



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



EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTO RIGIDO  
I.F.I. (ÍNDICE DE FRICCIÓN INTERNACIONAL)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "RELACION ENTRE EL IFI Y LA DISTANCIA DE FRENADO DE VEHICULO LIVIANO EN PAVIMENTO RIGIDO"

SECTOR: La ex Terminal de Buses (TRAMO EN ESTUDIO) Av. Jaime Paz Zamora - entre C/ España y Av. La Paz

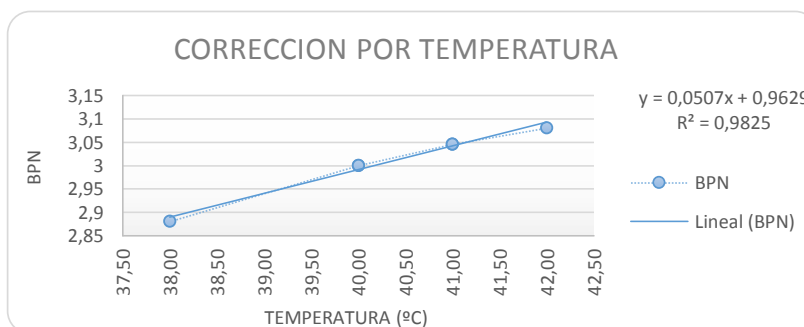
CARRIL: DERECHO DIRECCION NOR-ESTE DOBLE VIA

FECHA: 24 de agosto de 2019

DATOS DE CAMPO POR TRAMOS

| prog. | Medidas con el Circulo de arena |       |       |       |       | prom  | T °C  | Medidas de BPN con pendulo de friccion |       |       |       |       | prom  |
|-------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0+000 | 33,00                           | 34,00 | 30,50 | 33,50 | 30,00 | 32,20 | 38,00 | 51,00                                  | 53,00 | 57,00 | 55,00 | 55,00 | 54,20 |
| 0+057 | 36,30                           | 35,00 | 35,80 | 35,50 | 35,00 | 35,52 | 40,00 | 57,00                                  | 58,00 | 56,00 | 57,00 | 56,00 | 56,80 |
| 0+114 | 35,40                           | 35,00 | 36,20 | 35,80 | 35,00 | 35,48 | 40,00 | 56,00                                  | 54,00 | 52,00 | 56,00 | 52,00 | 54,00 |
| 0+171 | 34,80                           | 35,50 | 34,50 | 35,00 | 34,50 | 34,86 | 41,00 | 58,00                                  | 55,00 | 55,00 | 51,00 | 55,00 | 54,80 |
| 0+228 | 36,00                           | 34,80 | 37,00 | 37,50 | 36,00 | 36,26 | 41,00 | 60,00                                  | 58,00 | 60,00 | 62,00 | 60,00 | 60,00 |
| 0+285 | 36,50                           | 35,50 | 37,00 | 37,00 | 35,00 | 36,20 | 42,00 | 63,00                                  | 62,00 | 57,00 | 61,00 | 59,00 | 60,40 |

Correccion por temperatura para las medidas de BPN con el pendulo de fricción



Pendulo de fricción

| prog.                | T °C  | corr. | datos corregidos |       |       |       |       | prom  |
|----------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0+000                | 38,00 | 2,88  | 53,88            | 55,88 | 59,88 | 57,88 | 57,88 | 57,08 |
| 0+057                | 40,00 | 3     | 60,00            | 61,00 | 59,00 | 60,00 | 59,00 | 59,80 |
| 0+114                | 40,00 | 3     | 59,00            | 57,00 | 55,00 | 59,00 | 55,00 | 57,00 |
| 0+171                | 41,00 | 3,045 | 61,05            | 58,05 | 58,05 | 54,05 | 58,05 | 57,85 |
| 0+228                | 41,00 | 3,045 | 63,05            | 61,05 | 63,05 | 65,05 | 63,05 | 63,05 |
| 0+285                | 42,00 | 3,08  | 66,08            | 65,08 | 60,08 | 64,08 | 62,08 | 63,48 |
| PROMEDIO DEL TRAMO = |       |       |                  |       |       |       |       | 59,71 |

Circulo de arena

| Dp (cm) | V (cm3) |
|---------|---------|
| 32,20   | 25      |
| 35,52   | 25      |
| 35,48   | 25      |
| 34,86   | 25      |
| 36,26   | 25      |
| 36,20   | 25      |
| 35,09   | prom    |

Tratamiento estadístico mediante error porcentual de los ensayos.

| PROG           | CIRCULO DE ARENA |      |      |      |      | DV   | E %  | PENDULO BRITANICO |      |      |      |      | DV   | E %  |
|----------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|------|
|                | ERROR ABSOLUTO   |      |      |      |      |      |      | ERROR ABSOLUTO    |      |      |      |      |      |      |
| 0+000          | 0,80             | 1,80 | 1,70 | 1,30 | 2,20 | 1,56 | 4,84 | 3,20              | 1,20 | 2,80 | 0,80 | 0,80 | 1,76 | 3,08 |
| 0+057          | 0,78             | 0,52 | 0,28 | 0,02 | 0,52 | 0,42 | 1,19 | 0,20              | 1,20 | 0,80 | 0,20 | 0,80 | 0,64 | 1,07 |
| 0+114          | 0,08             | 0,48 | 0,72 | 0,32 | 0,48 | 0,42 | 1,17 | 2,00              | 0,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 1,60 | 2,81 |
| 0+171          | 0,06             | 0,64 | 0,36 | 0,14 | 0,36 | 0,31 | 0,90 | 3,20              | 0,20 | 0,20 | 3,81 | 0,20 | 1,52 | 2,62 |
| 0+228          | 0,26             | 1,46 | 0,74 | 1,24 | 0,26 | 0,79 | 2,18 | 0,00              | 2,01 | 0,00 | 2,00 | 0,00 | 0,80 | 1,27 |
| 0+285          | 0,30             | 0,70 | 0,80 | 0,80 | 1,20 | 0,76 | 2,10 | 2,60              | 1,60 | 3,40 | 0,60 | 1,40 | 1,92 | 3,02 |
| VALOR MAXIMO = |                  |      |      |      |      |      | 4,84 | VALOR MAXIMO =    |      |      |      |      | 3,08 |      |

## DETERMINACION DEL IFI PARA EL TRAMO 1

a) Determinacion de la textura del pavimento.

$$H = \frac{4 \times V}{\pi \times D^2}$$

Donde :

H = Tx : la altura de la textura media

V: Volumen de arena utilizado. V=25000 m<sup>3</sup>

D: Diametro medio del circulo de arena

b) Determinacion de la constante de velocidad Sp.

$$Sp = a + b \times Tx$$

Las constantes según norma ASTM E 96:

| a        | b         |
|----------|-----------|
| -11,5981 | 113,63246 |

c) Determinacion del parametro F60.

$$FR60 = FRs \times e^{\left(\frac{S-60}{Sp}\right)}$$

Donde:

FRs: Valora de la friccion obtenida en campo.

S: Velocidad de operación del pendulo = 10 km/hr

Sp: Constante de velocidad.

$$F60 = A + B \times FR60$$

las constantes A y B según norma ASTM E 274 son:

| A     | B      |
|-------|--------|
| 0,078 | 0,0107 |

Para el calculo se presenta la siguiente tabla usando las ecuaciones mostradas anteriormente:

| prog       | FRs   | Dp    | H = Tx | Sp     | FR60 | F60   |
|------------|-------|-------|--------|--------|------|-------|
| 0+000      | 57,08 | 32,20 | 0,307  | 23,29  | 6,67 | 0,149 |
| 0+057      | 59,80 | 35,52 | 0,252  | 17,04  | 3,18 | 0,112 |
| 0+114      | 57,00 | 35,48 | 0,253  | 17,15  | 3,09 | 0,111 |
| 0+171      | 57,85 | 34,86 | 0,262  | 18,17  | 3,69 | 0,118 |
| 0+228      | 63,05 | 36,26 | 0,242  | 15,90  | 2,72 | 0,107 |
| 0+285      | 63,48 | 36,20 | 0,243  | 16,01  | 2,80 | 0,108 |
| Promedio = |       |       |        | 17,927 |      | 0,117 |

d) Finalmente se puede calcular la fricción a cualquier velocidad.

$$F(S) = F_{60} \times e^{\frac{60-S}{Sp}}$$

Donde :

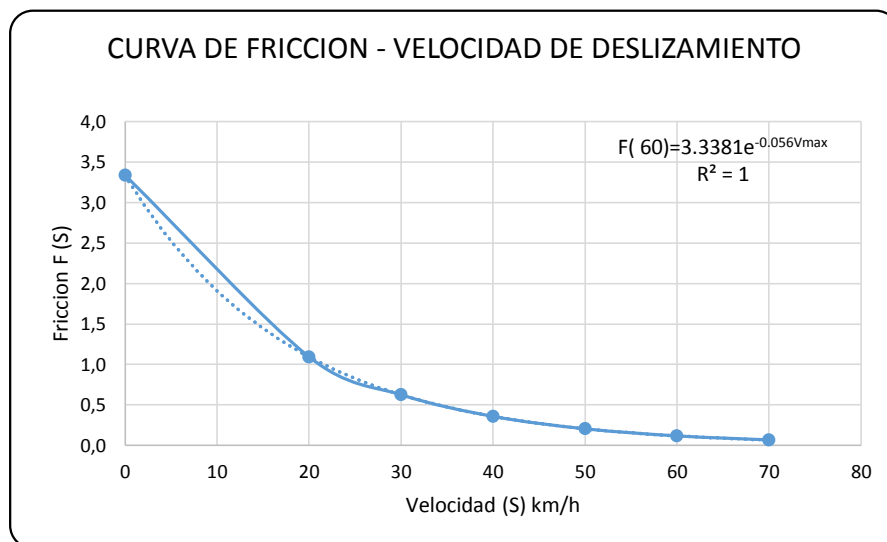
F (60) = la fricción a una velocidad de 60 km/hs. (Calculado con el modelo)

S = Es la velocidad a la que queremos calcular la fricción

F(S) = Es la fricción encontrada a partir de la velocidad S.

| S     | 0     | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | F(0)  | F(20) | F(30) | F(40) | F(50) | F(60) | F(70) |
| F (S) | 3,338 | 1,094 | 0,626 | 0,359 | 0,205 | 0,117 | 0,067 |

Valor de la fricción mínima según el manual de la ABC = 0,373



Velocidad máxima segura = 39,135 km/hr

Univ. Ricardo Vega Lopez  
**LABORATORISTA**

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval  
**RESPONSABLE LAB. ASFALTOS**



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



**EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTO RIGIDO**  
**I.F.I. (ÍNDICE DE FRICCIÓN INTERNACIONAL)**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "RELACION ENTRE EL IFI Y LA DISTANCIA DE FRENADO DE VEHICULO LIVIANO EN PAVIMENTO RIGIDO"

SECTOR: Nueva Terminal de Buses - entre RN1 (TRAMO EN ESTUDIO) Vía de Ingreso y Salida

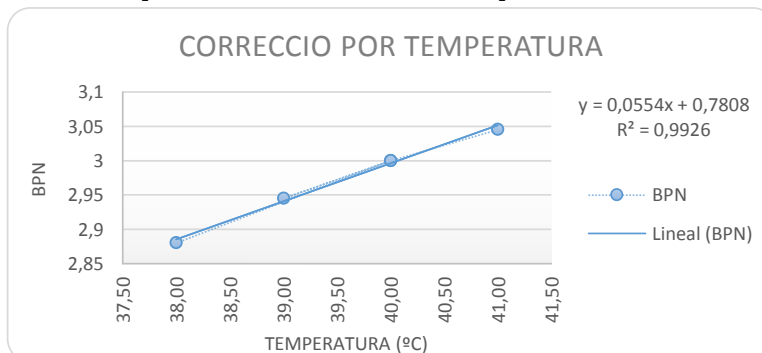
CARRIL: DERECHO direccion NOR-OESTE (IDA)

