



Mecánica de suelos
Aplicada a vías de transporte

Autor: Wilfredo Gutiérrez Lázares

© Derechos de autor registrados:
Empresa Editora Macro EIRL

© Derechos de edición, arte gráfico y diagramación reservados:
Empresa Editora Macro EIRL

Coordinación de edición:
Magaly Ramon Quiroz

Diseño de portada:
Rudy Herrera Torres

Corrección de estilo:
Sonia Obregon Dionicio

Diagramación:
Eduardo Siesquén

Edición a cargo de:
© Empresa Editora Macro EIRL
Av. Paseo de la República N.° 5613, Miraflores, Lima, Perú

☎ Teléfono: (511) 748 0560
✉ E-mail: proyectoeditorial@editorialmacro.com
🌐 Página web: www.editorialmacro.com

Primera edición: marzo 2016
Tiraje: 1500 ejemplares

Impresión
Talleres gráficos de la Empresa Editora Macro EIRL
Jr. San Agustín N.° 612-624, Surquillo, Lima, Perú

ISBN N.° 978-612-304-330-8
Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.° 2016-02261

Prohibida la reproducción parcial o total, por cualquier medio o método, de este libro sin
previa autorización de la Empresa Editora Macro EIRL.

Índice

Introducción.....	19
-------------------	----

Capítulo 1

Introducción a la mecánica de suelos aplicada a vías de transportes	25
1.1 Problemas en la ingeniería vial	29
1.2 Actitud del profesional	31
1.3 Actividades del investigador.....	33
1.3.1 Visión general de las metodologías	35
1.4 Generalidad de la red vial nacional.....	36

Capítulo 2

Filosofía de diseño y causas de falla.....	41
2.1 Condición y serviciabilidad del pavimento	44
2.2 Vida remanente y rehabilitación	45
2.3 Causas de degradación del pavimento.....	47

Capítulo 3

Parámetros para el diseño de pavimentos.....	49
3.1 Análisis de la composición del tráfico.....	52
3.1.1 Proyección de ejes equivalentes	52
3.1.2 Actualización de ejes equivalentes	53
3.2 Capacidad de soporte de la subrasante	55
3.2.1 Utilidad de la información de campo.....	56
3.2.2 Capacidad de soporte de diseño	57
3.2.3 Correlación entre el PDC y CBR.....	61
3.2.4 Correlación entre el CBR y Mr.....	65
3.2.5 Valor de diseño	69

3.3 Valores de influencia.....	70
3.3.1 Nivel de confianza	70
3.3.2 Probabilidad	70
3.3.3 Pérdida de servicio.....	70

Capítulo 4

Diseño de la estructura del pavimento	71
4.1 Método AASHTO.....	73
4.1.1 Desarrollo de la ecuación AASHTO	75
4.2 Transformación a capas de pavimento.....	79

Capítulo 5

Consideraciones para la rehabilitación de pavimentos.....	81
5.1 Análisis de rehabilitación de pavimentos	84
5.2 Modelación geotécnica.....	88
5.3 Factores de influencia.....	89
5.3.1 Altitud	90
5.3.2 Número estructural existente (SNe)	95
5.3.3 Fricción neumático - Superficie	96
5.4 Sectorización.....	96

Capítulo 6

Evaluación superficial	99
6.1 Metodología CONREVIAl.....	102
6.2 Índice de condición del pavimento (PCI)	103
6.2.1 Interpretación del PCI	110
6.3 Evaluación de superficie de pavimento - PASER.....	114
6.4 Propuesta del MTC	116
6.5 Determinación del IRI y el PSI.....	119

Capítulo 7

Evaluación estructural	123
7.1 Método de ensayos no destructivos.....	125
7.1.1 Deflectometría método empírico.....	128
7.1.2 Deflectometría método matemático	131

7.2 Análisis de los resultados	134
7.2.1 Método embérico.....	134
7.2.2 Método elástico	138
7.3 Deflexiones FWD y Viga Benkelman	140
7.4 Estrategias de refuerzo	141

Capítulo 8

Rehabilitación y mantenimiento	145
8.1 Análisis de rehabilitación	149
8.1.1 Proceso para evaluación	149
8.1.2 Recolección de información.....	151
8.1.3 Interpretación de resultados	152
8.2 Comentarios del modelamiento geotécnico	156
8.3 Actividades a desarrollar	158

