



PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERÚ S.A.

REFINERIA TALARA

 **CONSULTORES Y EJECUTORES
ACUARIO EIRL**

ESTUDIO DE TRAFICO VIAL

**“MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA PISTA DE LA AVENIDA G
TALARA”**

ENERO - 2017

4.0 ESTUDIO DE TRAFICO VIAL

ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR

EMPRESA: PETROLEOS DEL PERU SA.
 PROYECTO: ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO DEL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA PISTA DE LA AVENIDA "G" TALARA.
 CONSULTOR: CONSULTORES Y EJECUTORES ACUARIO EIRL
 UBICACIÓN: Av. "G" TALARA, DISTRITO PARIÑAS, PROV. TALARA, PIURA
 LOCACION: ESQUINA Av. "H" Y Av. "G"
 FECHA: 24/NOVIEMBRE/2016

| HORA | 8.00 AM. | | 10.00 AM. | | TOTAL |
|-------------------|-----------|-----|------------|-----|-------|
| AUTOS/CAMIONETAS | 470 | 42 | 150 | 42 | 704 |
| OMNIBUS | 3 | 7 | 7 | 3 | 20 |
| CAMION/ VOLQUETES | 20 | 10 | 10 | 16 | 56 |
| TRAYLERS | 1 | 2 | 2 | 1 | 6 |
| HORA | 10.00 AM. | | 12.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 200 | 108 | 205 | 109 | 622 |
| OMNIBUS | 5 | 7 | 3 | 2 | 17 |
| CAMION/ VOLQUETES | 15 | 20 | 23 | 20 | 78 |
| TRAYLERS | 2 | 6 | 3 | 1 | 12 |
| HORA | 12.00 PM. | | 2.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 120 | 135 | 172 | 176 | 603 |
| OMNIBUS | 3 | 5 | 2 | 1 | 11 |
| CAMION/ VOLQUETES | 18 | 10 | 15 | 11 | 54 |
| TRAYLERS | 1 | 2 | 2 | 1 | 6 |
| HORA | 2.00 PM. | | 4.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 113 | 170 | 100 | 125 | 508 |
| OMNIBUS | 1 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| CAMION/ VOLQUETES | 12 | 14 | 10 | 13 | 49 |
| TRAYLERS | | 2 | | 2 | 4 |
| HORA | 4.00 PM. | | 6.00 AM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 100 | 102 | 101 | 103 | 406 |
| OMNIBUS | 5 | 2 | 8 | 3 | 18 |
| CAMION/ VOLQUETES | 13 | 11 | 10 | 18 | 52 |
| TRAYLERS | 5 | 1 | 2 | 2 | 10 |
| HORA | 6.00 PM. | | 8.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 256 | 108 | 205 | 109 | 678 |
| OMNIBUS | | 1 | | 1 | 2 |
| CAMION/ VOLQUETES | | 2 | | 3 | 5 |
| TRAYLERS | | 2 | | 1 | 3 |
| HORA | TOTAL | | DIA | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | | | 24/11/2016 | | 2,665 |
| OMNIBUS | | | 24/11/2016 | | 77 |
| CAMION/ VOLQUETES | | | 24/11/2016 | | 294 |
| TRAYLERS | | | 24/11/2016 | | 41 |

ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR

EMPRESA: PETROLEOS DEL PERU SA.
PROYECTO: ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO DEL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA PISTA DE LA AVENIDA "G" TALARA.
CONSULTOR: CONSULTORES Y EJECUTORES ACUARIO EIRL
UBICACIÓN: Av. "G" TALARA, DISTRITO PARIÑAS, PROV. TALARA, PIURA
LOCACION: ESQUINA Av. "H" Y Av. "G"
FECHA: 25/NOVIEMBRE/2016

