100$$

$$\% \text{ INDICE DE APLANAMIENTO GLOBAL} = \frac{\sum \text{Masa pasan}}{\sum \text{Masa total}} * 100$$

| Tamiz       | Peso retenido (Ri) | % retenido | Peso de partículas que pasan (mi) | Índice de aplanamiento % (IAi) | Índice de aplanamiento global % (IA) |
|-------------|--------------------|------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1" - 3/4"   |                    | 0.00       |                                   |                                | 32.080                               |
| 3/4" - 1/2" | 46.90              | 7.22       | 17.80                             | 37.95                          |                                      |
| 1/2" - 3/8" | 306.90             | 48.38      | 91.80                             | 29.91                          |                                      |
| 3/8" - 1/4" | 1590.70            | 252.44     | 514.20                            | 32.33                          |                                      |
| Total       | 1944.5             |            | 623.80                            |                                |                                      |
| base        | 555.5              |            |                                   |                                |                                      |
| M. total    | 2500               |            |                                   |                                |                                      |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Moisés Diaz Ayarde  
RESP. DE LAB. HORMIGONES Y RESIST. MAT.

# ANEXO II

CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO  
ASFÁLTICO.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"</b><br><b>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b><br><b>LABORATORIO DE ASFALTOS</b> |                                |  |
|                                                                                   | <b>PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"</b>                |                                |                                                                                     |
|                                                                                   | <b>LABORATORISTA: Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON</b>                                                                                                                | <b>FECHA: OCTUBRE DEL 2024</b> |                                                                                     |
|                                                                                   | <b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO: GOBIERNO MUNICIPAL DE TARIJA</b>                                                                                                         |                                |                                                                                     |

**MÉTODO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419**

**AGREGADO:**

| N° de muestra | H1              | H2   | Equivalente de arena (%) |
|---------------|-----------------|------|--------------------------|
|               | (cm)            | (cm) |                          |
| 1             | 11.2            | 12.1 | 92.56                    |
| 2             | 11.2            | 12   | 93.33                    |
| 3             | 10.8            | 11.8 | 91.53                    |
|               | <b>Promedio</b> |      | <b>92.47</b>             |

$$E.A. = \frac{H_1}{H_2} * 100$$

| Equivalente de Arena (%) | NORMA |
|--------------------------|-------|
| <b>92.47</b>             | > 50% |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
**RESP. LAB. DE ASFALTOS**

Nota: El laboratorio de asfaltos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.

|                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                       |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                       | <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"</b><br><b>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b><br><b>LABORATORIO DE ASFALTOS</b> |  |
| <b>PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"</b> |                                                                                                                                                                       |                                                                                     |
| <b>LABORATORISTA:</b> Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON                                                                                                 |                                                                                                                                                                       | <b>FECHA:</b> OCTUBRE DEL 2024                                                      |
| <b>TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO:</b> Cemento Asfáltico 85-100 REPSOL (Peruano)                                                                            |                                                                                                                                                                       |                                                                                     |

**MÉTODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD (ASTM D71 - 94 AASHTO T229 - 97)**

**AGREGADO:**

| Ensayos                                                            | 1             | 2       | 3       |
|--------------------------------------------------------------------|---------------|---------|---------|
| Peso del picnómetro (gr) (A):                                      | 24.7          | 24.7    | 24.7    |
| Peso del picnómetro + agua destilada (gr) (B):                     | 63            | 63.1    | 63      |
| Peso del picnómetro + cemento asfáltico (gr) (C):                  | 53.2          | 53.1    | 53      |
| Peso del picnómetro + agua destilada + cemento asfáltico (gr) (D): | 63.4          | 63.4    | 63.5    |
| Densidad (kg/m3):                                                  | 1011.19       | 1007.64 | 1014.93 |
| Densidad promedio (kg/m3):                                         | 1011.26       |         |         |
| <b>Densidad promedio (gr/cm3):</b>                                 | <b>1.0113</b> |         |         |

$$\rho_b = \frac{C - A}{(B - A) - (D - C)} * \rho_w * 1000$$

$$\rho_w = \text{Densidad del agua a la temperatura de ensayo} \left(1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}\right)$$

$$\rho_w = 0,997 \text{ [g/cm}^3\text{] a } 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_b = \text{Densidad del asfalto} \left(1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}\right)$$

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
**RESP. LAB. DE ASFALTOS**

**Nota:** El laboratorio de asfaltos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.

|                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                           |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                       | <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"</b><br><b>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b><br><br><b>LABORATORIO DE ASFALTOS</b> |  |
| <b>PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"</b> |                                                                                                                                                                           |                                                                                     |
| <b>LABORATORISTA:</b> Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON                                                                                                 |                                                                                                                                                                           | <b>FECHA:</b> OCTUBRE DEL 2024                                                      |
| <b>TIPO DE CEMENTO ASFALTICO:</b> Cemento Asfaltico 85-100 REPSOL (Peruano)                                                                            |                                                                                                                                                                           |                                                                                     |

|                              |
|------------------------------|
| <b>ENSAYO DE PENETRACION</b> |
|------------------------------|

**AGREGADO:**

| Condiciones:              | Tiempo       | Carga  | Temperatura |
|---------------------------|--------------|--------|-------------|
|                           | 5 segundos   | 100 gr | 25 °C       |
| Ensayos                   | 1            | 2      | 3           |
| Lectura N°1               | 95           | 98     | 97          |
| Lectura N°2               | 93           | 97     | 95          |
| Lectura N°3               | 90           | 95     | 90          |
| Penetración Promedio:     | 93           | 97     | 94          |
| <b>Penetración final:</b> | <b>94.44</b> |        |             |

|                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MÉTODO PARA DETERMINAR LOS PUNTOS DE INFLAMACIÓN Y COMBUSTIÓN MEDIANTE LA COPA ABIERTA DE CLEVELAND (ASTM D1310-01 AASTHO T79-96)</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**AGREGADO:**

| Ensayos:                          | 1             | 2   | 3   |
|-----------------------------------|---------------|-----|-----|
| Punto de inflamación °C:          | 306           | 311 | 315 |
| Promedio Punto de inflamación °C: | <b>310.67</b> |     |     |

|                                                                                     |                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <hr style="width: 100%;"/> Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon<br><b>LABORATORISTA</b> | <hr style="width: 100%;"/> Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval<br><b>RESP. LAB. DE ASFALTOS</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

**Nota:** El laboratorio de asfaltos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.

|                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                             | <p align="center">UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"</p> <p align="center">FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</p> <p align="center">PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL</p> <p align="center">LABORATORIO DE ASFALTOS</p> |  |
| <p align="center"><b>PROYECTO: “EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA”</b></p> |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                     |
| <p><b>LABORATORISTA:</b> Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON</p>                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>FECHA:</b> OCTUBRE DEL 2024</p>                                               |
| <p><b>TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO:</b> Cemento Asfáltico 85-100 REPSOL (Peruano)</p>                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                     |

### MÉTODO PARA DETERMINAR LA DUCTILIDAD

**AGREGADO:**

#### DUCTILIDAD

| ensayos               | 1             | 2     | 3   |
|-----------------------|---------------|-------|-----|
| Elongación (cm):      | 105           | 114.5 | 140 |
| <b>Promedio (cm):</b> | <b>119.83</b> |       |     |

---

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

---

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
**RESP. LAB. DE ASFALTOS**

**Nota:** El laboratorio de asfaltos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.

|                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                             | <p align="center"> <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"</b><br/> <b>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b><br/> <b>LABORATORIO DE ASFALTOS</b> </p> |  |
| <p align="center"><b>PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"</b></p> |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| <b>LABORATORISTA:</b> Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                     | <b>FECHA:</b> OCTUBRE DEL 2024                                                      |
| <b>TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO:</b> Cemento Asfáltico 85-100 REPSOL (Peruano)                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |

**Método para determinar el punto de ablandamiento con el aparato de anillo y bola (ASTM D 36 AASHTO T53-96).**

**AGREGADO:**

| Descripción                         | Unidad | Ensayo 1 | Ensayo 2 | Ensayo 3 |
|-------------------------------------|--------|----------|----------|----------|
| Punto de Ablandamiento, Anillo-Bola | °C     | 46       | 45       | 44       |
| Promedio                            | °C     | 45       |          |          |

---

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

---

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
**RESP. LAB. DE ASFALTOS**

**Nota:** El laboratorio de asfaltos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del laboratorista.

# ANEXO III

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
  
LABORATORIO DE ASFALTOS



PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIORES DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"  
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta Municipal  
TIPO DE CEMENTO ASFALTICO: Cemento Asfáltico 85-100 REPSOL (Peruano)  
LABORATORISTA: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON  
FECHA: Noviembre de 2024

DISEÑO GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MARSHALL  
(ASTM D 3515)

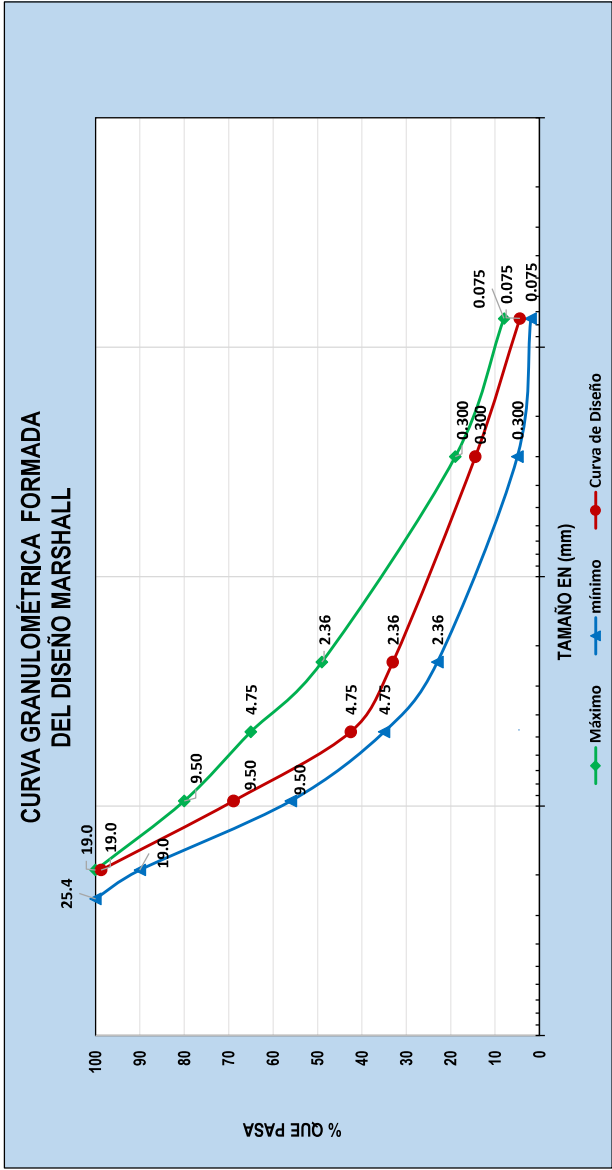
| Tamices    |  | tamaño<br>(mm) | DOSIFICACION |            |         |          |              |                 |              |               |                         | CURVA DE DOSIFICACIÓN |        |                         |            | Especificaciones |  |
|------------|--|----------------|--------------|------------|---------|----------|--------------|-----------------|--------------|---------------|-------------------------|-----------------------|--------|-------------------------|------------|------------------|--|
|            |  |                | Grava *      | Gravilla * | Arena * | Filler * | Grava<br>(%) | Gravilla<br>(%) | Arena<br>(%) | Filler<br>(%) | Peso Ret.<br>a 5000(gr) | Ret. Acum             | % Ret  | % que pasa<br>del total | ASTM D3515 |                  |  |
|            |  |                |              |            |         |          |              |                 |              |               |                         |                       |        |                         | Mínimo     | Máximo           |  |
| 1"         |  | 25.4           | 0.00         | 0.00       | 0.00    | 0.00     | 0.00         | 0.00            | 0.00         | 0.00          | 0.00                    | 0.00                  | 100.00 | 100                     | 100        |                  |  |
| 3/4"       |  | 19.0           | 206.53       | 0.00       | 0.00    | 0.00     | 61.96        | 0.00            | 0.00         | 0.00          | 61.96                   | 61.96                 | 1.24   | 98.76                   | 90         | 100              |  |
| 1/2"       |  | 12.5           | 2976.13      | 95.47      | 0.00    | 0.00     | 892.84       | 26.73           | 0.00         | 0.00          | 919.57                  | 981.53                | 19.63  | 80.37                   | -          | -                |  |
| 3/8"       |  | 9.50           | 1351.80      | 601.93     | 0.00    | 0.00     | 405.54       | 168.54          | 0.00         | 0.00          | 574.08                  | 1555.61               | 31.11  | 68.89                   | 56         | 80               |  |
| Nº4        |  | 4.75           | 465.53       | 3980.53    | 167.20  | 0.00     | 139.66       | 1114.55         | 63.54        | 0.00          | 1317.75                 | 2873.36               | 57.47  | 42.53                   | 35         | 65               |  |
| Nº8        |  | 2.36           | 0.00         | 309.93     | 1021.40 | 0.00     | 0.00         | 86.78           | 388.13       | 0.00          | 474.91                  | 3348.27               | 66.97  | 33.03                   | 23         | 49               |  |
| Nº16       |  | 1.18           | 0.00         | 5.20       | 708.70  | 0.00     | 0.00         | 1.46            | 269.31       | 0.00          | 270.76                  | 3619.03               | 72.38  | 27.62                   | -          | -                |  |
| Nº30       |  | 0.60           | 0.00         | 0.00       | 591.87  | 0.00     | 0.00         | 0.00            | 224.91       | 0.00          | 224.91                  | 3843.94               | 76.88  | 23.12                   | -          | -                |  |
| Nº50       |  | 0.30           | 0.00         | 0.00       | 1139.10 | 0.00     | 0.00         | 0.00            | 432.86       | 0.00          | 432.86                  | 4276.80               | 85.54  | 14.46                   | 5          | 19               |  |
| Nº100      |  | 0.15           | 0.00         | 0.00       | 1034.00 | 0.00     | 0.00         | 0.00            | 392.92       | 0.00          | 392.92                  | 4669.72               | 93.39  | 6.61                    | -          | -                |  |
| Nº200      |  | 0.075          | 0.00         | 0.00       | 287.23  | 0.00     | 0.00         | 0.00            | 109.15       | 0.00          | 109.15                  | 4778.87               | 95.58  | 4.42                    | 2          | 8                |  |
| BASE       |  | -              | 0.00         | 6.93       | 50.50   | 5000.00  | 0.00         | 1.94            | 19.19        | 200.00        | 221.13                  | 5000.00               | 100.00 | 0.00                    | -          | -                |  |
| PESO TOTAL |  |                | 5000.00      | 5000.00    | 5000.00 | 5000.00  | 1500.00      | 1400.00         | 1900.00      | 200.00        | 5000.00                 | 5000.00               |        |                         |            |                  |  |

100.00

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</p> <p>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</p> <p>LABORATORIO DE ASFALTOS</p> |  |
| <p>PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIORES DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARUJA"</p> <p>PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta Municipal</p> <p>TIPO DE CEMENTO ASFALTICO: Cemento Asfáltico 85-100 REPSOL (Peruano)</p> <p>LABORATORISTA: UNIV. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON</p> <p>FECHA: Noviembre de 2024</p> |                                                                                                                                                            |                                                                                   |



Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                            | <p align="center"> <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO</b><br/> <b>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br/> <b>DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN</b><br/> <b>LABORATORIO DE ASFALTOS</b> </p> |  |
| <p> <b>PROYECTO:</b> “COMPARAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, ENTRE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL Y OTRA MODIFICADA CON ESCORIA DE ACERO”<br/> <b>LABORATORISTA:</b> Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon<br/> <b>TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO:</b> 85/100 (Peruano)      <b>FECHA:</b> Noviembre de 2024         </p> |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |

### CONTENIDO MÍNIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO

| Tamiz     |          | Cantidad de material | Contante de área | Superficie parcial del agregado | Índice asfáltico | Contenido parcial de asfalto |
|-----------|----------|----------------------|------------------|---------------------------------|------------------|------------------------------|
| Pasa      | Retenido | (%)                  | (m²/kg)          | (m²)                            | (adm)            | (kg/kg)                      |
| 1 1/2"    | 3/4"     | 1.24                 | 0.27             | 0.003                           | 0.0070           | 0.0000                       |
|           | 3/4"     | 56.23                | 0.41             | 0.231                           | 0.0070           | 0.0016                       |
|           | Nº 4     | 19.41                | 2.05             | 0.398                           | 0.0070           | 0.0028                       |
|           | Nº 40    | 18.70                | 15.38            | 2.876                           | 0.0070           | 0.0201                       |
|           | Nº 200   | 4.42                 | 53.30            | 2.357                           | 0.0070           | 0.0165                       |
| Sumatoria |          | 100                  |                  |                                 |                  | 0.0411                       |

**Contenido mínimo de asfalto = 4.11%**

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
**LABORATORISTA**

*Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval*  
**RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS**

|                                                                                   |                                                                                                                                                                         |                                                        |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO</b><br><b>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><br><b>LABORATORIO DE ASFALTOS</b> |                                                        |  |
|                                                                                   | <b>PROYECTO:</b> "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"                  |                                                        |                                                                                     |
| <b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO:</b> posta municipal                                  |                                                                                                                                                                         | <b>LABORATORISTA:</b> Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON |                                                                                     |
| <b>TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO:</b> Cemento Asfáltico 85-100 REPSOL (Peruano)       |                                                                                                                                                                         | <b>FECHA:</b> Octubre del 2024                         |                                                                                     |

**DOSIFICACIÓN PARA ENCONTRAR EL OPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO**

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| ponderacion de grava(%)    | 30.00  |
| ponderacion de gravilla(%) | 28.00  |
| ponderacion de arena(%)    | 38.00  |
| ponderacion de filler(%)   | 4.00   |
| total                      | 100.00 |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| porcentaje de briqueta          | 100%  |
| porcentaje de cemento asfaltico | x     |
| porcentaje de agregado          | 100-x |
| peso total de briqueta(gr)      | 1200  |

|                                     |        |        |       |        |        |        |
|-------------------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| porcentaje de cemento asfaltico (%) | 4      | 4.5    | 5     | 5.5    | 6      | 6.5    |
| porcentaje de agregado (%)          | 96     | 95.5   | 95    | 94.5   | 94     | 93.5   |
| peso del cemento asfaltico(gr)      | 48     | 54     | 60    | 66     | 72     | 78     |
| peso de Grava(gr)                   | 345.6  | 343.8  | 342   | 340.2  | 338.4  | 336.6  |
| peso de Gravilla(gr)                | 322.56 | 320.88 | 319.2 | 317.52 | 315.84 | 314.16 |
| peso de Arena(gr)                   | 437.76 | 435.48 | 433.2 | 430.92 | 428.64 | 426.36 |
| peso de Filler (gr)                 | 46.08  | 45.84  | 45.6  | 45.36  | 45.12  | 44.88  |
| peso total de la briqueta (gr)      | 1200   | 1200   | 1200  | 1200   | 1200   | 1200   |

| Porcentaje de cemento asfáltico (% de CA) | Número de briquetas (unidad) |
|-------------------------------------------|------------------------------|
| 4                                         | 3                            |
| 4.5                                       | 3                            |
| 5                                         | 3                            |
| 5.5                                       | 3                            |
| 6                                         | 3                            |
| 6.5                                       | 3                            |
| <b>Total de briquetas elaboradas</b>      | <b>18</b>                    |

Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|---------------|---------------------------|--------------------------|----|------------------------------|-------|----------------------|----------------------------------------------------|------|-------|-----------------------|--|------|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO<br/>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA<br/>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL<br/>DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN<br/>LABORATORIO DE ASFALTOS</div> |  |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| <div>PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARUA"</div> <div>PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta municipal</div> <div>TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: Cemento Astáltico 85-100 REPSOL (Peruano)</div> <div>LABORATORISTA: Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON</div> <div>FECHA: Octubre 2024</div> |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| PLANILLA MÉTODO MARSHALL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| PARA DETERMINAR EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO PARA 4 % FILLER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| <table><tr><td colspan="2">Grandometría Formada</td><td>P. Especifico</td><td>% agregado</td></tr><tr><td colspan="2">Mat. Retenido Tamiz N° 4</td><td>2.69</td><td>57.47</td></tr><tr><td colspan="2">Mat. Pasa Tamiz N° 4</td><td>2.57</td><td>42.53</td></tr><tr><td colspan="2">Peso Especifico Total</td><td>2.64</td><td>100</td></tr></table>                                     |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   | Grandometría Formada                    |  | P. Especifico | % agregado                | Mat. Retenido Tamiz N° 4 |    | 2.69                         | 57.47 | Mat. Pasa Tamiz N° 4 |                                                    | 2.57 | 42.53 | Peso Especifico Total |  | 2.64 | 100 |
| Grandometría Formada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                             | P. Especifico                                                                     | % agregado                              |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| Mat. Retenido Tamiz N° 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                             | 2.69                                                                              | 57.47                                   |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| Mat. Pasa Tamiz N° 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                             | 2.57                                                                              | 42.53                                   |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| Peso Especifico Total                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                             | 2.64                                                                              | 100                                     |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| <table><tr><td colspan="2">TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL</td><td>85/100</td></tr><tr><td colspan="2">NÚMERO DE GOLPES POR CARA</td><td>75</td></tr><tr><td colspan="2">TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)</td><td>160</td></tr><tr><td colspan="2">PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHITO T-229 (gr/cm3)</td><td>1.014</td></tr></table>                                                |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   | TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL |  | 85/100        | NÚMERO DE GOLPES POR CARA |                          | 75 | TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C) |       | 160                  | PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHITO T-229 (gr/cm3) |      | 1.014 |                       |  |      |     |
| TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                             | 85/100                                                                            |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| NÚMERO DE GOLPES POR CARA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                             | 75                                                                                |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                             | 160                                                                               |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| PESO ESPECIFICO DEL LIGANTE AASHITO T-229 (gr/cm3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             | 1.014                                                                             |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| Agregado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| Grava                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| Gravilla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| Arena                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| Filler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| P.E.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 2.69                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 2.69                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 2.56                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 2.68                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 4.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| Fluencia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| Fluencia del flujo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 0.01 pulg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |
| 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                         |  |               |                           |                          |    |                              |       |                      |                                                    |      |       |                       |  |      |     |

| |                  |              |           |               |        |         |                   |                   |               |                     |                         |                  |        |                                          |                            |                        |                    |                     |                                 |                                 |        |  | |------------------|--------------|-----------|---------------|--------|---------|-------------------|-------------------|---------------|---------------------|-------------------------|------------------|--------|------------------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------|--| | Nº de probeta    | % de Asfalto |           | Peso Briqueta |        | Volumen |                   | Densidad Briqueta |               | % de Vacios         |                         | lectura del dial | carga  | Factor de correcion de altura de probeta | Estabilidad real corregida | Estabilidad promediada | Fluencia del flujo | Fluencia promediada |                                 |                                 |        |  | |                  | base Mezcla  | Agregados | base          | sup.   | seca    | sumergida en agua | probeta           | densidad real | Densidad promediada | densidad maxima teorica |                  |        |                                          |                            |                        |                    |                     | V.A.M.(vacios agregado mineral) | R.B.V.(relacion betumen vacios) |        |  | | 1                | 4.00         | 4.17      | 6.52          | 1192.4 | 1196.8  | 679               | 517.8             | 2.30          | 2.33                | 2.47                    | 5.97             | 15.06  | 60.34                                    | 919                        | 2456.46                | 0.96               | 2353.54             | 1831.79                         | 9                               | 9.33   |  | | 2                |              |           | 6.50          | 1175.5 | 1180.1  | 677               | 503.1             | 2.34          | 2.33                | 2.47                    | 5.97             | 15.06  | 60.34                                    | 687                        | 1831.73                | 0.96               | 1763.04             | 1831.79                         | 9                               | 9.33   |  | | 3                |              |           | 6.48          | 1175.4 | 1180.9  | 678               | 502.9             | 2.34          | 2.33                | 2.47                    | 5.97             | 15.06  | 60.34                                    | 536                        | 1425.12                | 0.97               | 1378.80             | 1831.79                         | 10                              | 10.00  |  | | 4                | 4.50         | 4.71      | 6.52          | 1184.2 | 1187.7  | 681               | 506.7             | 2.34          | 2.33                | 2.45                    | 5.12             | 15.37  | 66.71                                    | 849                        | 2267.97                | 0.96               | 2172.94             | 2034.34                         | 9                               | 10.00  |  | | 5                |              |           | 6.53          | 1188.2 | 1195.5  | 682               | 513.5             | 2.31          | 2.33                | 2.45                    | 5.12             | 15.37  | 66.71                                    | 881                        | 2354.14                | 0.96               | 2251.26             | 2034.34                         | 11                              | 10.00  |  | | 6                |              |           | 6.54          | 1187.6 | 1193.3  | 684               | 509.3             | 2.33          | 2.33                | 2.45                    | 5.12             | 15.37  | 66.71                                    | 660                        | 1759.03                | 0.95               | 1678.82             | 2034.34                         | 10                              | 10.00  |  | | 7                | 5.00         | 5.26      | 6.50          | 1188.8 | 1196.8  | 682               | 514.8             | 2.31          | 2.33                | 2.43                    | 4.44             | 15.84  | 71.99                                    | 603                        | 1605.54                | 0.96               | 1545.33             | 2116.73                         | 10                              | 11.00  |  | | 8                |              |           | 6.38          | 1189.5 | 1192.1  | 683               | 509.1             | 2.34          | 2.33                | 2.43                    | 4.44             | 15.84  | 71.99                                    | 1046                       | 2798.45                | 0.99               | 2777.46             | 2116.73                         | 11                              | 11.00  |  | | 9                |              |           | 6.50          | 1179.9 | 1186.4  | 680               | 506.4             | 2.33          | 2.33                | 2.43                    | 4.44             | 15.84  | 71.99                                    | 789                        | 2106.40                | 0.96               | 2027.41             | 2116.73                         | 12                              | 12.00  |  | | 10               |              |           | 6.44          | 1194.7 | 1200.6  | 682               | 518.6             | 2.30          | 2.32                | 2.41                    | 3.68             | 16.24  | 77.31                                    | 910                        | 2432.23                | 0.98               | 2377.50             | 2130.69                         | 13                              | 12.33  |  | | 11               | 5.50         | 5.82      | 6.31          | 1176.6 | 1180.1  | 679               | 501.1             | 2.35          | 2.32                | 2.41                    | 3.68             | 16.24  | 77.31                                    | 860                        | 2297.59                | 1.01               | 2322.86             | 2130.69                         | 14                              | 12.33  |  | | 12               |              |           | 6.35          | 1179.1 | 1182.9  | 675               | 507.9             | 2.32          | 2.32                | 2.41                    | 3.68             | 16.24  | 77.31                                    | 635                        | 1691.71                | 1.00               | 1691.71             | 2130.69                         | 10                              | 12.33  |  | | 13               |              |           | 6.36          | 1187.3 | 1190.4  | 680               | 510.4             | 2.33          | 2.32                | 2.41                    | 3.68             | 16.24  | 77.31                                    | 728                        | 1942.14                | 1.00               | 1937.28             | 2130.69                         | 15                              | 14.00  |  | | 14               | 6.00         | 6.38      | 6.35          | 1188.0 | 1191.4  | 675               | 516.4             | 2.30          | 2.32                | 2.39                    | 3.24             | 16.90  | 80.81                                    | 782                        | 2087.55                | 1.00               | 2087.55             | 1981.05                         | 13                              | 14.00  |  | | 15               |              |           | 6.41          | 1188.2 | 1191.9  | 680               | 511.9             | 2.32          | 2.32                | 2.39                    | 3.24             | 16.90  | 80.81                                    | 730                        | 1947.52                | 0.99               | 1918.31             | 1981.05                         | 14                              | 14.00  |  | | 16               |              |           | 6.36          | 1184.1 | 1185.9  | 675               | 510.9             | 2.32          | 2.32                | 2.39                    | 3.24             | 16.90  | 80.81                                    | 625                        | 1664.78                | 1.00               | 1660.62             | 1981.05                         | 15                              | 14.00  |  | | 17               | 6.50         | 6.95      | 6.24          | 1175.2 | 1177.1  | 670               | 507.1             | 2.32          | 2.30                | 2.37                    | 3.10             | 17.80  | 82.59                                    | 788                        | 2103.71                | 1.03               | 2164.71             | 1803.32                         | 16                              | 16.00  |  | | 18               |              |           | 6.48          | 1195.4 | 1197.5  | 670               | 527.5             | 2.27          | 2.30                | 2.37                    | 3.10             | 17.80  | 82.59                                    | 615                        | 1637.85                | 0.97               | 1584.62             | 1803.32                         | 17                              | 16.00  |  | | ESPECIFICACIONES |              | minimo    |               | maximo |         | minimo            |                   | maximo        |                     | minimo                  |                  | maximo |                                          | minimo                     |                        | maximo             |                     | minimo                          |                                 | maximo |  | |                  |              | 3         |               | 6      |         | 13                |                   | 60            |                     | 3                       |                  | 85     |                                          | 6                          |                        | 16                 |                     | 8                               |                                 | 16     |  | | | |
| Ing. Sella Claudia Avila Sandoval | | |
| RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS | | |

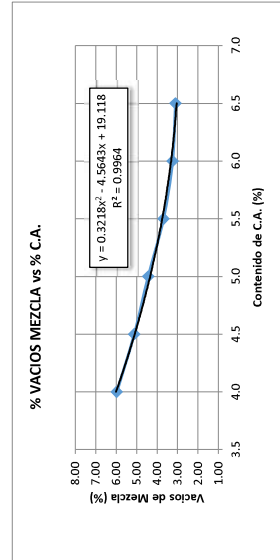
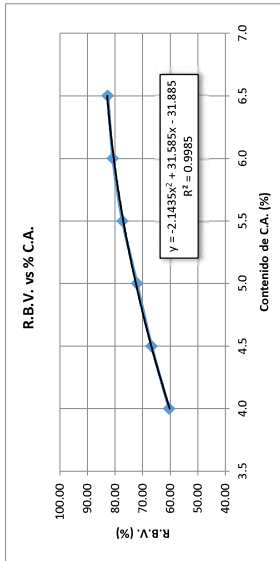
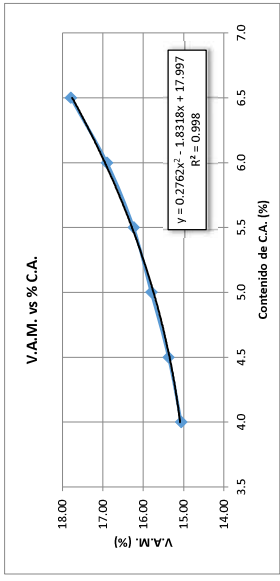
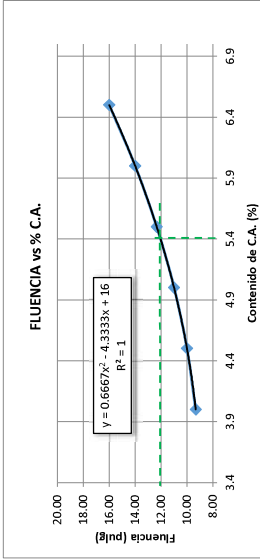
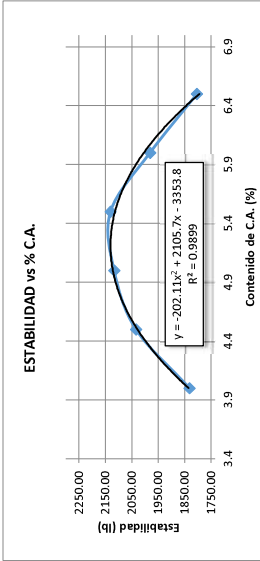
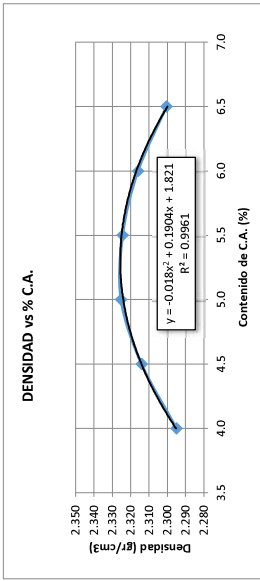