FECHA: 23 de agosto 2019

**DATOS DE CAMPO POR TRAMOS**

| prog. | Medidas con el Circulo de arena |       |       |       |       | prom  | T °C  | Medidas de BPN con pendulo de friccion |       |       |       |       | prom  |
|-------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0+000 | 44,00                           | 41,00 | 41,00 | 40,00 | 41,00 | 41,40 | 38,00 | 60,00                                  | 59,00 | 60,00 | 62,00 | 66,00 | 61,40 |
| 0+066 | 53,00                           | 49,50 | 52,50 | 51,50 | 50,00 | 51,30 | 40,00 | 59,00                                  | 60,00 | 60,00 | 65,00 | 70,00 | 62,80 |
| 0+132 | 41,00                           | 38,00 | 37,00 | 37,00 | 38,00 | 38,20 | 39,00 | 60,00                                  | 63,00 | 70,00 | 70,00 | 73,00 | 67,20 |
| 0+198 | 36,00                           | 41,00 | 41,00 | 39,50 | 38,00 | 39,10 | 40,00 | 65,00                                  | 65,00 | 61,00 | 66,00 | 70,00 | 65,40 |
| 0+263 | 34,00                           | 33,00 | 32,00 | 33,00 | 31,00 | 32,60 | 41,00 | 75,00                                  | 80,00 | 80,00 | 82,00 | 85,00 | 80,40 |

Correccion por temperatura para las medidas de BPN con el pendulo de fricción



Pendolo de fricción

| prog.                | T °C  | corr. | datos corregidos |       |       |       |       | prom  |
|----------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0+000                | 38,00 | 2,88  | 62,88            | 61,88 | 62,88 | 64,88 | 68,88 | 64,28 |
| 0+066                | 40,00 | 3     | 62,00            | 63,00 | 63,00 | 68,00 | 73,00 | 65,80 |
| 0+132                | 39,00 | 2,945 | 62,95            | 65,95 | 72,95 | 72,95 | 75,95 | 70,15 |
| 0+198                | 40,00 | 3     | 68,00            | 68,00 | 64,00 | 69,00 | 73,00 | 68,40 |
| 0+263                | 41,00 | 3,045 | 78,05            | 83,05 | 83,05 | 85,05 | 88,05 | 83,45 |
| PROMEDIO DEL TRAMO = |       |       |                  |       |       |       |       | 70,42 |

Circulo de arena

| Dp (cm) | V (cm3) |
|---------|---------|
| 41,40   | 25      |
| 51,30   | 25      |
| 38,20   | 25      |
| 39,10   | 25      |
| 32,60   | 25      |
| 40,52   | prom    |

Tratamiento estadístico mediante error porcentual de los ensayos.

| PROG           | CIRCULO DE ARENA |      |      |      |      | DV   | E %  | PENDULO BRITANICO |      |      |      |      | DV   | E %  |
|----------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|------|
|                | ERROR ABSOLUTO   |      |      |      |      |      |      | ERROR ABSOLUTO    |      |      |      |      |      |      |
| 0+000          | 2,60             | 0,40 | 0,40 | 1,40 | 0,40 | 1,04 | 2,51 | 1,40              | 2,40 | 1,40 | 0,60 | 4,60 | 2,08 | 3,24 |
| 0+066          | 1,70             | 1,80 | 1,20 | 0,20 | 1,30 | 1,24 | 2,42 | 3,80              | 2,80 | 2,80 | 2,20 | 7,20 | 3,76 | 5,71 |
| 0+132          | 2,80             | 0,20 | 1,20 | 1,20 | 0,20 | 1,12 | 2,93 | 7,21              | 4,21 | 2,79 | 2,79 | 5,79 | 4,56 | 6,50 |
| 0+198          | 3,10             | 1,90 | 1,90 | 0,40 | 1,10 | 1,68 | 4,30 | 0,40              | 0,40 | 4,40 | 0,60 | 4,60 | 2,08 | 3,04 |
| 0+263          | 1,40             | 0,40 | 0,60 | 0,40 | 1,60 | 0,88 | 2,70 | 5,41              | 0,41 | 0,41 | 1,60 | 4,60 | 2,48 | 2,97 |
| VALOR MAXIMO = |                  |      |      |      |      |      | 4,30 | VALOR MAXIMO =    |      |      |      |      | 6,50 |      |

## DETERMINACION DEL IFI PARA EL TRAMO 1

a) Determinacion de la textura del pavimento.

$$H = \frac{4 \times V}{\pi \times D^2}$$

Donde :

H = Tx : la altura de la textura media

V: Volumen de arena utilizado. V=25000 m<sup>3</sup>

D: Diametro medio del circulo de arena

b) Determinacion de la constante de velocidad Sp.

$$Sp = a + b \times Tx$$

Las constantes según norma ASTM E 96:

| a        | b         |
|----------|-----------|
| -11,5981 | 113,63246 |

c) Determinacion del parametro F60.

$$FR60 = FRs \times e^{\left(\frac{S-60}{Sp}\right)}$$

Donde:

FRs: Valora de la friccion obtenida en campo.

S: Velocidad de operación del pendulo = 10 km/hr

Sp: Constante de velocidad.

$$F60 = A + B \times FR60$$

las constantes A y B según norma ASTM E 274 son:

| A     | B      |
|-------|--------|
| 0,078 | 0,0107 |

Para el calculo se presenta la siguiente tabla usando las ecuaciones mostradas anteriormente:

| prog       | FRs   | Dp    | H = Tx | Sp     | FR60 | F60   |
|------------|-------|-------|--------|--------|------|-------|
| 0+000      | 64,28 | 41,40 | 0,186  | 9,54   | 0,34 | 0,082 |
| 0+066      | 65,80 | 51,30 | 0,121  | 2,15   | 0,00 | 0,078 |
| 0+132      | 70,15 | 38,20 | 0,218  | 13,17  | 1,58 | 0,095 |
| 0+198      | 68,40 | 39,10 | 0,208  | 12,04  | 1,07 | 0,089 |
| 0+263      | 83,45 | 32,60 | 0,300  | 22,49  | 9,04 | 0,175 |
| Promedio = |       |       |        | 11,878 |      | 0,104 |

d) Finalmente se puede calcular la fricción a cualquier velocidad.

$$F(S) = F_{60} \times e^{\frac{60-S}{Sp}}$$

Donde :

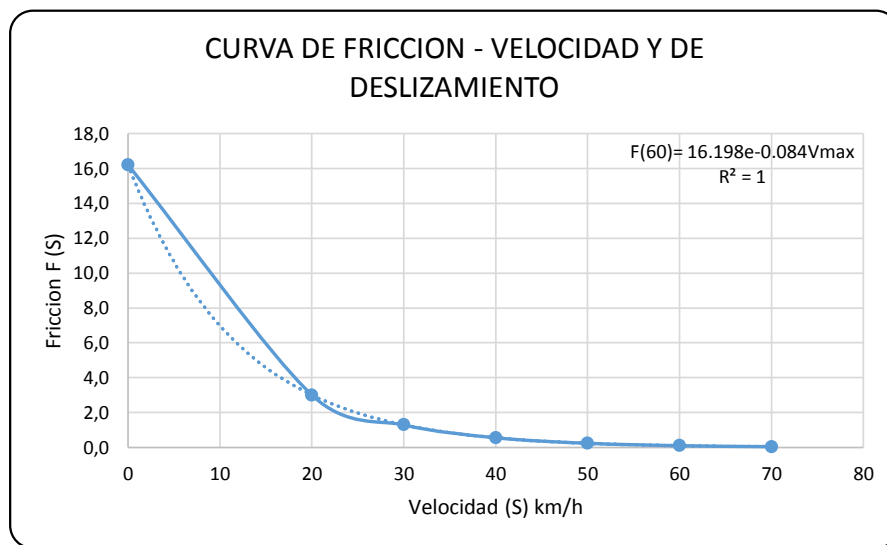
F (60) = la fricción a una velocidad de 60 km/hs. (Calculado con el modelo)

S = Es la velocidad a la que queremos calcular la fricción

F(S) = Es la fricción encontrada a partir de la velocidad S.

| S     | 0      | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | F(0)   | F(20) | F(30) | F(40) | F(50) | F(60) | F(70) |
| F (S) | 16,205 | 3,009 | 1,297 | 0,559 | 0,241 | 0,104 | 0,045 |

Valor de la fricción mínima según el manual de la ABC = 0,373



Velocidad máxima segura = 44,894 km/hr



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



EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTO RIGIDO  
I.F.I. (ÍNDICE DE FRICCIÓN INTERNACIONAL)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "RELACION ENTRE EL IFI Y LA DISTANCIA DE FRENADO DE VEHICULO LIVIANO EN PAVIMENTO RIGIDO"

SECTOR: B/Las Panosas (TRAMO EN ESTUDIO) C./ Padilla - entre C./ Alejandro del Carpio y Av Nestor Paz Estensoro

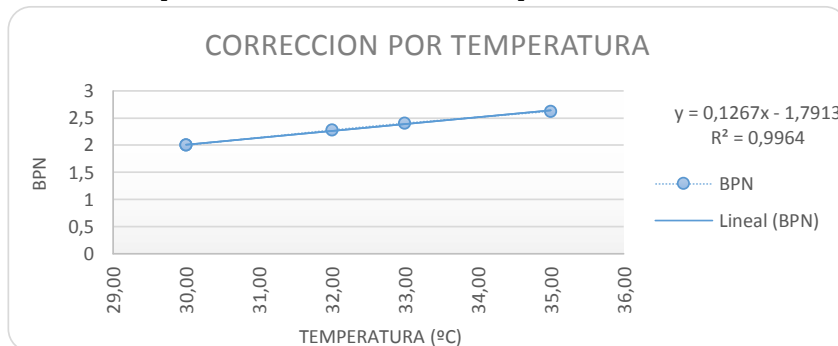
CARRIL: IZQUIERDO NORTE-SUR DOBLE VIA

FECHA: 24 de agosto de 2019

DATOS DE CAMPO POR TRAMOS

| prog. | Medidas con el Circulo de arena |       |       |       |       | prom  | T °C  | Medidas de BPN con pendulo de friccion |       |       |       |       | prom  |
|-------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0+000 | 26,50                           | 26,00 | 26,50 | 26,70 | 25,00 | 26,14 | 30,00 | 43,00                                  | 45,00 | 42,00 | 44,00 | 45,00 | 43,80 |
| 0+040 | 25,30                           | 25,40 | 25,10 | 25,10 | 25,50 | 25,28 | 30,00 | 45,00                                  | 44,00 | 42,00 | 45,00 | 44,00 | 44,00 |
| 0+080 | 24,60                           | 25,50 | 25,00 | 26,20 | 24,50 | 25,16 | 32,00 | 41,00                                  | 42,00 | 45,00 | 40,00 | 40,00 | 41,60 |
| 0+120 | 25,50                           | 25,60 | 25,20 | 24,80 | 24,00 | 25,02 | 33,00 | 40,00                                  | 41,00 | 42,00 | 43,00 | 42,00 | 41,60 |
| 0+162 | 25,00                           | 25,10 | 25,40 | 25,20 | 24,00 | 24,94 | 35,00 | 45,00                                  | 46,00 | 44,00 | 47,00 | 44,00 | 45,20 |

Correccion por temperatura para las medidas de BPN con el pendulo de fricción



Pendolo de fricción

| prog.                | T °C  | corr. | datos corregidos |       |       |       |       | prom  |
|----------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0+000                | 30,00 | 2     | 45,00            | 47,00 | 44,00 | 46,00 | 47,00 | 45,80 |
| 0+040                | 30,00 | 2     | 47,00            | 46,00 | 44,00 | 47,00 | 46,00 | 46,00 |
| 0+080                | 32,00 | 2,28  | 43,28            | 44,28 | 47,28 | 42,28 | 42,28 | 43,88 |
| 0+120                | 33,00 | 2,405 | 42,41            | 43,41 | 44,41 | 45,41 | 44,41 | 44,01 |
| 0+162                | 35,00 | 2,625 | 47,63            | 48,63 | 46,63 | 49,63 | 46,63 | 47,83 |
| PROMEDIO DEL TRAMO = |       |       |                  |       |       |       |       | 45,50 |

