



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

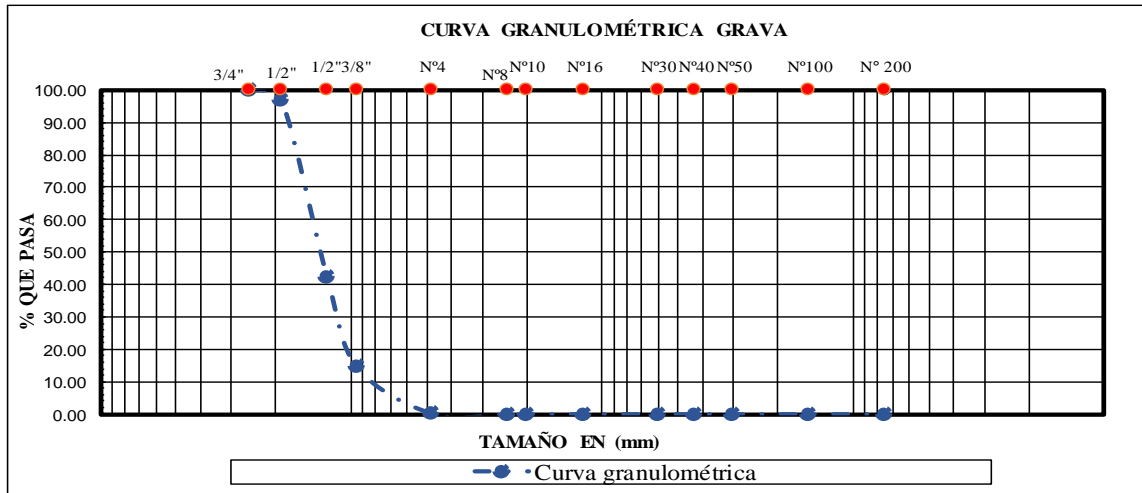


ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

(Basado en ASTM C 136-01)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Grava (3/4") **Muestra N°:** 1
Origen: Chancadora de charajas (Tarija) **Fecha de ensayo:** 02/10/2020

| MASA TOTAL=5000 gr | | | | | |
|---------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------|-----------------------------|
| Tamices | | Peso Ret. | Ret. Acum. | % Ret. | % que pasa del total |
| (pulg) | (mm) | | | | |
| 1" | 25.4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.0 | 155.00 | 155.00 | 3.10 | 96.90 |
| 1/2" | 12.5 | 2740.00 | 2895.00 | 57.90 | 42.10 |
| 3/8" | 9.50 | 1380.00 | 4275.00 | 85.50 | 14.50 |
| N°4 | 4.75 | 720.00 | 4995.00 | 99.90 | 0.10 |
| N°8 | 2.36 | 5.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°10 | 2.00 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°16 | 1.18 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°30 | 0.60 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°40 | 0.425 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°50 | 0.30 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°100 | 0.15 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°200 | 0.075 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| BASE | - | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| SUMA | | 5000.00 | | | |
| PÉRDIDAS | | 0.00 | | | |





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



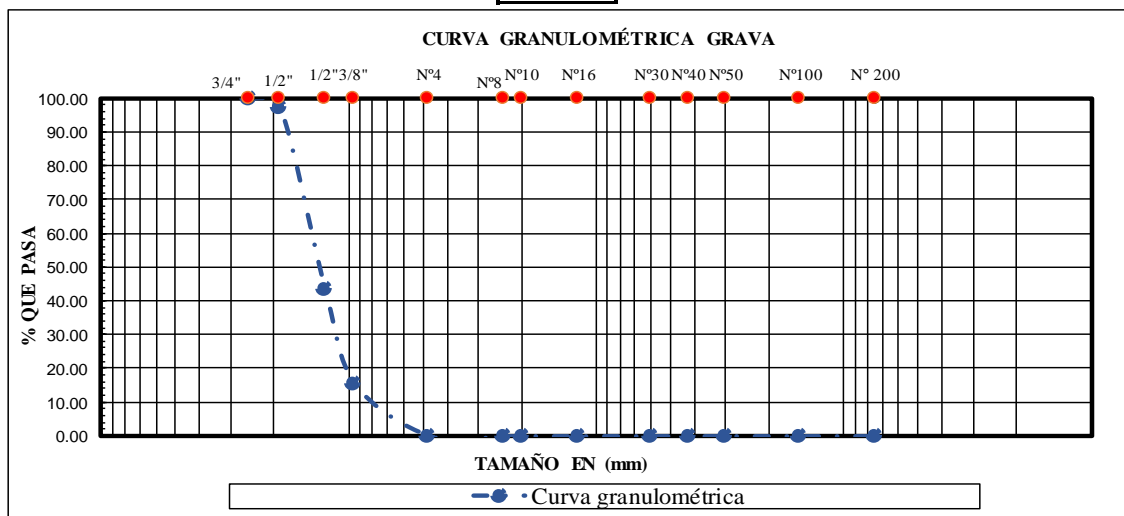
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

(Basado en ASTM C 136-01)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Grava (3/4")
Origen: Chancadora de charajas (Tarija)

Muestra N°: 2
Fecha de ensayo: 02/10/2020

| MASA TOTAL=5000 gr | | | | | |
|--------------------|-------|-----------|------------|--------|----------------------|
| Tamices | | Peso Ret. | Ret. Acum. | % Ret. | % que pasa del total |
| (pulg) | (mm) | | | | |
| 1" | 25.4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.0 | 130.00 | 130.00 | 2.60 | 97.40 |
| 1/2" | 12.5 | 2700.00 | 2830.00 | 56.60 | 43.40 |
| 3/8" | 9.50 | 1390.00 | 4220.00 | 84.40 | 15.60 |
| N°4 | 4.75 | 775.00 | 4995.00 | 99.90 | 0.10 |
| N°8 | 2.36 | 5.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°10 | 2.00 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°16 | 1.18 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°30 | 0.60 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°40 | 0.425 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°50 | 0.30 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°100 | 0.15 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°200 | 0.075 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| BASE | - | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| SUMA | | 5000.00 | | | |
| PÉRDIDAS | | 0.00 | | | |





UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



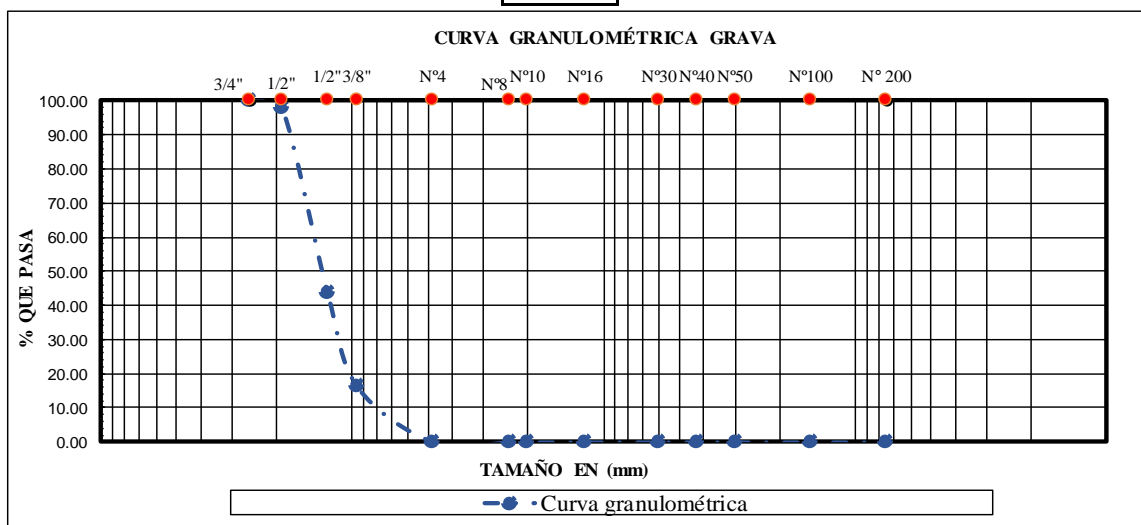
ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

(Basado en ASTM C 136-01)

Proyecto: Análisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidación
Agregado: Grava (3/4")
Origen: Chancadora de charajas (Tarija)

Muestra N°: 3
Fecha de ensayo: 02/10/2020

| MASA TOTAL=5000 gr | | | | | |
|--------------------|-------|-----------|------------|--------|----------------------|
| Tamices | | Peso Ret. | Ret. Acum. | % Ret. | % que pasa del total |
| (pulg) | (mm) | | | | |
| 1" | 25.4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.0 | 90.00 | 90.00 | 1.80 | 98.20 |
| 1/2" | 12.5 | 2710.00 | 2800.00 | 56.00 | 44.00 |
| 3/8" | 9.50 | 1385.00 | 4185.00 | 83.70 | 16.30 |
| N°4 | 4.75 | 810.00 | 4995.00 | 99.90 | 0.10 |
| N°8 | 2.36 | 5.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°10 | 2.00 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°16 | 1.18 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°30 | 0.60 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°40 | 0.425 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°50 | 0.30 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°100 | 0.15 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°200 | 0.075 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| BASE | - | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| SUMA | | 5000.00 | | | |
| PÉRDIDAS | | 0.00 | | | |





UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



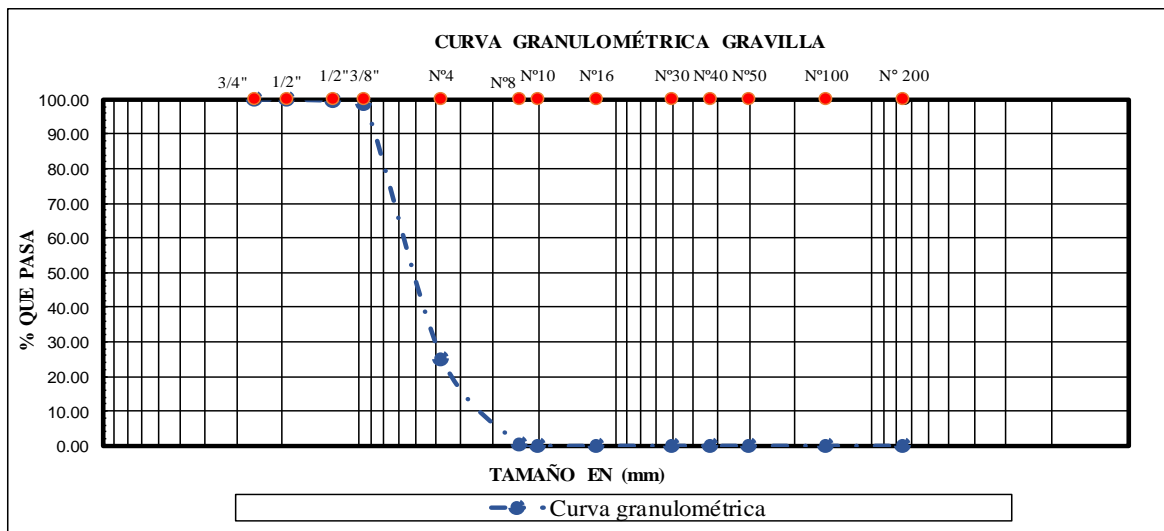
ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO INTERMEDIO

(Basado en ASTM C 136-01)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Gravilla (3/8")
Origen: Chancadora de charajas (Tarija)

Muestra N°: 1
Fecha de ensayo: 02/10/2020

| MASA TOTAL=5000 gr | | | | | |
|---------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------|-----------------------------|
| Tamices | | Peso Ret. | Ret. Acum. | % Ret. | % que pasa del total |
| (pulg) | (mm) | | | | |
| 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 | 19.00 | 19.00 | 0.38 | 99.62 |
| 3/8" | 9.50 | 52.20 | 71.20 | 1.42 | 98.58 |
| N°4 | 4.75 | 3675.00 | 3746.20 | 74.92 | 25.08 |
| N°8 | 2.36 | 1233.10 | 4979.30 | 99.59 | 0.41 |
| N°10 | 2.00 | 20.70 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°16 | 1.18 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°30 | 0.60 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°40 | 0.425 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°50 | 0.30 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°100 | 0.15 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°200 | 0.075 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| BASE | - | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| SUMA | | 5000.00 | | | |
| PÉRDIDAS | | 0.00 | | | |





UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



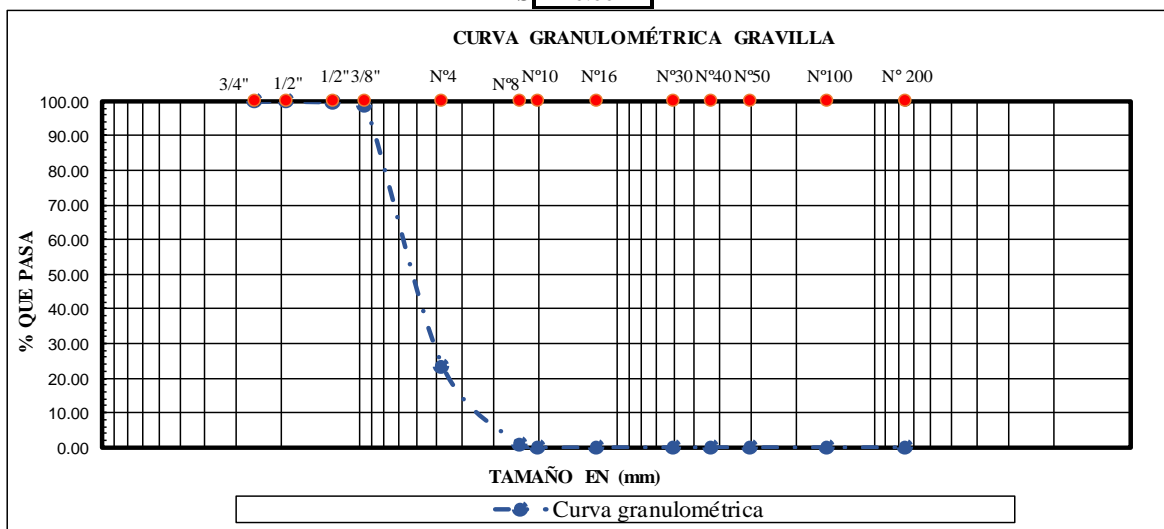
ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO INTERMEDIO

(Basado en ASTM C 136-01)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Gravilla (3/8")
Origen: Chancadora de charajas (Tarija)

Muestra N°: 2
Fecha de ensayo: 02/10/2020

| MASA TOTAL=5000 gr | | | | | |
|---------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------|-----------------------------|
| Tamices | | Peso Ret. | Ret. Acum. | % Ret. | % que pasa del total |
| (pulg) | (mm) | | | | |
| 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 | 14.80 | 14.80 | 0.30 | 99.70 |
| 3/8" | 9.50 | 55.60 | 70.40 | 1.41 | 98.59 |
| N°4 | 4.75 | 3763.60 | 3834.00 | 76.68 | 23.32 |
| N°8 | 2.36 | 1126.60 | 4960.60 | 99.21 | 0.79 |
| N°10 | 2.00 | 39.40 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°16 | 1.18 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°30 | 0.60 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°40 | 0.425 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°50 | 0.30 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°100 | 0.15 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°200 | 0.075 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| BASE | - | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| SUMA | | 5000.00 | | | |
| PÉRDIDAS | | 0.00 | | | |





UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



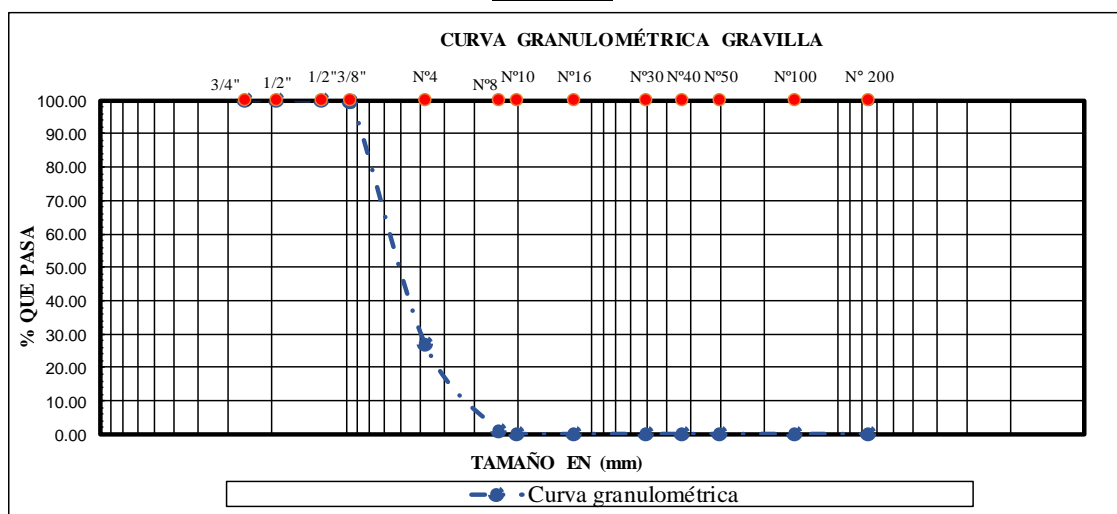
ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO INTERMEDIO

(Basado en ASTM C 136-01)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Gravilla (3/8")
Origen: Chancadora de charajas (Tarija)

Muestra N°: 3
Fecha de ensayo: 02/10/2020

| MASA TOTAL=5000 gr | | | | | |
|---------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------|-----------------------------|
| Tamices | | Peso Ret. | Ret. Acum. | % Ret. | % que pasa del total |
| (pulg) | (mm) | | | | |
| 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 | 7.70 | 7.70 | 0.15 | 99.85 |
| 3/8" | 9.50 | 26.80 | 34.50 | 0.69 | 99.31 |
| N°4 | 4.75 | 3631.35 | 3665.85 | 73.32 | 26.68 |
| N°8 | 2.36 | 1293.90 | 4959.75 | 99.20 | 0.81 |
| N°10 | 2.00 | 40.25 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°16 | 1.18 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°30 | 0.60 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°40 | 0.425 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°50 | 0.30 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°100 | 0.15 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| N°200 | 0.075 | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| BASE | - | 0.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| SUMA | | 5000.00 | | | |
| PÉRDIDAS | | 0.00 | | | |





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



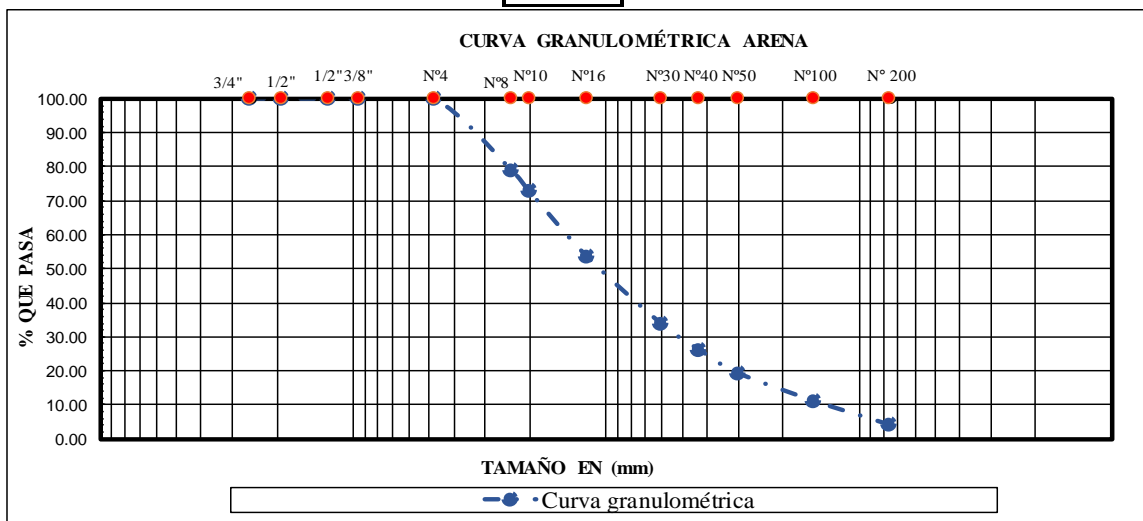
ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