| HORA | 8.00 AM. | | 10.00 AM. | | TOTAL |
|-------------------|-----------|-----|------------|-----|-------|
| AUTOS/CAMIONETAS | 135 | 82 | 240 | 243 | 700 |
| OMNIBUS | 2 | | 1 | 1 | 4 |
| CAMION/ VOLQUETES | 18 | 20 | 19 | 22 | 79 |
| TRAYLERS | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| HORA | 10.00 AM. | | 12.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 107 | 160 | 241 | 242 | 750 |
| OMNIBUS | 2 | 1 | 1 | 3 | 7 |
| CAMION/ VOLQUETES | 20 | 10 | 18 | 22 | 70 |
| TRAYLERS | | 2 | | 1 | 3 |
| HORA | 12.00 PM. | | 2.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 152 | 241 | 161 | 241 | 795 |
| OMNIBUS | 2 | 4 | 2 | 3 | 11 |
| CAMION/ VOLQUETES | 12 | 6 | 8 | 10 | 36 |
| TRAYLERS | 1 | 3 | 4 | 1 | 9 |
| HORA | 2.00 PM. | | 4.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 147 | 242 | 240 | 161 | 790 |
| OMNIBUS | 4 | 1 | 3 | 1 | 9 |
| CAMION/ VOLQUETES | 21 | 16 | 15 | 9 | 61 |
| TRAYLERS | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| HORA | 4.00 PM. | | 6.00 AM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 242 | 240 | 132 | 161 | 775 |
| OMNIBUS | 4 | 1 | 3 | 1 | 9 |
| CAMION/ VOLQUETES | 10 | 13 | 9 | 11 | 41 |
| TRAYLERS | 2 | | 3 | 4 | 9 |
| HORA | 6.00 PM. | | 8.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 380 | 265 | 281 | 329 | 1,255 |
| OMNIBUS | 5 | 4 | 2 | 6 | 17 |
| CAMION/ VOLQUETES | 8 | 12 | 10 | 11 | 41 |
| TRAYLERS | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| HORA | TOTAL | | DIA | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | | | 25/11/2016 | | 5,065 |
| OMNIBUS | | | 25/11/2016 | | 57 |
| CAMION/ VOLQUETES | | | 25/11/2016 | | 328 |
| TRAYLERS | | | 25/11/2016 | | 36 |

ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR

EMPRESA: PETROLEOS DEL PERU SA.
 PROYECTO: ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO DEL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA PISTA DE LA AVENIDA "G" TALARA.
 CONSULTOR: CONSULTORES Y EJECUTORES ACUARIO EIRL
 UBICACIÓN: Av. "G" TALARA, DISTRITO PARIÑAS, PROV. TALARA, PIURA
 LOCACION: ESQUINA Av. "H" Y Av. "G"
 FECHA: 26/NOVIEMBRE/2016

| HORA | 8.00 AM. | | 10.00 AM. | | TOTAL |
|-------------------|-----------|-----|------------|-----|-------|
| AUTOS/CAMIONETAS | 160 | 150 | 170 | 177 | 657 |
| OMNIBUS | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| CAMION/ VOLQUETES | 13 | 12 | 16 | 13 | 54 |
| TRAYLERS | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| HORA | 10.00 AM. | | 12.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 155 | 225 | 330 | 340 | 1,050 |
| OMNIBUS | 2 | 1 | 1 | 2 | 6 |
| CAMION/ VOLQUETES | 14 | 16 | 13 | 12 | 55 |
| TRAYLERS | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| HORA | 12.00 PM. | | 2.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 430 | 205 | 420 | 325 | 1,380 |
| OMNIBUS | 2 | 1 | 1 | 2 | 6 |
| CAMION/ VOLQUETES | 22 | 19 | 23 | 19 | 83 |
| TRAYLERS | 7 | 6 | 5 | 7 | 25 |
| HORA | 2.00 PM. | | 4.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 96 | 195 | 230 | 350 | 871 |
| OMNIBUS | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| CAMION/ VOLQUETES | 11 | 9 | 16 | 7 | 43 |
| TRAYLERS | 2 | 2 | 1 | 4 | 9 |
| HORA | 4.00 PM. | | 6.00 AM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 165 | 175 | 253 | 360 | 953 |
| OMNIBUS | 10 | 9 | 13 | 14 | 46 |
| CAMION/ VOLQUETES | 6 | 7 | 5 | 8 | 26 |
| TRAYLERS | 2 | 2 | 2 | 5 | 10 |
| HORA | 6.00 PM. | | 8.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 400 | 385 | 630 | 505 | 1,920 |
| OMNIBUS | 9 | 15 | 11 | 7 | 27 |
| CAMION/ VOLQUETES | 6 | 8 | 12 | 8 | 33 |
| TRAYLERS | 3 | 2 | 5 | 2 | 11 |
| HORA | TOTAL | | DIA | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | | | 26/11/2016 | | 6,571 |
| OMNIBUS | | | 26/11/2016 | | 77 |
| CAMION/ VOLQUETES | | | 26/11/2016 | | 294 |
| TRAYLERS | | | 26/11/2016 | | 64 |

ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR

EMPRESA: PETROLEOS DEL PERU SA.
PROYECTO: ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO DEL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA PISTA DE LA AVENIDA "G" TALARA.
CONSULTOR: CONSULTORES Y EJECUTORES ACUARIO EIRL
UBICACIÓN: Av. "G" TALARA, DISTRITO PARIÑAS, PROV. TALARA, PIURA
LOCACION: ESQUINA Av. "H" Y Av. "G"
FECHA: 28/NOVIEMBRE/2016

| HORA | 8.00 AM. | | 10.00 AM. | | TOTAL |
|-------------------|-----------|-----|------------|-----|-------|
| AUTOS/CAMIONETAS | 299 | 295 | 375 | 299 | 1,268 |
| OMNIBUS | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| CAMION/ VOLQUETES | 18 | 24 | 22 | 21 | 85 |
| TRAYLERS | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 |
| HORA | 10.00 AM. | | 12.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 630 | 490 | 399 | 175 | 1,694 |
| OMNIBUS | | | | 1 | 1 |
| CAMION/ VOLQUETES | 6 | 5 | 3 | 4 | 18 |
| TRAYLERS | | | | | 0 |
| HORA | 12.00 PM. | | 2.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 440 | 320 | 507 | 396 | 1,663 |
| OMNIBUS | 2 | 1 | 4 | 2 | 9 |
| CAMION/ VOLQUETES | 7 | 9 | 11 | 8 | 35 |
| TRAYLERS | 11 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| HORA | 2.00 PM. | | 4.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 200 | 450 | 498 | 200 | 1,348 |
| OMNIBUS | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| CAMION/ VOLQUETES | 24 | 18 | 11 | 22 | 75 |
| TRAYLERS | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| HORA | 4.00 PM. | | 6.00 AM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 330 | 450 | 508 | 525 | 1,813 |
| OMNIBUS | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 |
| CAMION/ VOLQUETES | 8 | 11 | 7 | 9 | 35 |
| TRAYLERS | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 |
| HORA | 6.00 PM. | | 8.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 397 | 500 | 675 | 605 | 2,177 |
| OMNIBUS | 7 | 4 | 6 | 8 | 25 |
| CAMION/ VOLQUETES | 3 | 5 | 2 | 6 | 16 |
| TRAYLERS | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| HORA | TOTAL | | DIA | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | | | 28/11/2016 | | 9,963 |
| OMNIBUS | | | 28/11/2016 | | 54 |
| CAMION/ VOLQUETES | | | 28/11/2016 | | 264 |
| TRAYLERS | | | 28/11/2016 | | 33 |

ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR

EMPRESA: PETROLEOS DEL PERU SA.
PROYECTO: ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO DEL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA PISTA DE LA AVENIDA "G" TALARA.
CONSULTOR: CONSULTORES Y EJECUTORES ACUARIO EIRL
UBICACIÓN: Av. "G" TALARA, DISTRITO PARIÑAS, PROV. TALARA, PIURA
LOCACION: ESQUINA Av. "H" Y Av. "G"
FECHA: 29/NOVIEMBRE/201

| HORA | 8.00 AM. | | 10.00 AM. | | TOTAL |
|-------------------|-----------|-----|------------|-----|-------|
| AUTOS/CAMIONETAS | 100 | 112 | 122 | 116 | 450 |
| OMNIBUS | | 1 | | 1 | 2 |
| CAMION/ VOLQUETES | 8 | 12 | 10 | 15 | 45 |
| TRAYLERS | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| HORA | 10.00 AM. | | 12.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 146 | 270 | 222 | 149 | 787 |
| OMNIBUS | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| CAMION/ VOLQUETES | 16 | 17 | 18 | 22 | 73 |
| TRAYLERS | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 |
| HORA | 12.00 PM. | | 2.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 240 | 205 | 200 | 250 | 895 |
| OMNIBUS | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 |
| CAMION/ VOLQUETES | 8 | 12 | 11 | 10 | 42 |
| TRAYLERS | | 1 | 1 | 1 | 3 |
| HORA | 2.00 PM. | | 4.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 305 | 300 | 207 | 394 | 1,206 |
| OMNIBUS | 2 | 2 | 1 | 2 | 7 |
| CAMION/ VOLQUETES | 16 | 12 | 13 | 15 | 56 |
| TRAYLERS | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| HORA | 4.00 PM. | | 6.00 AM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 340 | 250 | 410 | 355 | 1,355 |
| OMNIBUS | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 |
| CAMION/ VOLQUETES | 7 | 11 | 10 | 11 | 40 |
| TRAYLERS | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| HORA | 6.00 PM. | | 8.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 305 | 497 | 301 | 265 | 1,368 |
| OMNIBUS | 3 | 4 | 5 | 3 | 15 |
| CAMION/ VOLQUETES | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 |
| TRAYLERS | | | | 1 | 1 |
| HORA | TOTAL | | DIA | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | | | 29/11/2016 | | 6,057 |
| OMNIBUS | | | 29/11/2016 | | 51 |
| CAMION/ VOLQUETES | | | 29/11/2016 | | 266 |
| TRAYLERS | | | 29/11/2016 | | 28 |

ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR

EMPRESA: PETROLEOS DEL PERU SA.
PROYECTO: ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO DEL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA PISTA DE LA AVENIDA "G" TALARA.
CONSULTOR: CONSULTORES Y EJECUTORES ACUARIO EIRL
UBICACIÓN: Av. "G" TALARA, DISTRITO PARIÑAS, PROV. TALARA, PIURA
LOCACION: ESQUINA Av. "H" Y Av. "G"
FECHA: 30/NOVIEMBRE/2016

| HORA | 8.00 AM. | | 10.00 AM. | | TOTAL |
|-------------------|-----------|-----|------------|-----|-------|
| AUTOS/CAMIONETAS | 115 | 99 | 120 | 113 | 447 |
| OMNIBUS | 3 | 1 | 4 | 1 | 9 |
| CAMION/ VOLQUETES | 6 | 4 | 10 | 18 | 38 |
| TRAYLERS | 3 | 8 | 1 | 2 | 14 |
| HORA | 10.00 AM. | | 12.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 150 | 290 | 117 | 302 | 859 |
| OMNIBUS | 1 | 3 | 4 | 1 | 8 |
| CAMION/ VOLQUETES | 11 | 13 | 22 | 28 | 74 |
| TRAYLERS | 4 | 1 | 2 | 5 | 12 |
| HORA | 12.00 PM. | | 2.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 360 | 180 | 204 | 180 | 924 |
| OMNIBUS | 2 | 1 | 3 | 5 | 11 |
| CAMION/ VOLQUETES | 7 | 10 | 5 | 1 | 23 |
| TRAYLERS | | 1 | 7 | 2 | 10 |
| HORA | 2.00 PM. | | 4.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 291 | 307 | 211 | 400 | 1,209 |
| OMNIBUS | 4 | 1 | 3 | 1 | 9 |
| CAMION/ VOLQUETES | 17 | 10 | 15 | 9 | 51 |
| TRAYLERS | 1 | 3 | 1 | 2 | 6 |
| HORA | 4.00 PM. | | 6.00 AM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 335 | 390 | 497 | 386 | 1,608 |
| OMNIBUS | 4 | 1 | 3 | 5 | 13 |
| CAMION/ VOLQUETES | 10 | 7 | 2 | 19 | 38 |
| TRAYLERS | 1 | 2 | 1 | 2 | 6 |
| HORA | 6.00 PM. | | 8.00 PM. | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | 315 | 507 | 675 | 598 | 2,095 |
| OMNIBUS | 3 | 4 | 1 | 2 | 10 |
| CAMION/ VOLQUETES | 7 | 2 | 9 | 8 | 26 |
| TRAYLERS | 1 | 3 | 1 | 2 | 7 |
| HORA | TOTAL | | DIA | | TOTAL |
| AUTOS/CAMIONETAS | | | 30/11/2016 | | 7,142 |
| OMNIBUS | | | 30/11/2016 | | 60 |
| CAMION/ VOLQUETES | | | 30/11/2016 | | 250 |
| TRAYLERS | | | 30/11/2016 | | 55 |

RESUMEN DE TRAFICO VEHICULAR

| TIPO DE VEHICULO | PROMEDIO DIARIO | PROMEDIO MENSUAL | PROMEDIO ANUAL |
|-------------------|-----------------|------------------|----------------|
| AUTOS/CAMIONETAS | 6,244 | 187,320 | 2'247,840 |
| OMNIBUS | 63 | 1,890 | 22,680 |
| CAMION/ VOLQUETES | 283 | 8,490 | 101,880 |
| TRAYLERS | 42 | 1,260 | 15,120 |

4.1 DEMANDA DE TRÁFICO

La demanda de tráfico es esencial para el diseño del pavimento de la plataforma de la pista, por lo cual se define el Índice Medio Anual (**IMDA**) en el tramo de estudio.

Se clasifica el tipo de vehículos a circular, la demanda de carga por eje y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados (camiones y ómnibus) guardan relación directa con el deterioro del pavimento, se tiene que tomar en un mínimo de 02 días la cantidad de tráfico en condiciones normales, se toma un día laborable y un día sábado.