Circulo de arena

| Dp (cm) | V (cm3) |
|---------|---------|
| 26,14   | 25      |
| 25,28   | 25      |
| 25,16   | 25      |
| 25,02   | 25      |
| 24,94   | 25      |
| 25,31   | prom    |

Tratamiento estadístico mediante error porcentual de los ensayos.

| PROG           | CIRCULO DE ARENA |      |      |      |      | DV   | E %  | PENDULO BRITANICO |      |      |      |      | DV   | E %  |
|----------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|------|
|                | ERROR ABSOLUTO   |      |      |      |      |      |      | ERROR ABSOLUTO    |      |      |      |      |      |      |
| 0+000          | 0,36             | 0,14 | 0,36 | 0,56 | 1,14 | 0,51 | 1,96 | 0,80              | 1,20 | 1,80 | 0,20 | 1,20 | 1,04 | 2,27 |
| 0+040          | 0,02             | 0,12 | 0,18 | 0,18 | 0,22 | 0,14 | 0,57 | 1,00              | 0,00 | 2,00 | 1,00 | 0,00 | 0,80 | 1,74 |
| 0+080          | 0,56             | 0,34 | 0,16 | 1,04 | 0,66 | 0,55 | 2,19 | 0,60              | 0,40 | 3,40 | 1,60 | 1,60 | 1,52 | 3,46 |
| 0+120          | 0,48             | 0,58 | 0,18 | 0,22 | 1,02 | 0,50 | 1,98 | 1,61              | 0,60 | 0,40 | 1,40 | 0,40 | 0,88 | 2,00 |
| 0+162          | 0,06             | 0,16 | 0,46 | 0,26 | 0,94 | 0,38 | 1,51 | 0,20              | 0,80 | 1,21 | 1,80 | 1,21 | 1,04 | 2,18 |
| VALOR MAXIMO = |                  |      |      |      |      |      | 2,19 | VALOR MAXIMO =    |      |      |      |      | 3,46 |      |

## DETERMINACION DEL IFI PARA EL TRAMO 1

a) Determinacion de la textura del pavimento.

$$H = \frac{4 \times V}{\pi \times D^2}$$

Donde :

H = Tx : la altura de la textura media

V: Volumen de arena utilizado. V=25000 m<sup>3</sup>

D: Diametro medio del circulo de arena

b) Determinacion de la constante de velocidad Sp.

$$Sp = a + b \times Tx$$

Las constantes según norma ASTM E 96:

| a        | b         |
|----------|-----------|
| -11,5981 | 113,63246 |

c) Determinacion del parametro F60.

$$FR60 = FRs \times e^{\left(\frac{S-60}{Sp}\right)}$$

Donde:

FRs: Valora de la friccion obtenida en campo.

S: Velocidad de operación del pendulo = 10 km/hr

Sp: Constante de velocidad.

$$F60 = A + B \times FR60$$

las constantes A y B según norma ASTM E 274 son:

| A     | B      |
|-------|--------|
| 0,078 | 0,0107 |

Para el calculo se presenta la siguiente tabla usando las ecuaciones mostradas anteriormente:

| prog       | FRs   | Dp    | H = Tx | Sp     | FR60  | F60   |
|------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 0+000      | 45,80 | 26,14 | 0,466  | 41,35  | 13,67 | 0,224 |
| 0+040      | 46,00 | 25,28 | 0,498  | 44,99  | 15,14 | 0,240 |
| 0+080      | 43,88 | 25,16 | 0,503  | 45,56  | 14,64 | 0,235 |
| 0+120      | 44,01 | 25,02 | 0,508  | 46,13  | 14,89 | 0,237 |
| 0+162      | 47,83 | 24,94 | 0,512  | 46,58  | 16,35 | 0,253 |
| Promedio = |       |       |        | 44,923 |       | 0,238 |

d) Finalmente se puede calcular la fricción a cualquier velocidad.

$$F(S) = F_{60} \times e^{\frac{60-S}{Sp}}$$

Donde :

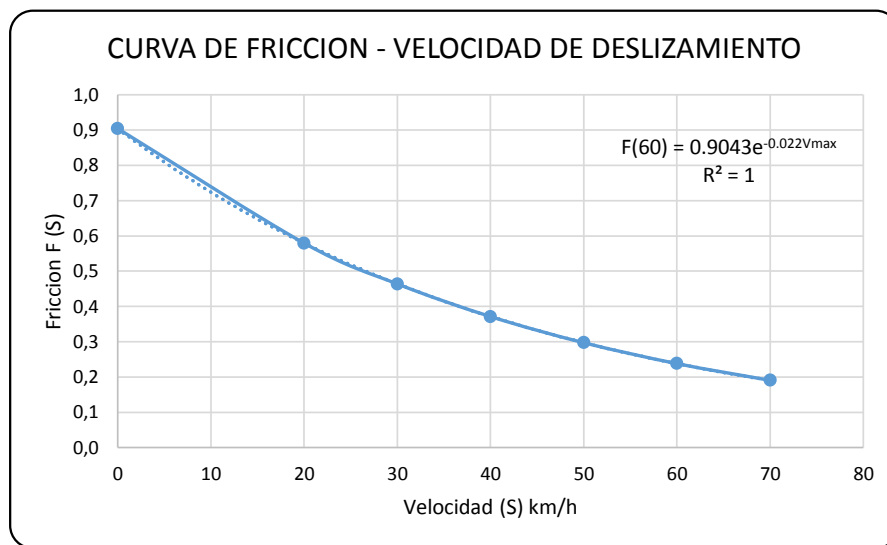
F (60) = la fricción a una velocidad de 60 km/hs. (Calculado con el modelo)

S = Es la velocidad a la que queremos calcular la fricción

F(S) = Es la fricción encontrada a partir de la velocidad S.

| S     | 0     | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | F(0)  | F(20) | F(30) | F(40) | F(50) | F(60) | F(70) |
| F (S) | 0,904 | 0,579 | 0,464 | 0,371 | 0,297 | 0,238 | 0,190 |

Valor de la fricción mínima según el manual de la ABC = 0,373



Velocidad máxima segura = 40,254 km/hr

Univ. Ricardo Vega Lopez  
**LABORATORISTA**

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval  
**RESPONSABLE LAB. ASFALTOS**



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



**EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTO**  
**I.F.I. (ÍNDICE DE FRICCIÓN INTERNACIONAL)**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "RELACION ENTRE EL IFI Y LA DISTANCIA DE FRENADO DE VEHICULO LIVIANO EN PAVIMENTO RIGIDO"**

**SECTOR: B/ Juan XXII Y B/San Pedro (TRAMO EN ESTUDIO) Av. Circunvalacion - entre Av. Romero y Av. Monseñor Font**

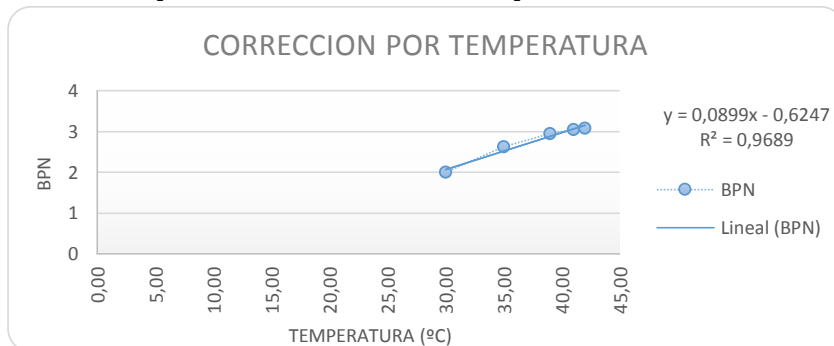
**CARRIL: DERECHO DIRECCION NOR-ESTE (IDA)**

**FECHA: 22 de agosto de 2019**

**DATOS DE CAMPO POR TRAMOS**

| prog. | Medidas con el Circulo de arena |       |       |       |       | prom  | T °C  | Medidas de BPN con pendulo de friccion |       |       |       |       | prom  |
|-------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0+000 | 38,00                           | 39,00 | 39,00 | 41,00 | 40,00 | 39,40 | 34,00 | 60,00                                  | 62,00 | 62,00 | 57,00 | 60,00 | 60,20 |
| 0+041 | 36,00                           | 34,00 | 34,00 | 34,50 | 36,00 | 34,90 | 38,00 | 55,00                                  | 57,00 | 60,00 | 51,00 | 51,00 | 54,80 |
| 0+082 | 35,00                           | 38,00 | 36,00 | 34,00 | 35,00 | 35,60 | 40,00 | 60,00                                  | 61,00 | 63,00 | 66,00 | 65,00 | 63,00 |
| 0+123 | 36,00                           | 36,50 | 35,50 | 36,00 | 35,00 | 35,80 | 42,00 | 56,00                                  | 61,00 | 65,00 | 65,00 | 66,00 | 62,60 |
| 0+164 | 29,00                           | 28,50 | 28,00 | 28,50 | 29,00 | 28,60 | 42,00 | 55,00                                  | 55,00 | 60,00 | 62,00 | 65,00 | 59,40 |

Correccion por temperatura para las medidas de BPN con el pendulo de fricción



**Pendulo de fricción**

| prog.                | T °C  | corr. | datos corregidos |       |       |       |       | prom  |
|----------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0+000                | 30,00 | 2     | 62,00            | 64,00 | 64,00 | 59,00 | 62,00 | 62,20 |
| 0+041                | 35,00 | 2,625 | 57,63            | 59,63 | 62,63 | 53,63 | 53,63 | 57,43 |
| 0+082                | 39,00 | 2,945 | 62,95            | 63,95 | 65,95 | 68,95 | 67,95 | 65,95 |
| 0+123                | 41,00 | 3,045 | 59,05            | 64,05 | 68,05 | 68,05 | 69,05 | 65,65 |
| 0+164                | 42,00 | 3,08  | 58,08            | 58,08 | 63,08 | 65,08 | 68,08 | 62,48 |
| PROMEDIO DEL TRAMO = |       |       |                  |       |       |       |       | 62,74 |

**Circulo de arena**

| Dp (cm) | V (cm3) |
|---------|---------|
| 39,40   | 25      |
| 34,90   | 25      |
| 35,60   | 25      |
| 35,80   | 25      |
| 28,60   | 25      |
| 34,86   | prom    |

Tratamiento estadístico mediante error porcentual de los ensayos.

| PROG           | CIRCULO DE ARENA |      |      |      |      | DV   | E %  | PENDULO BRITANICO |      |      |      |      | DV   | E %  |
|----------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|------|
|                | ERROR ABSOLUTO   |      |      |      |      |      |      | ERROR ABSOLUTO    |      |      |      |      |      |      |
| 0+000          | 1,40             | 0,40 | 0,40 | 1,60 | 0,60 | 0,88 | 2,23 | 0,20              | 1,80 | 1,80 | 3,20 | 0,20 | 1,44 | 2,32 |
| 0+041          | 1,10             | 0,90 | 0,90 | 0,40 | 1,10 | 0,88 | 2,52 | 0,20              | 2,20 | 5,20 | 3,81 | 3,81 | 3,04 | 5,29 |
| 0+082          | 0,60             | 2,40 | 0,40 | 1,60 | 0,60 | 1,12 | 3,15 | 3,01              | 2,01 | 0,01 | 2,99 | 1,99 | 2,00 | 3,03 |
| 0+123          | 0,20             | 0,70 | 0,30 | 0,20 | 0,80 | 0,44 | 1,23 | 6,61              | 1,61 | 2,40 | 2,40 | 3,40 | 3,28 | 4,99 |
| 0+164          | 0,40             | 0,10 | 0,60 | 0,10 | 0,40 | 0,32 | 1,12 | 4,40              | 4,40 | 0,60 | 2,60 | 5,60 | 3,52 | 5,63 |
| VALOR MAXIMO = |                  |      |      |      |      |      | 3,15 | VALOR MAXIMO =    |      |      |      |      | 5,63 |      |

## DETERMINACION DEL IFI PARA EL TRAMO 1

a) Determinacion de la textura del pavimento.

$$H = \frac{4 \times V}{\pi \times D^2}$$

Donde :

H = Tx : la altura de la textura media

V: Volumen de arena utilizado. V=25000 m<sup>3</sup>

D: Diametro medio del circulo de arena

b) Determinacion de la constante de velocidad Sp.

$$Sp = a + b \times Tx$$

Las constantes según norma ASTM E 96:

| a        | b         |
|----------|-----------|
| -11,5981 | 113,63246 |

c) Determinacion del parametro F60.

$$FR60 = FRs \times e^{\left(\frac{S-60}{Sp}\right)}$$

Donde:

FRs: Valora de la friccion obtenida en campo.

