

ASIGNATURA / CURSO DE CAPACITACIÓN





---

**T02 - CALIDAD LOGRADA**

Docentes  
Ing. Jorge A. Páramo (director)  
Ing. Hugo E. Poncino
Montevideo, - Uruguay mayo  
2010

T 02 CALIDAD LOGRADA Imae



T 02 CALIDAD LOGRADA Imae



T 02 CALIDAD LOGRADA Imae

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Calidad de servicio de la carretera para poder circular con **confort y seguridad**, y con reducidos costos de operación de los vehículos.

- Calidad de rodadura (confort) ↔ Rugosidad
- Seguridad ↔ Adherencia neumático-pavimento
- Costos de circulación reducidos

Relacionados fundamentalmente a la Rugosidad de la superficie

T 02 CALIDAD LOGRADA Imae

**REQUISITOS DEL USUARIO**

**Rugosidad**

Desviaciones del perfil longitudinal de la superficie del camino con respecto a una superficie plana. Afecta la dinámica del vehículo, la calidad de circulación, las cargas dinámicas y el drenaje.



T 02 CALIDAD LOGRADA Imae

**REQUISITOS DEL USUARIO**

**Rugosidad**

Según sea la velocidad de circulación de los vehículos se valoran distintos tipos de irregularidades longitudinales

CASOS	VELOCIDAD CRÍTICA (por resonancia)	
	CHASIS	RUEDAS
Pavimento de hormigón con juntas espaciadas 4 m, y con un mal estado de conservación de las mismas	4m * 2Hz= 8 m/seg	4m * 13Hz= 52 m/seg
	29 Km/h	188 Km/h
Pavimento en perfectas condiciones de rugosidad y un vehículo con sus ruedas desbalanceadas, excitación cada vuelta (aprox. 1,8m)	1,8m * 2Hz= 3,6 m/seg	1,8m * 13Hz= 23 m/seg
	13 Km/h	84 Km/h




T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Rugosidad



**EQUIPOS DE EVALUACION**

Existe una gran variedad de equipos y formas de medición, pero todas deben expresar sus resultados en una misma unidad de medición IRI (m/Km)

Todos los equipos requieren control periódico de sus condiciones de operación y resultados

- Métodos que miden directamente el perfil longitudinal del camino
- Métodos que miden la respuesta dinámica de un vehículo