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
LABORATORIO DE ASFALTOS



PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIORES DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARUA"  
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta municipal  
TIPO DE CEMENTO ASFALTICO: Cemento Asfaltico MULTINSA 85-100  
LABORATORISTA: Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON  
FECHA: Octubre 2024

CURVAS MÉTODO MARSHALL  
PARA DETERMINAR EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO PARA 2 % FILLER



| DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO |  | Ensayo                      | Valor de Diseño | % de C.A. |
|----------------------------------------------------------|--|-----------------------------|-----------------|-----------|
|                                                          |  | Estabilidad Marshall (Lb)   | 2133.92         | 5.21      |
|                                                          |  | Densidad máxima (gr/cm³)    | 2.33            | 5.63      |
|                                                          |  | Vacios de la mezcla (%)     | 4.00            | 5.30      |
|                                                          |  | % Porcentaje óptimo de C.A. | Promedio (%) =  | 5.4       |

|                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                               |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                          | <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO<br/>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA<br/>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL<br/>LABORATORIO DE ASFALTOS</p> |  |
| <p style="text-align: center;"><b>PROYECTO:</b> "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"</p> |                                                                                                                                                                               |                                                                                     |
| <p><b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO:</b> posta municipal</p>                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                               | <p><b>LABORATORISTA:</b> Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON</p>                       |
| <p><b>TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO:</b> Cemento Asfáltico 85-100 REPSOL (Peruano)</p>                                                                                                        |                                                                                                                                                                               | <p><b>FECHA:</b> Octubre del 2024</p>                                               |

## DOSIFICACIÓN OPTIMA PARA LA MEZCLA DENSA

| Porcentaje de agregado en la mezcla total |               |
|-------------------------------------------|---------------|
| ponderacion de grava(%)                   | 30.00         |
| ponderacion de gravilla(%)                | 28.00         |
| ponderacion de arena(%)                   | 38.00         |
| ponderacion de filler(%)                  | 4.00          |
| <b>total</b>                              | <b>100.00</b> |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| porcentaje de briqueta          | 100%  |
| porcentaje de cemento asfaltico | x     |
| porcentaje de agregado          | 100-x |
| peso total de briqueta(gr)      | 1200  |

| DENSA                                 |             |
|---------------------------------------|-------------|
| porcentaje de cemento asfaltico (%)   | 5.4         |
| porcentaje de agregado (%)            | 94.6        |
| peso del cemento asfaltico(gr)        | 64.8        |
| peso de Grava(gr)                     | 340.56      |
| peso de Gravilla(gr)                  | 317.856     |
| peso de Arena(gr)                     | 431.376     |
| peso de Filler (gr)                   | 45.408      |
| <b>peso total de la briqueta (gr)</b> | <b>1200</b> |

Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ASERTOS



LABORATORIO DE ASFAITOS

**PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA."**

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta municipal**

**LABORATORISTA:** Univ. JORGE LUIS CHOCLA ALARCON

**TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO:** Cemento Asfáltico 85-100 REPSOL (Perruano)

FECHA: Octubre 2024

## PLANILLA MÉTODO MARSHALL

**CON EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO 5.4% PARA M.A. DENSA**

| Granulometría Formida    | P. Específico | % Agregado |
|--------------------------|---------------|------------|
| Mat. Retenido Tamiz N° 4 | 2.69          | 57.47      |
| Mat. Pasa Tamiz N° 4     | 2.57          | 42.53      |
| Peso Específico Total    | 2.64          | 100        |

|                                                                |        |
|----------------------------------------------------------------|--------|
| TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: CONVENCIONAL                        | 85/100 |
| NÚMERO DE GOLPES POR CARA                                      | 75     |
| TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)                                   | 160    |
| PESO ESPECÍFICO DEL LIGANTE A.SHTO 1-229 (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.014  |

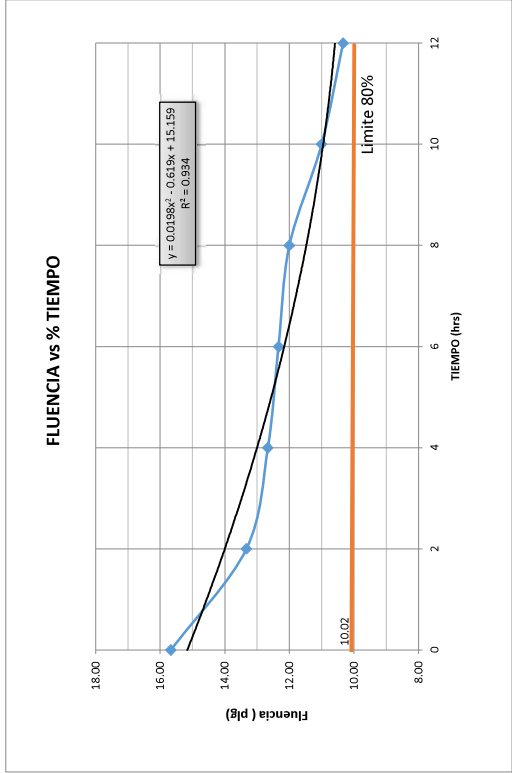
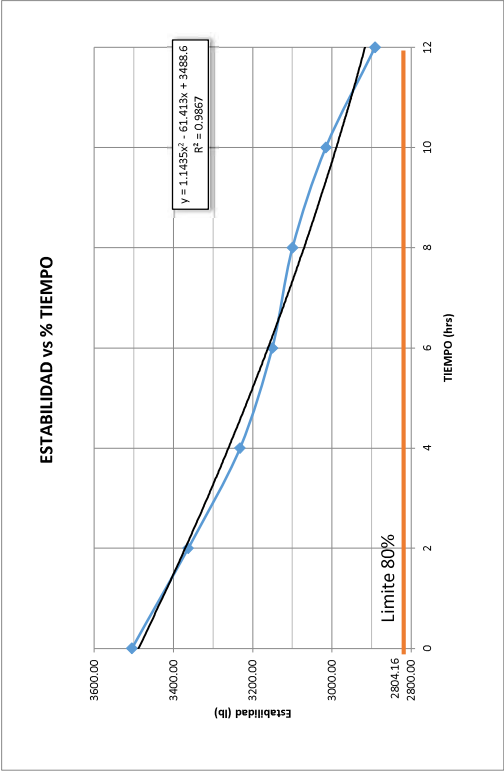
| Agregado | P.E. | %     |
|----------|------|-------|
| Grava    | 2.69 | 30.00 |
| Gravilla | 2.69 | 28.00 |
| Areña    | 2.56 | 38.00 |
| Filler   | 2.68 | 4.00  |

| tiempo saturado  | Nº de probeta | % de Asfalto |                | altura promedio de probeta |                |                   | Peso Briqueta |               | Volumen | Densidad Briqueta       |                         |                                 | % de Vacío                      |                  |       | Estabilidad Marshall                      |                            |                      |                        |                   | Fluencia |         |
|------------------|---------------|--------------|----------------|----------------------------|----------------|-------------------|---------------|---------------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------|-------|-------------------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|-------------------|----------|---------|
|                  |               | base Mezcla  | base Agregados | seco                       | sat. Sup. Seca | sumergida en agua | probeta       | densidad real |         | densidad máxima teórica | % de vacíos media total | V.A.M.(vacíos agregado mineral) | R.B.V.(relación betumen vacíos) | lectura del dial | carga | factor de corrección de altura de probeta | Estabilidad real corregida | Estabilidad promedio | lectura dial del flujo | Fluencia promedio |          |         |
|                  |               |              |                |                            |                |                   |               | grs.          |         |                         |                         |                                 |                                 |                  |       |                                           |                            |                      |                        |                   | girs/cm3 | grs/cm3 |
| 0                | P.1           |              |                | 6.38                       | 1188.9         | 1194.3            | 684           | 510.3         | 2.33    |                         |                         |                                 |                                 |                  |       |                                           |                            |                      |                        |                   |          |         |
|                  | P.2           | 5.40         | 5.71           | 6.23                       | 1162.1         | 1167.0            | 670           | 497.0         | 2.34    | 2.31                    | 2.42                    | 4.30                            | 16.56                           | 74.02            | 1297  | 3474.34                                   | 0.99                       | 3448.28              | 14                     |                   |          |         |
|                  | P.3           |              |                | 6.40                       | 1194.8         | 1198.9            | 673           | 525.9         | 2.27    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1197  | 3205.06                                   | 0.99                       | 3165.00              | 15                     | 15.67             |          |         |
| 2                | 2.1           |              |                | 6.39                       | 1175.1         | 1182.5            | 667           | 515.5         | 2.28    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1230  | 3293.92                                   | 0.99                       | 3260.98              | 15                     |                   |          |         |
|                  | 2.2           | 5.40         | 5.71           | 6.21                       | 1157.2         | 1162.9            | 674           | 488.9         | 2.37    | 2.32                    | 2.42                    | 4.10                            | 16.39                           | 74.98            | 940   | 2513.01                                   | 1.04                       | 2605.99              | 11                     | 13.33             |          |         |
|                  | 2.3           |              |                | 6.33                       | 1181.5         | 1187.9            | 676           | 511.9         | 2.31    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1567  | 4201.40                                   | 1.01                       | 4222.40              | 14                     |                   |          |         |
| 4                | 4.1           |              |                | 6.30                       | 1178.2         | 1181.5            | 667           | 514.5         | 2.29    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1292  | 3460.88                                   | 1.01                       | 3505.87              | 12                     |                   |          |         |
|                  | 4.2           | 5.40         | 5.71           | 6.30                       | 1166.2         | 1173.7            | 685           | 488.7         | 2.39    | 2.31                    | 2.42                    | 4.31                            | 16.57                           | 73.96            | 1332  | 3568.59                                   | 1.01                       | 3614.98              | 13                     | 12.67             |          |         |
|                  | 4.3           |              |                | 6.59                       | 1191.1         | 1197.4            | 671           | 526.4         | 2.26    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1019  | 2725.74                                   | 0.95                       | 2575.83              | 13                     |                   |          |         |
| 6                | 6.1           |              |                | 6.35                       | 1186.2         | 1191.6            | 673           | 518.6         | 2.29    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1225  | 3280.46                                   | 1.00                       | 3280.46              | 13                     |                   |          |         |
|                  | 6.2           | 5.40         | 5.71           | 6.38                       | 1190.4         | 1194.1            | 672           | 522.1         | 2.28    | 2.31                    | 2.42                    | 4.29                            | 16.55                           | 74.08            | 1198  | 3207.75                                   | 0.99                       | 3183.69              | 14                     | 12.33             |          |         |
|                  | 6.3           |              |                | 6.30                       | 1168.5         | 1174.3            | 682           | 492.3         | 2.37    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1102  | 2949.24                                   | 1.01                       | 2987.58              | 15                     |                   |          |         |
| 8                | 8.1           |              |                | 6.40                       | 1182.2         | 1183.2            | 675           | 508.2         | 2.33    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1140  | 3051.57                                   | 0.99                       | 3013.43              | 10                     |                   |          |         |
|                  | 8.2           | 5.40         | 5.71           | 6.35                       | 1185.2         | 1188.6            | 673           | 515.6         | 2.30    | 2.32                    | 2.42                    | 4.23                            | 16.50                           | 74.36            | 1092  | 2922.32                                   | 1.00                       | 2922.32              | 11                     | 12.00             |          |         |
|                  | 8.3           |              |                | 6.42                       | 1193.5         | 1196.4            | 682           | 514.4         | 2.32    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1278  | 3423.18                                   | 0.98                       | 3363.27              | 10                     |                   |          |         |
| 10               | 10.1          |              |                | 6.23                       | 1177.8         | 1179.9            | 665           | 514.9         | 2.29    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1130  | 3024.64                                   | 1.03                       | 3121.43              | 10                     |                   |          |         |
|                  | 10.2          | 5.40         | 5.71           | 6.34                       | 1191.8         | 1194.5            | 687           | 507.5         | 2.35    | 2.32                    | 2.42                    | 4.22                            | 16.49                           | 74.41            | 1114  | 2981.56                                   | 1.00                       | 2990.50              | 12                     | 11.00             |          |         |
|                  | 10.3          |              |                | 6.30                       | 1185.3         | 1189.1            | 676           | 513.1         | 2.31    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1082  | 2895.39                                   | 1.01                       | 2933.03              | 11                     |                   |          |         |
| 12               | 12.1          |              |                | 6.37                       | 1184.1         | 1186.9            | 678           | 508.9         | 2.33    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1110  | 2970.79                                   | 1.00                       | 2955.93              | 11                     |                   |          |         |
|                  | 12.2          | 5.40         | 5.71           | 6.25                       | 1178.3         | 1181.6            | 668           | 513.6         | 2.29    | 2.31                    | 2.42                    | 4.39                            | 16.63                           | 73.61            | 950   | 2539.94                                   | 1.03                       | 2608.52              | 9                      | 10.33             |          |         |
|                  | 12.3          |              |                | 6.42                       | 1192.1         | 1195.5            | 680           | 515.5         | 2.31    |                         |                         |                                 |                                 |                  | 1182  | 3164.67                                   | 0.98                       | 3109.29              | 11                     |                   |          |         |
| ESPECIFICACIONES |               |              |                | mínimo                     |                | máximo            |               | 3             |         | 13                      |                         | 60                              |                                 | 85               |       | 1800                                      |                            | 8                    |                        |                   |          |         |
|                  |               |              |                |                            |                |                   |               | 6             |         |                         |                         |                                 |                                 |                  |       |                                           |                            | 16                   |                        |                   |          |         |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

*Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval*  
**RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS**

|                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                            |                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         | <div>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO</div> <div>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</div> <div>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</div> <div>LABORATORIO DE ASFALTOS</div> |  |
| <div>PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARJUA"</div> |                                                                                                                                                                            |                                                                                   |
| <div>PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta municipal</div>                                                                                                       |                                                                                                                                                                            |                                                                                   |
| <div>TIPO DE CEMENTO ASFALTICO: Cemento Asfáltico MUL Tinsa 85-100</div>                                                                                   |                                                                                                                                                                            |                                                                                   |
| <div>LABORATORISTA: Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON</div>                                                                                                 |                                                                                                                                                                            |                                                                                   |
| <div>FECHA: Octubre 2024</div>                                                                                                                             |                                                                                                                                                                            |                                                                                   |
| <div>CURVAS MÉTODO MARSHALL</div>                                                                                                                          |                                                                                                                                                                            |                                                                                   |
| <div>GRAFICA ESTABILIDAD VS TIEMPO</div>                                                                                                                   |                                                                                                                                                                            |                                                                                   |



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN  
LABORATORIO DE ASFALTOS



PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIORES DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"  
PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta Municipal  
TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: Cemento Asfáltico MUL.TINSA 85-100  
LABORATORISTA: Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON  
FECHA: Octubre del 2024

