



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

# Índice

**Bloque 1.  
Sección transversal ferroviaria.**

**Bloque 2.  
Geometría de la vía. Trazado**

**Bloque 3  
Comportamiento mecánico de la vía**

**Bloque 4.  
Calidad y mantenimiento**

**Bloque 5.  
Calidad y mantenimiento**



# Índice

**1. Maquinaria de vía**

**2. Calidad y mantenimiento de la vía sobre  
balasto**

**3. Montaje y renovación de vía sobre  
balasto**

**4. Montaje vía en placa**



# 2

## Calidad y mantenimiento

1. Introducción
2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento
3. Necesidad del mantenimiento
4. Calidad del estado de la vía: interacción vía – vehículo
5. Gestión y planificación del mantenimiento según estado
  - 5.1. Normativa vigente
  - 5.2. Metodología



# 1. Introducción

---

**CONSERVACIÓN:** Conjunto de operaciones que posibilita la actuación de los equipos e instalaciones con plena capacidad técnica, eliminando las situaciones de riesgo y averías, que tienen un coste elevado e imprevisto.

## Mantenimiento de vía:

- ✓ Superestructura
- ✓ Línea aérea de contacto
- ✓ Subestaciones eléctricas
- ✓ Instalaciones de seguridad
- ✓ Telecomunicaciones
- ✓ Mantenimiento de la maquinaria de vía

## MANTENIMIENTO DE LA SUPERESTRUCTURA



# 1. Introducción

---

## Objetivos del mantenimiento de vía:

- ✓ Mantener la oferta de vía (velocidad, calidad, disponibilidad...)
- ✓ Minimizar gastos de conservación

## Medios humanos y técnicos

## Operaciones a realizar

1. Recogida de datos
2. Análisis y diagnóstico
3. Planificación de actuaciones
4. Organización de los trabajos en el espacio y en el tiempo



# 1. Introducción: parámetros geométricos

- **Ancho de vía**

Distancia entre caras activas (internas) de los carriles, medida a 14 mm de la zona de rodadura



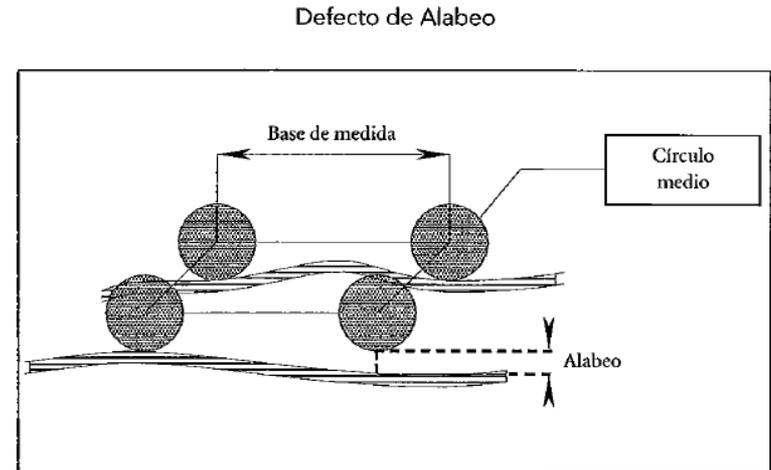
*Fuente: López Pita, A. 2006. Infraestructuras ferroviarias. Ediciones UPC.*



# 1. Introducción: Parámetros geométricos

- **Alabeo**

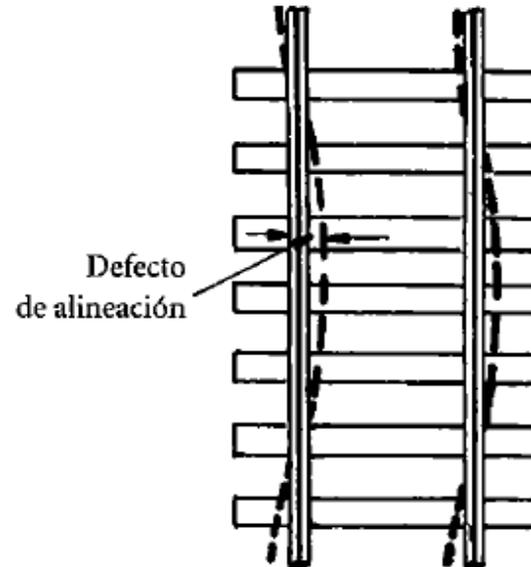
Parámetro que representa la distancia existente entre un punto de la vía (P) y el plano formado por otros tres puntos (ABC)



Fuente: López Pita, A. 2006. Infraestructuras ferroviarias. Ediciones UPC.

- **Alineación**

Parámetro que, para cada hilo de carril, representa la distancia en planta respecto de la alineación teórica



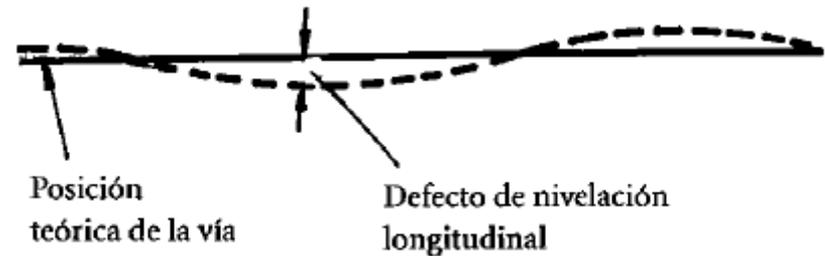
Fuente: López Pita, A. 2006. Infraestructuras ferroviarias. Ediciones UPC.



# 1. Introducción: Parámetros geométricos

- **Nivelación longitudinal**

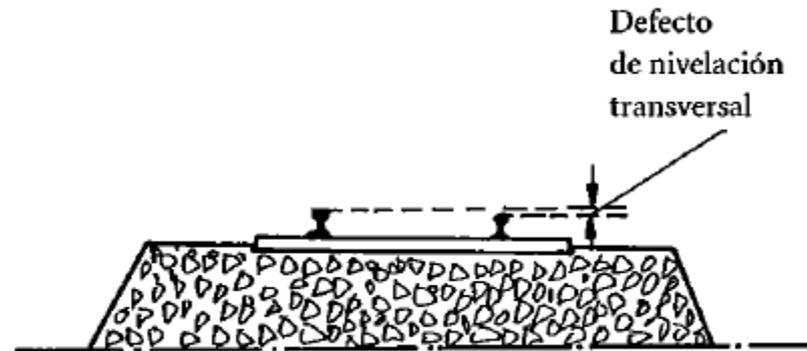
Parámetro que define las variaciones de cota de la superficie de rodadura de cada hilo de carril, respecto a un plano de comparación.



Fuente: López Pita, A. 2006. Infraestructuras ferroviarias. Ediciones UPC.

- **Nivelación transversal**

Parámetro que establece la diferencia de cota existente entre las superficies de rodadura de los hilos de carril en una sección normal al eje de la vía.



Fuente: López Pita, A. 2006. Infraestructuras ferroviarias. Ediciones UPC.



# 1. Introducción: Parámetros geométricos

---

Los defectos en cada uno de los parámetros afectan a distintos movimientos:

**Ancho de vía** → movimiento transversal (mvto. de lazo)

**Alabeo** → facilita el descarrilamiento

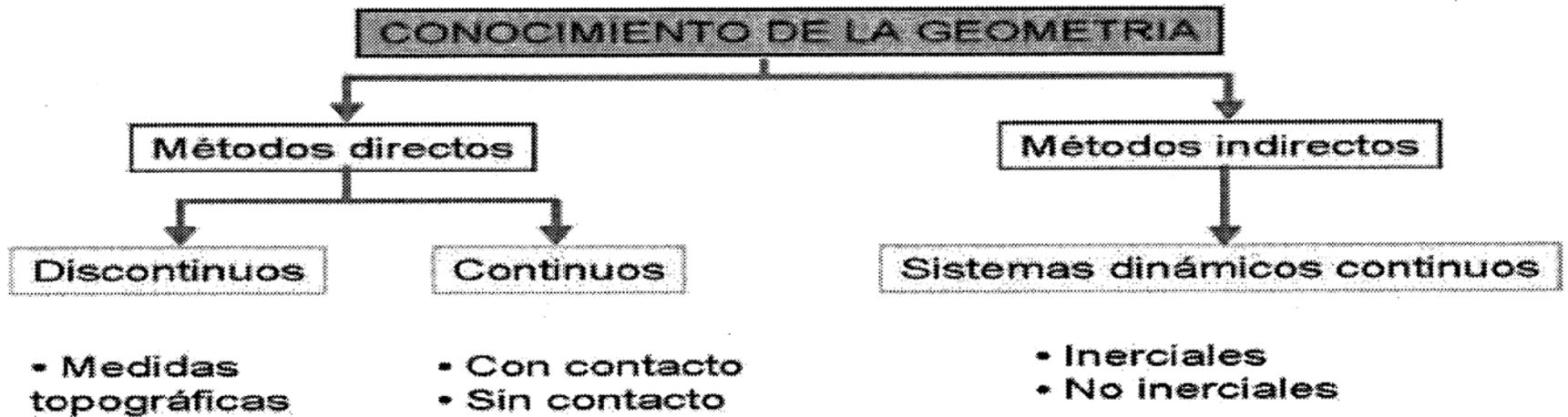
**Alineación** → movimiento transversal

**Nivelación longitudinal** → galope

**Nivelación transversal** → balanceo



# 1. Introducción: Procedimientos de medida





# 1. Introducción: Procedimientos de medida

---

## Método directo continuo con contacto

Coches de control geométrico de vía con *palpadores* que se apoyan en las caras internas de las cabezas de los carriles (a 14 mm debajo del plano de rodadura) para realizar las medidas en el plano horizontal.