S: Velocidad de operación del pendulo = 10 km/hr

Sp: Constante de velocidad.

$$F60 = A + B \times FR60$$

las constantes A y B según norma ASTM E 274 son:

| A     | B      |
|-------|--------|
| 0,078 | 0,0107 |

Para el calculo se presenta la siguiente tabla usando las ecuaciones mostradas anteriormente:

| prog       | FRs   | Dp    | H = Tx | Sp     | FR60  | F60   |
|------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 0+000      | 62,20 | 39,40 | 0,205  | 11,70  | 0,87  | 0,087 |
| 0+041      | 57,43 | 34,90 | 0,261  | 18,06  | 3,60  | 0,117 |
| 0+082      | 65,95 | 35,60 | 0,251  | 16,92  | 3,44  | 0,115 |
| 0+123      | 65,65 | 35,80 | 0,248  | 16,58  | 3,22  | 0,112 |
| 0+164      | 62,48 | 28,60 | 0,389  | 32,60  | 13,48 | 0,222 |
| Promedio = |       |       |        | 19,174 |       | 0,131 |

d) Finalmente se puede calcular la fricción a cualquier velocidad.

$$F(S) = F_{60} \times e^{\frac{60-S}{Sp}}$$

Donde :

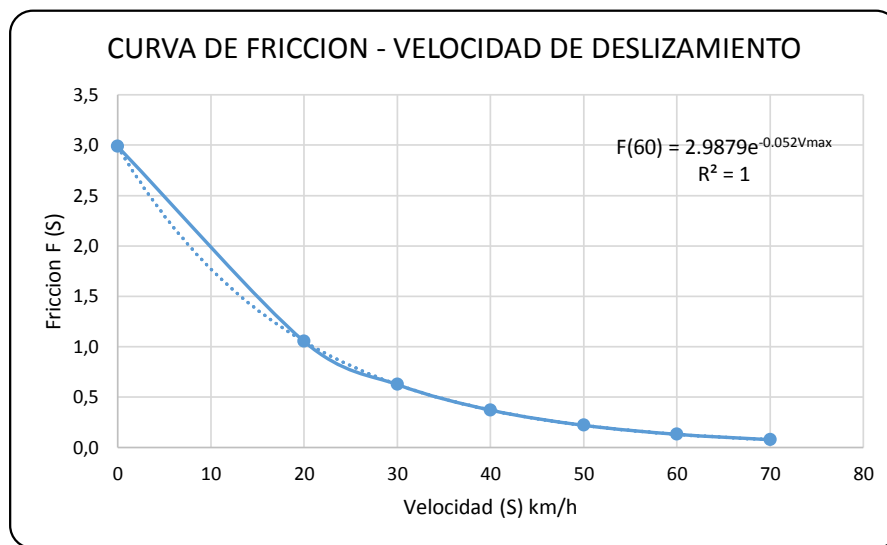
F (60) = la fricción a una velocidad de 60 km/hs. (Calculado con el modelo)

S = Es la velocidad a la que queremos calcular la fricción

F(S) = Es la fricción encontrada a partir de la velocidad S.

| S     | 0     | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | F(0)  | F(20) | F(30) | F(40) | F(50) | F(60) | F(70) |
| F (S) | 2,987 | 1,052 | 0,625 | 0,371 | 0,220 | 0,131 | 0,078 |

Valor de la fricción mínima según el manual de la ABC = 0,373



Velocidad máxima segura = 40,014 km/hr



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



EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTO RIGIDO  
I.F.I. (ÍNDICE DE FRICCIÓN INTERNACIONAL)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "RELACION ENTRE EL IFI Y LA DISTANCIA DE FRENADO DE VEHICULO LIVIANO EN PAVIMENTO RIGIDO"

SECTOR: B/Los Chapacos (TRAMO EN ESTUDIO) Circunvalacion - entre RN1 y Av. Jorge Majluf

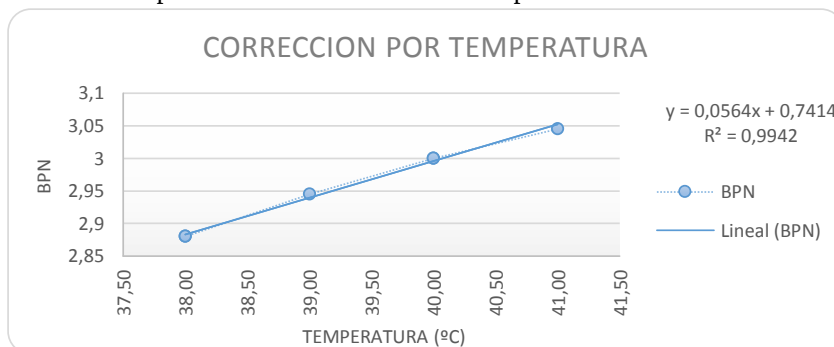
CARRIL: IZQUIERDO SUR-OESTE (IDA)

FECHA: 22 de agosto 2019

DATOS DE CAMPO POR TRAMOS

| prog. | Medidas con el Circulo de arena |       |       |       |       | prom  | T °C  | Medidas de BPN con pendulo de friccion |       |       |       |       | prom  |
|-------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0+000 | 40,00                           | 39,00 | 41,00 | 41,00 | 41,00 | 40,40 | 38,00 | 62,00                                  | 62,00 | 62,00 | 57,00 | 57,00 | 60,00 |
| 0+109 | 33,00                           | 33,00 | 34,00 | 34,50 | 35,00 | 33,90 | 38,00 | 57,00                                  | 57,00 | 60,00 | 58,00 | 60,00 | 58,40 |
| 0+218 | 40,00                           | 38,00 | 35,00 | 35,00 | 35,00 | 36,60 | 39,00 | 60,00                                  | 60,00 | 63,00 | 66,00 | 65,00 | 62,80 |
| 0+327 | 35,00                           | 35,00 | 35,50 | 36,00 | 35,00 | 35,30 | 40,00 | 55,00                                  | 60,00 | 60,00 | 63,00 | 63,00 | 60,20 |
| 0+436 | 30,00                           | 29,00 | 28,00 | 28,50 | 29,00 | 28,90 | 40,00 | 61,00                                  | 62,00 | 60,00 | 62,00 | 62,00 | 61,40 |
| 0+547 | 40,00                           | 41,00 | 39,00 | 39,50 | 41,00 | 40,10 | 41,00 | 60,00                                  | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 61,00 | 60,20 |

Correccion por temperatura para las medidas de BPN con el pendulo de fricción



Pendulo de fricción

| prog.                | T °C  | corr. | datos corregidos |       |       |       |       | prom  |
|----------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0+000                | 38,00 | 2,88  | 64,88            | 64,88 | 64,88 | 59,88 | 59,88 | 62,88 |
| 0+109                | 38,00 | 2,88  | 59,88            | 59,88 | 62,88 | 60,88 | 62,88 | 61,28 |
| 0+218                | 39,00 | 2,945 | 62,95            | 62,95 | 65,95 | 68,95 | 67,95 | 65,75 |
| 0+327                | 40,00 | 3     | 58,00            | 63,00 | 63,00 | 66,00 | 66,00 | 63,20 |
| 0+436                | 40,00 | 3     | 64,00            | 65,00 | 63,00 | 65,00 | 65,00 | 64,40 |
| 0+547                | 41,00 | 3,045 | 63,05            | 63,05 | 63,05 | 63,05 | 64,05 | 63,25 |
| PROMEDIO DEL TRAMO = |       |       |                  |       |       |       |       | 63,46 |

Circulo de arena

| Dp (cm) | V (cm3) |
|---------|---------|
| 40,40   | 25      |
| 33,90   | 25      |
| 36,60   | 25      |
| 35,30   | 25      |
| 28,90   | 25      |
| 40,10   | 25      |
| 35,87   | prom    |

Tratamiento estadístico mediante error porcentual de los ensayos.

| PROG           | CIRCULO DE ARENA |      |      |      |      | DV   | E %  | PENDULO BRITANICO |      |      |      |      | DV   | E %  |      |
|----------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                | ERROR ABSOLUTO   |      |      |      |      |      |      | ERROR ABSOLUTO    |      |      |      |      |      |      |      |
| 0+000          | 0,40             | 1,40 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,72 | 1,78 | 2,00              | 2,00 | 2,00 | 3,00 | 3,00 | 2,40 | 3,82 |      |
| 0+109          | 0,90             | 0,90 | 0,10 | 0,60 | 1,10 | 0,72 | 2,12 | 1,40              | 1,40 | 1,60 | 0,40 | 1,60 | 1,28 | 2,09 |      |
| 0+218          | 3,40             | 1,40 | 1,60 | 1,60 | 1,60 | 1,92 | 5,25 | 2,81              | 2,81 | 0,19 | 3,19 | 2,19 | 2,24 | 3,41 |      |
| 0+327          | 0,30             | 0,30 | 0,20 | 0,70 | 0,30 | 0,36 | 1,02 | 5,20              | 0,20 | 0,20 | 2,80 | 2,80 | 2,24 | 3,54 |      |
| 0+436          | 1,10             | 0,10 | 0,90 | 0,40 | 0,10 | 0,52 | 1,80 | 0,40              | 0,60 | 1,40 | 0,60 | 0,60 | 0,72 | 1,12 |      |
| 0+547          | 0,10             | 0,90 | 1,10 | 0,60 | 0,90 | 0,72 | 1,80 | 0,20              | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,80 | 0,32 | 0,51 |      |
| VALOR MAXIMO = |                  |      |      |      |      |      | 5,25 | VALOR MAXIMO =    |      |      |      |      |      |      | 3,82 |

## DETERMINACION DEL IFI PARA EL TRAMO 1

a) Determinacion de la textura del pavimento.

$$H = \frac{4 \times V}{\pi \times D^2}$$

Donde :

H = Tx : la altura de la textura media

V: Volumen de arena utilizado. V=25000 m<sup>3</sup>

D: Diametro medio del circulo de arena

b) Determinacion de la constante de velocidad Sp.

$$Sp = a + b \times Tx$$

Las constantes según norma ASTM E 96:

a b

-11,5981 113,63246

c) Determinacion del parametro F60.

$$FR60 = FRs \times e^{\left(\frac{S-60}{Sp}\right)}$$

Donde:

FRs: Valora de la friccion obtenida en campo.