DISEÑO GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MARSHALL PARA LA MEZCLA SEMI ABIERTA  
(ASTM D 3515)

| Tamices    | tamaño<br>(mm) | DOSIFICACION            |                         |                         |                         |                         |                         |          |         |         |          | CURVA DE DOSIFICACION |         |           |           | Especificaciones |                         |                        |        |
|------------|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|---------|---------|----------|-----------------------|---------|-----------|-----------|------------------|-------------------------|------------------------|--------|
|            |                | Grava *                 |                         | Gravilla *              |                         | Arena *                 |                         | Filler * |         | Grava   | Gravilla | Arena                 | Filler  | Peso Ret. | Ret. Acum | % Ret            | % que pasa<br>del total | INVIAS MSC19<br>Mínimo | Máximo |
|            |                | Peso Ret.<br>a 5000(gr) | Peso Ret.<br>a 5000(gr) | Peso Ret.<br>a 5000(gr) | Peso Ret.<br>a 5000(gr) | Peso Ret.<br>a 5000(gr) | Peso Ret.<br>a 5000(gr) | (%)      | (%)     | (%)     | (%)      | (%)                   | (%)     | 100.00    | 0.00      | 0.00             | 100.00                  |                        |        |
| 1"         | 25.4           | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00     | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00                  | 0.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00             | 100.00                  | 100                    | 100    |
| 3/4"       | 19.0           | 206.53                  | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 51.63    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00                  | 51.63   | 51.63     | 51.63     | 1.03             | 98.97                   | 95                     | 100    |
| 1/2"       | 12.5           | 2976.13                 | 95.47                   | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 744.03   | 34.37   | 0.00    | 0.00     | 0.00                  | 778.40  | 830.03    | 830.03    | 16.60            | 83.40                   | -                      | -      |
| 3/8"       | 9.50           | 1351.80                 | 601.93                  | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 337.95   | 216.70  | 0.00    | 0.00     | 0.00                  | 554.65  | 1384.68   | 1384.68   | 27.69            | 72.31                   | 65                     | 80     |
| N°4        | 4.75           | 465.53                  | 3980.53                 | 167.20                  | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 116.38   | 1432.99 | 60.19   | 0.00     | 0.00                  | 1609.57 | 2994.25   | 2994.25   | 59.88            | 40.12                   | 38                     | 55     |
| N°8        | 2.36           | 0.00                    | 309.93                  | 1021.40                 | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00     | 111.58  | 367.70  | 0.00     | 0.00                  | 479.28  | 3473.53   | 3473.53   | 69.47            | 30.53                   | 24                     | 36     |
| N°16       | 1.18           | 0.00                    | 5.20                    | 708.70                  | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00     | 1.87    | 255.13  | 0.00     | 0.00                  | 257.00  | 3730.53   | 3730.53   | 74.61            | 25.39                   | -                      | -      |
| N°30       | 0.60           | 0.00                    | 0.00                    | 591.87                  | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00     | 0.00    | 213.07  | 0.00     | 0.00                  | 213.07  | 3943.60   | 3943.60   | 78.87            | 21.13                   | -                      | -      |
| N°50       | 0.30           | 0.00                    | 0.00                    | 1139.10                 | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00     | 0.00    | 410.08  | 0.00     | 0.00                  | 410.08  | 4353.68   | 4353.68   | 87.07            | 12.93                   | 9                      | 20     |
| N°100      | 0.15           | 0.00                    | 0.00                    | 1034.00                 | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00     | 0.00    | 372.24  | 0.00     | 0.00                  | 372.24  | 4725.92   | 4725.92   | 94.52            | 5.48                    | -                      | -      |
| N°200      | 0.075          | 0.00                    | 0.00                    | 287.23                  | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00     | 0.00    | 103.40  | 0.00     | 0.00                  | 103.40  | 4829.32   | 4829.32   | 96.59            | 3.41                    | 3                      | 7      |
| BASE       | -              | 0.00                    | 6.93                    | 50.50                   | 5000.00                 | 0.00                    | 0.00                    | 0.00     | 2.50    | 18.18   | 150.00   | 0.00                  | 170.68  | 5000.00   | 5000.00   | 100.00           | 0.00                    | -                      | -      |
| PESO TOTAL |                | 5000.00                 | 5000.00                 | 5000.00                 | 5000.00                 | 1250.00                 | 1800.00                 | 1800.00  | 150.00  | 5000.00 |          |                       |         |           |           |                  |                         |                        |        |

100.00

Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON  
LABORATORISTA

Ing. Sella Claudia Ávila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS

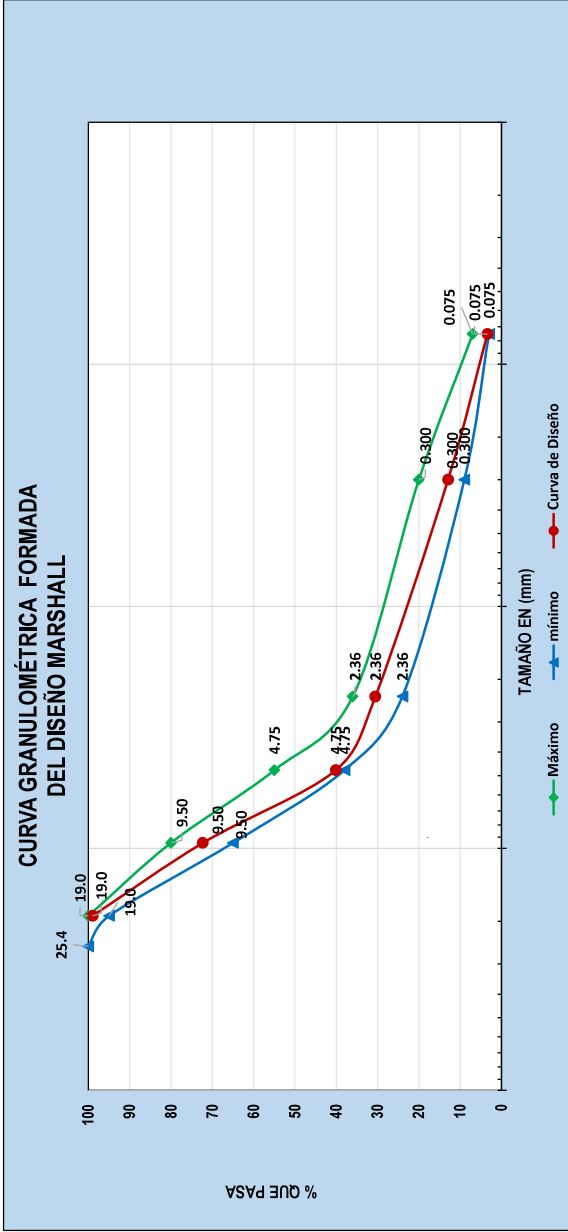


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
LABORATORIO DE ASFALTOS



PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta Municipal  
TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: 85/100 (Colombia)

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LOS DETERIORES DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"  
LABORATORISTA: Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON  
FECHA: Octubre del 2024



Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON  
LABORATORISTA

Ing. Sella Claudia Ávila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS

|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                              | <p align="center"> <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO</b><br/> <b>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</b><br/> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br/> <b>DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN</b><br/> <b>LABORATORIO DE ASFALTOS</b> </p> |  |
| <p><b>PROYECTO:</b> "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |
| <p><b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO:</b> posta municipal</p>                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><b>LABORATORISTA:</b> Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON</p>                       |
| <p><b>TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO:</b> 85/100 (Colombia)</p>                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><b>FECHA:</b> Octubre del 2024</p>                                               |

### CONTENIDO MÍNIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO M.A. SEMI ABIERTA

| Tamiz     |          | Cantidad de material | Contante de área | Superficie parcial del agregado | Índice asfáltico | Contenido parcial de asfalto |
|-----------|----------|----------------------|------------------|---------------------------------|------------------|------------------------------|
| Pasa      | Retenido | (%)                  | (m²/kg)          | (m²)                            | (adm)            | (kg/kg)                      |
| 1 1/2"    | 3/4"     | 1.03                 | 0.27             | 0.003                           | 0.0070           | 0.0000                       |
| 3/4"      | Nº 4     | 58.85                | 0.41             | 0.241                           | 0.0070           | 0.0017                       |
| Nº 4      | Nº 40    | 18.99                | 2.05             | 0.389                           | 0.0070           | 0.0027                       |
| Nº 40     | Nº 200   | 17.71                | 15.38            | 2.724                           | 0.0070           | 0.0191                       |
| Nº 200    | -        | 3.41                 | 53.30            | 1.819                           | 0.0070           | 0.0127                       |
| Sumatoria |          | 100                  |                  |                                 |                  | 0.0362                       |

|                                            |  |
|--------------------------------------------|--|
| <b>Contenido mínimo de asfalto = 3.62%</b> |  |
|--------------------------------------------|--|

|                                                                |                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <hr/> Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON<br><b>LABORATORISTA</b> | <hr/> <i>Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval</i><br><b>RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS</b> |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                   |                                                                                                                                                                     |                                                        |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO</b><br><b>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</b><br><b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>LABORATORIO DE ASFALTOS</b> |                                                        |  |
|                                                                                   | <b>PROYECTO:</b> "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"              |                                                        |                                                                                     |
| <b>PROCEDENCIA DEL AGREGADO:</b> posta municipal                                  |                                                                                                                                                                     | <b>LABORATORISTA:</b> Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON |                                                                                     |
| <b>TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO:</b> 85/100 (Colombia)                               |                                                                                                                                                                     | <b>FECHA:</b> Octubre del 2024                         |                                                                                     |

**DOSIFICACIÓN PARA ENCONTRAR EL OPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO M.A. SEMI ABIERTA**

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| ponderacion de grava(%)    | 25.00  |
| ponderacion de gravilla(%) | 36.00  |
| ponderacion de arena(%)    | 36.00  |
| ponderacion de filler(%)   | 3.00   |
| total                      | 100.00 |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| porcentaje de briqueta          | 100%  |
| porcentaje de cemento asfaltico | x     |
| porcentaje de agregado          | 100-x |
| peso total de briqueta(gr)      | 1200  |

|                                     |        |        |        |       |        |        |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| porcentaje de cemento asfaltico (%) | 3.5    | 4      | 4.5    | 5     | 5.5    | 6      |
| porcentaje de agregado (%)          | 96.5   | 96     | 95.5   | 95    | 94.5   | 94     |
| peso del cemento asfaltico(gr)      | 42     | 48     | 54     | 60    | 66     | 72     |
| peso de Grava(gr)                   | 289.5  | 288    | 286.5  | 285   | 283.5  | 282    |
| peso de Gravilla(gr)                | 416.88 | 414.72 | 412.56 | 410.4 | 408.24 | 406.08 |
| peso de Arena(gr)                   | 416.88 | 414.72 | 412.56 | 410.4 | 408.24 | 406.08 |
| peso de Filler (gr)                 | 34.74  | 34.56  | 34.38  | 34.2  | 34.02  | 33.84  |
| peso total de la briqueta (gr)      | 1200   | 1200   | 1200   | 1200  | 1200   | 1200   |

| Porcentaje de cemento asfáltico<br>(% de CA) | Número de briquetas<br>(unidad) |
|----------------------------------------------|---------------------------------|
| 3.5                                          | 3                               |
| 4                                            | 3                               |
| 4.5                                          | 3                               |
| 5                                            | 3                               |
| 5.5                                          | 3                               |
| 6                                            | 3                               |
| <b>Total de briquetas elaboradas</b>         | <b>18</b>                       |

Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION  
LABORATORIO DE ASFALTOS



PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA."

**PROCEDENCIA DEL AGREGADO:** Posta municipal

**LABORATORISTA:** Univ. JORGE LUIS CHOCA LA ALARCON

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: Cemento Asfáltico MUI Tinsa 85-100

FECHA: Octubre 2024

## PLANILLA MÉTODO MARSHALL

**PARA DETERMINAR EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO PARA 3 % FILLER M.A. SEMI ABIERTA**

| Granulometria Formada   | P. Especifico | % agregado |
|-------------------------|---------------|------------|
| Mat. Retendo Tamiz Nº 4 | 2.69          | 59.88      |
| Mat. Passa Tamiz Nº 4   | 2.57          | 40.12      |
| Peso Especifico Total   | 2.64          | 100        |

|                                                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------|--------|
| TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO CONVENCIONAL                          | 85/100 |
| NÚMERO DE GOLPES POR CARA                                       | 75     |
| TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)                                    | 160    |
| PESO ESPECÍFICO DEL LIGANTE ASHTO (t/229 (gr/cm <sup>3</sup> )) | 1.014  |

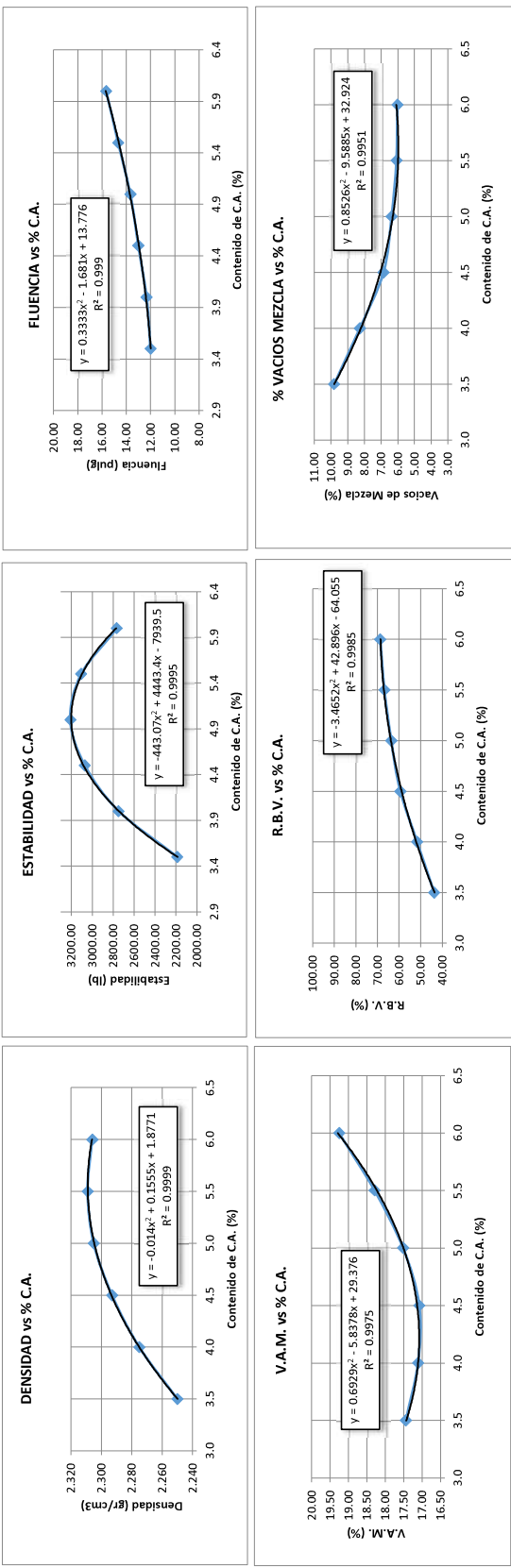
| Agregado | P.E. | %     |
|----------|------|-------|
| Grava    | 2,69 | 25,00 |
| Gravilla | 2,69 | 36,00 |
| Arena    | 2,56 | 36,00 |
| Filler   | 2,68 | 2,00  |