Las medidas en el plano vertical son realizadas a través de las propias ruedas del vehículo.

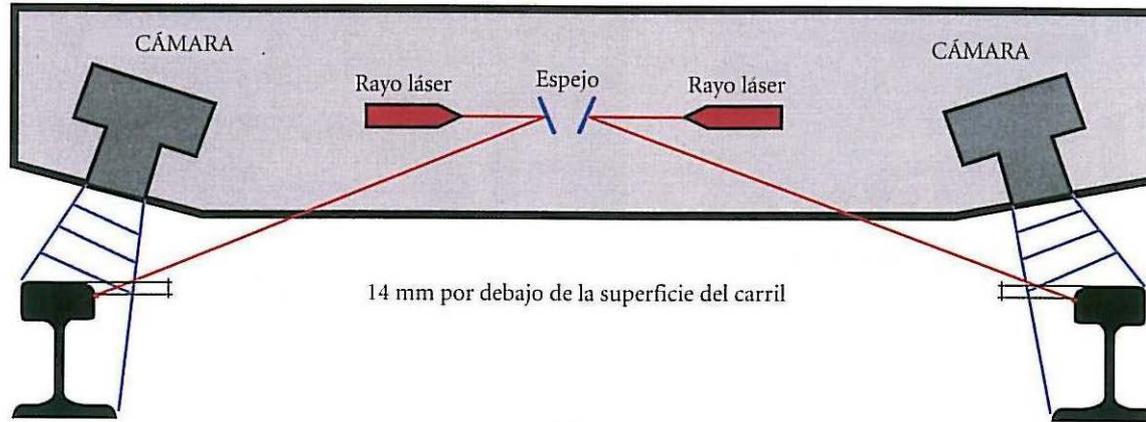
### Problemas:

- **Desgaste** → incremento de errores en las medidas
- **Velocidad límite de uso** → 120-160 km/h

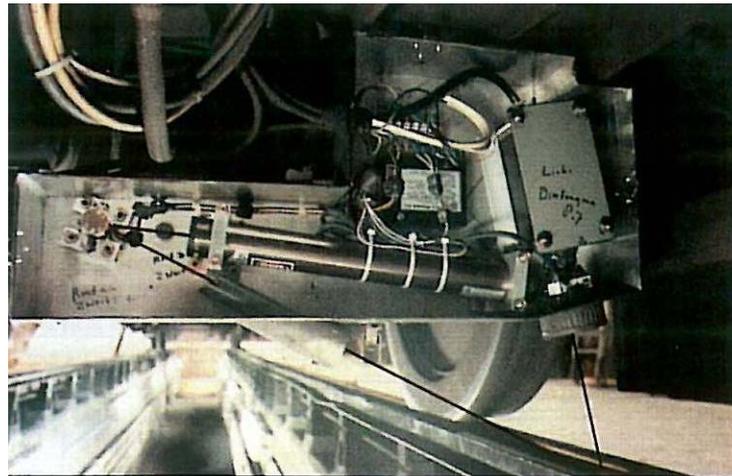


# 1. Introducción: Procedimientos de medida

## Método directo continuo sin contacto (láser)



Fuente: López Pita, A. 2006. *Infraestructuras ferroviarias*. Ediciones UPC.



Sensores ópticos de auscultación de vía

Fuente: López Pita, A. 2006. *Infraestructuras ferroviarias*. Ediciones UPC.