T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Rugosidad



**EQUIPOS DE EVALUACION**

Métodos que miden directamente el perfil longitudinal del camino

- Nivelación
- Merlin
- Equipo laser o ultrasonido
- Dipstick



T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Rugosidad



**EQUIPOS DE EVALUACION**

Métodos que miden directamente el perfil longitudinal del camino

- Nivelación
- Merlin
- APL
- Equipo laser o ultrasonido
- Dipstick



T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Rugosidad



**EQUIPOS DE EVALUACION**

Métodos que miden directamente el perfil longitudinal del camino

- Nivelación
- Merlin
- APL
- Equipo laser ultrasonido
- Dipstick



T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Rugosidad



**EQUIPOS DE EVALUACION**

Métodos que miden directamente el perfil longitudinal del camino

- Nivelación
- Merlin
- APL
- Equipo laser o ultrasonido
- Dipstick




T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Rugosidad




**EQUIPOS DE EVALUACION**

Métodos que miden directamente el perfil longitudinal del camino

- Nivelación
- Merlin
- APL
- Equipo laser o ultrasonido
- Dipstick





T 02 CALIDAD LOGRADA 

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Rugosidad

**EQUIPOS DE EVALUACION**

Métodos que miden la respuesta dinámica de un vehículo

- BPR
- MAYS-JMF
- ROMDAS

T 02 CALIDAD LOGRADA 

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Rugosidad

**EQUIPOS DE EVALUACION**

Métodos que miden la respuesta dinámica de un vehículo



- BPR
- MAYS-JMF
- ROMDAS



T 02 CALIDAD LOGRADA 

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Rugosidad


**EQUIPOS DE EVALUACION**

Métodos que miden la respuesta dinámica de un vehículo



- BPR
- MAYS-JMF
- ROMDAS




T 02 CALIDAD LOGRADA 

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Rugosidad

**EXIGENCIAS**



- En rutas concesionadas, los **ESPECIFICACIONES** exigen un valor límite máximo de 3m/Km (IRI).
- En la recepción de obras nuevas y repavimentaciones las **ESPECIFICACIONES** de la DNV exige un valor límite máximo de 1,5m/Km (BPR)
- En la Provincia de Santa Fe, en la recepción de obras nuevas, se exige la realización de las mediciones y se especifican límites para valores kilométricos, medio y máximo del tramo


T 02 CALIDAD LOGRADA 

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Adherencia neumático-pavimento

Son las características de la capa de rodamiento que aseguran condiciones antiderrapantes del pavimento.





T 02 CALIDAD LOGRADA 

**REQUISITOS DEL USUARIO**

Adherencia neumático-pavimento

Puede definirse como la capacidad de unión o contacto entre el neumático y el pavimento.

Permite la circulación del vehículo, asegurando:

- Reducir la distancia de frenado 
- Mantener en todo momento la trayectoria deseada del vehículo 

La adherencia neumático-pavimento es suficiente, salvo casos excepcionales, sobre superficie seca.

Pero disminuye extraordinariamente en periodos de lluvia debido a la película de agua que se interpone entre el neumático y la calzada.


T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**  
**Adherencia neumático-pavimento.**  
**¿Como se logra?**

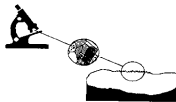
**MACROTEXTURA**

**Facilitar y contribuir al drenaje del agua existente bajo el neumático**



**MICROTEXTURA**

**Romper la película de agua** procedente de la lluvia, con el objeto de asegurar el contacto íntimo entre el neumático y el pavimento.



T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**  
**Adherencia neumático-pavimento**

Dominio	Longitud de Onda, $\lambda$	Amplitud, A
Trazado	50 - 1000 m	0,5 - 50 m
Regularidad superficial	0,5 - 50 m	0,001 - 0,5 m
Textura	0 - 0,5 m	0,001 - 50 mm

Tabla 2. Clasificación del perfil longitudinal.

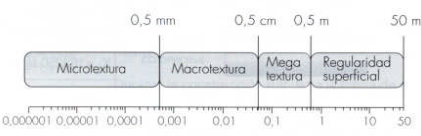


Figura 1. Clasificación del perfil según AIPCR

T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**  
**Adherencia neumático-pavimento**

**EQUIPOS DE MEDICION**

**En el mundo se utilizan distintos tipos de equipamientos, tanto de medición puntual como continua**

- Medición de la macrotextura
- Medición del coeficiente de fricción

**Resultado influenciado por los dos parámetros**

T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**  
**Adherencia neumático-pavimento**

**MEDICION DE MACROTEXTURA**

- **Parche de arena**



- **Rugolaser**



T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**  
**Adherencia neumático-pavimento**  
**MEDICION DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN (MICROTEXTURA)**

- **Péndulo de fricción**
- Mu meter
- Adhera 2
- Griptester
- SCRIM



T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

---

**REQUISITOS DEL USUARIO**  
**Adherencia neumático-pavimento**  
**MEDICION DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN (MICROTEXTURA)**