| Nº de probeta    |             |                | Peso Briqueta |                |                   | Volumen | Densidad Briqueta |               |                   | % de Vacíos             |                          |                                  | Estabilidad Marshall              |                  |        |                                           |                            |                      | Fluencia   |  |                        |                   |
|------------------|-------------|----------------|---------------|----------------|-------------------|---------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|--------|-------------------------------------------|----------------------------|----------------------|------------|--|------------------------|-------------------|
|                  |             |                | seco          | sat. Sup. Seca | sumergida en agua |         | probeta           | densidad real | Densidad promedio | densidad maxima teorica | % de vacíos mezcla total | V.A./M.(vacíos agregado mineral) | R.B./V. (relación betumen vacíos) | lectura del dial | carga  | factor de correccion de altura de probeta | Estabilidad real corregida | Estabilidad promedio |            |  | lectura dial del flujo | Fluencia promedio |
| % de Asfalto     | base Mezcla | base Agregados | grs.          | grs.           | grs.              | cm3     | grs/cm3           | grs/cm3       | grs/cm3           | %                       | %                        | %                                | mm                                | libras           | -      | libras                                    | libras                     | 0.01 pulg.           | 0.01 pulg. |  |                        |                   |
| 1                |             |                | 1170.0        | 1183.2         | 662               | 521.2   | 2.24              |               | 2.50              | 9.82                    | 17.44                    | 43.73                            | 860                               | 2297.59          | 0.99   | 2263.12                                   | 2187.15                    | 10                   |            |  |                        |                   |
| 2                | 3.50        | 3.63           | 1179.7        | 1188.7         | 665               | 523.7   | 2.25              | 2.25          | 2.50              |                         |                          |                                  | 890                               | 2278.37          | 0.94   | 2229.96                                   |                            | 11                   | 12.00      |  |                        |                   |
| 3                |             |                | 1190.8        | 1198.5         | 670               | 528.5   | 2.25              |               |                   |                         |                          |                                  | 826                               | 2206.03          | 0.94   | 2068.38                                   |                            | 15                   |            |  |                        |                   |
| 4                |             |                | 1188.8        | 1197.9         | 675               | 522.9   | 2.27              |               |                   |                         |                          |                                  | 989                               | 2644.96          | 0.93   | 2464.84                                   | 2747.09                    | 10                   |            |  |                        |                   |
| 5                | 4.00        | 4.17           | 1177.9        | 1186.8         | 671               | 515.8   | 2.28              | 2.27          | 2.47              | 8.28                    | 17.11                    | 51.64                            | 1169                              | 3129.66          | 0.94   | 2951.90                                   |                            | 14                   | 12.33      |  |                        |                   |
| 6                |             |                | 1188.9        | 1196.7         | 669               | 527.7   | 2.25              |               |                   |                         |                          |                                  | 1150                              | 3078.50          | 0.92   | 2824.52                                   |                            | 13                   |            |  |                        |                   |
| 7                |             |                | 1188.9        | 1194.8         | 675               | 519.8   | 2.29              |               |                   |                         |                          |                                  | 1237                              | 3312.77          | 0.97   | 3205.11                                   | 3070.42                    | 15                   |            |  |                        |                   |
| 8                | 4.50        | 4.71           | 1182.4        | 1186.7         | 672               | 514.7   | 2.30              | 2.29          | 2.45              | 6.86                    | 16.91                    | 59.43                            | 1270                              | 3401.63          | 0.97   | 3299.59                                   |                            | 9                    | 13.00      |  |                        |                   |
| 9                |             |                | 1189.2        | 1198.8         | 676               | 522.8   | 2.27              |               |                   |                         |                          |                                  | 1062                              | 2841.53          | 0.95   | 2706.56                                   |                            | 15                   |            |  |                        |                   |
| 10               |             |                | 1186.1        | 1189.3         | 669               | 520.3   | 2.28              |               |                   |                         |                          |                                  | 1216                              | 3256.22          | 1.00   | 3239.94                                   | 3207.83                    | 12                   |            |  |                        |                   |
| 11               | 5.00        | 5.26           | 1175.3        | 1181.7         | 670               | 511.7   | 2.30              | 2.28          | 2.43              | 6.37                    | 17.52                    | 63.65                            | 1294                              | 3466.26          | 0.99   | 3431.60                                   |                            | 15                   | 13.67      |  |                        |                   |
| 12               |             |                | 1197.2        | 1201.1         | 672               | 529.1   | 2.26              |               |                   |                         |                          |                                  | 1134                              | 3035.41          | 0.97   | 2951.94                                   |                            | 14                   |            |  |                        |                   |
| 13               |             |                | 1189.4        | 1193.5         | 668               | 525.5   | 2.26              |               |                   |                         |                          |                                  | 1291                              | 3458.18          | 0.99   | 3414.96                                   | 3104.56                    | 15                   |            |  |                        |                   |
| 14               | 5.50        | 5.82           | 1177.1        | 1181.1         | 668               | 513.1   | 2.29              | 2.27          | 2.41              | 6.08                    | 18.29                    | 66.78                            | 1150                              | 3078.50          | 1.00   | 3063.11                                   |                            | 17                   | 14.67      |  |                        |                   |
| 15               |             |                | 1198.5        | 1204.4         | 671               | 533.4   | 2.25              |               |                   |                         |                          |                                  | 1098                              | 2938.47          | 0.97   | 2835.63                                   |                            | 12                   |            |  |                        |                   |
| 16               |             |                | 1186.6        | 1188.7         | 660               | 528.7   | 2.24              |               |                   |                         |                          |                                  | 982                               | 2626.11          | 1.00   | 2626.11                                   | 2765.18                    | 17                   |            |  |                        |                   |
| 17               | 6.00        | 6.38           | 1178.8        | 1181.7         | 658               | 523.7   | 2.25              | 2.251         | 2.40              | 6.02                    | 19.26                    | 68.72                            | 1022                              | 2733.82          | 1.02   | 2785.76                                   |                            | 13                   | 15.67      |  |                        |                   |
| 18               |             |                | 1191.6        | 1193.9         | 666               | 527.9   | 2.26              |               |                   |                         |                          |                                  | 1066                              | 2852.30          | 1.01   | 2883.68                                   |                            | 17                   |            |  |                        |                   |
| ESPECIFICACIONES |             |                | mínimo        |                |                   | maximo  |                   |               | mínimo            |                         |                          | maximo                           |                                   |                  | mínimo |                                           |                            | maximo               |            |  | 8                      |                   |
|                  |             |                | 6             |                |                   | 13      |                   |               | 40                |                         |                          | 70                               |                                   |                  | 16     |                                           |                            | 1800                 |            |  | 16                     |                   |
|                  |             |                | 10            |                |                   | 13      |                   |               | 40                |                         |                          | 70                               |                                   |                  | 16     |                                           |                            | 1800                 |            |  | 16                     |                   |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <div>UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO</div> <div>FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA</div> <div>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</div> <div>DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN</div> <div>LABORATORIO DE ASFALTOS</div> |  |
| <div>PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"</div> <div>PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta municipal</div> <div>TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: Cemento Asfáltico MULTINSA 85-100</div> <div>LABORATORISTA: Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON</div> <div>FECHA: Octubre 2024</div> |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                   |
| <div>CURVAS MÉTODO MARSHALL</div> <div>PARA DETERMINAR EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO PARA 3 % FILLER M.A. SEMI ABIERTA</div>                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                   |



|                                                          |                             |                 |           |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------|
| DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO | Ensayo                      | Valor de Diseño | % de C.A. |
|                                                          | Estabilidad Marshall (lb)   | 3200.84         | 5.01      |
|                                                          | Densidad máxima (gr/cm³)    | 2.31            | 5.96      |
|                                                          | Vacios de la mezcla (%)     | 8.01            | 4.05      |
|                                                          | % Porcentaje óptimo de C.A. | Promedio (%) =  | 5.0       |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon

LABORATORISTA

Ing. Sella Claudia Ávila Sandoval

RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ASFALTOS



PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: posta municipal

LABORATORISTA: Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: 85/100 (Colombia)

FECHA: Octubre del 2024

### DOSIFICACIÓN OPTIMA PARA LA MEZCLA SEMI ABIERTA

| Porcentaje de agregado en la mezcla total |        |
|-------------------------------------------|--------|
| ponderacion de grava(%)                   | 25.00  |
| ponderacion de gravilla(%)                | 36.00  |
| ponderacion de arena(%)                   | 36.00  |
| ponderacion de filler(%)                  | 3.00   |
| total                                     | 100.00 |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| porcentaje de briqueta          | 100%  |
| porcentaje de cemento asfaltico | x     |
| porcentaje de agregado          | 100-x |
| peso total de briqueta(gr)      | 1200  |

#### SEMI ABIERTA

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| porcentaje de cemento asfaltico (%) | 5     |
| porcentaje de agregado (%)          | 95    |
| peso del cemento asfaltico(gr)      | 60    |
| peso de Grava(gr)                   | 285   |
| peso de Gravilla(gr)                | 410.4 |
| peso de Arena(gr)                   | 410.4 |
| peso de Filler (gr)                 | 34.2  |
| peso total de la briqueta (gr)      | 1200  |

Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE ASFALTOS

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta municipal

LABORATORISTA: Univ. JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

TIPO DE CEMENTO ASFALTICO: Cemento Astáltico MULTINSA 85-100

FECHA: Octubre 2024

PLANILLA MÉTODO MARSHALL

CON EL CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO 5% PARA M.A. SEMI ABIERTA

| Granulometría Formula    |  |  |  | P. Especifico |  | % agregado |  |
|--------------------------|--|--|--|---------------|--|------------|--|
| Mat. Retenido Tamiz N° 4 |  |  |  | 2.69          |  | 59.88      |  |
| Mat. Paso Tamiz N° 4     |  |  |  | 2.57          |  | 40.12      |  |
| Peso específico Total    |  |  |  | 2.64          |  | 100        |  |

| TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO CONVENCIONAL            |  |  |  | 85-100 |  |
|---------------------------------------------------|--|--|--|--------|--|
| NÚMERO DE GOLPES POR CAMA                         |  |  |  | 75     |  |
| TEMPERATURA DE MEZCLADO (°C)                      |  |  |  | 160    |  |
| PESO ESPECÍFICO DEL LIGANTE ASBITO 1-229 (gr/cm3) |  |  |  | 1.014  |  |

| Agregado |  | P.E. |  | %     |  |
|----------|--|------|--|-------|--|
| Grava    |  | 2.69 |  | 24.00 |  |
| Gravilla |  | 2.69 |  | 36.00 |  |
| Arena    |  | 2.56 |  | 36.00 |  |
| Filler   |  | 2.68 |  | 3.00  |  |

| tiempo saturado  | Nº de probeta | % de Asfalto |                | altura promedio de probeta (cm) | Peso Briqueta |                |                   | Volumen | Densidad Briqueta |               | % de Vacíos       |                 |             |                                  | Estabilidad Marshall             |                  |       |                                          |                            | Fluencia             |                        |                   |       |    |  |
|------------------|---------------|--------------|----------------|---------------------------------|---------------|----------------|-------------------|---------|-------------------|---------------|-------------------|-----------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|-------|------------------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|-------------------|-------|----|--|
|                  |               | Base Mezcla  | Base Agregados |                                 | seco          | sat. Sup. Seca | sumergida en agua |         | probeta           | densidad real | Densidad promedio | densidad maxima | % de vacíos | V.A.MI (vacíos agregado mineral) | R.R.V. (relación betumen vacíos) | lectura del dial | carga | factor de correcion de altura de probeta | Estabilidad real corregida | Estabilidad promedio | lectura dial del flujo | Fluencia promedio |       |    |  |
| 0                | P.1           |              |                |                                 |               | 1190.0         | 1198.5            | 679     | 519.5             | 2.29          | 2.29              | 2.43            | 64.77       | 6.09                             | 17.27                            | 64.77            | 1550  | 4155.62                                  | 1.00                       | 4134.84              | 3706.51                | 13                | 13.00 |    |  |
|                  | P.2           | 5.00         | 5.26           |                                 |               | 1186.7         | 1198.3            | 678     | 520.3             | 2.28          | 2.28              | 2.43            |             |                                  |                                  |                  | 1364  | 3654.76                                  | 1.00                       | 3645.62              |                        | 11                |       |    |  |
|                  | P.3           |              |                |                                 |               | 1189.7         | 1194.9            | 675     | 519.9             | 2.29          | 2.29              |                 |             |                                  |                                  |                  | 1253  | 3355.86                                  | 1.00                       | 3339.08              |                        | 15                |       |    |  |
| 2                | 2.1           |              |                |                                 |               | 1183.9         | 1190.6            | 661     | 529.6             | 2.24          | 2.24              | 2.43            |             |                                  |                                  |                  | 1265  | 3388.17                                  | 0.90                       | 3057.82              |                        | 15                |       |    |  |
|                  | 2.2           | 5.00         | 5.26           |                                 |               | 1186.6         | 1194.6            | 680     | 514.6             | 2.31          | 2.31              | 2.29            | 64.88       | 6.06                             | 17.25                            | 64.88            | 1497  | 4012.90                                  | 0.98                       | 3912.58              | 3432.38                | 12                | 12.67 |    |  |
|                  | 2.3           |              |                |                                 |               | 1187.6         | 1194.8            | 683     | 511.8             | 2.32          | 2.32              |                 |             |                                  |                                  |                  | 1261  | 3377.40                                  | 0.99                       | 3326.74              |                        | 11                |       |    |  |
| 4                | 4.1           |              |                |                                 |               | 1183.6         | 1190.0            | 678     | 512.0             | 2.31          | 2.31              | 2.43            |             |                                  |                                  |                  | 1140  | 3051.57                                  | 1.02                       | 3100.40              |                        | 12                |       |    |  |
|                  | 4.2           | 5.00         | 5.26           |                                 |               | 1181.6         | 1188.3            | 674     | 514.3             | 2.30          | 2.30              | 2.28            | 64.33       | 6.19                             | 17.37                            | 64.33            | 1239  | 3318.16                                  | 1.00                       | 3309.86              | 3278.45                | 10                | 11.00 |    |  |
|                  | 4.3           |              |                |                                 |               | 1185.9         | 1193.8            | 665     | 528.8             | 2.24          | 2.24              |                 |             |                                  |                                  |                  | 1255  | 3361.24                                  | 1.02                       | 3425.11              |                        | 11                |       |    |  |
| 6                | 6.1           |              |                |                                 |               | 1176.7         | 1181.2            | 671     | 510.2             | 2.31          | 2.31              | 2.43            |             |                                  |                                  |                  | 1370  | 3670.91                                  | 1.01                       | 3689.27              |                        | 10                |       |    |  |
|                  | 6.2           | 5.00         | 5.26           |                                 |               | 1182.1         | 1189.1            | 664     | 525.1             | 2.25          | 2.25              | 2.29            | 64.58       | 6.13                             | 17.31                            | 64.58            | 1140  | 3051.57                                  | 0.97                       | 2944.77              | 3149.93                | 11                | 10.67 |    |  |
|                  | 6.3           |              |                |                                 |               | 1181.6         | 1188.0            | 674     | 514.0             | 2.30          | 2.30              |                 |             |                                  |                                  |                  | 1082  | 2895.39                                  | 0.97                       | 2815.77              |                        | 11                |       |    |  |
| 8                | 8.1           |              |                |                                 |               | 1184.4         | 1188.5            | 674     | 514.5             | 2.30          | 2.30              | 2.43            |             |                                  |                                  |                  | 1162  | 3110.81                                  | 1.02                       | 3160.59              |                        | 12                |       |    |  |
|                  | 8.2           | 5.00         | 5.26           |                                 |               | 1189.4         | 1194.2            | 667     | 527.2             | 2.26          | 2.26              | 2.28            | 64.34       | 6.19                             | 17.37                            | 64.34            | 1018  | 2723.05                                  | 1.00                       | 2716.24              | 3067.48                | 9                 | 10.33 |    |  |
|                  | 8.3           |              |                |                                 |               | 1175.4         | 1180.4            | 668     | 512.4             | 2.29          | 2.29              |                 |             |                                  |                                  |                  | 1200  | 3213.14                                  | 1.04                       | 3325.60              |                        | 10                |       |    |  |
| 10               | 10.1          |              |                |                                 |               | 1185.8         | 1192.6            | 672     | 520.6             | 2.28          | 2.28              | 2.43            |             |                                  |                                  |                  | 1269  | 3398.94                                  | 1.01                       | 3426.13              |                        | 9                 |       |    |  |
|                  | 10.2          | 5.00         | 5.26           |                                 |               | 1189.5         | 1193.1            | 673     | 520.1             | 2.29          | 2.29              | 2.29            | 64.51       | 6.15                             | 17.33                            | 64.51            | 1060  | 2836.15                                  | 1.00                       | 2844.66              | 3000.68                | 10                | 9.67  |    |  |
|                  | 10.3          |              |                |                                 |               | 1188.0         | 1192.7            | 674     | 518.7             | 2.29          | 2.29              |                 |             |                                  |                                  |                  | 1013  | 2709.59                                  | 1.01                       | 2731.26              |                        | 10                |       |    |  |
| 12               | 12.1          |              |                |                                 |               | 1182.6         | 1188.7            | 665     | 523.7             | 2.26          | 2.26              | 2.43            |             |                                  |                                  |                  | 995   | 2661.11                                  | 1.01                       | 2695.71              |                        | 8                 |       |    |  |
|                  | 12.2          | 5.00         | 5.26           |                                 |               | 1177.8         | 1183.7            | 665     | 518.7             | 2.27          | 2.27              | 2.43            | 63.78       | 6.33                             | 17.49                            | 63.78            | 1126  | 3013.87                                  | 1.02                       | 3062.09              | 2901.85                | 9                 | 9.00  |    |  |
|                  | 12.3          |              |                |                                 |               | 1181.6         | 1187.9            | 677     | 510.9             | 2.31          | 2.31              |                 |             |                                  |                                  |                  | 1096  | 2933.09                                  | 1.01                       | 2947.75              |                        | 10                |       |    |  |
| ESPECIFICACIONES |               |              |                | minimo                          |               | maximo         |                   | 6       |                   | 13            |                   | 40              |             | 70                               |                                  | 1800             |       | -                                        |                            | -                    |                        | 8                 |       | 16 |  |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Sella Claudia Avila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE ASFALTOS

PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta municipal

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: Cemento Asfáltico MULTINSA 85-100