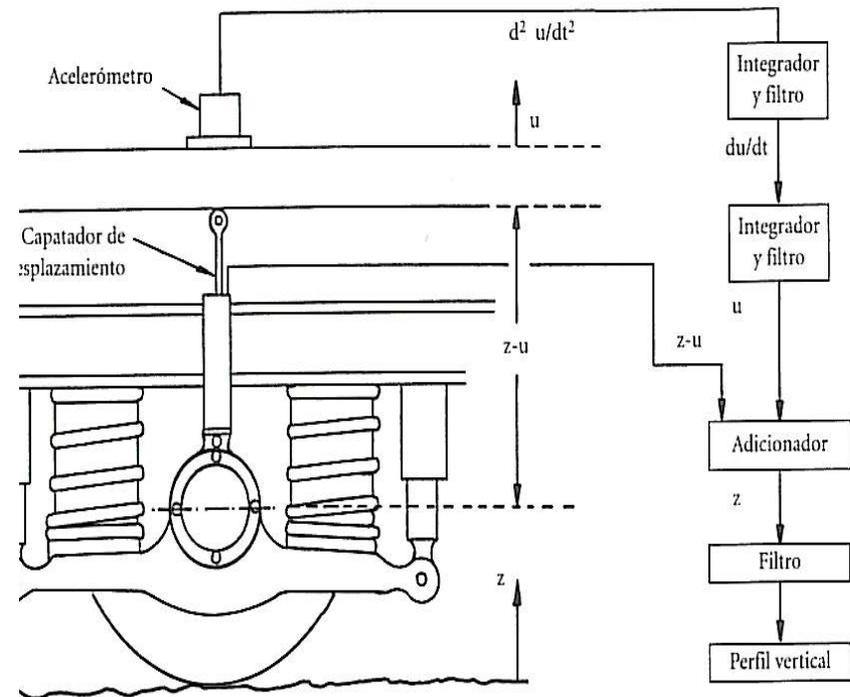


# 1. Introducción: Procedimientos de medida

## Método dinámicos continuos (inercial)



Coche de registro de RENFE



Sistema inercial de registro

Utilizan acelerómetros y  
captadores de desplazamiento

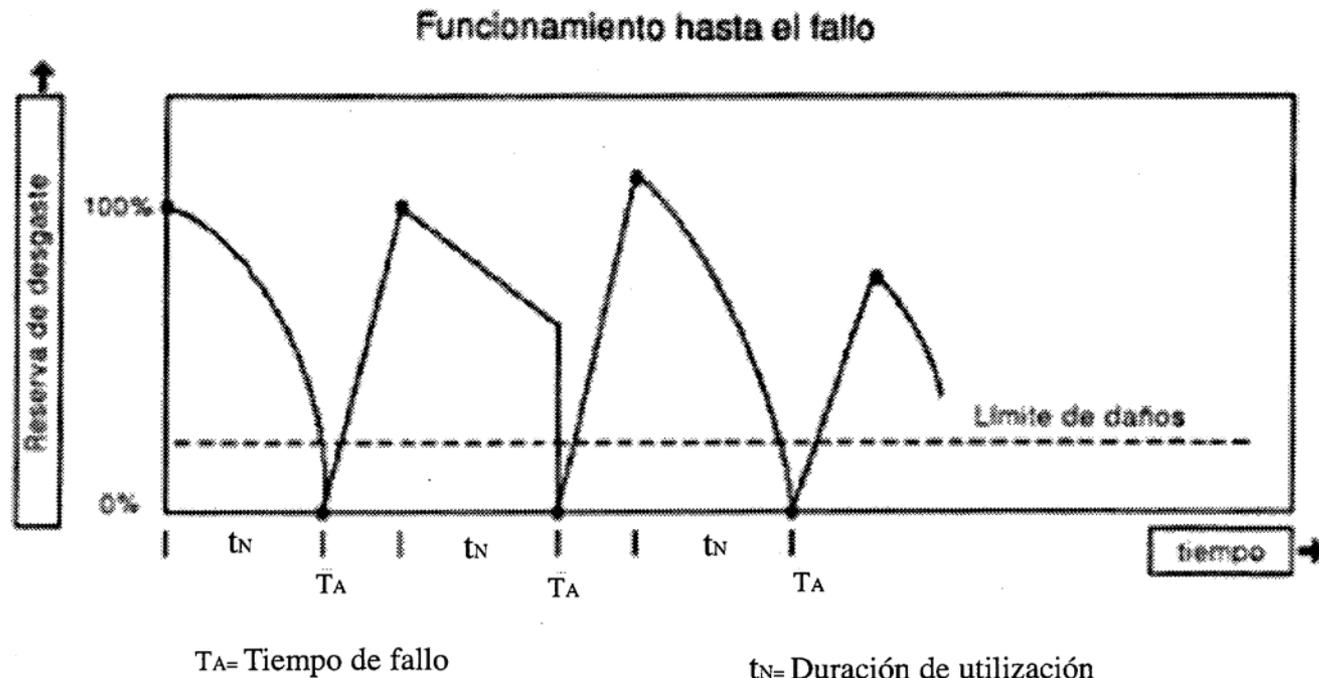


## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

### TIPOS DE METODOLOGÍAS

#### A) MANTENIMIENTO CORRECTIVO (“puntada a tiempo”)

- **Definición:** Corrección de defectos en la vía después de producirse
- **Causas:** Innecesaria la prevención de averías



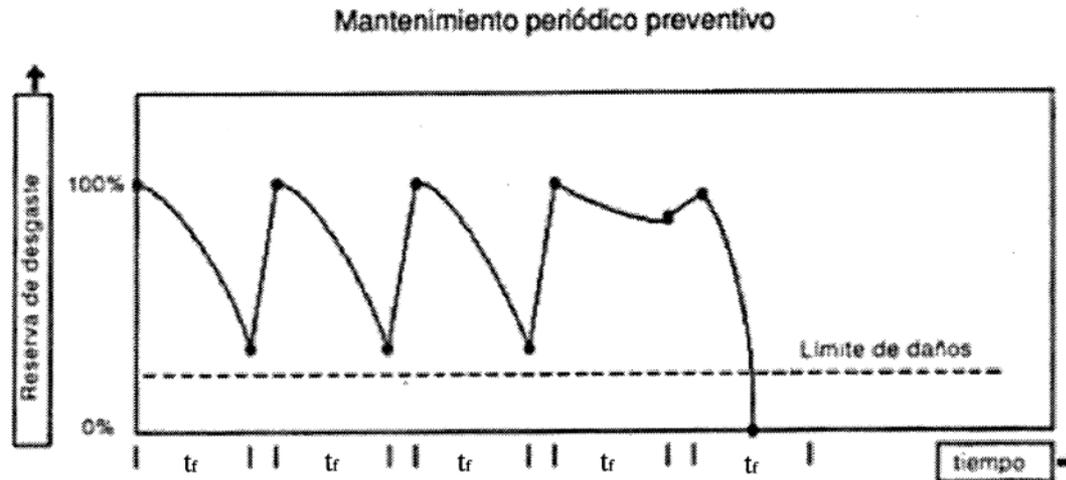


## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

### TIPOS DE METODOLOGÍAS

#### B) MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- **Definición:** Revisión periódica según ciclos para cada elemento de la vía
- **Causas:** Prevención de mayor degradación de la vía por operaciones de mayor velocidad y mayor carga de tráfico



$t_r$  = Intervalo fijo de tiempo



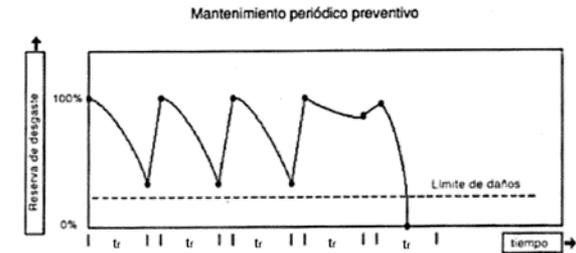
## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

### TIPOS DE METODOLOGÍAS

#### B) MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Revisión periódica según ciclos para cada elemento de la vía. Comprende:

- **Revisión integral:**



<b>CONSERVACIÓN DE LA VÍA GENERAL Y DE SUS APARATOS DE VÍA</b>	<b>REVISIÓN INTEGRAL</b>	<b>R.I. MATERIALES Traviesas madera</b>	Intervención y engrase de juntas.		
			Normalización de calas y falsa escuadra.		
			Consolidación clavazón y corrección ancho.		
			Sustitución traviesas inútiles.		
		<b>R.I.M. Traviesas de hormigón</b>			
		Nivelación y alineación manual.			
		Nivelación y alineación mecanizada.			
		Nivelación de juntas y alineación.			
		Depuración manual del balasto.			
		Depuración mecanizada del balasto.			
R.I. aparatos (materiales, nivelación, alineación)					
Trabajos varios de R.I.					



## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

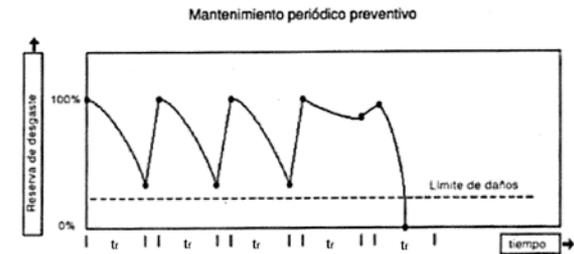
### TIPOS DE METODOLOGÍAS

#### B) MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Revisión periódica según ciclos para cada elemento de la vía. Comprende:

- **Trabajos Fuera de la Revisión integral (FRI):**

Conservar la vía en buen estado entre dos R.I.



CONSERVACIÓN DE LA VÍA GENERAL Y DE SUS APARATOS DE VÍA	FUERA REVISIÓN INTEGRAL	Nivelación continua manual.
		Nivelación continua mecanizada.
		Nivelación de puntos y alineación.
		Reparaciones de alineación y nivelación.
		Reapretado de la sujeción.
		Trabajos F.R.I aparatos (materiales, nivelación, alineación)
		Trabajos varios F.R.I.



## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

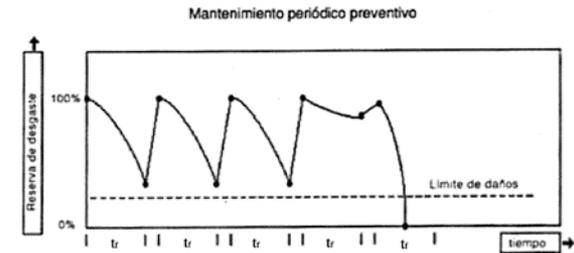
### TIPOS DE METODOLOGÍAS

#### B) MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Revisión periódica según ciclos para cada elemento de la vía. Comprende:

- **Trabajos especiales:**

Operaciones conservación vías secundarias y grandes operaciones excepcionales



CONSERVACIÓN VÍAS SECUNDARIAS (V.S.)		V.S. y sus aparatos, intervención programada.
		V.S. y sus aparatos, intervención no programada.
OTROS TRABAJOS	TRABAJO AUXILIAR	Prospecciones de vía.
		Suministro de materiales.
		Limpieza de la plataforma de la vía.
		Limpiezas diversas.
		Otros trabajos no especificados.
	TRABAJOS NO PREVISTOS	Accidentes.
		Temporales.
		Nevadas.
		Vigilancia de la vía.
		Suplencias en pasos a nivel.
		Pilotos y vigilancia de obras.
		Trabajos fuera de conservación.



## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

### TIPOS DE METODOLOGÍAS

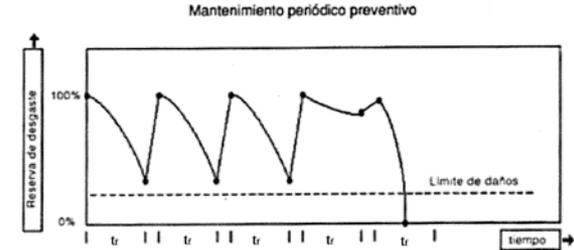
#### B) MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Revisión periódica según ciclos para cada elemento de la vía.