DEMANDA PROYECTADA

La información levantada servirá de base para el estudio de la proyección de la demanda para el periodo de análisis, y establecer el número de Ejes Equivalentes (**EE**) de diseño para el pavimento.

4.2 FACTOR DIRECCIONAL Y FATOR CARRIL

Relación que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad total de transito circulante en ambas direcciones, en algunos caos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico.

El Factor de Distribución Carril, expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de EE.

El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD. (Cuadro 4.1)

Según el Cuadro 6.1 se tiene:

1 calzada > 2 sentidos > 1 carril/sentido.

FACTOR DIRECCIONAL $F_d = 0.5$

FACTOR CARRIL $F_c = 1.00$

FACTOR PONDERADO $F_p = F_d \times F_c = 0.5 \times 1.00 = 0.5 > \mathbf{F_p = 0.50}$

4.3 CALCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCION

Se utiliza la fórmula de progresión geométrica por separado para componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

$$T_n = T_o (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

Tn = Transito proyectado al año “n” en veh/día
 To = Transito actual (año base o) en veh/día
 n = Número de años del periodo de diseño
 r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento de tránsito de vehículos de carga con la tasa anual de crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre % y 6%.

CUADRO 4.1
FACTORES DE DISTRIBUCION DIRECCIONAL Y DE CARRIL PARA DETERMINAR EL
TRANSITO EN EL CARRIL DE DISEÑO

| Número de calzadas | Número de sentidos | Número de carriles por sentido | Factor Direccional (Fd) | Factor Carril (Fc) | Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño |
|--|--------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| 1 calzada (para IMDa total de la calzada) | 1 sentido | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 1 sentido | 2 | 1.00 | 0.80 | 0.80 |
| | 1 sentido | 3 | 1.00 | 0.60 | 0.60 |
| | 1 sentido | 4 | 1.00 | 0.50 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 1 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 2 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| 2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas) | 2 sentidos | 1 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 2 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| | 2 sentidos | 3 | 0.50 | 0.60 | 0.30 |
| | 2 sentidos | 4 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

La proyección de la demanda puede también dividirse en dos componentes, para vehículos de pasajeros que crecerá aprox. Al ritmo de la tasa anual de crecimiento poblacional, y para vehículos de carga que crecerá aprox. con la tasa de crecimiento de la economía.

El Cuadro 4.2 proporciona el criterio para seleccionar el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) para el periodo de diseño, considerando la tasa anual de crecimiento (r) y el periodo de análisis en años.

$$\text{Factor Fca} = (1 + r)^n - 1 / r$$

Donde:

r = Tasa anual de crecimiento

n= Periodo de diseño

r = 4 %

n = 20 años

$$\text{Fca} = (1 + 0.04)^{20} - 1 / 0.04 = 29.78$$

CUADRO 4.2
FACTORES DE CRECIMIENTO ACUMULADO (Fca)
PARA EL CALCULO DE NUMERO DE REPETICIONES DE EE

| Periodo de Análisis (años) | Factor sin Crecimiento | Tasa anual de crecimiento (r) | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 |
| 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2 | 2.00 | 2.02 | 2.03 | 2.04 | 2.05 | 2.06 | 2.07 | 2.08 | 2.10 |
| 3 | 3.00 | 3.06 | 3.09 | 3.12 | 3.15 | 3.18 | 3.21 | 3.25 | 3.31 |
| 4 | 4.00 | 4.12 | 4.18 | 4.25 | 4.31 | 4.37 | 4.44 | 4.51 | 4.64 |
| 5 | 5.00 | 5.20 | 5.19 | 5.42 | 5.53 | 5.64 | 5.75 | 5.87 | 6.11 |
| 6 | 6.00 | 6.31 | 6.47 | 6.63 | 6.80 | 6.98 | 7.15 | 7.34 | 7.72 |
| 7 | 7.00 | 7.43 | 7.66 | 7.90 | 8.14 | 8.39 | 8.65 | 8.92 | 9.49 |
| 8 | 8.00 | 8.58 | 8.89 | 9.21 | 9.55 | 9.90 | 10.26 | 10.64 | 11.44 |
| 9 | 9.00 | 9.75 | 10.16 | 10.58 | 11.03 | 11.49 | 11.98 | 12.49 | 13.58 |
| 10 | 10.00 | 10.95 | 11.46 | 12.01 | 12.58 | 13.18 | 13.82 | 14.49 | 15.94 |
| 11 | 11.00 | 12.17 | 12.81 | 13.49 | 14.21 | 14.97 | 15.78 | 16.65 | 18.53 |
| 12 | 12.00 | 13.41 | 14.19 | 15.03 | 15.92 | 16.87 | 17.89 | 18.98 | 21.38 |
| 13 | 13.00 | 14.68 | 15.62 | 16.63 | 17.71 | 18.88 | 20.14 | 21.50 | 24.52 |
| 14 | 14.00 | 15.97 | 17.09 | 18.29 | 19.16 | 21.01 | 22.55 | 24.21 | 27.97 |
| 15 | 15.00 | 17.29 | 18.60 | 20.02 | 21.58 | 23.28 | 25.13 | 27.15 | 31.77 |
| 16 | 16.00 | 18.64 | 20.16 | 21.82 | 23.66 | 25.67 | 27.89 | 30.32 | 35.95 |
| 17 | 17.00 | 20.01 | 21.76 | 23.70 | 25.84 | 28.21 | 30.84 | 33.75 | 40.55 |
| 18 | 18.00 | 21.41 | 23.41 | 25.65 | 28.13 | 30.91 | 34.00 | 37.45 | 45.60 |
| 19 | 19.00 | 22.84 | 25.12 | 27.67 | 30.54 | 33.76 | 37.38 | 41.45 | 51.16 |
| 20 | 20.00 | 24.30 | 26.87 | 29.78 | 33.06 | 36.79 | 41.00 | 45.76 | 57.28 |