(Basado en ASTM C 136-01)

Proyecto: Análisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidación
Agregado: Arena
Origen: Chancadora de charajas (Tarija)

Muestra N°: 1
Fecha de ensayo: 02/10/2020

| MASA TOTAL=5000 gr | | | | | |
|---------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------|-----------------------------|
| Tamices | | Peso Ret. | Ret. Acum. | % Ret. | % que pasa del total |
| (pulg) | (mm) | | | | |
| 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 |
| N°4 | 4.75 | 8.00 | 8.00 | 0.16 | 99.84 |
| N°8 | 2.36 | 1039.50 | 1047.50 | 20.95 | 79.05 |
| N°10 | 2.00 | 315.50 | 1363.00 | 27.26 | 72.74 |
| N°16 | 1.18 | 964.50 | 2327.50 | 46.55 | 53.45 |
| N°30 | 0.60 | 984.00 | 3311.50 | 66.23 | 33.77 |
| N°40 | 0.425 | 380.50 | 3692.00 | 73.84 | 26.16 |
| N°50 | 0.30 | 338.50 | 4030.50 | 80.61 | 19.39 |
| N°100 | 0.15 | 410.00 | 4440.50 | 88.81 | 11.19 |
| N°200 | 0.075 | 353.50 | 4794.00 | 95.88 | 4.12 |
| BASE | - | 206.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| SUMA | | 5000.0 | | | |
| PÉRDIDAS | | 0.0 | | | |





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



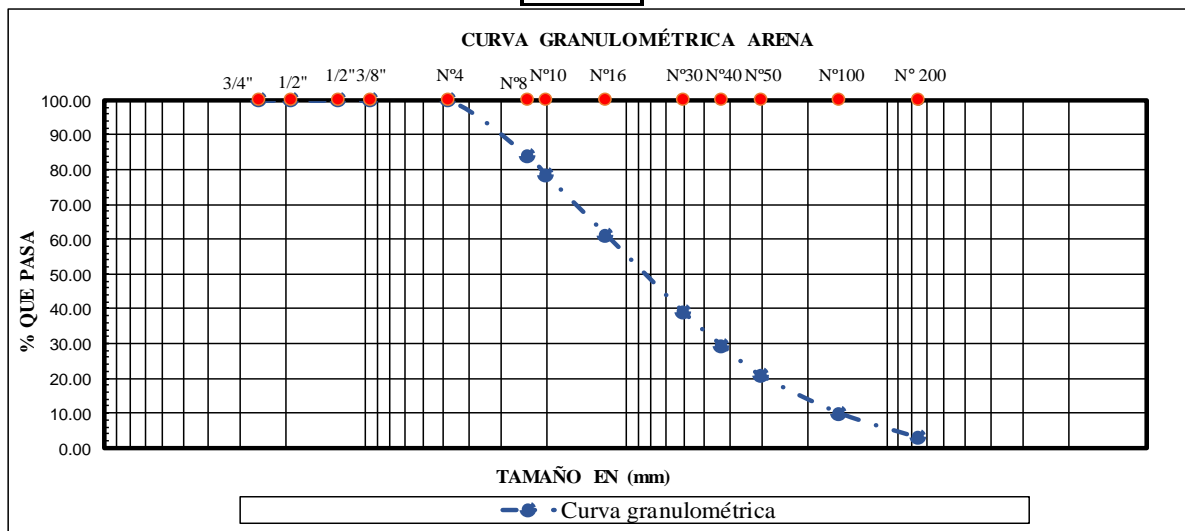
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

(Basado en ASTM C 136-01)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Arena
Origen: Chancadora de charajas (Tarija)

Muestra N°: 2
Fecha de ensayo: 02/10/2020

| MASA TOTAL=5000 gr | | | | | |
|---------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------|-----------------------------|
| Tamices | | Peso Ret. | Ret. Acum. | % Ret. | % que pasa del total |
| (pulg) | (mm) | | | | |
| 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 |
| N°4 | 4.75 | 2.00 | 2.00 | 0.04 | 99.96 |
| N°8 | 2.36 | 811.00 | 813.00 | 16.26 | 83.74 |
| N°10 | 2.00 | 277.50 | 1090.50 | 21.81 | 78.19 |
| N°16 | 1.18 | 857.50 | 1948.00 | 38.96 | 61.04 |
| N°30 | 0.60 | 1104.00 | 3052.00 | 61.04 | 38.96 |
| N°40 | 0.425 | 487.00 | 3539.00 | 70.78 | 29.22 |
| N°50 | 0.30 | 433.00 | 3972.00 | 79.44 | 20.56 |
| N°100 | 0.15 | 539.00 | 4511.00 | 90.22 | 9.78 |
| N°200 | 0.075 | 351.00 | 4862.00 | 97.24 | 2.76 |
| BASE | - | 138.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| SUMA | | 5000.0 | | | |
| PÉRDIDAS | | 0.0 | | | |





UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



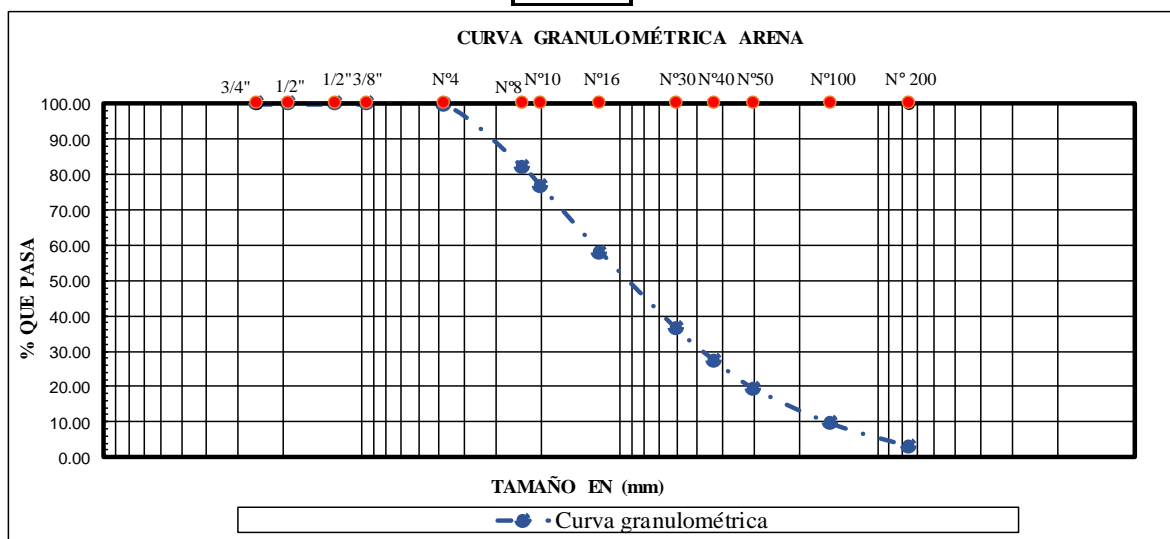
ENSAYO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

(Basado en ASTM C 136-01)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Arena
Origen: Chancadora de charajas (Tarija)

Muestra N°: 3
Fecha de ensayo: 02/10/2020

| MASA TOTAL=5000 gr | | | | | |
|---------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------|-----------------------------|
| Tamices | | Peso Ret. | Ret. Acum. | % Ret. | % que pasa del total |
| (pulg) | (mm) | | | | |
| 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 |
| N°4 | 4.75 | 6.50 | 6.50 | 0.13 | 99.87 |
| N°8 | 2.36 | 889.00 | 895.50 | 17.91 | 82.09 |
| N°10 | 2.00 | 277.00 | 1172.50 | 23.45 | 76.55 |
| N°16 | 1.18 | 926.00 | 2098.50 | 41.97 | 58.03 |
| N°30 | 0.60 | 1082.00 | 3180.50 | 63.61 | 36.39 |
| N°40 | 0.425 | 455.00 | 3635.50 | 72.71 | 27.29 |
| N°50 | 0.30 | 391.50 | 4027.00 | 80.54 | 19.46 |
| N°100 | 0.15 | 496.00 | 4523.00 | 90.46 | 9.54 |
| N°200 | 0.075 | 321.00 | 4844.00 | 96.88 | 3.12 |
| BASE | - | 156.00 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 |
| SUMA | | 5000.0 | | | |
| PÉRDIDAS | | 0.0 | | | |



Ensayo de granulometría de los agregados (ASTM C 136-01)

Serie de tamices



Cuarteo del material



Cuarteo del material



Tamizado manual del material





UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES DE LA GRAVA
(Basado en ASTM C 131-01)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Grava (3/4") **Fecha de ensayo:** 16/08/2021
Origen: Chancadora de charajas (Tarija) **Muestra N°:** 1

ENSAYO

GRADACION (A) (B) (C) (D)
CARGA ABRASIVA CON: 12 **11** 8 6 Esferas de 46.8 mm de diametro
y una masa entre 390 y 445 gr

