

# MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PISCO

## INSTITUTO VIAL PROVINCIAL DE PISCO

### 5.-TIPOLOGIA DE CAMINOS

Los caminos, e incluso los kilómetros que lo conforman, tienen características variables, que pueden y deben reflejarse en el costo del mantenimiento rutinario. Existe pleno conocimiento de la gran variabilidad y cantidad de factores que diferencian cada kilómetro de un camino; así, el relieve del terreno, precipitación, vegetación, calzada, tránsito, espesor del pavimento, estado del camino, región geográfica, etc., son elementos que, en un sentido amplio, diferencian un camino de otro.

La tipología permite clasificar los kilómetros de un camino en grupos homogéneos según sus demandas de mantenimiento, evaluando una serie de factores relacionados con sus características físicas y con las particularidades del entorno en que se ubican.

Siguiendo un estricto criterio estadístico, se realizó el proceso de selección de las variables representativas, estableciéndose que los factores determinantes del modelo eran:

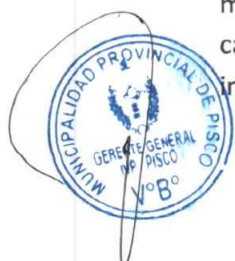
- Relieve: Pendiente longitudinal y estabilidad de taludes;
- Drenaje: Número de obras de drenaje y precipitación pluvial;
- Ancho de calzada; y,
- Vegetación.

La unidad de análisis de la tipología es el kilómetro, esto significa que la metodología busca clasificar cada uno de los kilómetros de un camino en grupos que reflejen cargas de trabajo similares; por lo tanto, será usual que un camino tenga kilómetros clasificados en uno o dos tipos; excepcionalmente, hasta en tres.

Como quiera que un camino está formado por un conjunto de kilómetros, y la probabilidad de que estos segmentos se agrupen en más de un tipo es alta, no será práctico definir un camino según las características de los kilómetros que lo conforman; en ese sentido, a continuación, presentamos tres definiciones generales que servirán para caracterizar un camino en función al tipo predominante.

**TIPO I:** Caminos que discurren por terrenos de relieve plano u ondulado, con taludes estables, generalmente de altura menor a 3 metros; tienen, en promedio, 2 obras de drenaje por kilómetro, eventualmente podrían tener 3 ó 4 estructuras en segmentos localizados; ancho promedio de la calzada hasta 4.5 metros, esporádicamente mayor; vegetación escasa (en la sierra), ocasionalmente moderada o abundante (en la selva).

Son caminos con características o condiciones muy favorables, que determinarán bajas o menores cargas de trabajo en las actividades del mantenimiento rutinario; estas características se encontrarán preferentemente en los caminos ubicados en los valles interandinos y en la sierra alta o puna.



# MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PISCO

## INSTITUTO VIAL PROVINCIAL DE PISCO

**TIPO II:** Caminos que discurren por terrenos de relieve accidentado, a muy accidentado, ocasionalmente ondulado, con taludes inestables, generalmente de alturas mayores a 3 metros, pero menores a 7; tienen en promedio 3 a 4 obras de drenaje por kilómetro, eventualmente 5 o más; ancho promedio de la calzada hasta 4.5 metros, esporádicamente mayor; vegetación moderada a abundante (en la selva), eventualmente escasa (en la sierra).

Son caminos con características o condiciones intermedias, algunas favorables y otras desfavorables. Se considera que las cargas de trabajo en este tipo de caminos son moderadas para efectos del mantenimiento rutinario; estas características se encontrarán preferentemente en los caminos ubicados en la sierra baja e intermedia y en la selva baja.

**TIPO III:** Caminos que discurren por terrenos de relieve accidentado y muy accidentado, con taludes inestables, mayores a 7 metros; generalmente tienen más de 5 obras de drenaje por kilómetro, aunque también se encontrarán caminos con 3 a 4 obras de drenaje por kilómetro; ancho promedio de la calzada hasta 4.5 metros, esporádicamente mayor; vegetación moderada a abundante (en la selva), eventualmente escasa (en la sierra).

Son caminos con características desfavorables, que determinarán mayores cargas de trabajo en el mantenimiento rutinario; estas características se encontrarán preferentemente en los caminos ubicados en la selva alta y en la sierra intermedia (de 2,500 a 3,500 m.s.n.m.).