Fuente: Tabla D-20 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

4.4 NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES



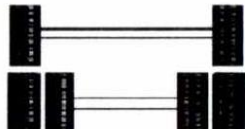
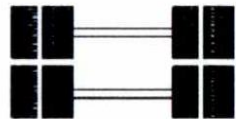
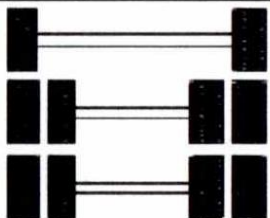
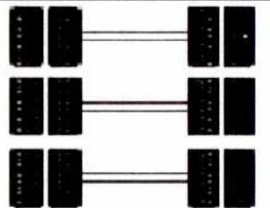
Para el diseño de pavimento solo se tomara el tráfico pesado de ómnibus y de camiones. El efecto del tránsito se mide en la unidad definida por AASHTO, como Ejes Equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg².

Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

Para el cálculo de los EE, utilizan las siguientes relaciones simplificadas; que resultaron de correlacionar los valores de las Tablas del Anexo D de la Guía AASHTO '93, para diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (Buses y Camiones) y tipo de pavimento:

FIGURA 4.1

CONFIGURACION DE EJES

| Conjunto de Eje (s) | Nomenclatura | N° de Neumáticos | Grafico |
|--|--------------|------------------|---|
| EJE SIMPLE (Con Rueda Simple) | 1RS | 02 |  |
| EJE SIMPLE (Con Rueda Doble) | 1RD | 04 |  |
| EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble) | 1RS + 1RD | 06 |  |
| EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble) | 2RD | 08 |  |
| EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble) | 1RS + 2RD | 10 |  |
| EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble) | 3RD | 12 |  |

Nota :

RS : Rueda Simple

RD: Rueda Doble

CUADRO 4.3

**RELACION DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR EJES EQUIVALENTES (EE)
PARA AFIRMADOS, PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SEMIRIGIDOS**

| Tipo de Eje | Eje Equivalente (EE _{8.2 tn}) |
|--|--|
| Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1}) | $EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$ |
| Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2}) | $EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$ |
| Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1}) | $EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$ |
| Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2}) | $EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$ |
| Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1}) | $EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$ |
| Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2}) | $EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$ |
| P = peso real por eje en toneladas | |

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

**CUADRO 4.4
RELACION DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR EJES EQUIVALENTES (EE)
PARA PAVIMENTOS RIGIDOS**

| Tipo de Eje | Eje Equivalente (EE _{8.2 tn}) |
|--|--|
| Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1}) | $EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$ |
| Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2}) | $EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$ |
| Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1}) | $EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$ |
| Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2}) | $EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$ |
| Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1}) | $EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$ |
| Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2}) | $EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$ |
| P = peso real por eje en toneladas | |

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Para el diseño de un pavimento se adopta el número proyectado de EE que circularan por el carril de diseño, durante el periodo de análisis, el carril de diseño es el más cargado de la pista.

Para definir la demanda sobre el carril de diseño, se analizara el tipo de sección transversal operativa de la pista, el número de calzadas vehiculares y la distribución de la carga sobre cada carril que conforma la calzada.