S: Velocidad de operación del pendulo = 10 km/hr

Sp: Constante de velocidad.

$$F60 = A + B \times FR60$$

las constantes A y B según norma ASTM E 274 son:

A B

0,078 0,0107

Para el calculo se presenta la siguiente tabla usando las ecuaciones mostradas anteriormente:

| prog       | FRs   | Dp    | H = Tx | Sp     | FR60  | F60   |
|------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 0+000      | 62,88 | 40,40 | 0,195  | 10,56  | 0,55  | 0,084 |
| 0+109      | 61,28 | 33,90 | 0,277  | 19,88  | 4,95  | 0,131 |
| 0+218      | 65,75 | 36,60 | 0,238  | 15,45  | 2,58  | 0,106 |
| 0+327      | 63,20 | 35,30 | 0,255  | 17,38  | 3,56  | 0,116 |
| 0+436      | 64,40 | 28,90 | 0,381  | 31,70  | 13,30 | 0,220 |
| 0+547      | 63,25 | 40,10 | 0,198  | 10,90  | 0,64  | 0,085 |
| Promedio = |       |       |        | 17,643 |       | 0,124 |

d) Finalmente se puede calcular la fricción a cualquier velocidad.

$$F(S) = F_{60} \times e^{\frac{60-S}{Sp}}$$

Donde :

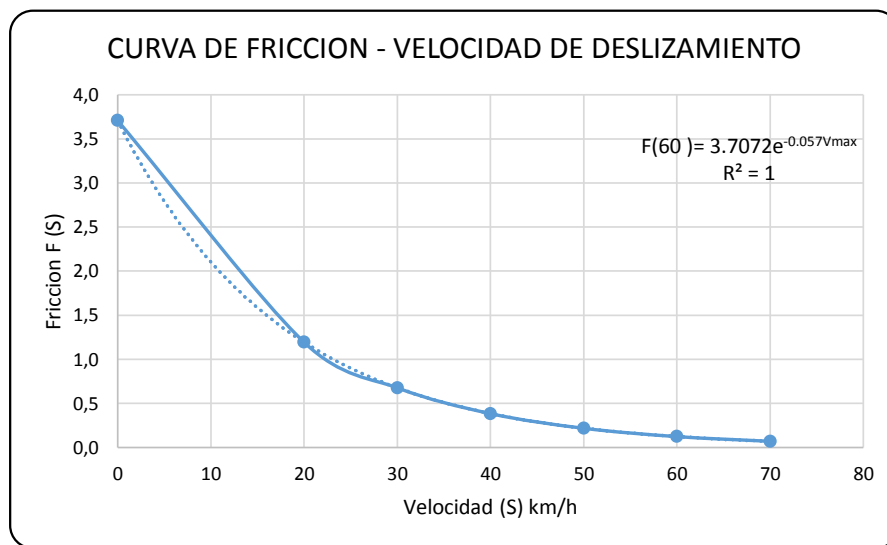
F (60) = la fricción a una velocidad de 60 km/hs. (Calculado con el modelo)

S = Es la velocidad a la que queremos calcular la fricción

F(S) = Es la fricción encontrada a partir de la velocidad S.

| S     | 0     | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | F(0)  | F(20) | F(30) | F(40) | F(50) | F(60) | F(70) |
| F (S) | 3,707 | 1,193 | 0,677 | 0,384 | 0,218 | 0,124 | 0,070 |

Valor de la fricción mínima según el manual de la ABC = 0,373



Velocidad máxima segura = 40,289 km/hr



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



## ENSAYO MANCHA DE ARENA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "RELACION ENTRE EL IFI Y LA DISTANCIA DE FRENADO DE VEHICULO LIVIANO EN PAVIMENTO RIGIDO"

SECTOR: La ex Terminal de Buses (TRAMO EN ESTUDIO) Av. Jaime Paz Zamora - entre C/ España y Av. La Paz

CARRIL: DERECHO DIRECCION NOR-ESTE DOBLE VIA

FECHA: 24 de agosto de 2019

| VOLUMEN DE LA MUESTRA (mm³) |                                |        |     |     | PESO PARA EL VOLUMEN DE LA MUESTRA (gr) |                        |                                          |
|-----------------------------|--------------------------------|--------|-----|-----|-----------------------------------------|------------------------|------------------------------------------|
| Volumen (mm³) =             |                                | 25,000 |     |     | Peso constante (gr) =                   |                        | 34.32                                    |
| IDENTIFICACIÓN              | DIÁMETROS DE LOS CÍRCULOS (mm) |        |     |     |                                         | Diámetro promedio (mm) | MTD                                      |
|                             | 1                              | 2      | 3   | 4   | 5                                       |                        | Profundidad media de macrotextura ( mm ) |
| Punto 1                     | 330                            | 340    | 305 | 335 | 300                                     | 322                    | 0.31                                     |
| Punto 2                     | 363                            | 350    | 358 | 355 | 350                                     | 355                    | 0.25                                     |
| Punto 3                     | 354                            | 350    | 362 | 358 | 350                                     | 355                    | 0.25                                     |
| Punto 4                     | 348                            | 355    | 345 | 350 | 345                                     | 349                    | 0.26                                     |
| Punto 5                     | 360                            | 348    | 370 | 375 | 360                                     | 363                    | 0.24                                     |
| Punto 6                     | 365                            | 355    | 370 | 370 | 350                                     | 362                    | 0.24                                     |
| PROMEDIO =                  |                                |        |     |     |                                         |                        | 0.26                                     |

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo no se responsabiliza de los resultados.

El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción.

Univ. Ricardo vega López  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE ASFALTOS



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



## ENSAYO MANCHA DE ARENA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "RELACION ENTRE EL IFI Y LA DISTANCIA DE FRENADO DE VEHICULO LIVIANO EN PAVIMENTO RIGIDO"

SECTOR: B/Los Chapacos (TRAMO EN ESTUDIO) Circunvalación - entre RN1 y Av. Jorge Majluf

CARRIL: IZQUIERDO SUR-OESTE (IDA)

FECHA: 24 de agosto de 2019

| VOLUMEN DE LA MUESTRA (mm³) |                                |        |     | PESO PARA EL VOLUMEN DE LA MUESTRA (gr) |     |                        |                                          |
|-----------------------------|--------------------------------|--------|-----|-----------------------------------------|-----|------------------------|------------------------------------------|
| Volumen (mm³) =             |                                | 25,000 |     | Peso constante (gr) =                   |     |                        | 33.2                                     |
| IDENTIFICACIÓN              | DIÁMETROS DE LOS CÍRCULOS (mm) |        |     |                                         |     | Diámetro promedio (mm) | MTD                                      |
|                             | 1                              | 2      | 3   | 4                                       | 5   |                        | Profundidad media de macrotextura ( mm ) |
| Punto 1                     | 400                            | 390    | 410 | 410                                     | 410 | 404                    | 0.20                                     |
| Punto 2                     | 330                            | 330    | 340 | 345                                     | 350 | 339                    | 0.28                                     |
| Punto 3                     | 400                            | 380    | 350 | 350                                     | 350 | 366                    | 0.24                                     |
| Punto 4                     | 350                            | 350    | 355 | 360                                     | 350 | 353                    | 0.26                                     |
| Punto 5                     | 300                            | 290    | 280 | 285                                     | 290 | 289                    | 0.38                                     |
| Punto 6                     | 400                            | 410    | 390 | 395                                     | 410 | 401                    | 0.20                                     |
| PROMEDIO =                  |                                |        |     |                                         |     |                        | 0.26                                     |

OBSERVACIONES: El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo no se responsabiliza de los resultados.

El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción.

Univ. Ricardo Vega López  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE ASFALTOS



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



## ENSAYO MANCHA DE ARENA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "RELACION ENTRE EL IFI Y LA DISTANCIA DE FRENADO DE VEHICULO LIVIANO EN PAVIMENTO RIGIDO"

SECTOR: B/ Juan XXII Y B/San Pedro (TRAMO EN ESTUDIO) Av. Circunvalacion - entre Av. Romero y Av. Monseñor Font

CARRIL: DERECHO DIRECCION NOR-ESTE (IDA)

FECHA: 24 de agosto de 2019

| VOLUMEN DE LA MUESTRA (mm <sup>3</sup> ) |                                | PESO PARA EL VOLUMEN DE LA MUESTRA (gr) |     |     |     |                        |                                          |
|------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|-----|-----|-----|------------------------|------------------------------------------|
| Volumen (mm <sup>3</sup> ) =             | 25,000                         | Peso constante (gr) =                   |     |     |     |                        | 34                                       |
| IDENTIFICACIÓN                           | DIÁMETROS DE LOS CÍRCULOS (mm) |                                         |     |     |     | Diámetro promedio (mm) | MTD                                      |
|                                          | 1                              | 2                                       | 3   | 4   | 5   |                        | Profundidad media de macrotextura ( mm ) |
| Punto 1                                  | 380                            | 390                                     | 390 | 410 | 400 | 394                    | 0.21                                     |
| Punto 2                                  | 360                            | 340                                     | 340 | 345 | 360 | 349                    | 0.26                                     |
| Punto 3                                  | 350                            | 380                                     | 360 | 340 | 350 | 356                    | 0.25                                     |
| Punto 4                                  | 360                            | 365                                     | 355 | 360 | 350 | 358                    | 0.25                                     |
| Punto 5                                  | 290                            | 285                                     | 280 | 285 | 290 | 286                    | 0.39                                     |
| PROMEDIO =                               |                                |                                         |     |     |     |                        | 0.27                                     |

OBSERVACIONES:

El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo no se responsabiliza de los resultados.

El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción.

Univ. Ricardo Vega López  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE ASFALTOS





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



## ENSAYO MANCHA DE ARENA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "RELACION ENTRE EL IFI Y LA DISTANCIA DE FRENADO DE VEHICULO LIVIANO EN PAVIMENTO RIGIDO"

SECTOR: Nueva Terminal de Buses - entre RN1 (TRAMO EN ESTUDIO) Via de Ingreso y Salida

CARRIL: DERECHO direccion NOR-OESTE (IDA)

FECHA: 24 de agosto de 2019

| VOLUMEN DE LA MUESTRA (mm <sup>3</sup> ) |                                | PESO PARA EL VOLUMEN DE LA MUESTRA (gr) |     |     |     |                        |                                          |
|------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|-----|-----|-----|------------------------|------------------------------------------|
| Volumen (mm <sup>3</sup> ) =             | 25,000                         | Peso constante (gr) =                   |     |     |     |                        | 32.5                                     |
| IDENTIFICACIÓN                           | DIÁMETROS DE LOS CÍRCULOS (mm) |                                         |     |     |     | Diámetro promedio (mm) | MTD                                      |
|                                          | 1                              | 2                                       | 3   | 4   | 5   |                        | Profundidad media de macrotextura ( mm ) |
| Punto 1                                  | 440                            | 410                                     | 410 | 400 | 410 | 414                    | 0.19                                     |
| Punto 2                                  | 530                            | 495                                     | 525 | 515 | 500 | 513                    | 0.12                                     |
| Punto 3                                  | 410                            | 380                                     | 370 | 370 | 380 | 382                    | 0.22                                     |
| Punto 4                                  | 360                            | 410                                     | 410 | 395 | 380 | 391                    | 0.21                                     |
| Punto 5                                  | 340                            | 330                                     | 320 | 330 | 310 | 326                    | 0.30                                     |
| PROMEDIO =                               |                                |                                         |     |     |     |                        | 0.21                                     |

OBSERVACIONES:

El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo no se responsabiliza de los resultados.

El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción.

Univ. Ricardo Vega López  
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval  
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE  
ASFALTOS



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



## ENSAYO MANCHA DE ARENA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "RELACION ENTRE EL IFI Y LA DISTANCIA DE FRENADO DE VEHICULO LIVIANO EN PAVIMENTO RIGIDO"

SECTOR: B/Las Panosas (TRAMO EN ESTUDIO) C. / Padilla - entre C./ Alejandro del Carpio y Av. Néstor Paz Estensoro

CARRIL: IZQUIERDO NORTE-SUR DOBLE VIA

FECHA: 24 de agosto de 2019

| VOLUMEN DE LA MUESTRA (mm³) |                                |                       |     |     | PESO PARA EL VOLUMEN DE LA MUESTRA (gr) |                        |                                          |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----|-----|-----------------------------------------|------------------------|------------------------------------------|
| Volumen (mm³) =             | 25,000                         | Peso constante (gr) = |     |     | 33.6                                    |                        |                                          |
| IDENTIFICACIÓN              | DIÁMETROS DE LOS CÍRCULOS (mm) |                       |     |     |                                         | Diámetro promedio (mm) | MTD                                      |
|                             | 1                              | 2                     | 3   | 4   | 5                                       |                        | Profundidad media de macrotextura ( mm ) |
| Punto 1                     | 265                            | 260                   | 265 | 267 | 250                                     | 261                    | 0.47                                     |
| Punto 2                     | 253                            | 254                   | 251 | 251 | 255                                     | 253                    | 0.50                                     |
| Punto 3                     | 246                            | 255                   | 250 | 262 | 245                                     | 252                    | 0.50                                     |
| Punto 4                     | 255                            | 256                   | 252 | 248 | 240                                     | 250                    | 0.51                                     |
| Punto 5                     | 250                            | 251                   | 254 | 252 | 240                                     | 249                    | 0.51                                     |
| PROMEDIO =                  |                                |                       |     |     |                                         |                        | 0.50                                     |

OBSERVACIONES:

El informe certifica la realización de los ensayos, sin embargo no se responsabiliza de los resultados.