Capítulo 9

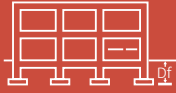

Aspectos medioambientales.....	161
9.1 Discusión	164
9.2 Realidad nacional.....	166
9.3 Medio físico.....	167
9.4 Estrategia metodológica	171
9.4.1 Alcance general	171
9.4.2 Propuesta de entregables	171
9.4.3 Articulación de actividades.....	172
Apéndice.....	173
Problemas propuestos.....	174
Bibliografía	188

1.1 PROBLEMAS EN LA INGENIERÍA VIAL

El mayor problema del profesional, observado para el desempeño en la mecánica de suelos, es el desconocimiento del comportamiento del suelo frente a las obras civiles. En situaciones adversas de resistencia del suelo, terminan confirmando su decisión. La asociación de la ingeniería civil y la infraestructura responde inmediatamente a las edificaciones, habiendo muchas otras especialidades. Por ello, en primer lugar se debe encontrar la analogía existente entre una edificación, que bien se entiende, con la estructura de un pavimento, que trata de mostrar su importancia.

La Tabla 1.1 presenta analogías entre valores de diseño requeridos por una estructura de un pavimento como de una edificación. Ambas estructuras requieren de la capacidad de soporte del suelo para determinar las dimensiones de obra.

Tabla 1.1 Analogía de componentes en estructuras vial y edificación

N.º	Componente	Edificio	Pavimento
			
1	Solicitaciones de carga	CM, CV, CS	N
2	Material de apoyo de la estructura	Suelo de cimentación	Subrasante
3	Ensayos de resistencia al esfuerzo cortante	Corte directo, triaxial, compresión simple	CBR
4	Parámetros mecánicos de diseño	c, Φ	Número de CBR
5	Características físicas de sectorización	γ	Partículas, LL, LP, w, γ
6	Parámetro final de transformación	La cuantía (ρ) a número de varillas	Número estructural (SN) a capas componentes

Fuente: El autor.

Las discusiones sobre las capas componentes del pavimento dependen de diferentes aspectos que no siempre responden a las demandas técnicas. Si bien, por un lado, se puede emplear programas de cómputo para la determinación de los espesores de las diferentes capas que conforman la estructura, poco se puede saber sobre sus factores de seguridad. Si el operador es consciente de la filosofía del diseño, la solución final dependerá de la decisión y el compromiso del profesional y su experiencia.

Existen múltiples causas de la degradación prematura de los pavimentos flexibles. La idea principal radica en comprender el por qué de la degradación de los pavimentos, contrastando gráficamente resultados de las evaluaciones que miden su deterioro a lo largo de los años.

Uno de los principales problemas corresponde a la determinación del tráfico de diseño (N) a emplear y las consecuencias que una mala estimación puede acarrear, como por ejemplo el obtener una estructura de pavimento que se encuentre infradiseñada. El problema se agrava cuando la estimación de las cargas de ejes estándares varían por encontrarse en zona de frontera, como es el caso de la carretera Interoceánica¹, que recibirá tráfico de Bolivia y Brasil cuyos ejes estándares alcanzan las 10 toneladas y en algunos casos hasta 13 toneladas por eje, mientras que en el Perú las cargas de diseño corresponden a solo 8.2 toneladas.

En algunos casos, las obras presentan serias deficiencias por emplear procedimientos constructivos sin el debido control de calidad. En otras, las labores de la supervisión se apoyan en la logística del contratista haciéndose dependiente y cómoda de ejecutar. Sin lugar a dudas los procesos constructivos deficientes generan estructuras débiles que no alcanzarán el tiempo de servicio proyectado.

Por otro lado, los proyectistas subcontratan la participación de profesionales, generando heterogeneidad en los trabajos realizados y como consecuencia un proyecto antieconómico, ya que tendrá una solución inadecuada al problema real.

Otra causa de falla de los pavimentos se aprecia al considerar sistemáticamente metodologías de diseño a toda la vía por igual, sin discriminar sectores o regiones y obviando sus factores ambientales, geográficos y topográficos.

Finalmente, los trabajos de mantenimiento de las vías son limitados e inadecuados, generando trabajos correctivos prematuros o la pronta rehabilitación.

¹ Cfr.: Estudio Definitivo de Rehabilitación, Provías Nacional