##### - Problemas:

- Empleo de muchos recursos
- No discrimina las necesidades de mantenimiento que exige una vía dependiendo de las prestaciones a satisfacer (velocidad, confort, etc), pues siempre efectúa las mismas operaciones,

*y nos podemos encontrar un estado geométrico satisfactorio para circular a 80 km/h pero insuficiente para hacerlo a 300 km/h.*



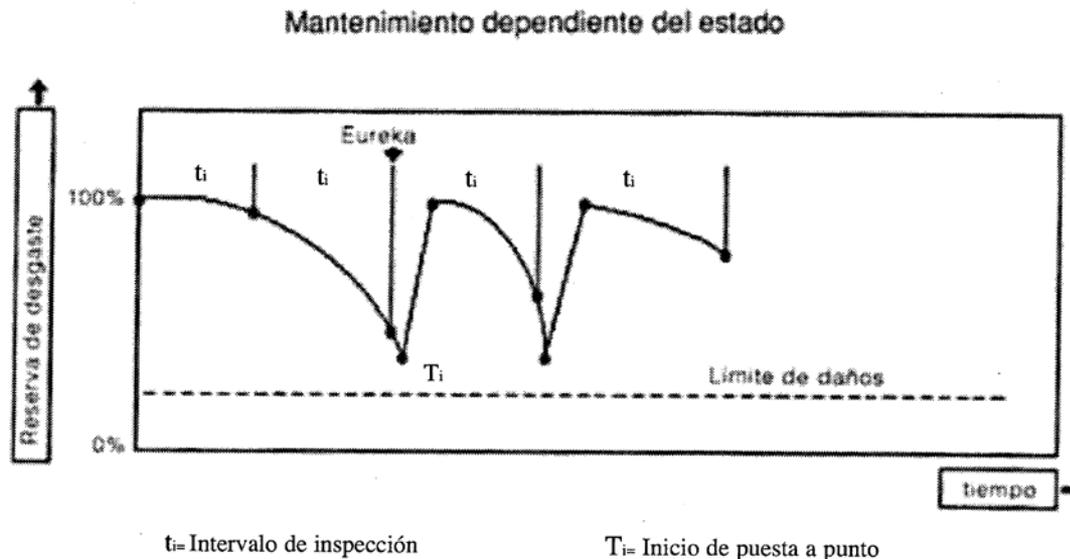


## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

### TIPOS DE METODOLOGÍAS

#### C) MANTENIMIENTO SEGÚN ESTADO

- **Definición:** Corrección de defectos según el estado de la vía
- **Causas:** Introducción de nuevo armamento de vía con mayor ciclo de vida





## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

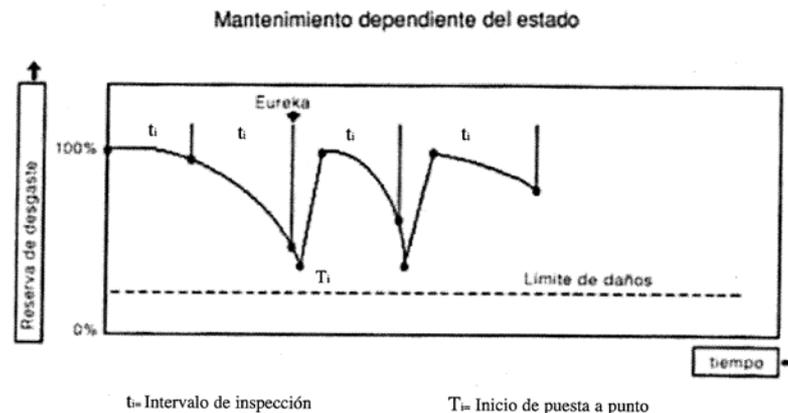
### TIPOS DE METODOLOGÍAS

#### C) MANTENIMIENTO SEGÚN ESTADO

Corrección de defectos según el estado de la vía

- **Requisitos:**

- Conocimiento en tiempo real del estado de vía
- Empleo exhaustivo de sistemas de control del estado de vía
- Rapidez de corrección de los defectos locales (utilización sistemática y organizada de la maquinaria de vía pesada)





## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

---

### TIPOS DE METODOLOGÍAS

#### D) MANTENIMIENTO BASADO EN FIABILIDAD (RCM – Reliability Centered Maintenance)

- **Definición:** Corrección de defectos según el estado de la vía mediante análisis objetivos, sistemáticos y documentados, diferenciando los elementos críticos del sistema.

Es una mejora del mantenimiento según estado

- **Causas:** Optimización de los costes de mantenimiento y mejora de la seguridad basados en los análisis de fiabilidad

**Objetivo:** reducir costes de mantenimiento, enfocándose en las funciones más importantes del sistema.



## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

---

### TIPOS DE METODOLOGÍAS

#### D) MANTENIMIENTO BASADO EN FIABILIDAD (RCM – Reliability Centered Maintenance)

- Proceso **iterativo**

En general, responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el sistema que se está analizando?
2. ¿Cuáles son los modos de fallo asociados con estas funciones?
3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos modos de fallo?
4. ¿Cuáles son los efectos de cada uno de estos modos de fallo?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada modo de fallo?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada modo de fallo?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva?

*Acciones correctivas tiendan a cero y todas las acciones de mantenimiento pueda ser preventivas*



## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

---

**Ingeniería RAMS** (instalaciones, productos complejos)

**RAMS ferroviaria (CENELEC EN 50126)**

**Reliability (Fiabilidad)** : Proporcionar los servicios como fueron especificados

**Availability (Disponibilidad)** : Proporcionar los servicios cuando son requeridos

**Maintianability (Mantenibilidad)** : Capacidad de reparar el sistema en un cierto tiempo

**Safety (Seguridad)** : Funcionar sin fallos catastróficos

*La RAMS Ferroviaria se describe como **un indicador cuantitativo y cualitativo** de hasta que punto puede confiarse en un sistema (o los componentes o subsistemas que lo forman) para que: (i) funcione tal como se a especificado, diseñado, fabricando e instalado, (ii) estén disponibles cuando deben funcionar y (iii) sean seguros.*



## 2. Evolución histórica de las metodologías de mantenimiento

### RAMS ferroviaria (CENELEC EN 50126)

**Reliability** (Fiabilidad) **Availability** (Disponibilidad)  
**Maintianability** (Mantenibilidad) **Safety** (Seguridad)

**CALIDAD DE SERVICIO**

**SEGURIDAD Y TIEMPO**  
(puntualidad y periodicidad)

*Sistemas con disponibilidad muy alta sin detrimento de la seguridad*



### 3. Necesidad del mantenimiento

---

- ✓ Asegurar un **confort** aceptable,
- ✓ Garantizar la **seguridad** de las circulaciones,
- ✓ Evitar la **degradación irreversible** o la destrucción de los materiales que constituyen la vía,
- ✓ Mantener un aceptable **nivel de explotación**.



## 4. Calidad del estado de la vía: interacción vía-veh

Cuando un vehículo recorre una vía a una velocidad  $V$ , las **irregularidades** de la geometría de la vía se transforman en excitaciones armónicas temporales de frecuencia:

$$f_{temporal} = \frac{V}{L_{espacial}}$$

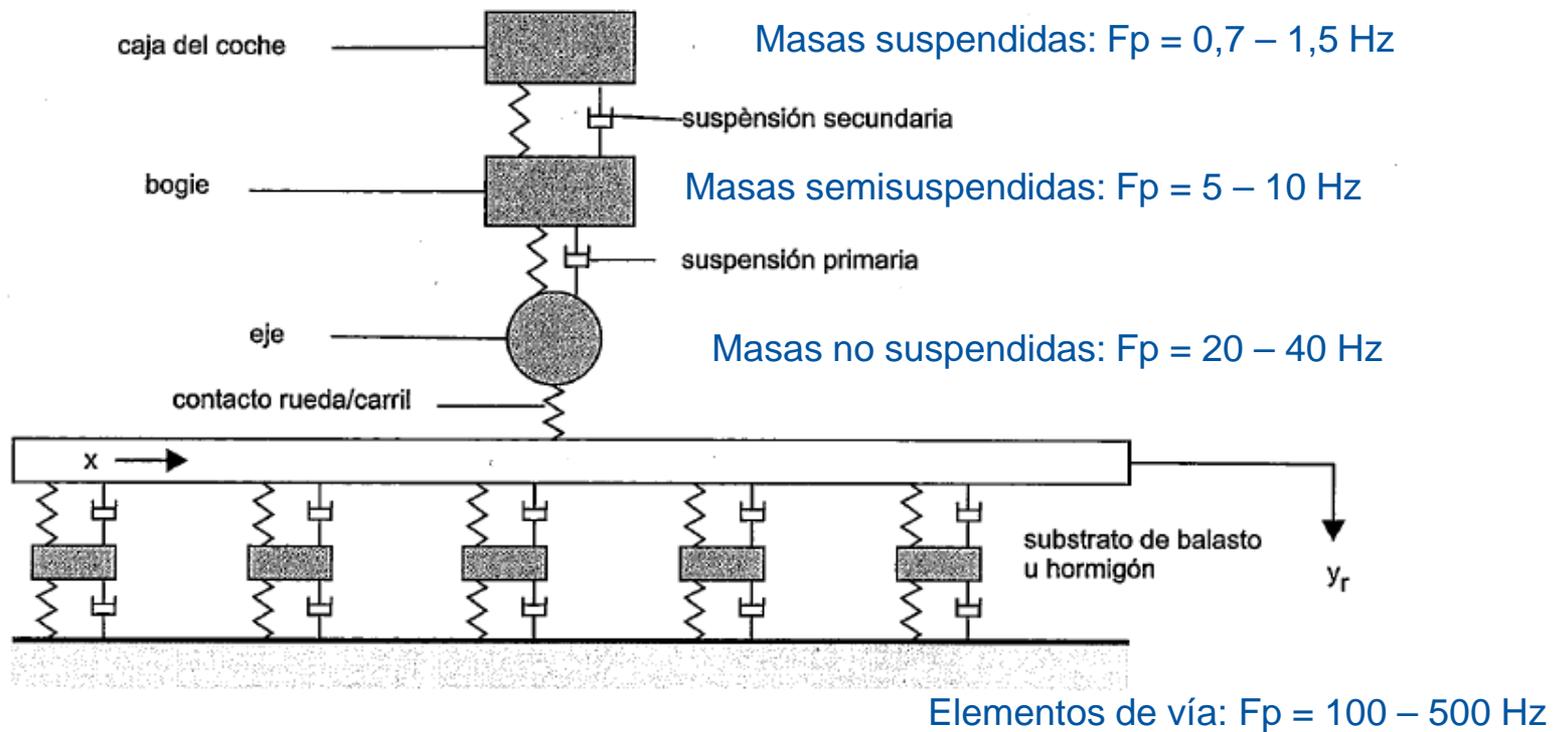
Siendo  $L_{espacial}$  la longitud en la que se produce un determinado defecto.

Estas excitaciones armónicas temporales actúan sobre el sistema oscilante constituido por el vehículo, produciendo una **respuesta dinámica** entre sus diferentes elementos.



## 4. Calidad del estado de la vía: interacción vía-veh

Frecuencia **propia de vibración**  $F_p$  para cada masa del vehículo ferroviario





## 4. Calidad del estado de la vía: interacción vía-veh

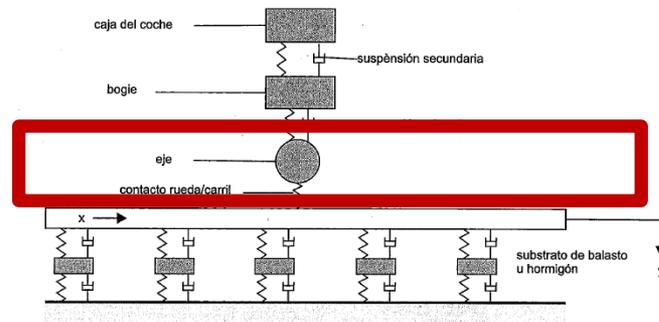
### Clasificación de los defectos en función de la longitud de onda:

### Defectos de onda entre 0 y 3 metros (desgaste ondulatorio)

Resonancias con las Masas No Suspendidas de los vehículos.  
(y por intermedio de estas con los diferentes elementos de la vía)

Estos defectos afectan fundamentalmente:

- ✓ Tasa de deterioro de la vía y de los vehículos
- ✓ Confort, al ser origen de ruidos





## 4. Calidad del estado de la vía: interacción vía-veh

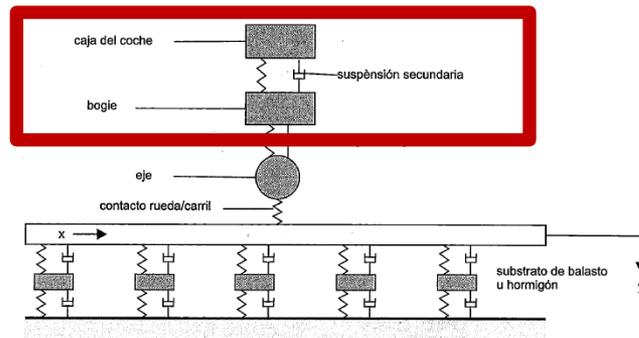
### Clasificación de los defectos en función de la longitud de onda:

#### **Defectos de onda entre 3 y 25 metros (onda corta)**

Resonancias con las Masas Semisuspendidas y Suspendidas de los vehículos a cualquier velocidad.

Estos defectos afectan fundamentalmente:

- ✓ Seguridad
- ✓ Tasa de deterioro de la vía y de los vehículos
- ✓ Confort, al ser origen de ruidos





## 4. Calidad del estado de la vía: interacción vía-veh

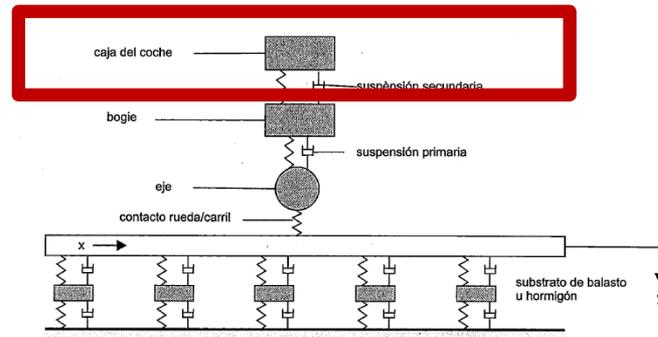
### Clasificación de los defectos en función de la longitud de onda:

#### **Defectos de onda entre 25 y 70 metros (onda media)**

Resonancias con las Masas Suspendidas de los vehículos a velocidades medias y altas.

Estos defectos afectan fundamentalmente:

- ✓ Confort (a velocidades medias y altas)



Fuente: Ingeniería ferroviaria. Fco Javier González Fernández, Julio Fuentes Losa. UNED, 2010.



## 4. Calidad del estado de la vía: interacción vía-veh

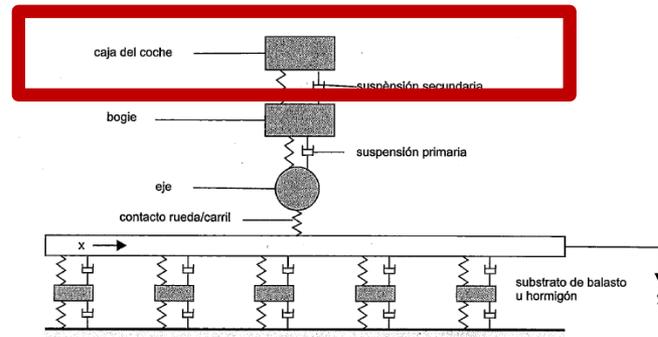
### Clasificación de los defectos en función de la longitud de onda:

### Defectos de onda entre 70 y 120 metros (onda larga)

Resonancias con las Masas Suspendidas de los vehículos a velocidades altas y muy altas.

Estos defectos afectan fundamentalmente:

- ✓ Confort (a velocidades altas y muy altas)



Fuente: Ingeniería ferroviaria. Fco Javier González Fernández, Julio Fuentes Losa. UNED, 2010.

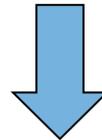


## 4. Calidad del estado de la vía: interacción vía-veh

---

Objetivo de la calidad del estado de la vía:

Limitar la magnitud de la respuesta dinámica (función de la velocidad), corrigiendo aquellos defectos de vía que la provocan, con el objeto de evitar el efecto de **RESONANCIA** con los diferentes elementos de los vehículos.