El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción.

Univ. Ricardo Vega López  
LABORATORISTA

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



**Av. Circunvalacion entre Av. Romero y Av. Font**  
**Ecuacion de la Distancia de Frenado**

$$Df = \frac{V * t}{3.6} + \frac{V^2}{254 * (f \pm i)}$$

**Donde:**

**Df** = Distancia de Frenado (m)  
**V** = Velocidad (km/h)  
**t**= Tiempo de Percepción +Reacción (2seg)  
**f**= Coeficiente de fricción  
**i**= Pendiente longitudinal (m/m)

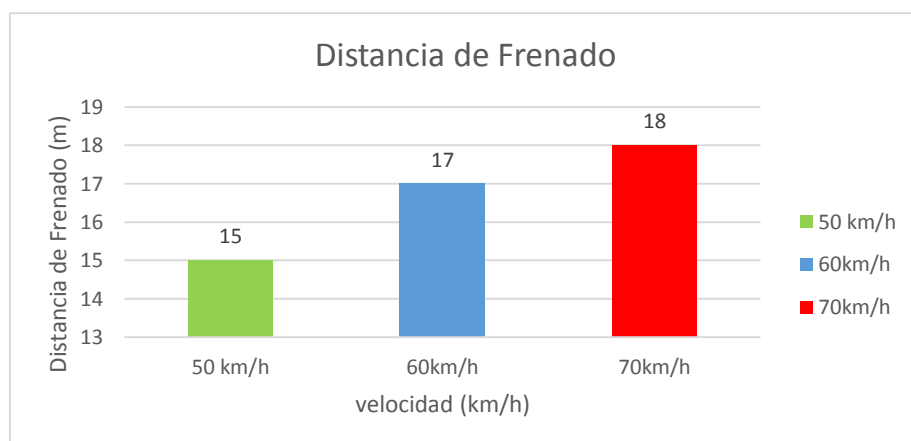
Para el calculo de la Distancia de Frenado los Datos de Pendiente , Friccion y Velocidades fueron extraidas de las Tablas 11 y 12 ubicadas en el Capitulo III

$$Df = \frac{50 * 2}{3.6} + \frac{50^2}{254 * (0.220 - 0.99)} = 15m$$

$$Df = \frac{60 * 2}{3.6} + \frac{60^2}{254 * (0.131 - 0.99)} = 17 m$$

$$Df = \frac{70 * 2}{3.6} + \frac{70^2}{254 * (0.078 - 0.99)} = 18 m$$

| Distancia de Frenado Teorico (m)               |         |        |        |
|------------------------------------------------|---------|--------|--------|
|                                                | 50 km/h | 60km/h | 70km/h |
| Av. Circunvalacion entre Av. Romero y Av. Font | 15      | 17     | 18     |



**Av. Jaime Paz Zamora entre c/ España y Av. La Paz**  
**Ecuacion de la Distancia de Frenado**

$$Df = \frac{V * t}{3.6} + \frac{V^2}{254 * (f \pm i)}$$

**Donde:**

**Df** = Distancia de Frenado (m)  
**V** = Velocidad (km/h)  
**t**= Tiempo de Percepción +Reacción (2seg)  
**f**= Coeficiente de fricción  
**i**= Pendiente longitudinal (m/m)

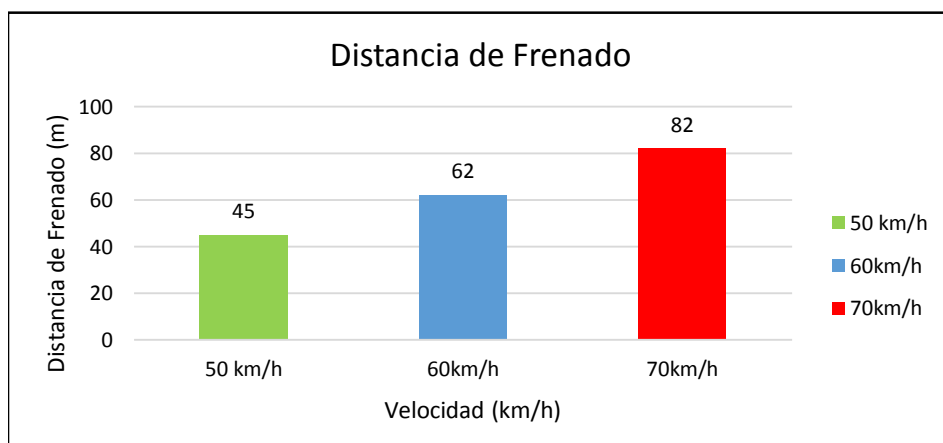
Para el calculo de la Distancia de Frenado los Datos de Pendiente , Friccion y Velocidades fueron extraidas de las Tablas 11 y 12 ubicadas en el Capitulo III

$$Df = \frac{50 * 2}{3.6} + \frac{50^2}{254 * (0.205 + 0.38)} = 45 \text{ m}$$

$$Df = \frac{60 * 2}{3.6} + \frac{60^2}{254 * (0.117 + 0.38)} = 62 \text{ m}$$

$$Df = \frac{70 * 2}{3.6} + \frac{70^2}{254 * (0.067 + 0.38)} = 82 \text{ m}$$

| Distancia de Frenado Teorico (m)                     |         |        |        |
|------------------------------------------------------|---------|--------|--------|
|                                                      | 50 km/h | 60km/h | 70km/h |
| Av. Jaime Paz Zamora entre c/<br>España y Av. La Paz | 45      | 62     | 82     |



**C/ Nueva Terminal de Buses**  
**Ecuacion de la Distancia de Frenado**

$$Df = \frac{V * t}{3.6} + \frac{V^2}{254 * (f \pm i)}$$

**Donde:**

**Df** = Distancia de Frenado (m)  
**V** = Velocidad (km/h)  
**t**= Tiempo de Percepción +Reacción (2seg)  
**f**= Coeficiente de fricción  
**i**= Pendiente longitudinal (m/m)

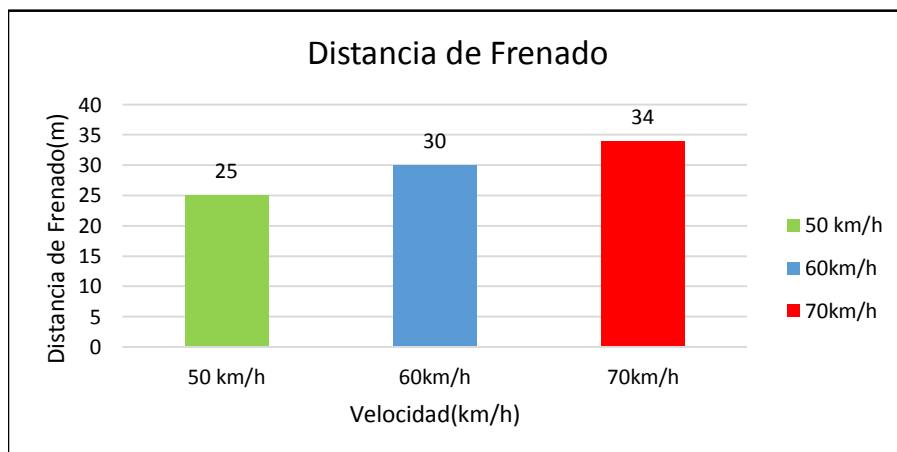
Para el calculo de la Distancia de Frenado los Datos de Pendiente , Friccion y Velocidades fueron extraidas de las Tablas 11 y 12 ubicadas en el Capitulo III

$$Df = \frac{50 * 2}{3.6} + \frac{50^2}{254 * (0.241 - 3.45)} = 25 \text{ m}$$

$$Df = \frac{60 * 2}{3.6} + \frac{60^2}{254 * (0.104 - 3.45)} = 30 \text{ m}$$

$$Df = \frac{70 * 2}{3.6} + \frac{70^2}{254 * (0.045 - 3.45)} = 34 \text{ m}$$

| Distancia de Frenado Teorico (m) |         |        |        |
|----------------------------------|---------|--------|--------|
|                                  | 50 km/h | 60km/h | 70km/h |
| C/ Nueva Terminal de Buses       | 25      | 30     | 34     |



**C/ Padilla entre C/ Alejandro del Carpio y Av. Nestor Paz**  
**Ecuacion de la Distancia de Frenado**

$$Df = \frac{V * t}{3.6} + \frac{V^2}{254 * (f \pm i)}$$

**Donde:**

**Df** = Distancia de Frenado (m)  
**V** = Velocidad (km/h)  
**t**= Tiempo de Percepción +Reacción (2seg)  
**f**= Coeficiente de fricción  
**i**= Pendiente longitudinal (m/m)

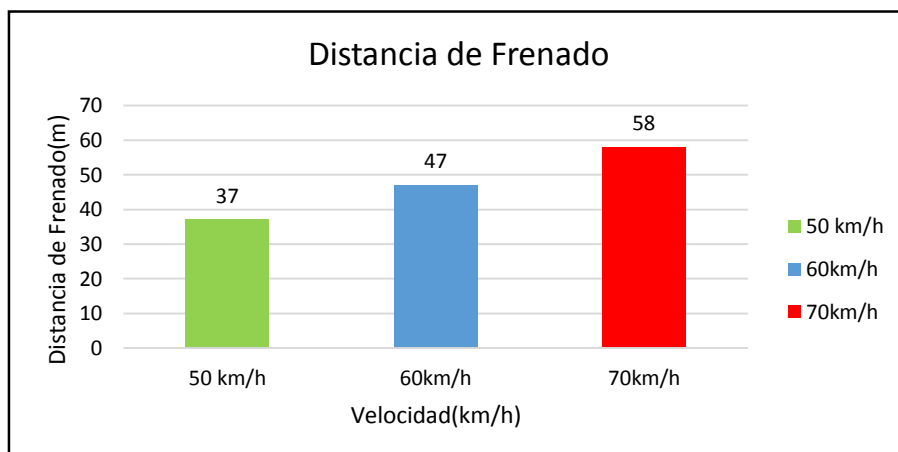
Para el calculo de la Distancia de Frenado los Datos de Pendiente , Friccion y Velocidades fueron extraidas de las Tablas 11 y 12 ubicadas en el Capitulo III

$$Df = \frac{50*2}{3.6} + \frac{50^2}{254*(0.297+0,82)} = 37 \text{ m}$$

$$Df = \frac{60*2}{3.6} + \frac{60^2}{254*(0.238+0,82)} = 47 \text{ m}$$

$$Df = \frac{70*2}{3.6} + \frac{70^2}{254*(0.190+0,82)} = 58 \text{ m}$$

| Distancia de Frenado Teorico (m)                          |         |        |        |
|-----------------------------------------------------------|---------|--------|--------|
|                                                           | 50 km/h | 60km/h | 70km/h |
| C/ Padilla entre C/ Alejandro del Carpio y Av. Nestor Paz | 37      | 47     | 58     |