- Péndulo de fricción
- **Mu meter**
- Adhera 2
- Griptester
- SCRIM



T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS DEL USUARIO**

**Adherencia neumático-pavimento**

**MEDICION DEL COEFICIENTE DE FRICCION (MICROTEXTURA)**

- Péndulo de fricción
- Mu meter
- **Adhera 2**
- Griptester
- SCRIM



T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS DEL USUARIO**

**Adherencia neumático-pavimento**

**MEDICION DEL COEFICIENTE DE FRICCION (MICROTEXTURA)**

- Péndulo de fricción
- Mu meter
- Adhera 2
- **Griptester**
- SCRIM



T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS DEL USUARIO**

**Adherencia neumático-pavimento**

**MEDICION DEL COEFICIENTE DE FRICCION (MICROTEXTURA)**

- Péndulo de fricción
- Mu meter
- Adhera 2
- Griptester
- **SCRIM**

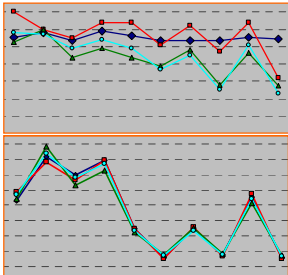


T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS DEL USUARIO**

**Adherencia neumático-pavimento**

- **Expresadas en unidades propias**
- **Expresadas en IFI**



T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS DEL USUARIO**

**Adherencia neumático-pavimento**

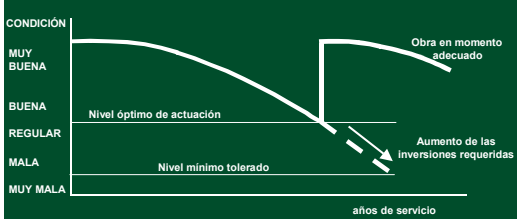
**EXIGENCIAS**

- La exigencia debe pasar por fijar valores admisibles de macrotextura de las carpetas y valores de CPA de los agregados pétreos
- En rutas concesionadas se exige un parche de arena mayor o igual a 0,3mm. y un IFI mayor que 0,12
- En la recepción de obras nuevas y repavimentaciones las **ESPECIFICACIONES de la DNV exige un valor límite mínimo de coeficiente de fricción ( $\mu$ ) de 0,45 , medido con equipo Mu Meter**

T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS INGENIERILES / ESTRUCTURALES**

**Mantener la calidad de servicio de la carretera, durante todo el periodo de diseño planteado, resistiendo las solicitaciones impuestas por el tránsito y el clima**



T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS INGENIERILES**

**MEDICIONES A REALIZAR**

Parámetros geométricos

- Espesores
- Anchos
- Pendientes transversales

Parámetros estructurales

- Deflexiones
- Calidad de materiales
  - \_Capas ligadas
  - \_Capas no ligadas

T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS INGENIERILES**

**Espesores**

- Calado de testigos
- Radar de penetración






T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS INGENIERILES**

**Análisis deflectométrico**

Permite valorar la respuesta de la estructura en su conjunto bajo el efecto de la carga

Se mide la deformación elástica que se produce y la forma que posee esa deformada

- Regla Benkelman
- Deflectógrafo a impacto
- Lacroix




T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS INGENIERILES**

**Análisis deflectométrico**

Permite valorar la respuesta de la estructura en su conjunto bajo el efecto de la carga

Se mide la deformación elástica que se produce y la forma que posee esa deformada

- Regla Benkelman
- Deflectógrafo a impacto
- Lacroix




T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS INGENIERILES**

**Análisis deflectométrico**

Permite valorar la respuesta de la estructura en su conjunto bajo el efecto de la carga

Se mide la deformación elástica que se produce y la forma que posee esa deformada

- Regla Benkelman
- Deflectógrafo a impacto
- Lacroix





T 02 CALIDAD LOGRADA imæ

**REQUISITOS INGENIERILES**

**Calidad de los materiales**

- Capas ligadas con asfalto
- Capas de materiales no ligados

**Rigideces relativas**

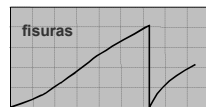
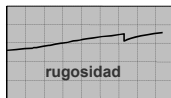
**Módulo dinámico con probetas**





**OBJETIVO DE LAS MEDICIONES ESTRUCTURALES**

- Modelizar la estructura
- Retroajuste
- Definir espesores y módulos reales
- Aplicar modelos de predicción de comportamiento para validar la vida futura y la evolución de los deterioros de superficie

**MANEJO DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA**

Para que pueda ser utilizada en futuros análisis de la estructura

- Dispersa



- Centralizada