Seguridad

Confort

Tasa reducida de deterioro en la vía

Tasa reducida de deterioro en los vehículos



## 5. Mantenimiento según estado

---

### NORMATIVA DEL MANTENIMIENTO: INFORME DE LA UIC 7/96

#### **ESTABLECE:**

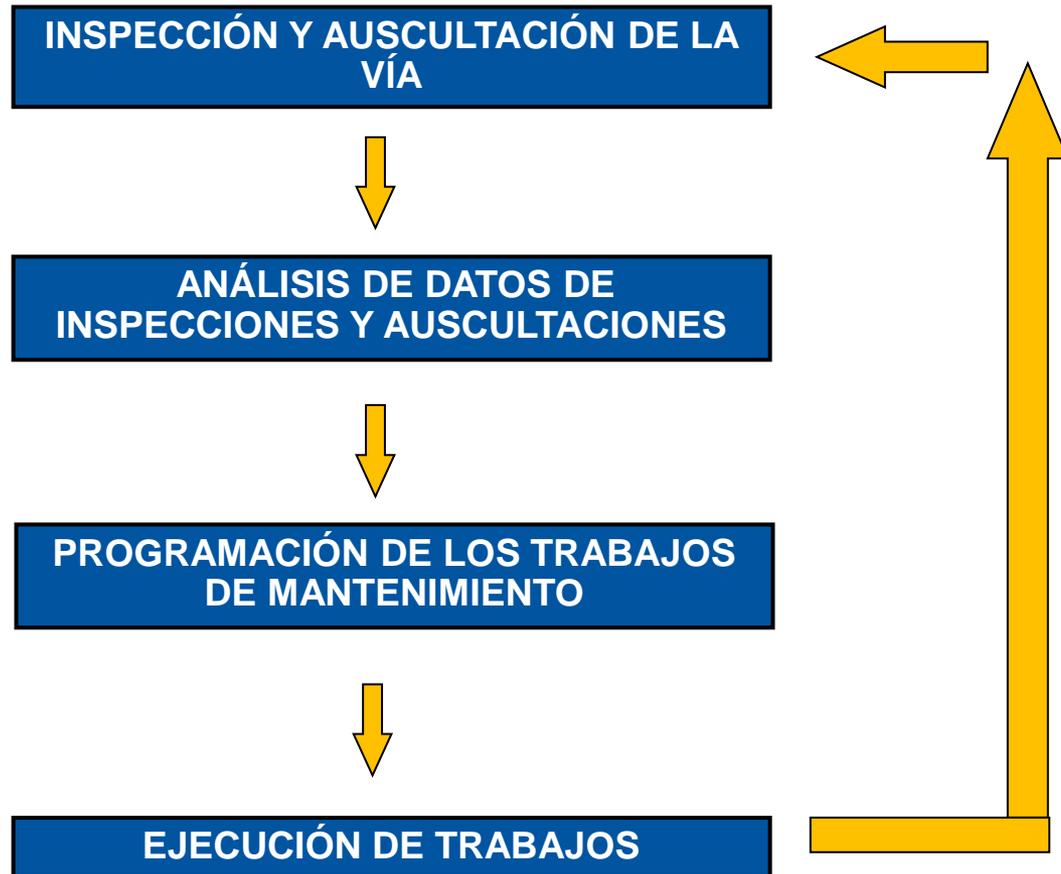
- ✓ Principios de mantenimiento
- ✓ Niveles de Calidad

#### **DEFINE:**

- ✓ Parámetros geométricos objeto de control
- ✓ Elementos objeto de control
- ✓ Procedimientos para realizar los controles
- ✓ Frecuencias de realización de controles



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología





## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### INSPECCIÓN Y AUSCULTACIÓN DE LA VÍA

#### MEDIDAS

#### Parámetros de geometría vertical de la vía

- Nivelación longitudinal (onda corta, media y larga)
- Nivelación transversal (onda corta, media y larga)
- Alabeo (empate 3m, empate 5 m, empate 9 m)

#### Parámetros de geometría horizontal de la vía

- Alineación (onda corta, media y larga)
- Ancho de vía



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### INSPECCIÓN Y AUSCULTACIÓN DE LA VÍA

#### MEDIDAS

##### Geometría del carril

- Desgaste vertical
- Desgaste lateral
- Desgaste total

##### Parámetros de trazado

- Curvatura
- Peralte
- Rasante



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### INSPECCIÓN Y AUSCULTACIÓN DE LA VÍA

#### MEDIDAS

#### Calidad de la marcha

- Aceleración lateral en bogie
- Aceleración vertical en caja de grasa
- Aceleración vertical y lateral en coche



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### INSPECCIÓN Y AUSCULTACIÓN DE LA VÍA

CUADRO 22.3. PERÍODOS DE TIEMPO ENTRE AUSCULTACIONES EN LAS LÍNEAS CONVENCIONALES Y EN LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD EN FRANCIA

	Líneas convencionales $160 \text{ km/h} < V < 220 \text{ km/h}$	Líneas de alta velocidad $V = 300 \text{ km/h}$
Inspecciones a pie por parte de las brigadas de trabajo	2 semanas	– Vía general: 10 semanas – Desvíos: 5 semanas – Obras de tierra, vallado: 5 semanas
Inspecciones generales por el Jefe de Distrito	– A pie: 2 meses – En cabina: 2 semanas	– A pie: 1 mes – En cabina: 2 semanas
Visita especial	—	Cada día al inicio del servicio con un TGV especial a 160 km/h
Auscultación geométrica (Mauzin)	6 meses	3 meses con base alargada
Auscultación dinámica	6 meses (dispositivo portátil)	3 semanas con vehículo Mélusine
Auscultación ultrasónica de los carriles	1 año	6 meses

Fuente: Le Bihan (2001)

Fuente: López Pita, A. 2006. Infraestructuras ferroviarias. Ediciones UPC.



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### INSPECCIÓN Y AUSCULTACIÓN DE LA VÍA

#### Appendix 2 A:

Inspection and verification: Table used during the period of speed increase and during the first weeks of operation

TYPE OF SURVEILLANCE	OBJECT OF INSPECTION	INTERVALS
Inspection of turns on running track	Running track and line side in cab (front or rear)	1 week
	OCL in cab	1 week
	Running track and line side on foot	2 weeks
	OCL on foot	2 weeks
Inspection of transition zones between - types of track - types of OCL system - types of signalling systems	Inspection in cab	1 week
	Inspection on foot  <i>OCL: operational communications link</i>	2 weeks
Inspection of turns in zones of switches and crossings	Visual safety check (except for safety critical dimensions)	1 week
	Verification of safety critical dimensions	2 weeks
	Detailed verification	1 month
Specific inspection of turns on slab track	Inspection on foot to control cracks in the concrete of the slab	2 weeks



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### INSPECCIÓN Y AUSCULTACIÓN DE LA VÍA

#### Appendix 2 B:

Inspection and verification: Table used in normal operation mode

TYPE OF SURVEILLANCE	OBJECT OF INSPECTION	INTERVALS		
		UIC 1 and 2	UIC 3 and 4	UIC 5 and 6
Inspection of turns	Running track and OCL on foot	2 months	2 months	2 months
	Running track in front or rear cabin	2 weeks	2 weeks	3 weeks
	Switches and crossings	5 weeks	5 weeks	6 weeks
	OCL in front or rear cabin	6 months	6 months	8 months
	Line sides	5 weeks	5 weeks	5 weeks
Recordings of - Track - OCL system	Track level and alignment faults, including long waves: - conventional recording car ° ballasted track ° slab track - vertical and lateral accelerations (axle boxes and body)	2 months 3 months 1 week	3 months 4 months 2 weeks	4 months 6 months 3 weeks
	Geometry of the OCL	6 months	6 months	8 months
	Wear on the contact wire	1 year	2 years	3 years
	Ultrasonic testing	See details in table 2C		
	Corrugation testing*	1 year	2 years	3 years
	Recording of the ballast profile	1 year	1 year	1 year
	Switches and crossings	Visual safety check (except for safety critical dimensions)	See details in table 2D	
Verification of safety critical dimensions				
Detailed verification				



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### INSPECCIÓN Y AUSCULTACIÓN DE LA VÍA