## Estudio de Velocidades

Nro. **1** Fecha 10/01/2021 Día Lunes Hora 12:00 a 01:00 am

|                                                                |                                                                      |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Sentido:</b> CARRIL DERECHO DIRECCION<br>NOR-ESTE DOBLE VIA | <b>Tramo:</b> Av. Jaime Paz Zamora - entre<br>C/ España y Av. La Paz |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|

| Tipo de Vehiculo            | Marca de vehiculo | Características del Camino |               |               | Tiempo de recorrido (seg) |
|-----------------------------|-------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------------------|
|                             |                   | horizontal                 | Pendiente (+) | Pendiente (-) |                           |
| automovil                   | suzuki            |                            | •             |               | 22,1                      |
| automovil                   | toyota            |                            | •             |               | 16,4                      |
| automovil                   | suzuki            |                            | •             |               | 19,5                      |
| automovil                   | suzuki            |                            | •             |               | 20,55                     |
| automovil                   | toyota            |                            | •             |               | 21,5                      |
| automovil                   | toyota            |                            | •             |               | 18,62                     |
| automovil                   | nissian           |                            | •             |               | 13,65                     |
| automovil                   | nissian           |                            | •             |               | 17,74                     |
| automovil                   | mazda             |                            | •             |               | 15,68                     |
| automovil                   | nissian           |                            | •             |               | 25,36                     |
| automovil                   | nissian           |                            | •             |               | 24,41                     |
| automovil                   | fiat              |                            | •             |               | 28,21                     |
| automovil                   | nissian           |                            | •             |               | 20,32                     |
| automovil                   | nissian           |                            | •             |               | 20                        |
| automovil                   | volswagen         |                            | •             |               | 20,32                     |
| automovil                   | nissian           |                            | •             |               | 19,5                      |
| automovil                   | suzuki            |                            | •             |               | 20,65                     |
| automovil                   | toyota            |                            | •             |               | 18,2                      |
| automovil                   | toyota            |                            | •             |               | 16,32                     |
| automovil                   | toyota            |                            | •             |               | 23,65                     |
| automovil                   | fiat              |                            | •             |               | 19,56                     |
| automovil                   | volswagen         |                            | •             |               | 19,84                     |
| automovil                   | toyota            |                            | •             |               | 15,65                     |
| automovil                   | toyota            |                            | •             |               | 20,32                     |
| automovil                   | bmw               |                            | •             |               | 20,51                     |
| automovil                   | toyota            |                            | •             |               | 7,55                      |
| automovil                   | toyota            |                            | •             |               | 13,65                     |
| automovil                   | volswagen         |                            | •             |               | 10,98                     |
| automovil                   | mazda             |                            | •             |               | 22,12                     |
| automovil                   | toyota            |                            | •             |               | 24                        |
| tiempo promedio en segundos |                   |                            |               |               | 19,2286667                |

**Av. Jaime Paz Zamora entre c/ España y Av. La Paz**  
**Ecuación de la velocidad**

$$V = \frac{d}{t}$$

**Donde:**

**V**= velocidad (km/hr)

**d**=Distancia(km)

**t**=Tiempo (hr)

**Cálculo de la velocidad de recorrido**

Distancia del tramo 285 m igual a 0,285 km

Tiempo de recorrido a 19,2286 seg igual a 0,005341 horas

$$V = \frac{d}{t} = \frac{0,285}{0,005341} = 53,35 \text{ Km/hr}$$



## Estudio de Velocidades

Nro. 2 Fecha 13/01/2021 Día Miércoles Hora 12:00 a 01:00 am

|                                                              |                                          |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Sentido:</b> CARRIL: DERECHO dirección<br>NOR-OESTE (IDA) | <b>Tramo:</b> C./Vía de Ingreso y Salida |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|

| Tipo de Vehículo            | Marca de Vehículo | Características del Camino |               |               | Tiempo de Recorrido (seg ) |
|-----------------------------|-------------------|----------------------------|---------------|---------------|----------------------------|
|                             |                   | Horizontal                 | Pendiente (+) | Pendiente (-) |                            |
| automovil                   | toyota            |                            |               | .             | 14,47                      |
| automovil                   | toyota            |                            |               | .             | 10,32                      |
| automovil                   | toyota            |                            |               | .             | 16,2                       |
| automovil                   | toyota            |                            |               | .             | 12,65                      |
| automovil                   | toyota            |                            |               | .             | 15,65                      |
| automovil                   | suzuki            |                            |               | .             | 13,65                      |
| automovil                   | nissian           |                            |               | .             | 12,98                      |
| automovil                   | nissian           |                            |               | .             | 15                         |
| automovil                   | toyota            |                            |               | .             | 20,65                      |
| automovil                   | nissian           |                            |               | .             | 9,89                       |
| automovil                   | mazda             |                            |               | .             | 11,8                       |
| automovil                   | toyota            |                            |               | .             | 9,65                       |
| automovil                   | nissian           |                            |               | .             | 17,3                       |
| automovil                   | suzuki            |                            |               | .             | 10,54                      |
| tiempo promedio en segundos |                   |                            |               |               | 13,625                     |

### C. /Vía de Ingreso y Salida Ecuación de la velocidad

$$V = \frac{d}{t}$$

**Donde:**

V= velocidad (km/hr)

d=Distancia (km)

t=Tiempo (hr)

### Cálculo de la velocidad de recorrido

Distancia del tramo 263 m igual a 0,263 km

Tiempo de recorrido a 13,625 seg igual a 0,005361 horas

$$V = \frac{d}{t} = \frac{0,263}{0,005361} = 69,48 \text{ Km/hr}$$



## Estudio de Velocidades

Nro. 3 Fecha 11/01/2021 Día Martes Hora 12:00 a 01:00 am

| Sentido: CARRIL: IZQUIERDO<br>NORTESUR DOBLE VIA |                   | Tramo: C./ Padilla - entre C./ Alejandro del Carpio y<br>Av. Néstor Paz Estensoro |               |               |                           |
|--------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| Tipo de Vehículo                                 | Marca de vehiculo | Características del Camino                                                        |               |               | Tiempo de recorrido (seg) |
|                                                  |                   | horizontal                                                                        | Pendiente (+) | Pendiente (-) |                           |
| automovil                                        | nissian           |                                                                                   | •             |               | 15,62                     |
| automovil                                        | toyota            |                                                                                   | •             |               | 7,62                      |
| automovil                                        | toyota            |                                                                                   | •             |               | 10,2                      |
| automovil                                        | suzuki            |                                                                                   | •             |               | 8,74                      |
| automovil                                        | fiat              |                                                                                   | •             |               | 6,66                      |
| automovil                                        | suzuki            |                                                                                   | •             |               | 11,54                     |
| automovil                                        | suzuki            |                                                                                   | •             |               | 9,85                      |
| automovil                                        | nissian           |                                                                                   | •             |               | 8,65                      |
| automovil                                        | toyota            |                                                                                   | •             |               | 18,98                     |
| automovil                                        | nissian           |                                                                                   | •             |               | 9,89                      |
| automovil                                        | mazda             |                                                                                   | •             |               | 10                        |
| automovil                                        | volswagen         |                                                                                   | •             |               | 9,65                      |
| automovil                                        | nissian           |                                                                                   | •             |               | 9,98                      |
| automovil                                        | suzuki            |                                                                                   | •             |               | 13,33                     |
| automovil                                        | toyota            |                                                                                   | •             |               | 9,65                      |
| automovil                                        | fiat              |                                                                                   | •             |               | 9,32                      |
| automovil                                        | renault           |                                                                                   | •             |               | 9,32                      |
| automovil                                        | toyota            |                                                                                   | •             |               | 10,1                      |
| automovil                                        | nissan            |                                                                                   | •             |               | 20,01                     |
| automovil                                        | fiat              |                                                                                   | •             |               | 9,98                      |
| automovil                                        | mazda             |                                                                                   | •             |               | 9,65                      |
| automovil                                        | toyota            |                                                                                   | •             |               | 12,56                     |
|                                                  |                   |                                                                                   |               |               | 10,9681818                |

**C. / Padilla - entre C. / Alejandro del Carpio y Av. Néstor Paz Estensoro**  
Ecuación de la velocidad

Donde:

V= velocidad (km/hr)

d=Distancia (km)

t=Tiempo (hr)

$$V = \frac{d}{t}$$

**Cálculo de la velocidad de recorrido**

Distancia del tramo 162 m igual a 0,162 km

Tiempo de recorrido a 10,9681 seg igual a 0,003044 horas

$$V = \frac{d}{t} = \frac{0,162}{0,003044} = 53,20 \text{ km/hr}$$

## Estudio de Velocidades

Nro. 4 Fecha 15/01/2021 Día Viernes Hora 12:00 a 01:00 am

| Sentido: DERECHO<br>DIRECCION NOR-ESTE(IDA) |                   | Tramo: Av. Circunvalación - entre Av.<br>Romero y Av. Monseñor Font |               |               |                           |
|---------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| Tipo de Vehículo                            | Marca de vehículo | Características del Camino                                          |               |               | Tiempo de recorrido (seg) |
|                                             |                   | horizontal                                                          | Pendiente (+) | Pendiente (-) |                           |
| automovil                                   | nissan            |                                                                     |               | •             | 9,65                      |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 10,06                     |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 9,87                      |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 12,4                      |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 10,3                      |
| automovil                                   | suzuki            |                                                                     |               | •             | 11,8                      |
| automovil                                   | nissan            |                                                                     |               | •             | 14,9                      |
| automovil                                   | nissan            |                                                                     |               | •             | 10,74                     |
| automovil                                   | suzuki            |                                                                     |               | •             | 10,35                     |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 10,7                      |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 10,87                     |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 10,4                      |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 9,14                      |
| automovil                                   | suzuki            |                                                                     |               | •             | 10,09                     |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 12,3                      |
| automovil                                   | suzuki            |                                                                     |               | •             | 10,06                     |
| automovil                                   | nissan            |                                                                     |               | •             | 10,31                     |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 9,65                      |
| automovil                                   | suzuki            |                                                                     |               | •             | 9,47                      |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 11,9                      |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 14,02                     |
| automovil                                   | suzuki            |                                                                     |               | •             | 13,08                     |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 9,54                      |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 10,7                      |
| automovil                                   | renault           |                                                                     |               | •             | 10,01                     |
| automovil                                   | nissan            |                                                                     |               | •             | 9,74                      |
| automovil                                   | suzuki            |                                                                     |               | •             | 9,34                      |
| automovil                                   | nissan            |                                                                     |               | •             | 13,02                     |
| automovil                                   | nissan            |                                                                     |               | •             | 12,3                      |
| automovil                                   | toyota            |                                                                     |               | •             | 11,4                      |
| automovil                                   | renault           |                                                                     |               | •             | 9,67                      |
| automovil                                   | nissan            |                                                                     |               | •             | 10,2                      |
| automovil                                   | nissan            |                                                                     |               | •             | 9,32                      |
| tiempo promedio en segundos                 |                   |                                                                     |               |               | 10,82727                  |

**Av. Circunvalación - entre Av. Romero y Av. Monseñor Font**  
**Ecuación de la velocidad**

$$V = \frac{d}{t}$$

**Donde:**

**V**= velocidad (km/hr)

**d**=Distancia (km) **t**=

Tiempo (hr)

**Cálculo de la velocidad de recorrido**

Distancia del tramo 164 (m) igual a 0,164 (km)

Tiempo de recorrido a 10.8272 (seg ) igual a 0,003007 (horas)

$$V = \frac{d}{t} = \frac{0,164}{0,003007} = 54,54 \text{ Km/hr}$$





## Estudio de Velocidades

Nro. 5 Fecha 14/01/2021 Día Jueves Hora 12:00 a 01:00 am

| Sentido: CARRIL IZQUIERDO<br>SUR-OESTE (IDA) |                   | Tramo: Circunvalación - entre RN1 y<br>Av. Jorge Majluf |               |               |                           |
|----------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| Tipo de Vehículo                             | Marca de vehículo | Características del Camino                              |               |               | Tiempo de recorrido (seg) |
|                                              |                   | horizontal                                              | Pendiente (+) | Pendiente (-) |                           |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 14,47                     |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 10,32                     |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 16,2                      |
| automovil                                    | suzuki            |                                                         |               | •             | 17,2                      |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 18,2                      |
| automovil                                    | suzuki            |                                                         |               | •             | 19,2                      |
| automovil                                    | renault           |                                                         |               | •             | 20,2                      |
| automovil                                    | nissan            |                                                         |               | •             | 14,78                     |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 12,32                     |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 21                        |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 16,32                     |
| automovil                                    | suzuki            |                                                         |               | •             | 10,15                     |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 12,5                      |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 13,2                      |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 13,6                      |
| automovil                                    | suzuki            |                                                         |               | •             | 16                        |
| automovil                                    | volswaguen        |                                                         |               | •             | 9,56                      |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 9,01                      |
| automovil                                    | suzuki            |                                                         |               | •             | 12,52                     |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 20,32                     |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 10,25                     |
| automovil                                    | renault           |                                                         |               | •             | 15,65                     |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 13,4                      |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 9,4                       |
| automovil                                    | renault           |                                                         |               | •             | 13,03                     |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 11,65                     |
| automovil                                    | suzuki            |                                                         |               | •             | 10,02                     |
| automovil                                    | nissan            |                                                         |               | •             | 11,54                     |
| automovil                                    | nissan            |                                                         |               | •             | 15                        |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 14,2                      |
| automovil                                    | renault           |                                                         |               | •             | 15,4                      |
| automovil                                    | mazda             |                                                         |               | •             | 11,8                      |
| automovil                                    | toyota            |                                                         |               | •             | 18,6                      |
| automovil                                    | nissian           |                                                         |               | •             | 17,3                      |
| automovil                                    | suzuki            |                                                         |               | •             | 10,54                     |
| tiempo promedio en segundos                  |                   |                                                         |               |               | 14,13857                  |