### DETERMINACION DE LA TIPOLOGIA DE UN CAMINO

El análisis se deberá hacer por cada Kilómetro de la vía y se tendrá en cuenta los factores Relieve, Drenaje, Calzada y Vegetación. A continuación, se detalla el sistema de clasificación de la tipología:

#### 5.1 FACTOR RELIEVE (FRE); PENDIENTES Y TALUDES

Es evidente que la naturaleza, intensidad y frecuencia de las actividades del mantenimiento rutinario estarán condicionadas por la mayor o menor dificultad que ofrezca el relieve del terreno, constituyendo, por tanto, una variable válida para predecir la posibilidad de que se produzcan derrumbes en el camino.

Para cuantificar el valor de este factor se evaluarán dos sub-factores: la pendiente longitudinal promedio del kilómetro y la estabilidad de los taludes.

##### a. *Pendiente Longitudinal (IPL)*

En terrenos planos-ondulados, la posibilidad de que se produzcan derrumbes que afecten la transitabilidad del camino será muy remota; en cambio, en terrenos de relieve accidentado o muy accidentado, con taludes de corte altos y material suelto o roca suelta, esa posibilidad será mucho mayor. Es claro que en un kilómetro de





# MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PISCO

## INSTITUTO VIAL PROVINCIAL DE PISCO

camino (distancia típica de análisis), podremos encontrar uno o más cambios de pendiente longitudinal, siendo mayor el número de cambios de pendiente, cuanto más accidentado sea el terreno por donde discurra el camino.

El valor numérico representativo de la pendiente de un tramo (en nuestro caso la evaluación será kilómetro a kilómetro) estará dado por la ponderación de las pendientes parciales de dicho tramo. La pendiente ponderada, estará definida por la sumatoria de las pendientes parciales, en valor absoluto, multiplicadas por su distancia parcial y dividida entre la distancia total del tramo (mil metros).

La pendiente longitudinal, determinada mediante la ponderación de las pendientes parciales dentro de un tramo (1 kilómetro), permitirá establecer un Índice de la Pendiente Longitudinal -IPL-, que estará comprendido dentro de los siguientes valores:

|                                  |                      |   |         |                    |
|----------------------------------|----------------------|---|---------|--------------------|
| Pendiente Longitudinal Ponderada | $\leq 3\%$           | → | IPL = 1 | (Plano – Ondulado) |
| Pendiente Longitudinal Ponderada | $> 3\%$ y $\leq 6\%$ | → | IPL = 2 | (Accidentado)      |
| Pendiente Longitudinal Ponderada | $> 6\%$              | → | IPL = 3 | (Muy Accidentado)  |

**Tabla (IPL)**

### **b. Estabilidad de Talud (IET)**

Otra variable válida, en este caso la más importante, para evaluar la posibilidad de que se produzcan derrumbes en un camino, será la estabilidad del talud. Para medir esta variable, será necesario valorar dos factores: la altura del talud de corte y la naturaleza del material. Es perfectamente válido suponer que taludes con alturas de corte superiores a los 7 metros, constituidos por material suelto o conglomerados, estarán mucho más propensos a derrumbarse sobre la plataforma, que taludes de alturas inferiores a los 3 metros, constituidos por una roca suelta o fija. El Índice de Estabilidad de Talud del kilómetro, se obtendrá promediando los sub índices de Estabilidad de Talud (IETO) de 5 secciones transversales.

|                           | SUB ÍNDICE DE ESTABILIDAD DE TALUD |                       |              |
|---------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------|
| ALTURA DEL TALUD DE CORTE | $h \leq 3.00$ m.                   | $3.0 < h \leq 7.0$ m. | $h > 7.0$ m. |
| TIPO DE MATERIAL          |                                    |                       |              |
| Material Suelto           | 1                                  | 3                     | 3            |
| Roca Suelta               | 1                                  | 2                     | 3            |
| Roca Fija                 | 1                                  | 1                     | 1            |

**Tabla (IET)**

### **c. Determinación del Factor Relieve (FRE)**

El sub factor de estabilidad del talud Tiene una relación más directa con la posibilidad de que se produzcan o no derrumbes en el camino; en ese sentido, se establece una ponderación de 67% para este sub factor y 33% para el sub factor pendiente



# MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PISCO

## INSTITUTO VIAL PROVINCIAL DE PISCO

longitudinal, con lo que la expresión para determinar el valor del Factor Relieve quedó establecida de la forma señalada en la Tabla (FRE):

|      |   |                                       |             |               |                |
|------|---|---------------------------------------|-------------|---------------|----------------|
|      |   | $0.33 \text{ IPL} + 0.67 \text{ IET}$ | $\leq 1.50$ | $\rightarrow$ | <b>FRE = 1</b> |
| 1.50 | < | $0.33 \text{ IPL} + 0.67 \text{ IET}$ | $\leq 2.50$ | $\rightarrow$ | <b>FRE = 2</b> |
| 2.50 | < | $0.33 \text{ IPL} + 0.67 \text{ IET}$ |             | $\rightarrow$ | <b>FRE = 3</b> |

**Tabla (FRE)**

### 5.2 FACTOR DRENAJE (FDR); N° OBRAS DE ARTE Y PRECIPITACIÓN

Un segundo factor que permite diferenciar un kilómetro de otro, es el drenaje, término que comprende a toda infraestructura u obra de arte cuyo fin sea proteger la vía de la acción erosiva de las aguas superficiales o subterráneas, así como al nivel de precipitación pluvial del área en que se ubica el camino.

La intensidad y frecuencia de las actividades de mantenimiento rutinario de las obras de drenaje, depende de diversos factores tales como: cantidad de estructuras de drenaje, tipo, dimensiones, estado de la estructura y nivel de precipitación imperante en la zona.

Para caracterizar el factor drenaje, se evaluaron dos sub factores: número de obras de drenaje y precipitación pluvial

#### a. Número de Obras de Drenaje (IOD)

El índice de obras de drenaje se determinará en función al número de obras de drenaje registradas en el kilómetro evaluado. Debe entenderse por obra de drenaje a toda estructura u obra de arte (alcantarillas, tajeas, badenes, pontones, puentes) cuyo fin sea proteger la vía de la acción erosiva de las aguas superficiales o subterráneas, cualquiera sea su tipo y dimensiones.

El índice correspondiente a las obras de drenaje (IOD) encontradas en el kilómetro evaluado, se determinará aplicando la Tabla (IOD)

|      |   |                            |             |               |                |
|------|---|----------------------------|-------------|---------------|----------------|
|      |   | Número de Obras de Drenaje | $\leq 2.00$ | $\rightarrow$ | <b>IOD = 1</b> |
| 2.00 | < | Número de Obras de Drenaje | $\leq 4.00$ | $\rightarrow$ | <b>IOD = 2</b> |
| 4.00 | < | Número de Obras de Drenaje |             | $\rightarrow$ | <b>IOD = 3</b> |

**Tabla (IOD)**

#### b. Índice de Precipitación Pluvial (IPLU)

La segunda variable considerada para determinar el factor drenaje, es la precipitación pluvial, expresada en milímetros por año. Esta variable ha sido incorporada luego de constatar que el número de estructuras de drenaje construidas en los caminos no guardaba relación con los niveles de precipitación existentes en la zona.

El valor del índice de precipitación pluvial (IPLU) del kilómetro evaluado, se determinará aplicando la Tabla (IPLU)





# MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PISCO

## INSTITUTO VIAL PROVINCIAL DE PISCO

|              |                           |                           |            |               |                        |
|--------------|---------------------------|---------------------------|------------|---------------|------------------------|
|              | Precipitación Media Anual | $\leq$                    | 600 mm/año | $\rightarrow$ | IPLU = 1               |
| 600 mm/año   | <                         | Precipitación Media Anual | $\leq$     | 1,200 mm/año  | $\rightarrow$ IPLU = 2 |
| 1,200 mm/año | <                         | Precipitación Media Anual |            |               | $\rightarrow$ IPLU = 3 |

Tabla (IPLU)

### c. Determinación del Factor Drenaje (FDR)

Aplicando un procedimiento similar al detallado en el caso del factor relieve, luego de realizar aproximaciones sucesivas que permitieran que el modelo sea consistente y razonable con la realidad observada, se estableció que el sub factor precipitación pluvial era el que tenía una relación más directa con la carga de trabajo necesaria para mantener las estructuras de drenaje en buen estado, determinación que se vio reforzada al constatar que la cantidad de obras de drenaje estaba claramente minimizada en relación con los niveles de precipitación existentes; en ese sentido, se estableció una ponderación de 67% para este sub factor y 33% para el sub factor número de obras de drenaje, con lo que la expresión para determinar el valor del Factor Drenaje quedó establecida de la forma señalada en la Tabla (FDR):

|      |  |  |        |               |                       |
|------|--|--|--------|---------------|-----------------------|
|      | $0.33 \text{ IOD} + 0.67 \text{ IPLU}$ | $\leq$                                 | 1.50   | $\rightarrow$ | FDR = 1               |
| 1.50 | <                                      | $0.33 \text{ IOD} + 0.67 \text{ IPLU}$ | $\leq$ | 2.50          | $\rightarrow$ FDR = 2 |
| 2.50 | <                                      | $0.33 \text{ IOD} + 0.67 \text{ IPLU}$ |        |               | $\rightarrow$ FDR = 3 |

Tabla (FDR)

### 5.3 FACTOR CALZADA (FCA); ANCHO DEL CV

La experiencia acumulada en el mantenimiento rutinario de los caminos nos indica que la actividad más importante, y por lo tanto la que requiere de mayores recursos de mano de obra, materiales, herramientas, es el bacheo de la calzada.

Como factor representativo de este parámetro hemos considerado el ancho promedio de la calzada del kilómetro evaluado, entendiendo que abarca el área ocupada por la superficie de rodadura del camino y por las bermas, si las hubiere.

La expresión para determinar el valor del Factor Calzada quedó establecida de la forma señalada en la Tabla (FCA):

|         |                           |                           |         |               |                       |
|---------|---------------------------|---------------------------|---------|---------------|-----------------------|
|         | Ancho Medio de la Calzada | $\leq$                    | 4.50 m. | $\rightarrow$ | FCA = 1               |
| 4.50 m. | <                         | Ancho Medio de la Calzada |         |               | $\rightarrow$ FCA = 2 |

Tabla (FCA)

### 5.4 FACTOR VEGETACION (FVE); ÁREA DE ROCE

Es conocido que el Perú tiene una gran variedad de regiones naturales, algunas como la rupa-rupa u omagua con abundante vegetación, y otras como la janca, puna o suni con escasa o nula vegetación; Esta diversidad hace que la vegetación sea un factor



# MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PISCO

## INSTITUTO VIAL PROVINCIAL DE PISCO

que distinga notablemente un camino de otro, y eventualmente, un kilómetro de otro.

Para que los caminos brinden a los usuarios adecuadas condiciones de seguridad es necesario controlar el crecimiento de la flora a ambos lados de la vía.

Como elemento representativo de este factor se ha considerado el roce, medido por la cantidad y frecuencia anual para lograr que la vegetación se mantenga a alturas inferiores o iguales a 40 cm., de modo que los caminos brinden a los usuarios adecuadas condiciones de seguridad.

El factor vegetación, al igual que el factor calzada, se determinará en forma directa mediante la evaluación del área de roce expresada en hectáreas / kilómetro – año.

La expresión para determinar el valor del Factor Vegetación quedó establecida de la forma señalada en la Tabla (FVE):

|      |   |              |   |      |   |         |
|------|---|--------------|---|------|---|---------|
|      |   | Área de Roce | ≤ | 0.60 | → | FVE = 1 |
| 0.60 | < | Área de Roce | < | 1.80 | → | FVE = 2 |
| 1.80 | ≤ | Área de Roce |   |      | → | FVE = 3 |

*Tabla (FVE)*

### 5.5 TIPOLOGIA DEL CAMINO VECINAL

Para el caso del camino materia del presente Expediente Técnico se ha determinado la tipología teniendo en cuenta las consideraciones y los indicadores referidos, siendo los siguientes:

#### **DETERMINACIÓN DE LA TIPOLOGÍA DEL KILÓMETRO**

La clasificación final del kilómetro evaluado se establecerá aplicando la relación mostrada en la siguiente Tabla:

|      |   |   |   |      |   |          |
|------|---|---|---|------|---|----------|
|      |   | $0.35 \text{ FRE} + 0.40 \text{ FDR} + 0.10 \text{ FCA} + 0.15 \text{ FVE}$ | ≤ | 1.50 | → | TIPO I   |
| 1.50 | < | $0.35 \text{ FRE} + 0.40 \text{ FDR} + 0.10 \text{ FCA} + 0.15 \text{ FVE}$ | ≤ | 2.00 | → | TIPO II  |
| 2.00 | < | $0.35 \text{ FRE} + 0.40 \text{ FDR} + 0.10 \text{ FCA} + 0.15 \text{ FVE}$ |   |      | → | TIPO III |

**Tabla - TIPOLOGÍA**

|              |   |                   |
|--------------|---|-------------------|
| TIPO I       | : | 25.194 km.        |
| TIPO II      | : | 0.000 km.         |
| TIPO III     | : | 0.000 km.         |
| <b>TOTAL</b> | : | <b>25.194 km.</b> |