Ultrasonic inspections of rails, switches and crossings

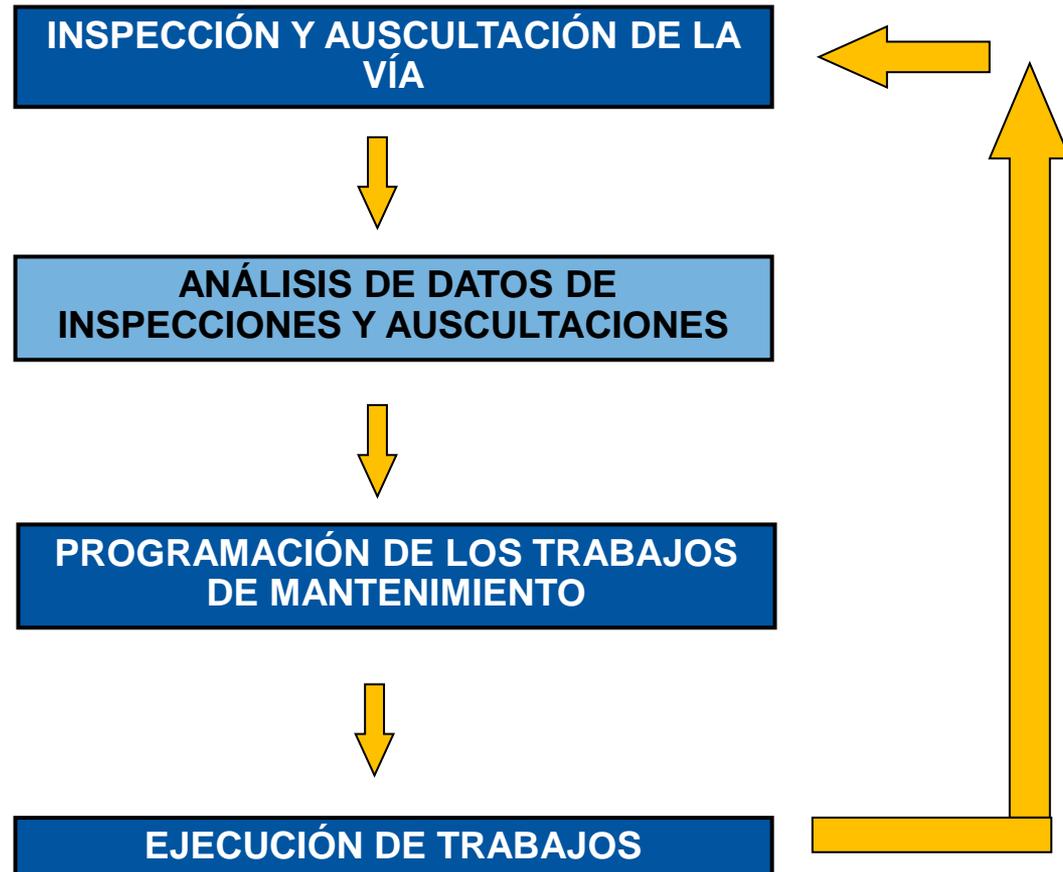
Ultrasonic control with heavy equipment	UIC Category		
	1 & 2	3 & 4	5 & 6
Before commencement of operations	once	once	Once
Cumulative load carried <200 million tons	Once per year	Once per year	Once per year
Cumulative load carried > 200 million tons and <400 million tons	Twice per year	Once per year	Once per year
Cumulative load carried $\geq$ 400 million tons	3 times per year	Twice per year	Once per year

Detailed verifications of switches and crossings

Type of verification		UIC Category		
		1 & 2	3 & 4	5 & 6
	Age of the switch			
Detailed verification	< 3 years	Once in the period	Once in the period	Once in the period
	> 3 years < =6 years	Twice in the period	Once in the period	Once in the period
	> 6 years	1 year	1 year	1 year
Visual safety check	< 6 years	1 year	1 year	1 year
	> 6 years	6 months	1 year	1 year
Verification of safety critical dimensions	< 6 years	3 months	6 months	1 year
	> 6 years	2 months	4 months	6 months



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología





## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

---

### ANÁLISIS DE DATOS DE INSPECCIONES Y AUSCULTACIONES

#### ✓ Tipos de defectos

- Defectos en la banda 0 - 3 m. ( Desgaste Ondulatorio )
- Defectos en la banda 3 - 25 m. ( Onda corta)
- Defectos en la banda 25 - 70 m. (Onda media )
- Defectos en la banda 70 - 120 m. ( Onda larga)



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### ANÁLISIS DE DATOS DE INSPECCIONES Y AUSCULTACIONES

#### ✓ Cuantificación de los defectos

Los defectos se cuantifican estadísticamente:

- **Valores extremos:** extremos relativos (picos) -> analiza los defectos puntuales aislados
- **Variación:** desviación estándar -> analiza la **calidad media** de los parámetros que pueden presentar variaciones importantes de amplitud en pequeñas distancias (nivelación o alineación)

*La señal obtenida para cada uno de los diferentes parámetros representa la diferencia entre: la geometría real del parámetro en estudio y una geometría teórica perfecta.*



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### ANÁLISIS DE DATOS DE INSPECCIONES Y AUSCULTACIONES

#### ✓ Cuantificación del estado geométrico de la vía

Desde el punto de vista del mantenimiento los VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES se denominan

#### UMBRALES DE INTERVENCIÓN CORRECTIVA

*Nota:*

Estado de la vía es **SATISFACTORIO** si el VALOR MEDIDO es inferior al VALOR MÁXIMO ADMISIBLE para una velocidad dada.

**Dos sistemas para cuantificar el estado geométrico de la vía:**

- UIC
- RENFE



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### ANÁLISIS DE DATOS DE INSPECCIONES Y AUSCULTACIONES

- ✓ Cuantificación del estado geométrico de la vía

#### SISTEMA UIC

\*QN1 = VIGILANCIA Y CORRECCIÓN A MEDIO PLAZO

\*QN2 = CORRECCIÓN A CORTO PLAZO



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### ANÁLISIS DE DATOS DE INSPECCIONES Y AUSCULTACIONES

#### ✓ Cuantificación del estado geométrico de la vía RENFE

#### PRIORIDAD DE LAS ACTUACIONES DE MANTENIMIENTO DEFECTOS PUNTUALES

$V_n$  es el valor normalizado de la amplitud del defecto

$$\text{Valor normalizado} = \frac{\text{Valor medido}}{\text{Umbral de intervencion}}$$

#### RELACIÓN VALOR NORMALIZADO - PRIORIDAD DE ACTUACIÓN

Valor normalizado	Prioridad de actuación
$V_N \leq 1$	No hay que actuar
$1 < V_N \leq 1,25$	Programada
$1,25 < V_N \leq 1,50$	Corto plazo
$1,50 < V_N$	Urgente



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

### ANÁLISIS DE DATOS DE INSPECCIONES Y AUSCULTACIONES

✓ Cuantificación del estado geométrico de la vía

RENFE

DESVIACIONES TÍPICAS → ÍNDICE DE CALIDAD GEOMÉTRICA:

$$I_c = -5\sigma_n + 10 \quad \text{cuando} \quad \sigma_n \leq 1$$

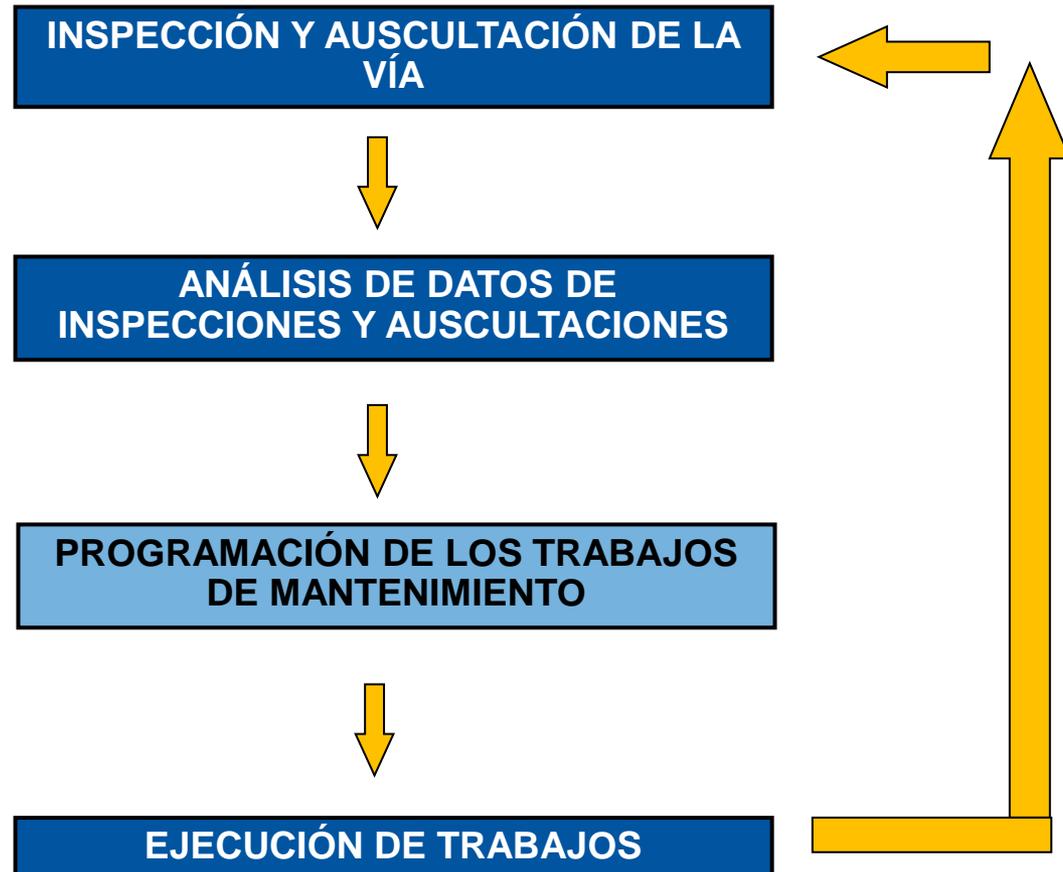
$$I_c = 10 \times 0.5^{\sigma_n} \quad \text{cuando} \quad \sigma_n > 1$$