La medición de la demanda está basada en muestreos significativos del tránsito, en la práctica se orienta a la estratificación muestral de la carga por tipo de vehículo. Para ello la muestra del tráfico usuario se concentra en el tráfico pesado con la finalidad de obtener una información detallada promedio, pesando la carga real por tipo de vehículo muestreado por el tipo de ejes que lo conforman y la carga efectiva que lleva el eje.

Con las mediciones obtenidas por tipo de vehículos pesados se calculara el Factor vehículo pesado de cada uno de los tipos de vehículos del pavimento, este factor resulta del promedio de EE que caracteriza cada tipo de vehículo pesado identificado para el pavimento.

El Factor Vehículo Pesado (Fvp), se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado seleccionado. El

cálculo de factores de EE se efectuara utilizando las cargas reales por eje de los vehículos pesados encuestados en el censo de cargas.

CUADRO 4.4.a
COMPUTO DEL FACTOR DE VEHICULOS PESADOS SEGÚN EL EJEMPLO GUIA
AASHTO – 93

| Rango de Cargas por Eje (Toneladas) | Cantidad de Ejes Pesados en Balanza para 165 Vehículos Pesados | Factor de Equivalencia por Eje (EE Por Eje) | EE (Ejes Equivalentes) |
|--|---|--|---------------------------|
| Eje Simple | | | |
| < 1.4 | 0 | 0.0002 | 0.00 |
| 1.4 - 3.2 | 1 | 0.005 | 0.01 |
| 3.2 - 3.6 | 6 | 0.032 | 0.19 |
| 3.6 - 5.4 | 144 | 0.087 | 12.53 |
| 5.4 - 7.3 | 16 | 0.360 | 5.76 |
| 7.3 - 13.6 | 1 | 5.389 | 5.39 |
| Eje Tandem | | | |
| < 2.7 | 0 | 0.010 | 0.00 |
| 2.7 - 5.4 | 14 | 0.010 | 0.14 |
| 5.4 - 8.2 | 21 | 0.044 | 0.92 |
| 8.2 - 10.9 | 44 | 0.148 | 6.51 |
| 10.9 - 11.8 | 42 | 0.426 | 17.89 |
| 13.6 - 14.5 | 44 | 0.753 | 33.13 |
| 14.5 - 14.8 | 21 | 0.885 | 18.59 |
| 14.8 - 15.4 | 101 | 1.002 | 101.20 |
| 15.4 - 16.3 | 43 | 1.230 | 52.89 |
| | | Sumatoria EE | 255.15 |

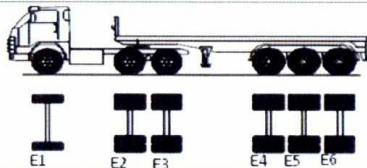
Total de Ejes Equivalentes de 8.2 t para 165 Camiones Pesados en la Balanza = 255 Factor Promedio de Ejes Equivalentes por Vehículo (255/165) = 1.55

Para el diseño del Pavimento se utilizara para un camión T3S3, que es el máximo vehículo a circular en el pavimento.

TOTAL FACTOR CAMION T3S3 : 6.390

CUADRO 4.10
EJEMPLO DE FACTORES DE EQUIVALENCIA POR EJE Y FACTOR VEHICULO
CAMION T3S3
PAVIMENTO RIGIDO

En este ejemplo, el peso total del Camión T3S3 es de 46 tn, pesando el eje delantero (E1) 7 tn, el eje posterior tandem (E2+E3) 16 tn y el tridem (E4+E5+E6) 23 tn. Aplicando las ecuaciones del [cuadro 6.4](#) para pavimento rígido, el factor vehículo **camión T3S3 es igual a 6.390**

| Configuración Vehicular | Descripción Gráfica de los Vehículos | | | | | | Long. Máxima (m) | |
|----------------------------------|---|------------------------------|----|------------------------------|----|----|--------------------------|----|
| T3S3 |  | | | | | | 20.50 | |
| | $EE_{E1} = [P / 6.6]^{4.1}$ | $EE_{E2} = [P / 13.3]^{4.1}$ | | $EE_{E4} = [P / 17.5]^{4.9}$ | | | | |
| Ejes | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 |
| Carga Según Censo de Carga (Ton) | 7 | 8 | 8 | 7 | 8 | 8 | | |
| Carga Según Censo de Carga (Ton) | 7 | 16 | | 23 | | | | |
| Tipos de Eje | Eje Simple | Eje Tandem | | Eje Tridem | | | | |
| Tipos de Rueda | Rueda Simple | Rueda Doble | | Rueda Doble | | | | |
| Peso | 7 | 16 | | 23 | | | | |
| Factor E.E. | 1.273 | 2.134 | | 2.984 | | | | |
| | | | | | | | Total Factor Camión T3S3 | |
| | | | | | | | 6.390 | |

Para los pavimentos flexibles y semirrígidos se tomara para el cálculo de EE, un factor de ajuste por presión de neumáticos, en caso de afirmados y pavimentos rígidos el factor de ajuste por presión de neumáticos es 1.