PORCIONES DE LA MUESTRA

| PASA TAMICES | RETIENE TAMICES | CANTIDAD TOMADA EN GRAMOS |
|--------------|-----------------|---------------------------|
| 3/4" | 1/2" | 2500.4 |
| 1/2" | 3/8" | 2500.6 |

| | |
|---|------|
| CANTIDAD TOTAL DE MATERIAL A ENSAYAR (gr) = | 5001 |
| RETENIDO TAMIZ DE CORTE N° 12 (1.7 mm) (gr) = | 3791 |
| DIFERENCIA, MATERIAL PASA TAMIZ N° 12 (gr) = | 1210 |

CALCULO

| | | | |
|------------|--------------------------------|---|---------------|
| DESGASTE = | $\frac{1210}{5001} \times 100$ | = | 24.20% |
|------------|--------------------------------|---|---------------|

Univ. German Pablo Urzagaste Acuña
LABORATORISTA

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



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES DE LA GRAVILLA

(Basado en ASTM C 131-01)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Gravilla (3/8") Fecha de ensayo: 16/08/2021
Origen: Chancadora de charajas (Tarija) Muestra N°: 1

ENSAYO

GRADACION (A) (B) (C) (D)
CARGA ABRASIVA CON: 12 11 **8** 6 Esferas de 46.8 mm de diametro
y una masa entre 390 y 445 gr

PORCIONES DE LA MUESTRA

| PASA TAMICES | RETIENE TAMICES | CANTIDAD TOMADA EN GRAMOS |
|--------------|-----------------|---------------------------|
| 3/8" | 1/4" | 2500.5 |
| 1/4" | No. 4 | 2500.2 |

| | |
|---|--------|
| CANTIDAD TOTAL DE MATERIAL A ENSAYAR (gr) = | 5000.7 |
| RETENIDO TAMIZ DE CORTE N° 12 (1.7 mm) (gr) = | 3677 |
| DIFERENCIA, MATERIAL PASA TAMIZ N° 12 (gr) = | 1323.7 |

CALCULO

| | | | |
|------------|-------------------------|---------|---------------|
| DESGASTE = | $\frac{1323.7}{5000.7}$ | x 100 = | 26.47% |
|------------|-------------------------|---------|---------------|

Ensayo de desgaste de los ángeles (ASTM C 131-01)

Máquina de desgaste de los ángeles y esferas de abrasión



Material desgastado

Lavado del material desgastado



Lavado y tamizado del material

Pesado del material seco





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO GRUESO
 (Basado en ASTM C 127-88)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Grava (3/4") **Fecha de ensayo:** 06/11/2020
Origen: Chancadora de charajas (Tarija) **Muestra N°:** 1

Tamaño máximo nominal del agregado: 3/4"
Muestra total a ensayar: 5000 gr

$$\text{GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SH)} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{GRAVEDAD ESPECIFICA BULK SATURADA Y SUPERFICIALMENTE SECA (SSS)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{GRAVEDAD ESPECIFICA BULK APARENTE} = \frac{A}{A - C}$$

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

| GRAVA 3/4" | | | | | | | |
|-------------------|----------------------------|--|--|--------------------------------------|---|--|-------------|
| Muestra N° | Peso muestra seca "A" (gr) | Peso muestra Sat. con sup. seca "B" (gr) | Peso muestra Sat. dentro del agua "C" (gr) | Gravedad especifica bulk SH (gr/cm3) | Gravedad especifica bulk S.S.S (gr/cm3) | Gravedad especifica bulk aparente (gr/cm3) | Absorción % |
| 1 | 4947.30 | 5000.00 | 3121.00 | 2.63 | 2.66 | 2.71 | 1.07 |
| 2 | 4946.80 | 5000.00 | 3117.00 | 2.63 | 2.66 | 2.70 | 1.08 |
| 3 | 4947.90 | 5000.00 | 3118.00 | 2.63 | 2.66 | 2.70 | 1.05 |
| PROMEDIO | | | | 2.63 | 2.66 | 2.71 | 1.06 |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO INTERMEDIO
 (Basado en ASTM C 127-88)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Gravilla (3/8") **Fecha de ensayo:** 06/11/2020
Origen: Chancadora de charajas (Tarija) **Muestra N°:** 1

Tamaño máximo nominal del agregado: 3/8"
Muestra total a ensayar: 3000 gr

$$\text{GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SH)} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{GRAVEDAD ESPECIFICA BULK SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (SSS)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{GRAVEDAD ESPECIFICA BULK APARENTE} = \frac{A}{A - C}$$

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

| GRAVILLA 3/8" | | | | | | | |
|----------------------|----------------------------|--|--|--------------------------------------|---|--|-------------|
| Muestra N° | Peso muestra seca "A" (gr) | Peso muestra Sat. con sup. seca "B" (gr) | Peso muestra Sat. dentro del agua "C" (gr) | Gravedad especifica bulk SH (gr/cm3) | Gravedad especifica bulk S.S.S (gr/cm3) | Gravedad especifica bulk aparente (gr/cm3) | Absorción % |
| 1 | 2966.10 | 3000.00 | 1876.00 | 2.64 | 2.67 | 2.72 | 1.14 |
| 2 | 2966.50 | 3000.00 | 1875.00 | 2.64 | 2.67 | 2.72 | 1.13 |
| 3 | 2966.20 | 3000.00 | 1876.00 | 2.64 | 2.67 | 2.72 | 1.14 |
| PROMEDIO | | | | 2.64 | 2.67 | 2.72 | 1.14 |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO FINO

(Basado en ASTM C 128-97)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Arena **Fecha de ensayo:** 16/11/2020
Origen: Chancadora de charajas (Tarija) **Muestra N°:** 1

Muestra total a ensayar: 500 gr

$$\text{GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (SH)} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK SATURADA Y SUPERFICIALMENTE SECA (SSS)} = \frac{S}{B + S - C}$$

$$\text{GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK APARENTE} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{ABSORCIÓN, \%} = \frac{S - A}{A} * 100$$

| ARENA | | | |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| Ensayos | 1 | 2 | 3 |
| Peso muestra seca al horno "A" (gr) | 481.10 | 481.10 | 482.00 |
| Peso matraz + agua "B" (gr) | 677.60 | 736.80 | 721.60 |
| Peso muestra + matraz + agua "C" (gr) | 977.20 | 1018.20 | 1013.70 |
| Peso muestra Sat. Seca "S" (gr) | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| Peso matraz (gr) | 177.60 | 236.80 | 221.60 |

| ARENA | | | | |
|--|----------|----------|----------|-----------------|
| Ensayos | 1 | 2 | 3 | Promedio |
| Gravedad especifica bulk SH (gr/cm ³) | 2.401 | 2.20 | 2.32 | 2.31 |
| Gravedad especifica S.S.S (gr/cm ³) | 2.495 | 2.29 | 2.41 | 2.40 |
| Gravedad especifica aparente (gr/cm ³) | 2.651 | 2.41 | 2.54 | 2.53 |
| Absorción, % | 3.928 | 3.93 | 3.73 | 3.86 |

Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso (ASTM C 127-88)

Humedecimiento del material



Secado superficial del material



Secado superficial del material



Pesado sumergido del material



Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino (ASTM C 128-97)

Material de trabajo



Secado superficial de la arena



Llenado de probeta con arena



Probetas con arena y agua





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DEL PESO UNITARIO EN EL AGREGADO GRUESO
(Basado en ASTM C 29M-97)

Proyecto: Análisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidación
Agregado: Grava (3/4") Fecha de ensayo: 17/11/2020
Origen: Chancadora de charajas (Taríja) Muestra N°: 1

DIMENSIONES DEL MOLDE

Diámetro: 21 cm
Altura: 28 cm

| Muestra N° | Peso Recipiente (gr) | Volumen del recipiente (cm ³) | Peso recipiente + muestra suelta (gr) | Peso muestra suelta (gr) | Peso unitario suelto (gr/cm ³) |
|-----------------|----------------------|---|---------------------------------------|--------------------------|--|
| 1 | 5840.00 | 9883.70 | 19535.00 | 13695.00 | 1.39 |
| 2 | 5840.00 | 9883.70 | 19510.00 | 13670.00 | 1.38 |
| 3 | 5840.00 | 9883.70 | 19530.00 | 13690.00 | 1.39 |
| PROMEDIO | | | | | 1.38 |

| Muestra N° | Peso Recipiente (gr) | Volumen del recipiente (cm ³) | Peso recipiente + muestra compactado (gr) | Peso muestra compactado (gr) | Peso unitario compactado (gr/cm ³) |
|-----------------|----------------------|---|---|------------------------------|--|
| 1 | 5840.00 | 9883.70 | 20210.00 | 14370.00 | 1.45 |
| 2 | 5840.00 | 9883.70 | 20185.00 | 14345.00 | 1.45 |
| 3 | 5840.00 | 9883.70 | 20285.00 | 14445.00 | 1.46 |
| PROMEDIO | | | | | 1.46 |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DEL PESO UNITARIO EN EL AGREGADO INTERMEDIO
(Basado en ASTM C 29M-97)

Proyecto:

Análisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidación

Agregado:

Gravilla (3/8")

Fecha de ensayo:

17/11/2020

Origen:

Chancadora de charajas (Tarija)

Muestra N°:

1

DIMENSIONES DEL MOLDE

Diametro: 21 cm

Altura: 28 cm

| Muestra N° | Peso Recipiente (gr) | Volumen del recipiente (cm ³) | Peso recipiente + muestra suelta (gr) | Peso muestra suelta (gr) | Peso unitario suelto (gr/cm ³) |
|-----------------|----------------------|---|---------------------------------------|--------------------------|--|
| 1 | 5725.00 | 9883.70 | 19495.00 | 13770.00 | 1.39 |
| 2 | 5725.00 | 9883.70 | 19580.00 | 13855.00 | 1.40 |
| 3 | 5725.00 | 9883.70 | 19500.00 | 13775.00 | 1.39 |
| PROMEDIO | | | | | 1.40 |

| Muestra N° | Peso Recipiente (gr) | Volumen del recipiente (cm ³) | Peso recipiente + muestra compactado (gr) | Peso muestra compactado (gr) | Peso unitario compactado (gr/cm ³) |
|-----------------|----------------------|---|---|------------------------------|--|
| 1 | 5725.00 | 9883.70 | 20255.00 | 14530.00 | 1.47 |
| 2 | 5725.00 | 9883.70 | 20295.00 | 14570.00 | 1.47 |
| 3 | 5725.00 | 9883.70 | 20300.00 | 14575.00 | 1.47 |
| PROMEDIO | | | | | 1.47 |



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DEL PESO UNITARIO EN EL AGREGADO FINO
(Basado en ASTM C 29M-97)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Arena Fecha de ensayo: 17/11/2020
Origen: Chancadora de charajas (Tarija) Muestra N°: 1

DIMENSIONES DEL MOLDE

Diámetro: 15 cm
Altura: 17 cm

| Muestra N° | Peso Recipiente (gr) | Volumen del recipiente (cm3) | Peso recipiente + muestra suelta (gr) | Peso muestra suelta (gr) | Peso unitario suelto (gr/cm3) |
|-----------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 1 | 2600.00 | 2915.79 | 7425.00 | 4825.00 | 1.65 |
| 2 | 2600.00 | 2915.79 | 7425.00 | 4825.00 | 1.65 |
| 3 | 2600.00 | 2915.79 | 7430.00 | 4830.00 | 1.66 |
| PROMEDIO | | | | | 1.66 |

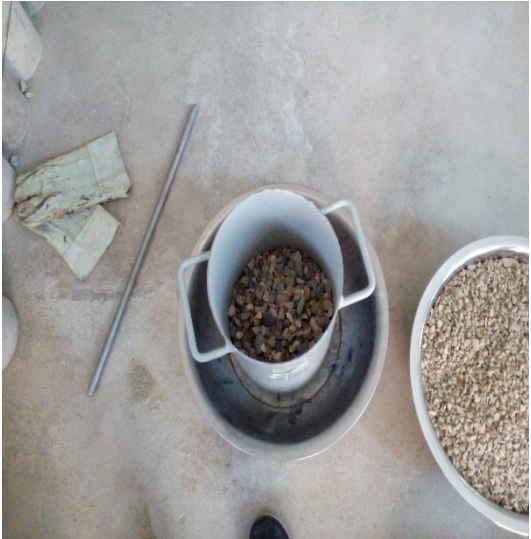
| Muestra N° | Peso Recipiente (gr) | Volumen del recipiente (cm3) | Peso recipiente + muestra compactado (gr) | Peso muestra compactado (gr) | Peso unitario compactado (gr/cm3) |
|-----------------|----------------------|------------------------------|---|------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 2600.00 | 2915.79 | 7810.00 | 5210.00 | 1.79 |
| 2 | 2600.00 | 2915.79 | 7810.00 | 5210.00 | 1.79 |
| 3 | 2600.00 | 2915.79 | 7820.00 | 5220.00 | 1.79 |
| PROMEDIO | | | | | 1.79 |

Ensayo de peso unitario de los agregados (ASTM C 29M-97)

Material de trabajo



Llenado de molde con material



Enrasado del molde



Pesado del molde con el material





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA

(Basado en ASTM D 2419-95)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Agregado: Arena **Fecha de ensayo:** 13/11/2020
Origen: Chancadora de charajas (Tarija) **Muestra N°:** 1

Ensayo Equivalente de Arena

$$\text{Equivalente de Arena (EA)} = \frac{\text{Lectura de arena}}{\text{Lectura de arcilla}} \times 100$$

| ENSAYO | Altura Arena | Altura Arcilla | EA |
|--------|--------------|----------------|---------|
| 1 | 8.50 cm | 11.70 cm | 72.65 % |
| 2 | 9.20 cm | 11.80 cm | 77.97 % |
| 3 | 9.54 cm | 11.70 cm | 81.54 % |

| EA | Especificacion |
|----------------|----------------|
| 77.38 % | 50% MINIMO |

Ensayo de equivalente de arena (ASTM D 2419-95)

Arena seca



Probeta con arena, agua destilada y cloruro de calcio



Agitado de la probeta



Asentado del material





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL
AGREGADO GRUESO
(Basado en ASTM D 5821-01)

Proyecto: Análisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidación
Agregado: Grava (3/4") y Gravilla (3/8") **Fecha de ensayo:** 20/11/2020
Origen: Chancadora de charajas (Tarija) **Muestra N°:** 1

Muestra total: 1500 g Para un tamaño Máximo Nominal de 3/4"

$$\% \text{ PARTICULADAS FRACTURADAS} = \frac{F + \frac{Q}{2}}{F + Q + N} * 100$$

| Tamiz | Peso retenido | % retenido | Peso de partículas no fracturadas (N) | Peso de partículas cuestionables (Q) | Peso de partículas fracturadas (F) | % de partículas fracturadas (P) | Promedio partículas fracturadas (P) |
|-------------|---------------|------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1 1/2" - 1" | | 0.00 | | | | | |
| 1" - 3/4" | 8.3 | 0.55 | 0 | 0 | 8.3 | 100.000 | |
| 3/4" - 1/2" | 717.10 | 47.84 | 107 | 165.1 | 444.9 | 73.563 | 69.54 |
| 1/2" - 3/8" | 495.7 | 36.24 | 52.1 | 75.5 | 368.4 | 81.885 | |
| 3/8" - 1/4" | 278.9 | 21.01 | 16.2 | 227.8 | 33.8 | 53.168 | |
| Total | 1500 | | | | | | |

| PARTICULAS FRACTURADAS (P) | ESPECIFICACION INVIAS |
|----------------------------|-----------------------|
| 69.54 | MINIMO 60 % |

Ensayo de partículas fracturadas (ASTM D 5821-01)

Material de trabajo



Tamizado del material



Separación del material por tamaño



Inspección visual del material





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE ÍNDICE DE ALARGAMIENTO DE LOS AGREGADOS
GRUESOS
(Basado en ASTM C 143)

Proyecto: Análisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidación
Agregado: Grava (3/4") y Gravilla (3/8") **Fecha de ensayo:** 19/11/2020
Origen: Chancadora de charajas (Tarija) **Muestra N°:** 1

Tamaño máximo nominal: 3/4"
Masa total: 5000 gr

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

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

| Tamiz | Peso retenido (R _i) | % retenido | Peso de partículas que pasan (m _i) | Índice de alargamiento % (I _{Ai}) | Índice de alargamiento global % (IA) |
|-------------|---------------------------------|------------|--|---|--------------------------------------|
| 11/2" - 1" | | 0.00 | | | |
| 1" - 3/4" | 68.5 | 1.37 | 40.25 | 58.76 | |
| 3/4" - 1/2" | 2366.00 | 47.35 | 1832.50 | 77.45 | 61.78 |
| 1/2" - 3/8" | 1527.00 | 31.49 | 823.00 | 53.90 | |
| 3/8" - 1/4" | 1038.50 | 21.40 | 393.25 | 37.87 | |
| Total | 5000 | | 3089.00 | | |

Ensayo de partículas alargadas (ASTM C 143)

Material de trabajo



Separación del material por tamaños



Inspección en calibrador de alargamiento por tamaño





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE ÍNDICE DE APLANAMIENTO DE LOS AGREGADOS
GRUESOS
(Basado en ASTM C 143)

Proyecto: Análisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidación
Agregado: Grava (3/4") y Gravilla (3/8") **Fecha de ensayo:** 19/11/2020
Origen: Chancadora de charajas (Tarija) **Muestra N°:** 1

Tamaño máximo nominal: 3/4"
Masa total: 2000 gr

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

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

| Tamiz | Peso retenido (Ri) | % retenido | Peso de partículas que pasan (mi) | Índice de aplanamiento % (IAi) | Índice de aplanamiento global % (IA) |
|-------------|--------------------|------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 11/2" - 1" | | 0.00 | | | 39.8 |
| 1" - 3/4" | 68.5 | 1.37 | 40.25 | 58.76 | |
| 3/4" - 1/2" | 2366.00 | 47.35 | 1158.75 | 48.98 | |
| 1/2" - 3/8" | 1527.00 | 31.49 | 594.50 | 38.93 | |
| 3/8" - 1/4" | 1038.50 | 21.40 | 196.50 | 18.92 | |
| Total | 5000 | | 1990.00 | | |

Ensayo de partículas planas (ASTM C 143)

Material de trabajo



Prueba en calibrador de aplanamiento del agregado





BETUNEL
INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

CERTIFICADO DE QUALIDADE DE PRODUTO ACABADO
(COPIA)

N° 502/2018

PRODUTO: BETUCAP CAP 85/100 (Exportação)

FECHA DEL CARGAMENTO: 24/09/2018

CLIENTE: B6 IMPORTACIONES Y REPRESENTACIONES

DESTINO: SANTA CRUZ DE LA SIERRA

VEÍCULO PLACA:

HORA:

OBS: LOTE N° 8151809038 DE 3056 TURRILES

MUNICIPIO: BOLIVIA

TRANSPORTADOR: SAP TRANSPORTES INTERNACIONALES LTDA

TQ: 4

TEMPERATURA: 25°C

CUANTIDAD: 550080 Kg

C. PROVA FAB/CLI: 17845 /

N. FISCAL N°: 28369

ESTADO:

| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Formulario C-1 (Llenado por la Entidad) - ENSAYOS DE VERIFICACION DE CALIDAD DEL MATERIAL SOLICITADON (ENSAYOS AASHTO) | LÍMITES | MÉTODO | REPRODU- TIBILID. (*) | ENCONTRADAS |
|--|------------|--------------------------|-----------------------|-------------|
| Penetración a 25 °C, 100 gr, 0,1 mm (T-49) | 85 a 100 | ASTM D5 / AASHTO T49 | ± 4 dmm | 87 |
| Destilación (T-78) | NA/Anotar | AASHTO T-78 | ND | 0 |
| Viscosidad Saybolt Furol a 135 °C seg. (T - 72) | 85 mín. | ASTM D88/AASHTO T72 | ±2% | 134 |
| Ensayo Mancha @25% Xilol (T-102) | Negativo | ASTM D2170 / AASHTO T102 | ND | NEGATIVO |
| Punto de Ablandamiento °C (T - 53) | 43 a 53 | ASTM D36/ AASHTO T53 | ±3°C | 48 |
| Ductilidad a 25 °C 5 cm/min, cm (T - 51) | 100 mín. | ASTM D113/AASHTO T51 | consultar NBR | 142 |
| VISCOSIDADE BROOKFIELD A 135°C, cP | 214 mín. | ASTM D4402 / AASHTO T316 | ND | 301 |
| VISCOSIDADE BROOKFIELD A 150°C, cP | 97 mín. | ASTM D4402 / AASHTO T316 | ND | 149 |
| VISCOSIDADE BROOKFIELD A 177°C, cP | 28 a 114 | ASTM D4402 / AASHTO T316 | ND | 72 |
| Índice de Penetración de Pfeiffer | -1,5 a 0,5 | CÁLCULO | ND | -0,3 |
| Vaso Abierto Cleveland, PUNTO DE INFLACIÓN °C (T-48) | > a 232°C | ASTM D92/AASHTO T48 | ND | 239 |
| Solubilidad en Tricloroetileno (T-44) | 99 mín. | ASTM D2042 / AASHTO T44 | ± 0,26% | 99,8 |
| Peso Especifico y Densidad (T - 228) | 1 a 1,05 | AASHTO T228 | >0,005 | 1,008 |
| % de agua | 0,2 máx. | AASHTO T-51 | ± 10% | 0 |

ENSAYOS SOBRE EL RESIDUO PELICULA DELGADA (TFOT), 52mm, 163°C (AASHTO T179)

| | | | | |
|---|------------|--------------------------|---------------|-------|
| (R)TFOT - Pérdida o Cambio de Masa (T-179) | 1 | ASTM D2872 / AASHTO T179 | consultar NBR | 0,163 |
| Índice de Penetración IP | | AASHTO T202 | ND | -0,7 |
| (R)TFOT - Índice de Penetración del Residuo | -1,5 a 0,5 | ASTM D202 | ND | -0,7 |
| (R)TFOT - Penetración del Residuo, % de la penetración original | 50 mín. | AASHTO T49 | ND | 54 |
| (R)TFOT - Pérdida por Calentamiento (T-179), % | 1 máx. | AASHTO T179 | ± 4 dmm | 0,321 |
| (R)TFOT - Ductilidad del residuo, 25 °C, 5 cm/min, cm (T - 51) | 100 mín. | AASHTO T51 | ND | 130 |
| Índice de Susceptibilidad Termica | | CÁLCULO | ND | -0,7 |

Observações:

ND - Não Determinada; NA - Não Aplicável

(*) A diferença entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes trabalhando em laboratorios distintos e em amostras de mesma material, com a execução correta e normal deste método, pode exceder os valores somente em um caso em vinte.

(**) A temperatura de usinagem deverá ser ajustada em função das condições operacionais e climáticas de forma a atender a temperatura mínima de início de compactação.

(***) Este ensaio não faz parte de especificação em apreço. Citado apenas para fins informativos.

Não recomendamos aquecimento de produto para descarga acima de 160°C

PREZADO CLIENTE: FAVOR ASSINAR E DEVOLVER A 2ª VIA DESTA COM OS RESULTADOS DA ANÁLISE

ENCONTRADOS QUANDO DA CHEGADA DO PRODUTO NA OBRA. CASO ENCONTRE ALGUMA DIVERGÊNCIA,

ACIMA DA REPRODUTIBILIDADE DO MÉTODO, OBSÉQUIO CONTACTAR NOSSO DEPARTAMENTO TÉCNICO.

Declarações:

- Os resultados contidos neste documento se referem a amostra analisada
- Este certificado só pode ser reproduzido integralmente
- Os dados permanecem arquivados e disponíveis em nosso sistema eletrônico.

Resp. Técnico: *[Assinatura]*
Eng. Químico
CRU

Tel. Fábrica de AP: (12) 3553-1283

O MATERIAL ATENDE AS ESPECIFICAÇÕES.

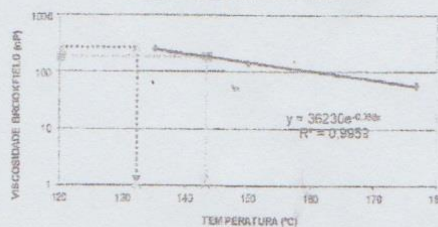
LOCALIDAD

FECHA

FIRMA

Rev. Form. 2.4 de 10/05/2018

GRÁFICO DE TEMPERATURA X VISCOSIDADE

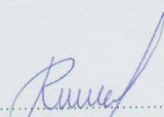



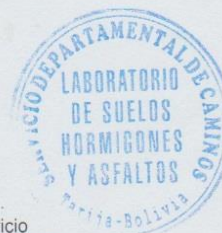
| | | | |
|---|--|---|--------------------|
|  | SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS D - 3 TARIJA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES RELACION VISCOSIDAD - TEMPERATURA (AASHTO T- 72) | | |
| | PROYECTO: TESIS DE PREGRADO PROCEDENCIA: BETUNEL - BRASIL REFERENCIA: TESIS DE PREGRADO UTILIZACIÓN: TESIS DE PREGRADO | DISTRITO: D - 3 (TARIJA) FECHA: jueves, 11 de marzo de 2021 PROGRESIVA: PROFUNDIDAD (m): | N° Ensayo 1 |
| REALIZADO: | German P. Ursagaste Acuña | | |

VISCOSIDAD - TEMPERATURA DE CEMENTO ASFALTICO

| Punto | Temperatura | Viscosidad |
|----------|-------------|------------|
| | °C | |
| 1 | 135 | 132 |
| 2 | 135 | 149 |
| 3 | 135 | 139 |
| Promedio | 135 | 140 |


 German P. Ursagaste Acuña
 ESTUDIANTE


 Ing. Rosa Rodríguez Aparicio
 RESP. DE LAB. DE SUELOS Y ASFALTOS
 Ing. Rosa Rodríguez Aparicio
 ENCARGADA DE LABORATORIO DE
 SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS




Ensayo de viscosidad Saybolt Furol (ASTM D 88)

Máquina de Viscosidad Saybolt Furol y cronometro



Filtración del asfalto de la máquina de los ángeles en probeta





UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFALTICO

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Elaborado por: German Pablo Urzagaste Acuña **Fecha de ensayo:** 11/11/2020
Tipo de Cemento Asfáltico: Betunel (PEN 85/100) **Origen:** Brasil

| ENSAYO | UNIDAD | MUESTRA | | | RESULTADO | ESPECIFICACION | |
|---|---------------------|---------|-------|------|-----------|----------------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | | MINIMO | MAXIMO |
| Penetracion a 25°C (ASTM D 5-97) | | | | | | | |
| Lectura 1 | 0.1 mm | 90 | 95 | 86 | | | |
| Lectura 2 | 0.1 mm | 100 | 95 | 94 | | | |
| Lectura 3 | 0.1 mm | 89 | 96 | 94 | | | |
| Promedio | 0.1 mm | 93 | 95 | 91 | 93 | 85 | 100 |
| Peso Especifico a 25°C (ASTM D 70-03) | | | | | | | |
| Peso de Picnometro | grs. | 33.9 | 33.8 | 36.7 | | | |
| Peso de Picnometro + Agua | grs. | 84.4 | 84.6 | 88.6 | | | |
| Peso de Picnometro + Muestra | grs. | 51.8 | 51 | 53.8 | | | |
| Peso de Picnometro + Agua + Muestra | grs. | 84.85 | 84.82 | 88.9 | | | |
| Peso Especifico | grs/cm ³ | 1.03 | 1.01 | 1.02 | 1.02 | 1 | 1.05 |
| Punto de Ignicion y de llama (ASTM D 92-02b) | | | | | | | |
| Punto de Ignicion | °C | 240 | 233 | 238 | 237 | | |
| Punto de llama | °C | 280 | 278 | 278 | 279 | 232 | - |
| Punto de ablandamiento (ASTM D 36-95) | | | | | | | |
| Lectura | °C | 45 | 47 | 45 | 46 | 43 | 53 |
| Viscosidad Saybolt Furol (ASTM D 88) | | | | | | | |
| Lectura | sSF | 132 | 149 | 139 | 140 | 85 | |
| Ductilidad a 25°C (ASTM D 113) | | | | | | | |
| Lectura | cm | 106 | 107 | 110 | 108 | 100 | - |
| Perdida de masa (ASTM D 1754) | | | | | | | |
| Lectura | % | 0.85 | 0.71 | 0.87 | 0.81 | - | 1 |

Ensayo de penetración (ASTM D 5-97)

Tara con material asfáltico



Medición de la penetración



Ensayo de gravedad específica (ASTM D 70-03)

Baño maría del frasco volumétrico
con agua destilada y asfalto



Pesado del frasco volumétrico
después del baño maría



Ensayo de punto de ignición y de llama (ASTM D 92-02b)

Copa Cleveland con asfalto



Medición del punto de llama



Ensayo de ablandamiento (ASTM D 36-95)

Anillos con material asfáltico



Medición de punto de ablandamiento



Ensayo de ductilidad (ASTM D 113)

Moldes con material asfaltico



Enrasado del material asfaltico



Ensayo de película delgada (ASTM D 1754)

Molde con material asfaltico



Prueba de película delgada





UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE GRANULOMETRIA FORMADA - DISEÑO MARSHALL

(Basado en ASTM D3515)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Elaborado por: German Pablo Urzagaste Acuña

Origen: Chancadora Charajas

| | | M.T=5000 | M.T=5000 | M.T=5000 | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|----------|----------|----------|------------------|-----------|--------|----------------------|------------------|--------|--|--|
| Tamices | | Grava | Gravilla | Arena | Grava | Gravilla | Arena | TOTAL | | | | Especificaciones | | | |
| (pulg) | (mm) | Peso Ret. a 5000 gr | Peso Ret. a 5000 gr | Peso Ret. a 5000 gr | al 25.00 | al 15.00 | al 60.00 | Peso Ret. 100.00 | Ret. Acum | % Ret | % que pasa del total | Mínimo | Máximo | | |
| 1" | 25.4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | - | - | | |
| 3/4" | 19.0 | 90.00 | 0.00 | 0.00 | 22.50 | 0.00 | 0.00 | 22.50 | 22.50 | 0.45 | 99.55 | 90 | 100 | | |
| 1/2" | 12.5 | 2710.00 | 19.00 | 0.00 | 677.50 | 2.85 | 0.00 | 680.35 | 702.85 | 14.06 | 85.94 | - | - | | |
| 3/8" | 9.50 | 1385.00 | 52.20 | 0.00 | 346.25 | 7.83 | 0.00 | 354.08 | 1056.93 | 21.14 | 78.86 | 56 | 80 | | |
| N°4 | 4.75 | 810.00 | 3675.00 | 8.00 | 202.50 | 551.25 | 4.80 | 758.55 | 1815.48 | 36.31 | 63.69 | 35 | 65 | | |
| N°8 | 2.36 | 5.00 | 1233.10 | 1039.50 | 1.25 | 184.97 | 623.70 | 809.92 | 2625.40 | 52.51 | 47.49 | 23 | 49 | | |
| N°10 | 2.00 | 0.00 | 20.70 | 315.50 | 0.00 | 3.11 | 189.30 | 192.41 | 2817.80 | 56.36 | 43.64 | - | - | | |
| N°16 | 1.18 | 0.00 | 0.00 | 964.50 | 0.00 | 0.00 | 578.70 | 578.70 | 3396.50 | 67.93 | 32.07 | - | - | | |
| N°30 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 984.00 | 0.00 | 0.00 | 590.40 | 590.40 | 3986.90 | 79.74 | 20.26 | - | - | | |
| N°40 | 0.425 | 0.00 | 0.00 | 380.50 | 0.00 | 0.00 | 228.30 | 228.30 | 4215.20 | 84.30 | 15.70 | - | - | | |
| N°50 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 338.50 | 0.00 | 0.00 | 203.10 | 203.10 | 4418.30 | 88.37 | 11.63 | 5 | 19 | | |
| N°100 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 410.00 | 0.00 | 0.00 | 246.00 | 246.00 | 4664.30 | 93.29 | 6.71 | - | - | | |
| N°200 | 0.075 | 0.00 | 0.00 | 353.50 | 0.00 | 0.00 | 212.10 | 212.10 | 4876.40 | 97.53 | 2.47 | 2 | 8 | | |
| BASE | - | 0.00 | 0.00 | 206.00 | 0.00 | 0.00 | 123.60 | 123.60 | 5000.00 | 100.00 | 0.00 | - | - | | |
| SUMA | | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 | 1250.00 | 750.00 | 3000.00 | 5000.0 | | | | | | | |
| PÉRDIDAS | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | | | | |



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)

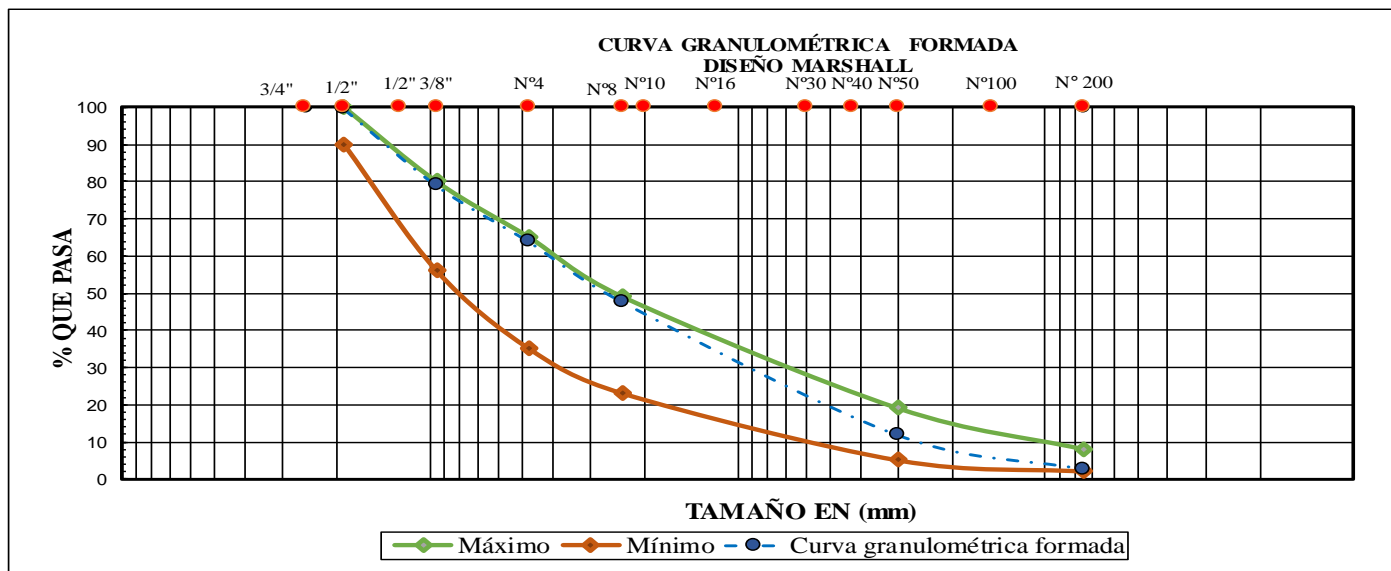


ENSAYO DE GRANULOMETRIA FORMADA - DISEÑO MARSHALL

(Basado en ASTM D3515)

Proyecto: Analisis de la fragilidad y rigidez del asfalto debido a la oxidacion
Elaborado por: German Pablo Urzagaste Acuña

Origen: Chancadora Charajas





UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONALES
CONTENIDO ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO SEGÚN GRANULOMETRÍA DE DISEÑO

| | |
|-----------------------------|------|
| Peso Total de Briqueta (gr) | 1200 |
| Ponderación de Grava (%) | 25 |
| Ponderación de Gravilla (%) | 15 |
| Ponderación de Arena (%) | 60 |

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Porcentaje de Briqueta | 100% |
| Porcentaje de Cemento Asfáltico | X% |
| Porcentaje de Agregado | Y=100 - X |

| | PORCENTAJE OPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO | | | | | |
|--|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2.90% | 3.90% | 4.40% | 4.90% | 5.40% | 5.90% |
| Porcentaje de Agregado (%) | 97.10% | 96.10% | 95.60% | 95.10% | 94.60% | 94.10% |
| Peso del Cemento Asfáltico (gr) | 34.80 | 46.80 | 52.80 | 58.80 | 64.80 | 70.80 |
| Peso de Grava (gr) | 291.30 | 288.30 | 286.80 | 285.30 | 283.80 | 282.30 |
| Peso de Gravilla (gr) | 174.78 | 172.98 | 172.08 | 171.18 | 170.28 | 169.38 |
| Peso de Arena (gr) | 699.12 | 691.92 | 688.32 | 684.72 | 681.12 | 677.52 |
| Peso total de la briqueta (gr) | 1200.00 | 1200.00 | 1200.00 | 1200.00 | 1200.00 | 1200.00 |

Univ. Urzagaste Acuña Pablo German
LABORATORISTA

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



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



DETERMINACION DEL CONTENIDO OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO METODO MARSHALL

| | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|---------------------------------|---|-----------------|-------------------------------------|---|-------|--------------|
| Tipo de Cemento Asfáltico | 85/100 | Agregado | Gravedad Especifica Bulk | Gravedad Especifica Bulk Combinada (Gsb) | Agregado | Gravedad Especifica Aparente | Gravedad Especifica Aparente Combinada (Gsa) | | |
| Numero de Golpes por Cara | 75 | | Grava | 2.630 | | 2.427 | Grava | 2.705 | 2.601 |
| Temperatura de Mezclado (°C) | 160 | | Gravilla | 2.638 | | | Gravilla | 2.720 | |
| Peso Especifico del Ligante (gr/cm3) | 1.019 | | Arena | 2.307 | | | Arena | 2.533 | |

| Granulometria Formada | | | | | |
|-----------------------|------|-----------------|------|--------------|------|
| Grava | 25 % | Gravilla | 15 % | Arena | 60 % |

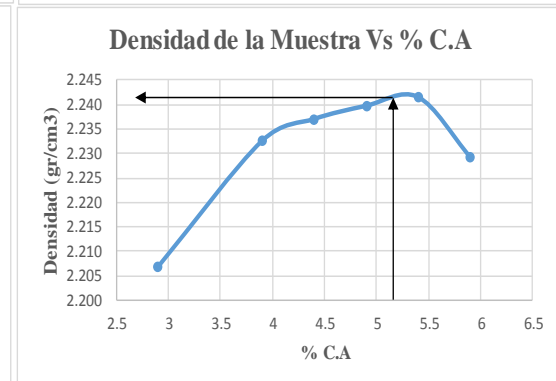
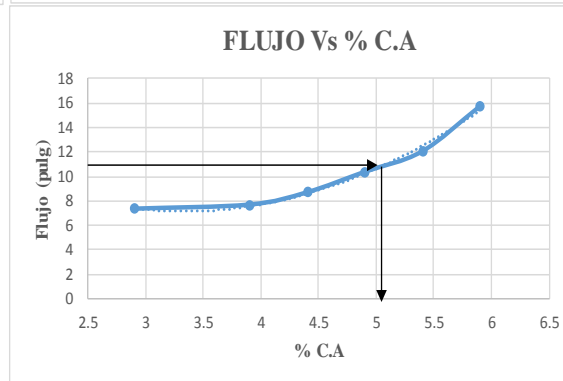
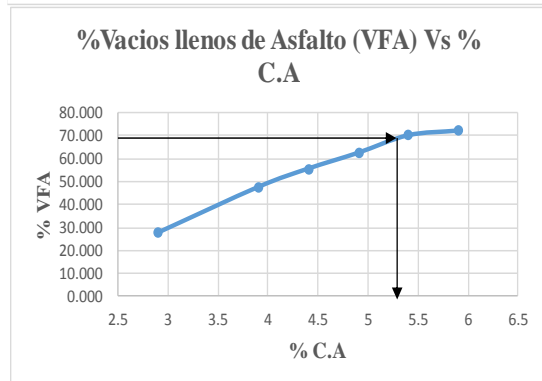
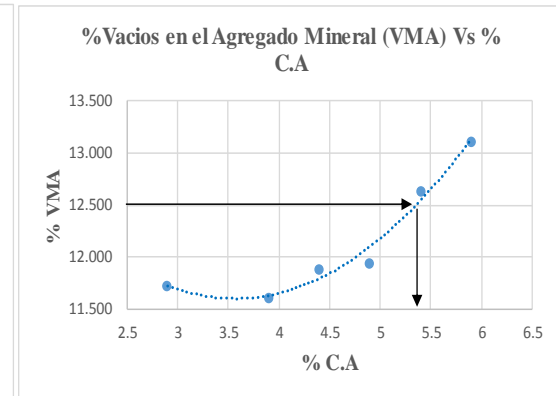
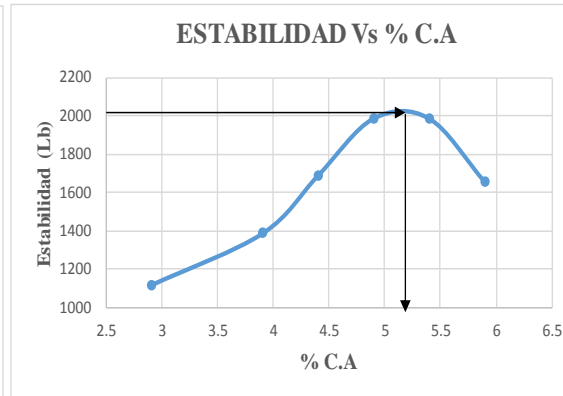
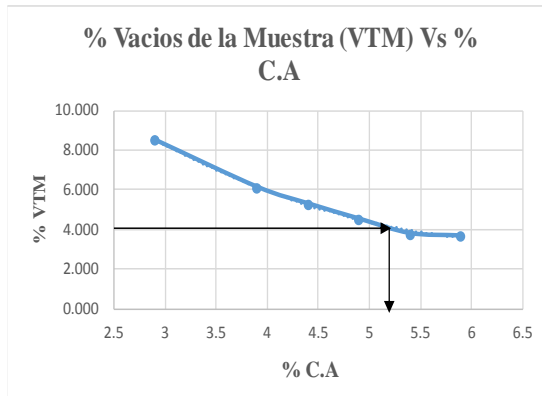
| | C.A=2.90 % | | | C.A=3.90 % | | | C.A=4.40 % | | | C.A=4.90 % | | | C.A=5.40 % | | | C.A=5.90 % | | |
|--|----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| Numero del especimen | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 |
| Altura promedio de los especimenes | 6.30 | 6.27 | 6.29 | 6.25 | 6.29 | 6.32 | 6.33 | 6.25 | 6.28 | 6.25 | 6.29 | 6.33 | 6.30 | 6.29 | 6.23 | 6.24 | 6.27 | 6.31 |
| Peso Seco del especimen(gr) | 1167.4 | 1167.9 | 1168.2 | 1168.0 | 1161.1 | 1154.5 | 1173.0 | 1168.7 | 1167.6 | 1168.7 | 1178.3 | 1173.4 | 1160.9 | 1176.0 | 1173.4 | 1171.0 | 1155.3 | 1178.3 |
| Peso SSS del especimen (gr) | 1168.8 | 1168.2 | 1169.0 | 1169.5 | 1162.6 | 1157.5 | 1175.5 | 1173.0 | 1171.3 | 1170.2 | 1179.6 | 1174.2 | 1163.0 | 1178.7 | 1176.4 | 1175.3 | 1156.9 | 1179.9 |
| Peso Sumergido del especimen (gr) | 636.0 | 633.0 | 649.0 | 647.0 | 649.0 | 633.0 | 652.0 | 649.0 | 650.0 | 648.0 | 648.0 | 656.0 | 646.0 | 655.0 | 651.0 | 651.0 | 637.0 | 652.0 |
| Grvedad especifica Bulk (Gmb) | 2.19 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| Grvedad especifica Teorica (Gmm) | 2.41 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| % de vacios de la muestra (VTM) | 9.16 | 9.5 | 6.9 | 6.0 | 5.0 | 7.5 | 5.1 | 5.6 | 5.2 | 4.6 | 5.5 | 3.5 | 3.6 | 3.6 | 4.2 | 3.5 | 4.0 | 3.6 |
| Densidad de cada especimen (g/cm3) | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| % de vacios en el agregado mineral (VMA) | 12.35 | 12.7 | 10.1 | 11.5 | 10.5 | 12.9 | 11.7 | 12.2 | 11.8 | 12.3 | 12.7 | 10.8 | 12.5 | 12.5 | 13.0 | 13.0 | 13.4 | 13.0 |
| % de vacios lleno de Asfalto (VFA) | 25.8 | 25.0 | 32.2 | 47.6 | 52.8 | 41.9 | 56.2 | 54.1 | 56.0 | 62.6 | 56.5 | 67.8 | 70.9 | 70.9 | 67.9 | 73.0 | 70.3 | 72.7 |
| Lectura del dial (mm) | 438 | 456 | 378 | 513 | 524 | 540 | 650 | 634 | 629 | 727 | 751 | 773 | 774 | 759 | 682 | 605 | 626 | 638 |
| Estabilidad sin corregir (Libras) | 1138.5 | 1186.0 | 980.1 | 1336.5 | 1365.5 | 1407.7 | 1698.1 | 1655.9 | 1642.7 | 1901.4 | 1964.8 | 2022.9 | 2025.5 | 1985.9 | 1782.6 | 1579.3 | 1634.8 | 1666.5 |
| Factor de correccion | 1.01 | 1.02 | 1.02 | 1.03 | 1.02 | 1.00 | 1.00 | 1.03 | 1.02 | 1.03 | 1.02 | 1.00 | 1.01 | 1.02 | 1.07 | 1.03 | 1.02 | 1.01 |
| Estabilidad Corregida (Libras) | 1149.8 | 1209.7 | 994.8 | 1369.9 | 1386.0 | 1407.7 | 1698.1 | 1697.3 | 1675.5 | 1949.0 | 1994.2 | 2022.9 | 2045.8 | 2015.7 | 1903.8 | 1622.0 | 1667.5 | 1683.1 |
| Flujo (pulg) | 8.0 | 7.0 | 7.0 | 8.0 | 7.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 10.0 | 10.0 | 11.0 | 10.0 | 12.0 | 11.0 | 13.0 | 15.0 | 16.0 | 16.0 |
| Estabilidad promedio (libras) | 1118.10 | | | 1387.86 | | | 1690.33 | | | 1988.69 | | | 1988.42 | | | 1657.52 | | |
| Flujo promedio (pulg) | 7.33 | | | 7.67 | | | 8.67 | | | 10.33 | | | 12.00 | | | 15.67 | | |
| % de vacios (VTM) promedio | 8.52 | | | 6.15 | | | 5.30 | | | 4.54 | | | 3.80 | | | 3.68 | | |
| Densidad promedio | 2.21 | | | 2.23 | | | 2.24 | | | 2.24 | | | 2.24 | | | 2.23 | | |
| % VMA promedio | 11.73 | | | 11.61 | | | 11.89 | | | 11.94 | | | 12.64 | | | 13.12 | | |
| % VFA promedio | 27.65 | | | 47.43 | | | 55.42 | | | 62.31 | | | 69.93 | | | 71.97 | | |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



DETERMINACION DEL CONTENIDO OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO METODO MARSHALL



Contenido Optimo

| | recomendado | %C.A Optimo |
|------------------------------|-------------|-------------|
| Estabilidad (lb) | 1800 | 5.20 |
| Fluencia (pulg) | 11 | 5.15 |
| % Vacios de la muestra total | 4 | 5.20 |
| % Vacios llenos de asfalto | 70 | 5.45 |
| % Vacios agregado mineral | 12.5 | 5.30 |
| Promedio | | 5.26 |

Elaboración de las briquetas

Pesado del material



Mezclado de los agregados con el asfalto



Mezcla asfáltica



Compactado de briquetas



Rotura de briquetas

Briquetas elaboradas



Medición de las briquetas



Medición de las briquetas



Pesado sumergido de las briquetas



Pesado sumergido de las briquetas



Baño maría a 60°C de las briquetas



Medición de estabilidad y flujo en la prensa Marshall