**Av. Circunvalación - entre RN1 y Av. Jorge Majluf**  
**Ecuación de la velocidad**

$$V = \frac{d}{t}$$

**Donde:**

**V**= velocidad (km/hr)

**d**=Distancia (km) **t**=

Tiempo (hr)

**Cálculo de la velocidad de recorrido**

Distancia del tramo 273 m igual a 0,273 km

Tiempo de recorrido a 14,1385 seg igual a 0,003927 horas

$$V = \frac{d}{t} = \frac{0,273}{0,003927} = 69,55 \text{ Km/hr}$$





## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TRAMO EN ESTUDIO

| Av. Circunvalación entre romeo y Font |             |            |          |             |            |          |                |                        |
|---------------------------------------|-------------|------------|----------|-------------|------------|----------|----------------|------------------------|
| PUNTO                                 | NORTE       | ESTE       | COTA     | DESCRIPCIÓN | PROGRESIVA | LONGITUD | PENDIENTE<br>% | DIFERENCIA DE<br>COTAS |
| 1                                     | 7617265.000 | 322762.000 | 1875.000 | BM3         |            |          |                |                        |
| 2                                     | 7617246.000 | 322787.000 | 1875.000 | BM4         |            |          |                |                        |
| 3                                     | 7617222.530 | 322803.633 | 1875.424 | PERFIL      | 0+000      | 0.00     | 0.00           | 0.00                   |
| 4                                     | 7617240.651 | 322788.688 | 1875.176 | PERFIL      | 0+023.49   | 23.49    | -1.06          | -0.25                  |
| 5                                     | 7617258.023 | 322775.083 | 1874.983 | PERFIL      | 0+045.55   | 22.06    | -0.87          | -0.19                  |
| 6                                     | 7617275.363 | 322761.517 | 1874.821 | PERFIL      | 0+067.57   | 22.02    | -0.73          | -0.16                  |
| 7                                     | 7617298.101 | 322745.182 | 1874.516 | PERFIL      | 0+095.57   | 28.00    | -1.09          | -0.31                  |
| 8                                     | 7617316.991 | 322730.401 | 1874.247 | PERFIL      | 0+119.55   | 23.98    | -1.12          | -0.27                  |
| 9                                     | 7617332.997 | 322719.152 | 1874.001 | PERFIL      | 0+139.12   | 19.57    | -1.26          | -0.25                  |
| 10                                    | 7617352.765 | 322704.541 | 1873.802 | PERFIL      | 0+163.70   | 24.58    | -0.81          | -0.20                  |

## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TRAMO EN ESTUDIO

| Av. Circunvalación entre RN1 y Av. Jorge Majluf |             |            |          |             |            |          |                |                        |
|-------------------------------------------------|-------------|------------|----------|-------------|------------|----------|----------------|------------------------|
| PUNTO                                           | NORTE       | ESTE       | COTA     | DESCRIPCIÓN | PROGRESIVA | LONGITUD | PENDIENTE<br>% | DIFERENCIA DE<br>COTAS |
| <b>1</b>                                        | 7620258.000 | 319151.000 | 1922.000 | BM5         |            |          |                |                        |
| <b>2</b>                                        | 7620207.000 | 319293.000 | 1917.000 | BM6         |            |          |                |                        |
| <b>3</b>                                        | 7620269.437 | 319082.610 | 1924.013 | PERFIL      | 0+000      | 0.00     | 0.00           | 0.00                   |
| <b>4</b>                                        | 7620259.382 | 319124.004 | 1922.600 | PERFIL      | 0+042.60   | 42.60    | -3.32          | -1.41                  |
| <b>5</b>                                        | 7620243.263 | 319177.487 | 1920.831 | PERFIL      | 0+098.46   | 55.86    | -3.17          | -1.77                  |
| <b>6</b>                                        | 7620225.888 | 319233.704 | 1918.920 | PERFIL      | 0+157.30   | 58.84    | -3.25          | -1.91                  |
| <b>7</b>                                        | 7620195.834 | 319333.536 | 1914.919 | PERFIL      | 0+261.56   | 104.26   | -3.84          | -4.00                  |
| <b>8</b>                                        | 7620180.887 | 319383.198 | 1912.995 | PERFIL      | 0+313.42   | 51.86    | -3.71          | -1.92                  |
| <b>9</b>                                        | 7620158.343 | 319457.381 | 1910.045 | PERFIL      | 0+390.95   | 77.53    | -3.80          | -2.95                  |
| <b>10</b>                                       | 7620135.441 | 319533.008 | 1906.955 | PERFIL      | 0+469.97   | 79.02    | -3.91          | -3.09                  |
| <b>11</b>                                       | 7620112.690 | 319606.258 | 1904.507 | PERFIL      | 0+546.67   | 76.70    | -3.19          | -2.45                  |

## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TRAMO EN ESTUDIO

| Av. Jaime Paz Zamora entre C/ España y Av. La Paz |             |            |          |             |            |          |                |                        |
|---------------------------------------------------|-------------|------------|----------|-------------|------------|----------|----------------|------------------------|
| PUNTO                                             | NORTE       | ESTE       | COTA     | DESCRIPCIÓN | PROGRESIVA | LONGITUD | PENDIENTE<br>% | DIFERENCIA DE<br>COTAS |
| 1                                                 | 7616945.000 | 321561.000 | 1871.000 | BM7         |            |          |                |                        |
| 2                                                 | 7616932.000 | 321634.000 | 1871.000 | BM8         | 0+000      | 0.00     | 0.00           | 0.00                   |
| 3                                                 | 7616940.514 | 321600.363 | 1871.452 | PERFIL      | 0+035      | 35.00    | 1.29           | 0.45                   |
| 4                                                 | 7616954.901 | 321521.213 | 1871.480 | PERFIL      | 0+115.09   | 80.09    | 0.03           | 0.03                   |
| 5                                                 | 7616965.645 | 321462.267 | 1871.330 | PERFIL      | 0+175.01   | 59.92    | -0.25          | -0.15                  |
| 6                                                 | 7616973.093 | 321419.533 | 1871.422 | PERFIL      | 0+217.95   | 42.94    | 0.21           | 0.09                   |
| 7                                                 | 7616984.458 | 321353.886 | 1871.329 | PERFIL      | 0+285.01   | 67.06    | -0.14          | -0.09                  |

## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TRAMO EN ESTUDIO

| C/ Padilla entre C/ Alejandro del Carpio y Av. Néstor Paz |             |            |          |             |            |          |                |                        |
|-----------------------------------------------------------|-------------|------------|----------|-------------|------------|----------|----------------|------------------------|
| PUNTO                                                     | NORTE       | ESTE       | COTA     | DESCRIPCIÓN | PROGRESIVA | LONGITUD | PENDIENTE<br>% | DIFERENCIA DE<br>COTAS |
| 1                                                         | 7617245.000 | 321260.000 | 1879.000 | BM9         |            |          |                |                        |
| 2                                                         | 7617083.000 | 321164.000 | 1868.000 | BM10        |            |          |                |                        |
| 3                                                         | 7617088.378 | 321174.855 | 1873.411 | PERFIL      | 0+000      | 0.00     | 0.00           | 0.00                   |
| 4                                                         | 7617111.874 | 321188.279 | 1873.623 | PERFIL      | 0+027.06   | 27.06    | 0.78           | 0.21                   |
| 5                                                         | 7617124.133 | 321194.858 | 1873.772 | PERFIL      | 0+040.97   | 13.91    | 1.07           | 0.15                   |
| 6                                                         | 7617140.278 | 321203.302 | 1873.930 | PERFIL      | 0+059.19   | 18.22    | 0.87           | 0.16                   |
| 7                                                         | 7617151.386 | 321209.219 | 1874.045 | PERFIL      | 0+071.78   | 12.59    | 0.92           | 0.12                   |
| 8                                                         | 7617164.000 | 321215.000 | 1874.000 | PERFIL      | 0+085.5    | 13.72    | -0.33          | -0.05                  |
| 9                                                         | 7617178.397 | 321224.631 | 1874.540 | PERFIL      | 0+102.88   | 17.38    | 3.11           | 0.54                   |
| 10                                                        | 7617201.976 | 321240.176 | 1874.785 | PERFIL      | 0+131.12   | 28.24    | 0.87           | 0.25                   |
| 11                                                        | 7617217.079 | 321251.209 | 1874.898 | PERFIL      | 0+149.82   | 18.70    | 0.61           | 0.11                   |
| 12                                                        | 7617227.037 | 321258.030 | 1875.033 | PERFIL      | 0+161.89   | 12.07    | 1.12           | 0.13                   |

## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TRAMO EN ESTUDIO

| C/ Ingreso al Nueva Terminal de Buses |             |            |          |             |            |          |                |                        |
|---------------------------------------|-------------|------------|----------|-------------|------------|----------|----------------|------------------------|
| PUNTO                                 | NORTE       | ESTE       | COTA     | DESCRIPCIÓN | PROGRESIVA | LONGITUD | PENDIENTE<br>% | DIFERENCIA DE<br>COTAS |
| 1                                     | 7614603.000 | 326533.000 | 1841.000 | BM2         |            |          |                |                        |
| 2                                     | 7614541.000 | 326506.000 | 1843.000 | BM1         |            |          |                |                        |
| 3                                     | 7614557.822 | 326513.762 | 1842.346 | PERFIL      | 0+000      | 0.00     | 0.00           | 0.00                   |
| 4                                     | 7614578.482 | 326529.126 | 1841.414 | PERFIL      | 0+025.75   | 25.75    | -3.62          | -0.93                  |
| 5                                     | 7614592.462 | 326539.467 | 1840.937 | PERFIL      | 0+043.14   | 17.39    | -2.75          | -0.48                  |
| 6                                     | 7614605.402 | 326549.009 | 1840.749 | PERFIL      | 0+059.21   | 16.07    | -1.17          | -0.19                  |
| 7                                     | 7614621.633 | 326561.088 | 1840.669 | PERFIL      | 0+079.45   | 20.24    | -0.40          | -0.08                  |
| 8                                     | 7614638.552 | 326573.665 | 1840.458 | PERFIL      | 0+100.53   | 21.08    | -1.00          | -0.21                  |
| 9                                     | 7614655.380 | 326586.120 | 1840.574 | PERFIL      | 0+121.46   | 20.93    | 0.56           | 0.12                   |
| 10                                    | 7614674.611 | 326600.407 | 1841.417 | PERFIL      | 0+145.42   | 23.96    | 3.52           | 0.84                   |
| 11                                    | 7614693.882 | 326614.709 | 1842.885 | PERFIL      | 0+169.42   | 24.00    | 6.12           | 1.47                   |
| 12                                    | 7614715.647 | 326630.860 | 1844.585 | PERFIL      | 0+196.52   | 27.10    | 6.27           | 1.70                   |
| 13                                    | 7614746.892 | 326654.077 | 1847.059 | PERFIL      | 0+235.45   | 38.93    | 6.35           | 2.47                   |
| 14                                    | 7614768.554 | 326670.163 | 1848.717 | PERFIL      | 0+262.43   | 26.98    | 6.15           | 1.66                   |