Para el cálculo del Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se usara la siguiente expresión por tipo de vehículo, el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados.

$$\text{Nrep de EE8.2tn} = \text{Sumatoria (EEdia-carril X Fca X 365)}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{EEdia-carril} &= \text{IMDpi} \times \text{Fd} \times \text{Fc} \times \text{Fvpi} \times \text{Fpi} \\ &= 42 \times 0.5 \times 1 \times 6.390 \times 1 \end{aligned}$$

$$\text{EEdia-carril} = 134.19$$

$$\text{Fca} = 29.78$$

$$365 = \text{días el año}$$

$$\text{Nrep de EE8.2tn} = (134.19 \times 29.78 \times 365) = 1'458,605 \text{ EE}$$

| Parámetros | Descripción |
|--------------------------------|--|
| Nrep de EE 8.2t | Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn |
| EE_{dia-carril} | <p>EE_{dia-carril} = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> $EE_{dia-carril} = IMDp_i \times Fd \times Fc \times Fvp_i \times Fp_i$ <p>donde:</p> <p>IMD_{p_i}: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>Fd: Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>Fc: Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>Fvp_i: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>Fp: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.</p> |
| Fca | Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según cuadro 6.2) |
| 365 | Número de días del año |
| Σ | Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año. |

4.5 CLASIFICACION DE NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO

El tránsito para diseño de pavimento ha sido clasificado en Rangos de Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes, según Cuadro 4.15.

Se determina los siguientes rangos en número de repeticiones de ejes equivalentes, para el carril y periodo de diseño.

4.5.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO – TIPO DE TRÁFICO PESADO EN EE

Los caminos pavimentados con pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos, están clasificados en quince (15) rangos de Número de Repeticiones de EE en el carril y periodo de diseño, desde 75,000 EE hasta 30'000,000 EE de acuerdo al Cuadro 4.15.

Para nuestro diseño con **Nrep de EE8.2tn = (134.19 x 29.78 x 365) = 1'458,605 EE**

Los caminos con menor o igual a 1'000,000 EE, se considera como caminos de bajo volumen de tráfico, recomendando un periodo de diseño de 10 años.

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE es = T_{p5}

CUADRO 4.15
NUMERO DE REPETICIONES ACUMULADAS DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TN, EN EL CARRIL DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES, SEMIRIGIDOS Y RIGIDOS

| Tipos Tráfico Pesado expresado en EE | Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE |
|---|--|
| T_{P0} | $> 75,000 \text{ EE} \leq 150,000 \text{ EE}$ |
| T_{P1} | $> 150,000 \text{ EE} \leq 300,000 \text{ EE}$ |
| T_{P2} | $> 300,000 \text{ EE} \leq 500,000 \text{ EE}$ |
| T_{P3} | $> 500,000 \text{ EE} \leq 750,000 \text{ EE}$ |
| T_{P4} | $> 750,000 \text{ EE} \leq 1'000,000 \text{ EE}$ |
| T_{P5} | $> 1'000,000 \text{ EE} \leq 1'500,000 \text{ EE}$ |
| T_{P6} | $> 1'500,000 \text{ EE} \leq 3'000,000 \text{ EE}$ |
| T_{P7} | $> 3'000,000 \text{ EE} \leq 5'000,000 \text{ EE}$ |
| T_{P8} | $> 5'000,000 \text{ EE} \leq 7'500,000 \text{ EE}$ |
| T_{P9} | $> 7'500,000 \text{ EE} \leq 10'000,000 \text{ EE}$ |
| T_{P10} | $> 10'000,000 \text{ EE} \leq 12'500,000 \text{ EE}$ |
| T_{P11} | $> 12'500,000 \text{ EE} \leq 15'000,000 \text{ EE}$ |
| T_{P12} | $> 15'000,000 \text{ EE} \leq 20'000,000 \text{ EE}$ |
| T_{P13} | $> 20'000,000 \text{ EE} \leq 25'000,000 \text{ EE}$ |
| T_{P14} | $> 25'000,000 \text{ EE} \leq 30'000,000 \text{ EE}$ |
| T_{P15} | $> 30'000,000 \text{ EE}$ |

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_{PX} : T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño

PX = Pavimentada, X = número de rango (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)