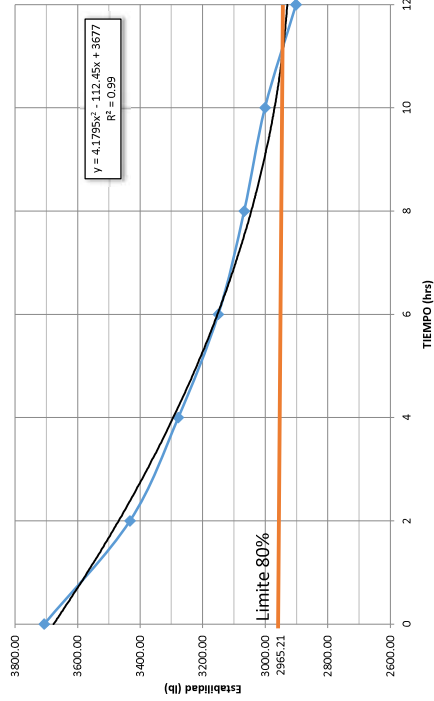
LABORATORISTA: Univ. JORGE LUIS CHOICALA ALARCON

FECHA: Octubre 2024

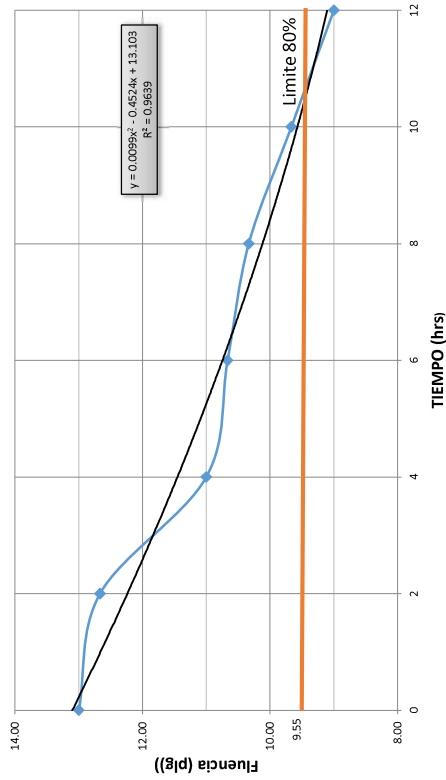
PLANILLA MÉTODO MARSHALL M.A. SEMI ABIERTA

GRAFICA ESTABILIDAD VS TIEMPO

ESTABILIDAD vs TIEMPO



FLUENCIA vs TIEMPO



Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval  
RESP. DE LABORATORIO DE ASFALTOS

|                                                                                                                                                 |                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA" |                                                    |
| PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta municipal                                                                                                       | TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: 85-100 REPSOL (Peruano) |
| ESTUDIANTE CIV-502: JORGE LUIS CHOCALA ALARCON                                                                                                  | FECHA: Octubre 2025                                |

EVALUACION DE LOS DETERIOROS SATURANDO A DIFERENTES TEMPERATURAS  
(ENSAYO VISUAL)

| Nº de Briqueta | Temperatura de saturacion<br>°C | altura<br>cm | promedio<br>diámetro<br>cm | peso seco de la briqueta<br>g | SATURACION DE BRIQUETAS EN DIAS |        |        |        |        |        |         |         |         |       |        |        |        |                          |        |         |         |         |
|----------------|---------------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|--------------------------|--------|---------|---------|---------|
|                |                                 |              |                            |                               | peso superficialmente seco (g)  |        |        |        |        |        |         |         |         |       |        |        |        | contenido de humedad (%) |        |         |         |         |
|                |                                 |              |                            |                               | 1 dia                           | 2 dias | 5 dias | 6 dias | 7 dias | 8 dias | 11 dias | 12 dias | 13 dias | 1 dia | 2 dias | 5 dias | 6 dias | 7 dias                   | 8 dias | 11 dias | 12 dias | 13 dias |
|                |                                 |              |                            |                               | (gramos)                        |        |        |        |        |        |         |         |         |       |        |        |        | porcentaje (%)           |        |         |         |         |
| 1              | 42                              | 6.48         | 10.18                      | 1194.6                        | 1203.1                          | 1203.6 | 1206.5 | 1207.0 | 1206.4 | 1207.2 | 1209.5  | 1208.2  | 1208.3  | 0.71  | 0.75   | 1.00   | 1.04   | 0.99                     | 1.05   | 1.25    | 1.14    | 1.15    |
| 2              | 42                              | 6.52         | 10.18                      | 1193.2                        | 1200.8                          | 1201.9 | 1205.2 | 1205.7 | 1205.2 | 1206.0 | 1208.0  | 1205.9  | 1205.8  | 0.64  | 0.73   | 1.01   | 1.05   | 1.01                     | 1.07   | 1.24    | 1.06    | 1.06    |
| 3              | 20                              | 6.37         | 10.20                      | 1186.6                        | 1191.3                          | 1193.0 | 1195.6 | 1196.0 | 1197.8 | 1198.1 | 1198.8  | 1199.6  | 1199.4  | 0.40  | 0.54   | 0.76   | 0.79   | 0.94                     | 0.97   | 1.03    | 1.10    | 1.08    |
| 4              | 20                              | 6.31         | 10.15                      | 1182.5                        | 1190.4                          | 1192.4 | 1195.1 | 1195.1 | 1194.7 | 1194.4 | 1196.0  | 1196.0  | 1196.0  | 0.67  | 0.84   | 1.07   | 1.07   | 1.03                     | 1.01   | 1.14    | 1.14    | 1.14    |
| 5              | 2                               | 6.44         | 10.19                      | 1184.0                        | 1190.5                          | 1192.3 | 1192.9 | 1192.9 | 1191.9 | 1191.4 | 1193.1  | 1193.0  | 1193.1  | 0.55  | 0.70   | 0.75   | 0.75   | 0.67                     | 0.63   | 0.77    | 0.76    | 0.77    |
| 6              | 2                               | 6.45         | 10.22                      | 1191.9                        | 1198.1                          | 1200.2 | 1201.4 | 1202.0 | 1201.2 | 1201.3 | 1202.9  | 1202.8  | 1203.0  | 0.52  | 0.70   | 0.80   | 0.85   | 0.78                     | 0.79   | 0.92    | 0.91    | 0.93    |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA - EST. CIV-502

Sr. Carlos Marcelo Subia Cruz  
LABORATORIO DE ASFALTOS - UAIMS

**Nota:** El Laboratorio de Asfaltos certifica la realización de la presente práctica, más no se hace responsable de los resultados obtenidos, es enteramente responsabilidad del estudiante investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

<< LABORATORIO DE ASFALTOS >>



PROYECTO: "EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"

PROCEDENCIA DEL AGREGADO: Posta municipal

TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO: 85-100 REPSOL (Peruano)

ESTUDIANTE CIV-502: JORGE LUIS CHOCALA ALARCON

FECHA: Octubre 2025

### EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

#### MICROTEXTURA

#### (PÉNDULO BRITÁNICO)

| Identificación | Temp<br>(°C) | FA<br>(adim.) | Lecturas (adim.) |     |     |     |     | BPN<br>(adim.) | BPNS<br>(adim.) | CDR<br>(adim.) | Calificación parcial |
|----------------|--------------|---------------|------------------|-----|-----|-----|-----|----------------|-----------------|----------------|----------------------|
|                |              |               | 1                | 2   | 3   | 4   | 5   |                |                 |                |                      |
| B1             | 42           | 1.131         | 134              | 134 | 132 | 140 | 138 | 135.60         | 153.3           | 1.53           | Malo                 |
| B2             | 42           | 1.131         | 142              | 140 | 139 | 140 | 145 | 141.2          | 159.6           | 1.60           | Malo                 |
| B3             | 20           | 1.000         | 84               | 85  | 83  | 82  | 82  | 83.2           | 83.2            | 0.83           | Bueno a regular      |
| B4             | 20           | 1.000         | 85               | 81  | 86  | 85  | 84  | 84.2           | 84.2            | 0.84           | Bueno a regular      |
| B5             | 2            | 0.914         | 92               | 94  | 95  | 95  | 94  | 94             | 85.9            | 0.86           | Bueno a regular      |
| B6             | 2            | 0.914         | 92               | 95  | 94  | 90  | 92  | 92.6           | 84.6            | 0.85           | Bueno a regular      |

#### TABLA DE CLASIFICACION

| CRD      | CALIFICACION                  |
|----------|-------------------------------|
| < 0.5    | Malo (Deslizamiento)          |
| 0,51-0,6 | De regular a malo             |
| 0,61-0,8 | Bueno                         |
| 0,81-0,9 | De bueno a regular            |
| > 0.91   | Malo (Desgaste de neumaticos) |

#### VALOR PROMETIDO PARA CADA GRUPO DE TEMPERATURA

| Identificación | CDR  | Calificación final |
|----------------|------|--------------------|
| B. 42°C        | 1.56 | Malo               |
| B. 20°C        | 0.84 | Bueno a regular    |
| B. 2°C         | 0.85 | Bueno a regular    |

Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
LABORATORISTA - EST. CIV-502

Sr. Carlos Marcelo Subia Cruz  
LABORATORIO DE ASFALTOS - UAJMS

**Nota:** El Laboratorio de Asfaltos certifica la realización de la presente práctica, más no se hace responsable de los resultados obtenidos, es enteramente responsabilidad del estudiante investigador.

# ANEXO IV

CARTAS DE SOLICITUD Y FICHAS  
TÉCNICAS

Tarija, 25 de septiembre de 2024

Señor:

**Ing. Marcelo J. Zenteno Castrillo**

DIRECTOR DE OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES – GOBIERNO MUNICIPAL DE LA  
PROVINCIA CERCADO DE TARIJA

Presente. –

**REF.: SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA LA TOMA DE MUESTRAS**

De mi mayor consideración:

Mediante esta carta me dirijo a su persona en mi condición de estudiante de la carrera de ingeniería civil de la Universidad Juan Misael Saracho objeto de solicitarle me viabilice **LA AUTORIZACIÓN PARA LA TOMA DE MUESTRAS: CEMENTO ASFÁLTICO Y AGREGADOS** con su respectiva ficha técnica de acuerdo al siguiente detalle.

- Material pétreo (grava)= 100 kg.
- Material pétreo (gravilla)= 100 kg.
- Material pétreo (arena) = 100 kg.
- cemento asfáltico PEN 85/100 = 25 kg

Con la finalidad de realizar mis prácticas finales de laboratorio.

Cabe resaltar que los ensayos realizados en laboratorio son solo con fines académicos ya que mi persona como estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la U.A.J.M.S. estoy realizando mi proyecto de grado titulado:

**“EVALUACIÓN DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS SEMIABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA”**

Sin otro particular motivo me despido con la consideración más distinguida. Atentamente:

.....  
Univ. Jorge Luis Chocala Alarcon  
C.I.:7254899  
Nº celular:60265231  
ESTUDIANTE - UAJMS

.....  
Ing. Marcelo Humberto Pacheco Nuñez  
Docente guía - UAJMS



(4) 66-67792

Tarija 30 de septiembre de 2024

Señor

Ing. Marcelo Humberto Pacheco Nuñez

**Director de la carrera de ingeniería civil**

Presente. -

**Ref.: SOLICITUD USO DEL LABORATORIO DE ASFALTOS**

Señor director:

Mediante la presente me dirijo a usted, para solicitarle me permita hacer uso del laboratorio de asfaltos para realizar ensayos del trabajo final de proyecto de grado titulado **"EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"**. trabajo final que será presentado a consideración de la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, para obtener el título académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Sin otro particular y esperando que mi solicitud sea aceptada favorablemente me despido de usted, con las mayores consideraciones y deseándole éxitos en su trabajo.

Atentamente:



---

Universitario:  
Jorge Luis Chocala Alarcón  
R.U. 83088  
C.I. 7254899  
Cel 60265231



M. Pacheco Nuñez  
DIRECTOR  
CARRERA INGENIERIA CIVIL  
U.A.J.M.S.

Tarija 30 de septiembre de 2024

Señor

Ing. Marcelo Humberto Pacheco Nuñez

Director de la carrera de ingeniería civil

Presente. -

**Ref.: SOLICITUD USO DEL LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL HORMIGON**

Señor director:

Mediante la presente me dirijo a usted, para solicitarle me permita hacer uso del laboratorio de tecnología del hormigón para realizar ensayos del trabajo final de proyecto de grado titulado **"EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"**. trabajo final que será presentado a consideración de la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, para obtener el título académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Sin otro particular y esperando que mi solicitud sea aceptada favorablemente me despido de usted, con las mayores consideraciones y deseándole éxitos en su trabajo.

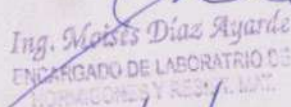
Atentamente:



Universitario:  
Jorge Luis Chocala Alarcón  
R.U. 83088  
C.I. 7254899  
Cel 60265231



DIRECTOR  
CARRERA INGENIERIA CIVIL  
U.A.J.M.S.



Ing. Moisés Díaz Ayarde  
ENCARGADO DE LABORATORIO DE  
HORMIGONES Y RESISTENCIA

1/10/2024



Tarija 30 de septiembre de 2024

Señor

Ing. Marcelo Humberto Pacheco Nuñez

Director de la carrera de ingeniería civil

Presente. -

**Ref.: SOLICITUD USO DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

Señor director:

Mediante la presente me dirijo a usted, para solicitarle me permita hacer uso del laboratorio de mecánica de suelos para realizar ensayos del trabajo final de proyecto de grado titulado **"EVALUACION DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA"**. trabajo final que será presentado a consideración de la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, para obtener el título académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

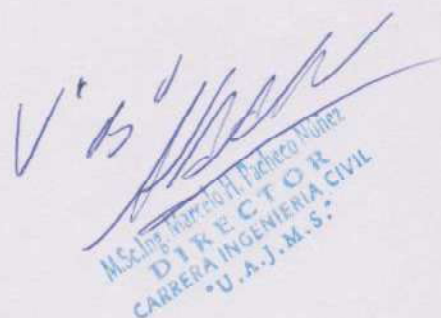
Sin otro particular y esperando que mi solicitud sea aceptada favorablemente me despido de usted, con las mayores consideraciones y deseándole éxitos en su trabajo.

Atentamente:



---

Universitario:  
Jorge Luis Chocala Alarcón  
R.U. 83088  
C.I. 7254899  
Cel 60265231



Marcelo Humberto Pacheco Nuñez  
DIRECTOR  
CARRERA INGENIERIA CIVIL  
U.A.J.M.S.



COMPROBANTE DE CAJA  
U.A.J.M.S.

Transacción: 1296446 R.U.: 83088  
Gestión: 2024  
Nombres: JORGE LUIS  
Apellidos: CHOCALA ALARCON  
Carrera: Ingeniería Civil (Inc)

| CONCEPTO            | TOTAL    |
|---------------------|----------|
| Uso de Laboratorios | 200      |
| TOTAL               | Bs 200.0 |

Cajero: Oscar Rodrigo Segovia Encinas  
Fecha: 22-08-2024 17:27:04

## INFORME ASF. N° 033/2025

DE : Ing. Richard Gonzalo Valdez Torrez  
TÉCNICO UNIDAD DE ASFALTO Y HORMIGONES

REF : SOLICITUD FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO ASFALTICO 85-100  
Y LOS AGREGADOS PÉTREOS

FECHA: Tarija, 14 de julio de 2025

### ANTECEDENTES

Por intermedio de la presente se informa quien corresponda, en referencia a solicitud de una copia de la ficha técnica del cemento asfáltico convencional 85-100 y los agregados pétreos dotados anteriormente al Universitario Jorge Luis Chocala Alarcon para la realización de su proyecto de grado que lleva como título "EVALUACIÓN DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA".

### ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Por lo tanto, como respaldo en su defensa del proyecto de "EVALUACIÓN DE LOS DETERIOROS DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS SEMI ABIERTAS POR EFECTO DE LA HUMEDAD APLICADO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA", se le hace llegar copia de los informes de laboratorio realizados en la adquisición del cemento asfáltico convencional 85-100 y los agregados pétreos.

Es cuanto se informa a su autoridad para su conocimiento y fines consiguientes.

Atentamente:

  
Ing. Richard Gonzalo Valdez Torrez  
TÉCNICO UNIDAD ASFALTO Y HORMIGONES  
ENTIDAD DE OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES

Cc.Arch.  
Ensayos de laboratorio.



## REPORTE DE ANÁLISIS DE CEMENTO ASFÁLTICO 85/100

LOTE No. 85/100-001-12-2023

| REFINERÍA LA PAMPILLA S.A.A<br>Carretera a Ventanilla km 25 S/N Ventanilla                                               | RECEPCIÓN DE LA MUESTRA<br>04/12/2023 10:30:08 | FECHA DE CERTIFICACIÓN<br>08/12/2023 17:42:34               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| PRODUCTO<br>Cemento Asfáltico 85/100                                                                                     | TANQUE<br>342C                                 | DESTINO DE PRODUCTO<br>Operaciones de Despacho              |
| PROCEDECENCIA<br>Almacenamiento                                                                                          | VOLUMEN CERTIFICADO, m³<br>40                  | BUQUE TANQUE                                                |
| PROPIEDADES                                                                                                              | MÉTODO                                         | RESULTADO                                                   |
|                                                                                                                          | ASTM / OTROS                                   |                                                             |
| PENETRACIÓN                                                                                                              |                                                |                                                             |
| Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 1/10 mm                                                                                 | D 5 / AASHTO T 49                              | 93                                                          |
| DUCTILIDAD                                                                                                               |                                                |                                                             |
| Ductilidad a 28 °C, 5 cm/min, cm                                                                                         | D 113 / AASHTO T 51                            | > 160                                                       |
| VOLATILIDAD                                                                                                              |                                                |                                                             |
| Gravedad Específica a 15.6 °C/15.6°C                                                                                     | D 70 / AASHTO T 226                            | 1.0112                                                      |
| Punto de Inflamación, °C                                                                                                 | D 92 / AASHTO T 48                             | 316.0                                                       |
| Gravedad API, °API                                                                                                       | D 70 / AASHTO T 226                            | 5.2                                                         |
| FLUidez                                                                                                                  |                                                |                                                             |
| Punto de Ablandamiento, °C                                                                                               | D 36                                           | 47.0                                                        |
| Viscosidad cinemática a 100°C, cSt                                                                                       | D 445                                          | 2018                                                        |
| Viscosidad cinemática a 135°C, cSt                                                                                       | D 2170 / AASHTO T 291                          | 327                                                         |
| ENSAYOS DE PELÍCULA FINA                                                                                                 |                                                |                                                             |
| Pérdida por Calentamiento, % m                                                                                           | D 1754 / AASHTO T 179                          | 0.14                                                        |
| Penetración retenida, 100g, 5s, 1/10 mm, % del original                                                                  | D 5 / AASHTO T 49                              | 55.8                                                        |
| Ductilidad del residuo a 23°C, 5 cm/min, cm                                                                              | D 113 / AASHTO T 51                            | > 160                                                       |
| SOLUBILIDAD                                                                                                              |                                                |                                                             |
| Solubilidad en tricloroetileno, % m                                                                                      | D 2042 / AASHTO T 44                           | 99.93                                                       |
| OTROS                                                                                                                    |                                                |                                                             |
| Índice de Penetración                                                                                                    | UNE-EN 12591                                   | -0.5                                                        |
| Ensayo de la Mancha (Nafte-Xileno)                                                                                       | AASHTO T102                                    | 20% xileno, negativo                                        |
| OBSERVACIONES:<br>PRODUCTO CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES ASTM D946, AASHTO M 20-70 Y NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 321.051 |                                                |                                                             |
| DISTRIBUCIÓN<br>- Operaciones de Despacho<br>- TyT<br>- Laboratorio                                                      | FECHA DE EMISIÓN<br><br>08/12/2023             | LABORATORIO<br><br>Pedro Ramos M.<br>Gerente de Laboratorio |

Ing. Richard Gonzalo Valdez Torrez  
TEC UNIDAD ASFALTO Y HORMIGONES  
ENTIDAD DE OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL



## ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS

PROYECTO:

"ADQUISICIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS, CONSTRUCCIÓN ASFALTADO DE VÍAS DISTRITO 13 ZONA ALTA SUDOESTE, DISTRITO 8 ZONA NORESTE, DISTRITO 6 ZONA NOROESTE, DISTRITO 12 ZONA SUDOESTE, DISTRITO 7 ZONA NORTE, DISTRITO 10 ZONA SUD Y DISTRITO 9 ZONA ESTE"

SOLICITANTE:

ASOCIACION ACCIDENTAL TARIJA

BANCO:

AGREGADOS RIO SELLA

MUESTRA: AGREGADO TRITURADO CORTE D

FECHA: 8 ENERO 2024

PCANILLANº233

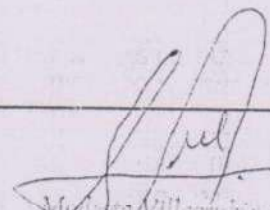
|                                 |        |      |
|---------------------------------|--------|------|
| MUESTRA TOTAL (Ret. 3/8" - N°4) | 635,18 | grs. |
| MATERIAL TRITURADO              | 595,21 | grs. |
| MATERIAL NATURAL                | 39,97  | grs. |
| MATERIAL CARAS FRACTURADAS      | 93,71  | %    |
| MATERIAL NATURAL                | 6,29   | %    |

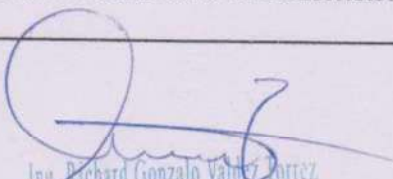
|                    |         |        |
|--------------------|---------|--------|
| DETERMINACION      | MUESTRA | UNIDAD |
| MATERIAL TRITURADO | 93,71   | %      |
| ESPECIFICACION     | > 90%   |        |

OBSERVACIONES:

LA MUESTRA CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.  
LA GRAVA TRITURADA NO MENOS DEL 90 % EN PESO TENDRÁ QUE COMPONERSE DE PARTÍCULAS QUE TENGAN POR LO MENOS UNA CARA FRACTURADA.

V.B

  
Augusto Villarrubia Avila  
TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS  
Y HORMIGONES Y ASFALTOS

  
Iny. Richard Gonzalo Valdez Cortez  
TÉC. UNIDAD ASFALTO Y HORMIGONES  
ENTIDAD DE OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES



## ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS

PROYECTO:

"ADQUISICIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS, CONSTRUCCIÓN ASFALTADO DE VÍAS DISTRITO 13 ZONA ALTA SUDOESTE, DISTRITO 8 ZONA NORESTE, DISTRITO 6 ZONA NOROESTE, DISTRITO 12 ZONA SUDOESTE, DISTRITO 7 ZONA NORTE, DISTRITO 10 ZONA SUD Y DISTRITO 9 ZONA ESTE"

SOLICITANTE:

ASOCIACION ACCIDENTAL TARIJA

BANCO:

AGREGADOS RIO SELLA

MUESTRA:

AGREGADO TRITURADO CORTE B

FECHA:

4 ENERO 2024

PLANILLA N°2

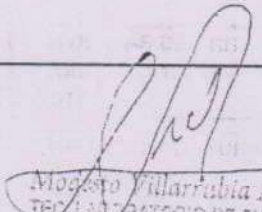
|                            |         |      |
|----------------------------|---------|------|
| MUESTRA TOTAL (Ret. N°4)   | 1159,23 | grs. |
| MATERIAL TRITURADO         | 1069,58 | grs. |
| MATERIAL NATURAL           | 89,65   | grs. |
| MATERIAL CARAS FRACTURADAS | 92,27   | %    |
| MATERIAL NATURAL           | 7,73    | %    |

|                    |         |        |
|--------------------|---------|--------|
| DETERMINACION      | MUESTRA | UNIDAD |
| MATERIAL TRITURADO | 92,27   | %      |
| ESPECIFICACION     | > 90%   |        |

OBSERVACIONES:

LA MUESTRA CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.  
LA GRAVA TRITURADA NO MENOS DEL 90 % EN PESO TENDRÁ QUE COMPONERSE DE  
PARTÍCULAS QUE TENGAN POR LO MENOS UNA CARA FRACTURADA.

V.B

  
Moisés Villarrubia Avila  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
HORMIGONES Y ASFALTOS

  
Ing. Richard Gonzalo Valdez Torres  
TEC. UNIDAD ASFALTO Y HORMIGONES  
ENTIDAD DE OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES



## ENSAYO DESGASTE DE LOS ANGELES

PROYECTO:

"ADQUISICIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS, CONSTRUCCIÓN ASFALTADO DE VÍAS DISTRITO 13 ZONA ALTA SUDOESTE, DISTRITO 8 ZONA NORESTE, DISTRITO 6 ZONA NOROESTE, DISTRITO 12 ZONA SUDOESTE, DISTRITO 7 ZONA NORTE, DISTRITO 10 ZONA SUD Y DISTRITO 9 ZONA ESTE"

SOLICITANTE:

ASOCIACION ACCIDENTAL TARIJA

BANCO:

AGREGADOS RIO SELLA

MUESTRA:

AGREGADO TRITURADO CORTE B

FECHA:

13 ENERO 2024

PLANILLA N°2

GRADACION

NUMERO DE ESFERAS

B

11

N°DE REVOLUCIONES

500

TIEMPO DE ROTACION Min.

15

| PASADO                                  | RETENIDO | MUESTRA TOMADA (gr.) |
|-----------------------------------------|----------|----------------------|
| 3/4"                                    | 1/2"     | 2500,00              |
| 1/2"                                    | 3/8"     | 2500,00              |
| PESO TOTAL (gr.) a                      |          | 5000,00              |
| PESO RETENIDO TAMIZ DE CORTE N°12 (gr.) |          | 3612,38              |

DIFERENCIA (gr.) b 1387,62

### CALCULO

DESGASTE =  $b/a \times 100$  (%) 27,75

ESPECIFICACION < 40%

### OBSERVACIONES:

LA MUESTRA CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.

ENSAYO DE DESGASTE NO MAYOR DE 40%, POR EL MÉTODO AASHTO T-96.

V.B

*Manuel Villarreal Avila*  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
HORMIGONES Y ASFALTOS

*Ing. Richard Gonzalo Valdez Torres*  
TEC. UNIDAD ASFALTO Y HORMIGONES  
ENTIDAD DE OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES



## ENSAYO DESGASTE DE LOS ANGELES

PROYECTO:

"ADQUISICIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS, CONSTRUCCIÓN ASFALTADO DE VÍAS DISTRITO 13 ZONA ALTA SUDOESTE, DISTRITO 8 ZONA NORESTE, DISTRITO 6 ZONA NOROESTE, DISTRITO 12 ZONA SUDOESTE, DISTRITO 7 ZONA NORTE, DISTRITO 10 ZONA SUD Y DISTRITO 9 ZONA ESTE"

SOLICITANTE: ASOCIACION ACCIDENTAL TARIJA

BANCO: AGREGADOS RIO SELLA

MUESTRA: AGREGADO TRITURADO CORTE D

FECHA: 18 ENERO 2024

GRADACION  
NUMERO DE ESFERAS

C  
8

Nº DE REVOLUCIONES  
TIEMPO DE ROTACION Min.

500

15

| PASADO                                  | RETENIDO | MUESTRA TOMADA (gr.) |
|-----------------------------------------|----------|----------------------|
| 3/8"                                    | 1/4"     | 2500,00              |
| 1/4"                                    | Nº 4     | 2500,00              |
| PESO TOTAL (gr.) a                      |          | 5000,00              |
| PESO RETENIDO TAMIZ DE CORTE Nº12 (gr.) |          | 3518,94              |

DIFERENCIA (g-) b 1481,06

### CALCULO

|                      |       |
|----------------------|-------|
| DESGASTE (%)         | 29,62 |
| ESPECIFICACION < 40% |       |

### OBSERVACIONES:

LA MUESTRA CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.  
ENSAYO DE DESGASTE NO MAYOR DE 40%, POR EL MÉTODO AASHTO T-96.

V.B

Modesto Villanueva Avila  
LABORATORIO DE SUELOS  
HORMIGONES Y ASFALTOS

Ing. Richard Gonzalo Vazquez Torrez  
T.E.C. UNIDAD ASFALTO Y HORMIGONES  
ENTIDAD DE OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES



## GRANULOMETRIA AGREGADO FINO ARENA (N°4 – N°200)

PROYECTO:

"ADQUISICIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS, CONSTRUCCIÓN ASFALTADO DE VÍAS DISTRITO 13 ZONA ALTA SUDOESTE, DISTRITO 8 ZONA NORESTE, DISTRITO 6 ZONA NOROESTE, DISTRITO 12 ZONA SUDOESTE, DISTRITO 7 ZONA NORTE, DISTRITO 10 ZONA SUD Y DISTRITO 9 ZONA ESTE"

SOLICITANTE:

ASOCIACION ACCIDENTAL TARIJA

BANCO:

AGREGADOS RIO SELLA

MUESTRA:

ARENA (N°4 – N°200)

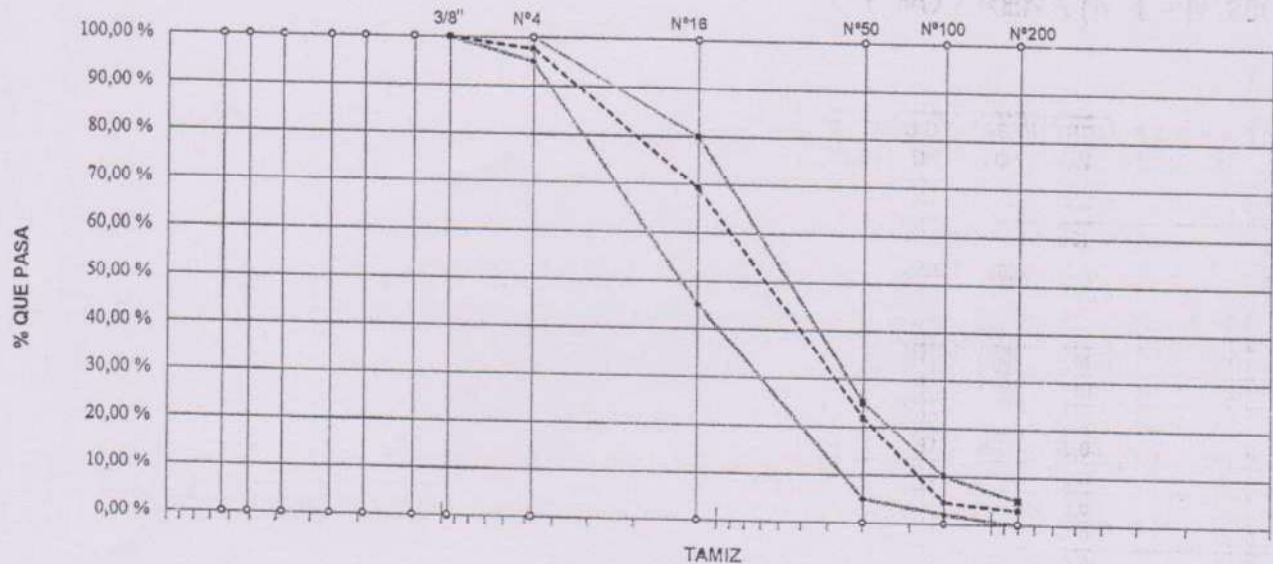
FECHA:

26 ENERO 2024

Peso muestra: 2500,00 gr

| TAMIZ  | TAMAÑO (mm) | PESO          | PESO RETENIDO ACUMULADO |         | % QUE PASA<br>DEL TOTAL | LÍMITE<br>INFERIOR | LÍMITE<br>SUPERIOR |
|--------|-------------|---------------|-------------------------|---------|-------------------------|--------------------|--------------------|
|        |             | RETENIDO (gr) | (gr)                    | (%)     |                         |                    |                    |
| 3/8"   | 9,520       | 0,00          | 0,00                    | 0,00 %  | 100,00 %                | 100,00 %           | 100,00 %           |
| N° 4   | 4,750       | 59,30         | 59,30                   | 2,37 %  | 97,63 %                 | 95,00 %            | 100,00 %           |
| N° 16  | 1,180       | 708,60        | 767,90                  | 30,72 % | 69,28 %                 | 45,00 %            | 80,00 %            |
| N° 50  | 0,297       | 1184,60       | 1952,50                 | 78,10 % | 21,90 %                 | 5,00 %             | 25,00 %            |
| N° 100 | 0,150       | 434,80        | 2387,30                 | 95,49 % | 4,51 %                  | 2,00 %             | 10,00 %            |
| N° 200 | 0,080       | 39,20         | 2426,50                 | 97,06 % | 2,94 %                  | 0,00 %             | 5,00 %             |

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

LA MUESTRA CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.  
GRANULOMETRÍA DE ACUERDO A LA FAJA GRANULOMÉTRICA GRADACION ARENA.

V.B.

Ing. Ricardo J. Vázquez Torres  
TÉCNICO EN HORMIGONES  
ENTIDAD DE USAS PÚBLICAS MUNICIPALES



## GRANULOMETRIA AGREGADO TRITURADO CORTE B

PROYECTO:

"ADQUISICIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS, CONSTRUCCIÓN ASFALTADO DE VÍAS DISTRITO 13 ZONA ALTA SUDOESTE, DISTRITO 8 ZONA NORESTE, DISTRITO 6 ZONA NOROESTE, DISTRITO 12 ZONA SUDOESTE, DISTRITO 7 ZONA NORTE, DISTRITO 10 ZONA SUD Y DISTRITO 9 ZONA ESTE"

SOLICITANTE:

ASOCIACION ACCIDENTAL TARIJA

BANCO:

AGREGADOS RIO SELLA

MUESTRA:

AGREGADO TRITURADO CORTE B

FECHA:

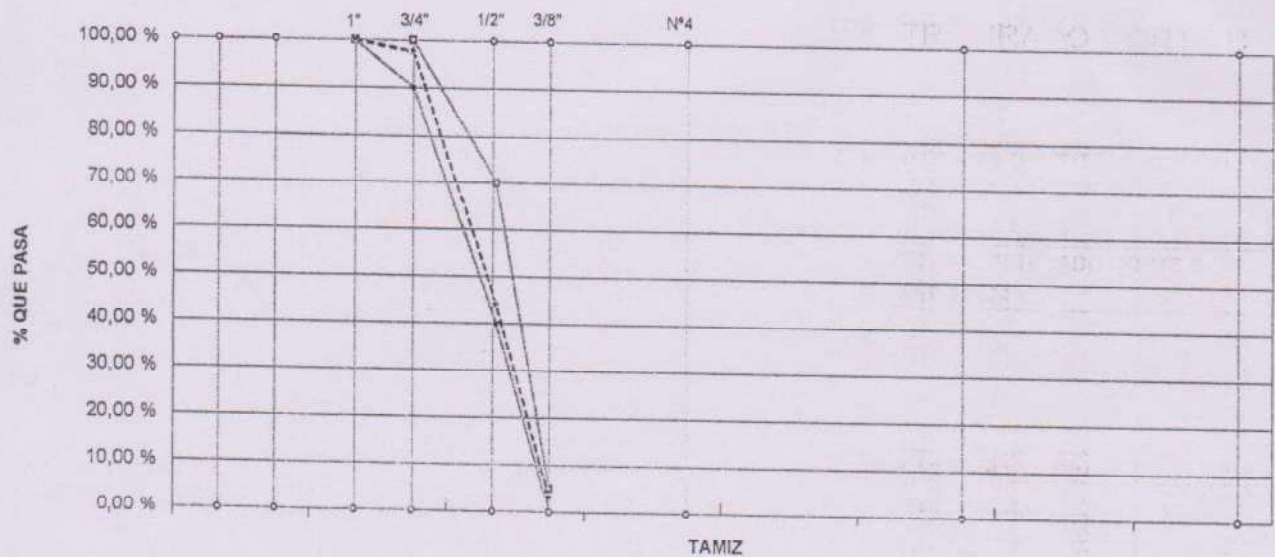
15 ENERO 2024

PLANILLA N°2

Peso muestra: 5000,00 gr

| TAMIZ | TAMAÑO (mm) | PESO          | PESO RETENIDO ACUMULADO |         | % QUE PASA | LIMITE   | LIMITE   |
|-------|-------------|---------------|-------------------------|---------|------------|----------|----------|
|       |             | RETENIDO (gr) | (gr)                    | (%)     | DEL TOTAL  | INFERIOR | SUPERIOR |
| 1"    | 25,400      | 0,00          | 0,00                    | 0,00 %  | 100,00 %   | 100,00 % | 100,00 % |
| 3/4"  | 19,000      | 114,20        | 114,20                  | 2,28 %  | 97,72 %    | 90,00 %  | 100,00 % |
| 1/2"  | 12,500      | 2679,2        | 2793,40                 | 55,87 % | 44,13 %    | 40,00 %  | 70,00 %  |
| 3/8"  | 9,520       | 2052,6        | 4846,00                 | 96,92 % | 3,08 %     | 0,00 %   | 5,00 %   |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

LA MUESTRA CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  
GRANULOMETRÍA DE ACUERDO A LA FAJA GRANULOMÉTRICA GRADACION  
CORTE B

V.B

Modesto Villanueva Avila  
TGO LABORATORIO DE SUELOS  
HORMIGONES Y ASFALTOS

Ing. Richard Gonzalo Villanueva  
TGO UNIDAD ASFALTO  
ENTIDAD DE OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES



## GRANULOMETRIA AGREGADO TRITURADO CORTE D

PROYECTO:

"ADQUISICIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS, CONSTRUCCIÓN ASFALTADO DE VÍAS DISTRITO 13 ZONA ALTA SUDOESTE, DISTRITO 8 ZONA NORESTE, DISTRITO 6 ZONA NOROESTE, DISTRITO 12 ZONA SUDOESTE, DISTRITO 7 ZONA NORTE, DISTRITO 10 ZONA SUD Y DISTRITO 9 ZONA ESTE"

SOLICITANTE: ASOCIACION ACCIDENTAL TARIJA

MUESTRA:

AGREGADO TRITURADO CORTE D

BANCO: AGREGADOS RIO SELLA

FECHA:

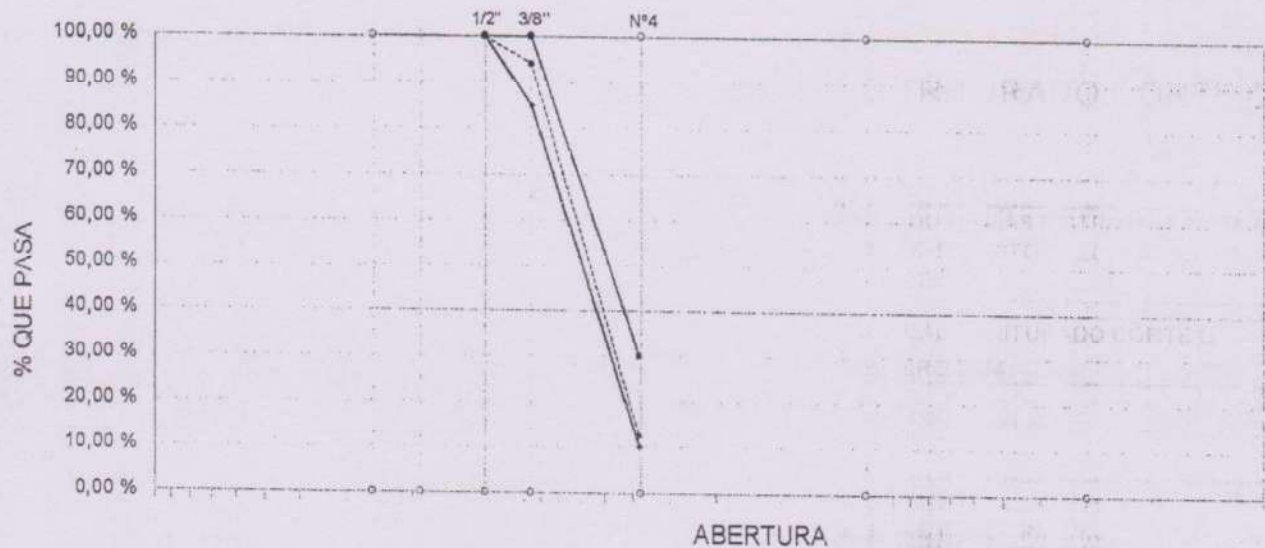
19 ENERO 2024

PLANILLA N°2

Peso muestra: 5000,00 gr

| TAMIZ | TAMAÑO (mm) | PESO          | PESO RETENIDO ACUMULADO |         | % QUE PASA<br>DEL TOTAL | LÍMITE   | LÍMITE   |
|-------|-------------|---------------|-------------------------|---------|-------------------------|----------|----------|
|       |             | RETENIDO (gr) | (gr)                    | (%)     |                         | INFERIOR | SUPERIOR |
| 1/2"  | 12,70       | 0,00          | 0,00                    | 0,00 %  | 100,00 %                | 100,00 % | 100,00 % |
| 3/8"  | 9,50        | 303,70        | 303,70                  | 6,07 %  | 93,93 %                 | 85,00 %  | 100,00 % |
| N° 4  | 4,80        | 4076,20       | 4379,90                 | 87,60 % | 12,40 %                 | 10,00 %  | 30,00 %  |

CURVA GRANULOMÉTRICA



### OBSERVACIONES:

LA MUESTRA CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.  
GRANULOMETRÍA DE ACUERDO A LA FAJA GRANULOMÉTRICA  
GRADACION CORTE D.

V.B

Modesto Villanueva Avila  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS  
HORMIGONES Y ASFALTOS

Ing. Richard Gonzalo Torres  
TEC. UNIDAD ASFALTOS, HORMIGONES  
ENTIDAD DE OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES



TARIJA

El cambio está en marcha

Entidad Descentralizada de  
OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES TARIJA

## COMUNICACIÓN INTERNA

DE: Asfalto y Homigones  
A: Porteria.

- |                                               |                                            |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> TOMAR NOTA           | <input type="checkbox"/> CIRCULAR          |
| <input type="checkbox"/> PREPARA RESPUESTA    | <input type="checkbox"/> TOMAR ACCIÓN      |
| <input type="checkbox"/> INFORMAR             | <input type="checkbox"/> APROBAR           |
| <input type="checkbox"/> OPINAR               | <input type="checkbox"/> FIRMAR            |
| <input type="checkbox"/> DISCUTIR             | <input type="checkbox"/> ASISTIR           |
| <input type="checkbox"/> VISITARME            | <input type="checkbox"/> ARCHIVO           |
| <input type="checkbox"/> PROCÉDASE DEVOLUCIÓN | <input type="checkbox"/> ESPECIAL ATENCIÓN |

OBSERVACIONES: Por favor permitir la salida de:

\* Grava 3/4" 50kg.

\* Gravilla 3/8" 50kg.

✓ Arena 60kg.

\* Lata de Cemento Asfáltico 10kg.

Todo este material es con fines académicos  
con destino a la Universidad Juan Misael  
Saracho, para el Universitario Luis Chocala  
Alarcón.

TARIJA 2 Octubre 2024

# ANEXO V

REPORTE FOTOGRÁFICO

## CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

### Granulometría del agregado (grueso y fino)



Lavar el agregado para sacar impurezas.



Pesando el material.



Echando el agregado al juego de tamices.



Tamizando el material.

### Peso específico del agregado grueso (grava, gravilla)



Secado del agregado con paños.



Vaciado del agregado en el canastillo.



Pesaje del agregado sumergido en agua mediante una balanza hidrostática.



Nivelando la balanza.

### Peso específico del agregado fino



Secado uniforme del material fino.



Prueba con el molde cónico.



Colocar la arena al matraz sin pérdidas cuidadosamente.



Eliminación de burbujas de aire.

## Desgaste mediante la máquina de los Ángeles



Vaciado del agregado y las esferas a la máquina de los Ángeles.



Recolección del agregado una vez acabado el ensayo y posterior tamizado.



Lavado del material tamizado.



Material secando en el horno a durante 24 horas a 110 °C.

## Porcentaje de caras fracturadas



Selección de partículas fracturadas en un 25% o más producidas por medios mecánicos.



Partículas separadas en dos grupos: fracturadas y no fracturadas.



Proceso de pesaje de las partículas fracturas y no fracturadas.

## Peso específico del filler convencional



Calibración del frasco volumétrico.



Pesaje del filler convencional.



Vertido del filler al frasco volumétrico.



Midiendo la temperatura con termómetro.



La muestra en baño maría.



La muestra en la hornalla.



Pesando el matraz.



Medición de la temperatura de la muestra de ensayo.

## Porcentaje de lajas (chatas y alargadas)



Tamizando la muestra en un tamiz especial para la práctica.



Separar el material retenido y el que pasa.



Haciendo pasar por las diferentes aberturas.



Separar los que pasan para luego pesarlos.

## Equivalente de arena



Agitando el floculante.



Agitando la muestra para eliminar burbujas.



Midiendo lo que se sedimentó al inferior.



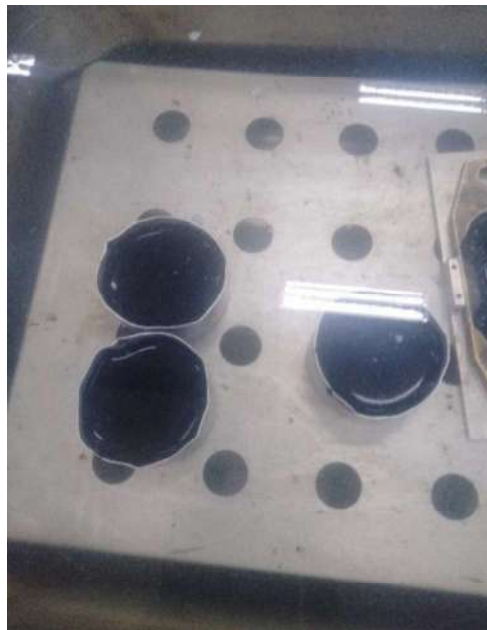
Muestra de ensayo sedimentada

## CARACTERIZACIÓN DE CEMENTO ASFÁLTICO

### Penetración



Vaciado del cemento asfáltico a las taras de ensayo.



Taras en baño María a 25°C durante el periodo de 1 hora.



Equipo de penetración con una muestra para realizar el ensayo.



Realizando el ensayo de penetración al cemento asfáltico.

## Punto de inflamación



Calentado del cemento asfáltico.



Equipo de punto de inflamación.



Aplicación de fuego al cemento asfáltico.



Cemento asfáltico en su punto de inflamación.

### Peso específico del cemento asfáltico



Llenado del frasco de precipitado con agua destilada con ayuda de una pipeta.



Muestras de ensayo en baño maría a 25°C por un periodo de 30 minutos.



Llenando el frasco con el cemento asfáltico.



Determinación del peso de vaso + agua destilada + cemento asfáltico.

## Punto de ablandamiento



Llenado de cemento asfáltico a los anillos.



Disminución de temperatura de la muestra con hielo



Midiendo la temperatura.



Cemento asfáltico en su punto de ablandamiento.

## Ductilidad



preparar liquido desmoldante.



Moldes en baño maría a 25°C.



Proceso de estiramiento de la briqueta mediante el ductilímetro a 5 cm/minuto.



## DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

### Elaboración de briquetas de ensayo



Pesaje del agregado según dosificación.



Mezcla del agregado con el cemento asfáltico.



vaciando la mezcla asfáltica al molde en tres capas.



Proceso de compactación de la briqueta de ensayo.



Desmolde de la briqueta de ensayo.



Briquetas de ensayo después de su elaboración.

### Ensayo Marshall



Medición del espesor de la briqueta de ensayo.



Marcando las briquetas de ensayo para identificarlas.



Briquetas sumergidas en agua para baño María.



Proceso de ruptura de briqueta mediante equipo Marshall.

### Ensayo saturación de briquetas



Llenando la bandeja de agua hasta cubrir toda la briqueta.



Midiendo temperatura a las briquetas.



Midiendo briqueta y observando cambios.



Midiendo la briqueta para ver deformaciones.



Observando los cambios de la Briqueta.



Viendo la perdida de material de la briqueta que quedo en la bandeja.

## Practica de péndulo



Equipo de péndulo



Midiendo el área de rozamiento con la regla del péndulo.



Utilizando el equipo de péndulo.



Brazo del péndulo con su taco de goma.