(siendo  $\sigma_n$  = valor normalizado de la desviación típica del defecto considerado)

Índice de calidad	Apreciación de la calidad de la vía
$10 > I_c \geq 8,5$	Buena
$8,5 > I_c \geq 6,5$	Aceptable
$6,5 > I_c \geq 5,0$	Regular
$5,0 > I_c \geq 3,5$	Deficiente
$3,5 > I_c \geq 0$	Mala



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología





## 5. Mantenimiento según estado: Metodología

---

### PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS

#### Evaluación de riesgos

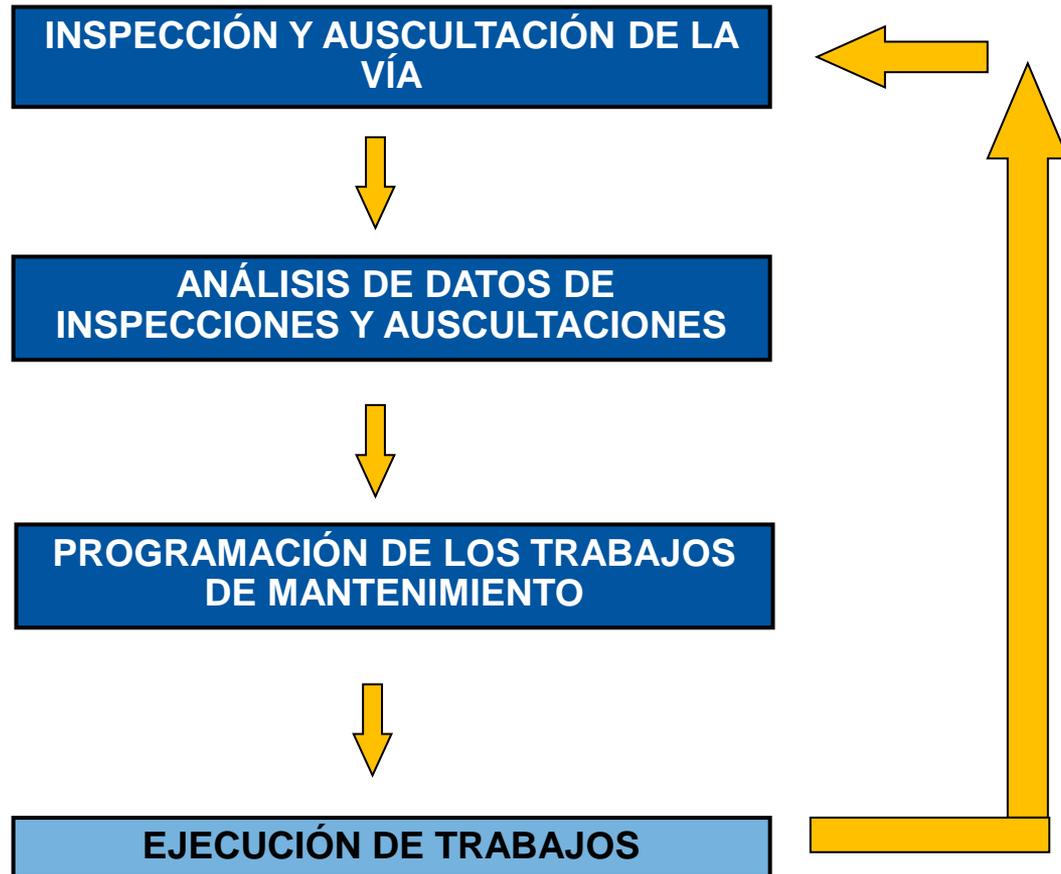
- Estimación de la trascendencia de una incidencia
- Clasificación temporal del riesgo

#### Proceso correctivo

- Estudio del carácter singular o repetitivo del fenómeno físico
- Valoración económica de la actuación proyectada
- Procedencia contable de los recursos



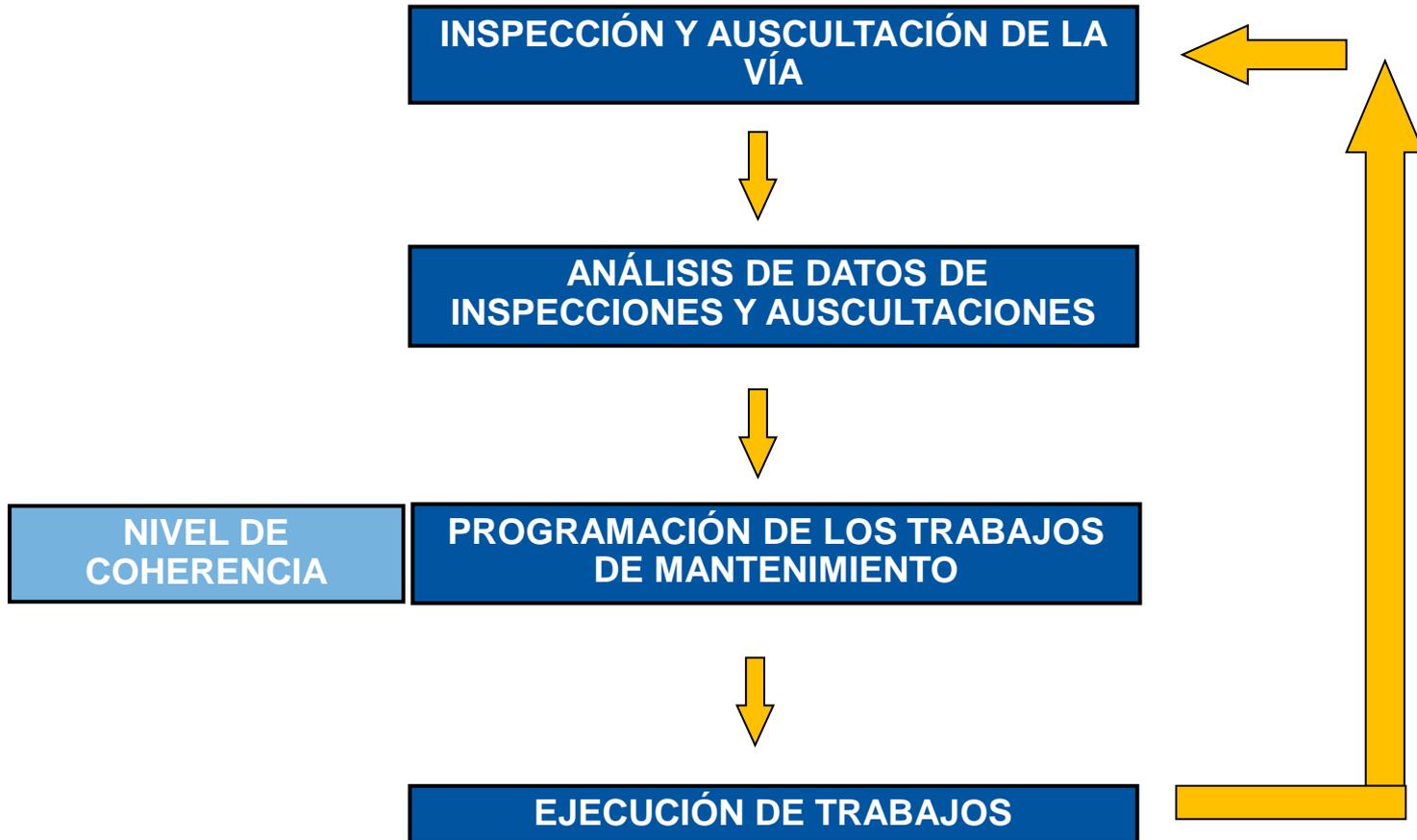
## 5. Mantenimiento según estado: Metodología



Maquinaria pesada  
Maquinaria ligera



## 5. Mantenimiento según estado: Metodología





## 5. Mantenimiento centrado en la fiabilidad

---

### **RCM (Reliability Centered Maintenance) - RAMS**

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el sistema que se está analizando?
2. ¿Cuáles son los modos de fallo asociados con estas funciones?
3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos modos de fallo?
4. ¿Cuáles son los efectos de cada uno de estos modos de fallo?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada modo de fallo?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada modo de fallo?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva?