

3er. CONGRESO  
PARAGUAYO  
**Vialidad  
y Tránsito**

EXPO VIAL 2018



**APC**

ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRITERAS



# Importancia de la Configuración y Parametrización de la Herramienta de Gestión HDM-4 a las condiciones de Paraguay

Ing. Mauricio Salgado Torres M.Sc. – Gesinfra

Ing. Alelí Osorio Lird M.Sc. PhD. – UTFSM

Ing. Francisco Varela Cunazza - Gesinfra



**GesInfra**  
consultores



# Importancia de la Configuración y Parametrización de la Herramienta de Gestión de Pavimentos HDM-4 a las condiciones de Paraguay

- ¿Qué es el HDM-4? y ¿Cuál es su importancia en la Gestión de Pavimentos?
- ¿Por qué emplear herramientas como HDM-4 en la gestión de pavimentos?
- ¿Cómo implementar adecuadamente el HDM-4 en la práctica común de una agencia vial y sus stakeholders?
- ¿Qué aspectos deben considerarse cuando se realiza la **Configuración y Parametrización del HDM-4** a las condiciones locales?

**HDM - 4**

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Version 2

Software for investigating road investment choices

Copyright © 2005 The World Road Association (PIARC), Paris, on behalf of the ISOHDM Sponsors. All rights reserved.



Licence type: Full - Single User Version  
Version: 2.10

3er. CONGRESO PARAGUAYO  
**Vialidad y Tránsito**  
EXPO VIAL 2018



## Configuración y Parametrización del HDM-4 a las condiciones locales de Paraguay

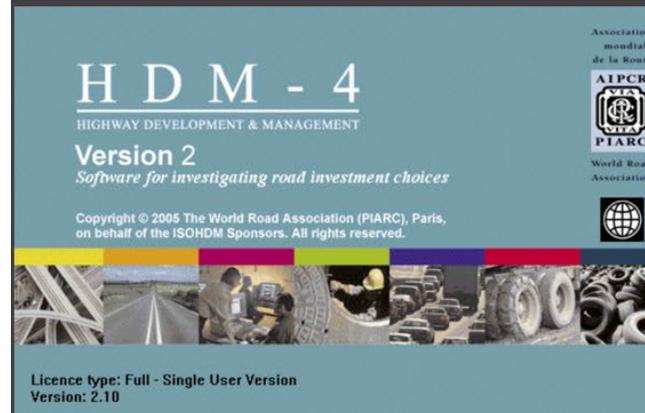


**APC**  
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRITERAS

WORLD ROAD ASSOCIATION  
ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE  
COMITÉ NACIONAL PARAGUAYO

Estudio a cargo de la Empresa Gesinfra Consultores para el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) con el apoyo del Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID).

 **BID**  
Mejorando vidas



MINISTERIO DE  
**OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES**

 **Gesinfra**  
consultores

Estudio que pretende unificar criterios de aplicación y definición estándares de utilización de la herramienta de gestión HDM-4 (**Highway Development Management**), dentro del contexto y entorno de las redes viales de Paraguay.



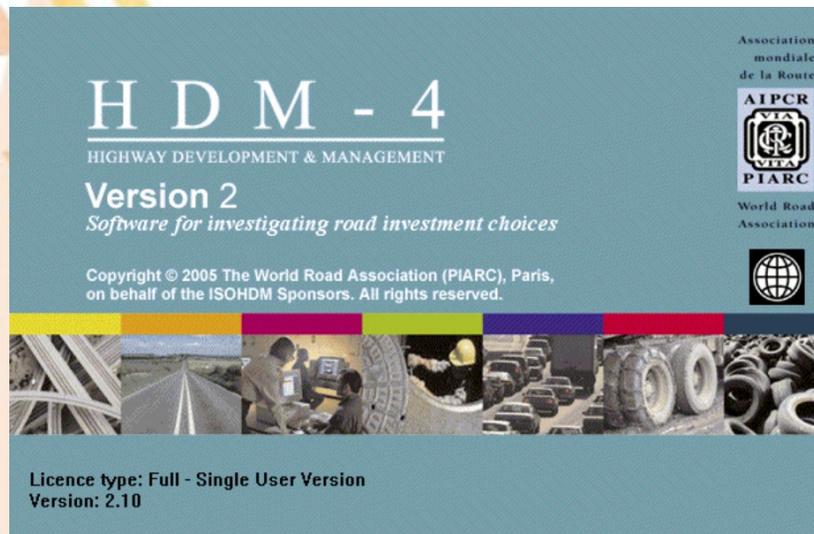
# HDM - 4 ?????

El HDM-4 es una herramienta diseñada para **apoyar la toma de decisiones a nivel de red.**

Además de servir como herramienta para la **gestión de la conservación y rehabilitación de pavimentos**, resulta muy útil en **la evaluación de proyectos que sugieran la ampliación de la infraestructura.**

Su principal aplicación esta e el campo de la **planeación estratégica, la programación de actividades de intervención y la evaluación económica de planes y políticas de conservación y mejoramiento.**

**Nota: En la actualidad se encuentra vigente la versión 2.10 del software.**

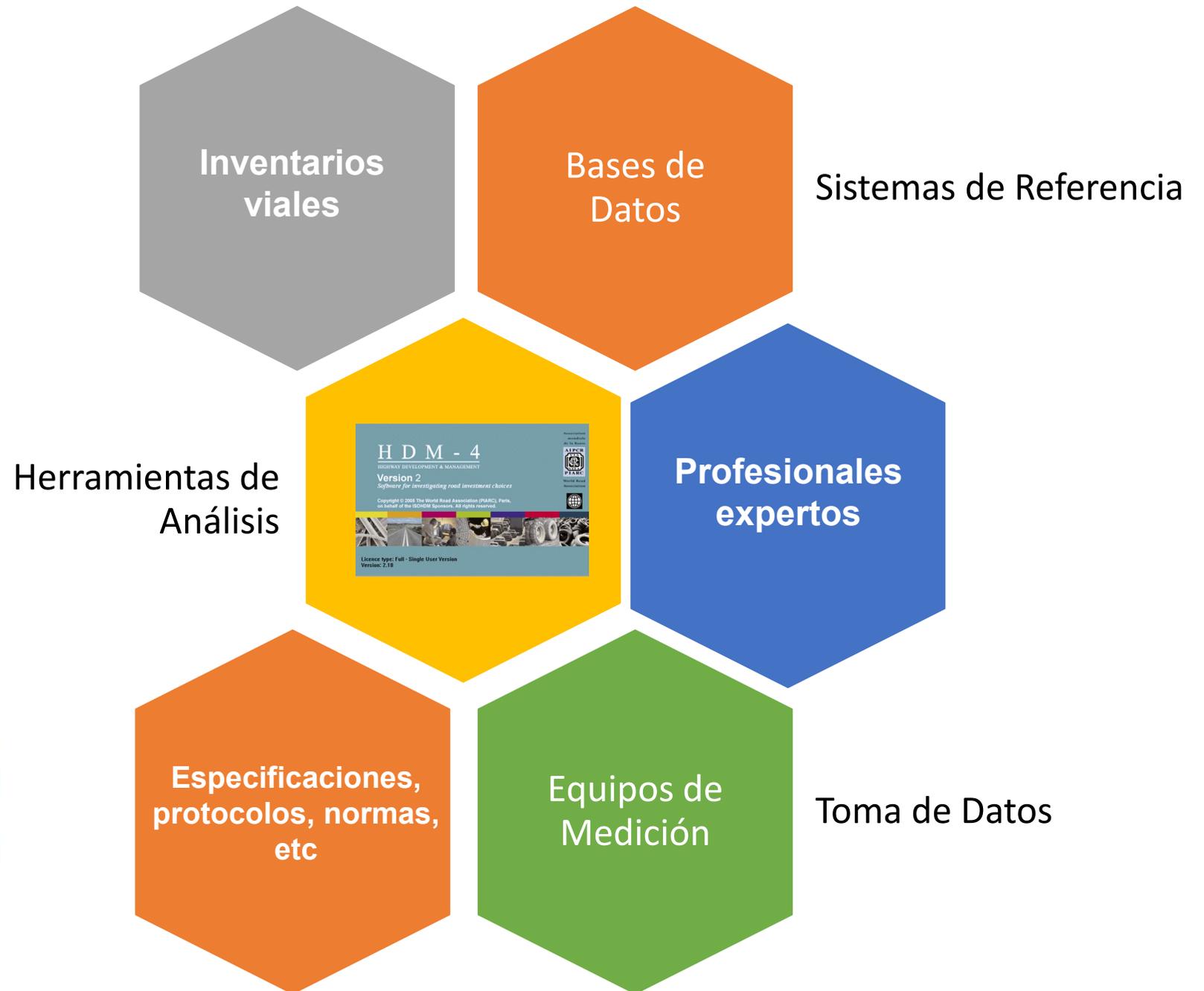


Highway **D**evelopment and  
**M**anagement model

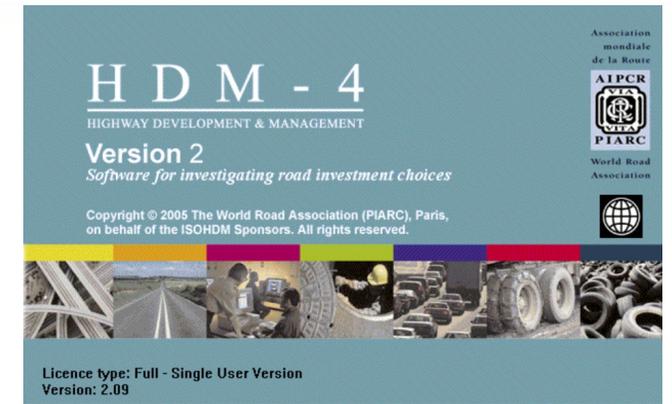
***HDM-4: Modelo de desarrollo y gestión de carreteras***



# Sistemas de Gestión de Infraestructura



# Componentes principales del HDM-4



## Manejadores de Datos



Red de Carreteras



Flota Vehicular



Trabajos

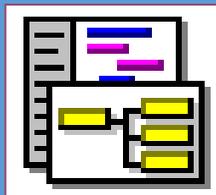


Configuración

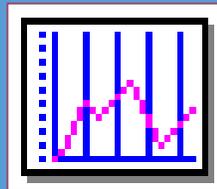
## Herramientas de Análisis



Proyecto

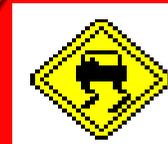


Programa



Estrategia

## Modelos



RDWE



RUE



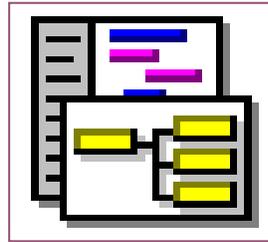
SEE

*RDWE : Road Deterioration and Works Effects*

*RUE : Road User Effects*

*SEE : Safety, Energy and Environmental Effects*

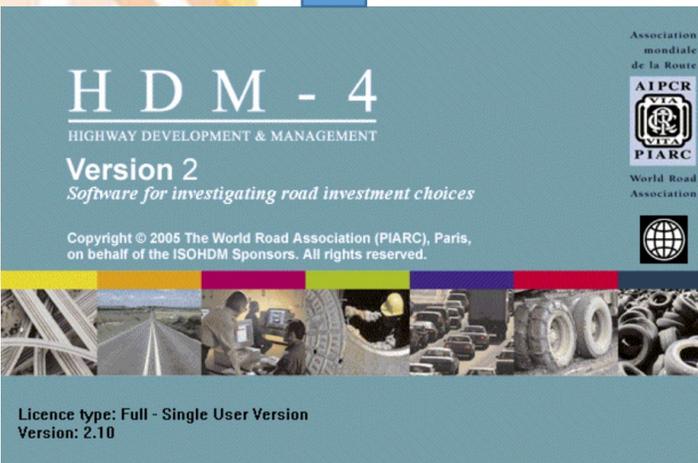
# Herramientas de Análisis



Programa

Calendarizar programas

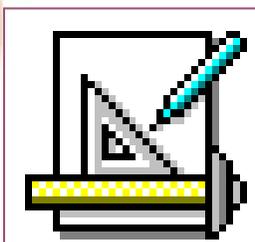
Optimizar programas con restricción presupuestaria



Estrategia

**Definición de Políticas**

Maximización de la gestión a largo plazo



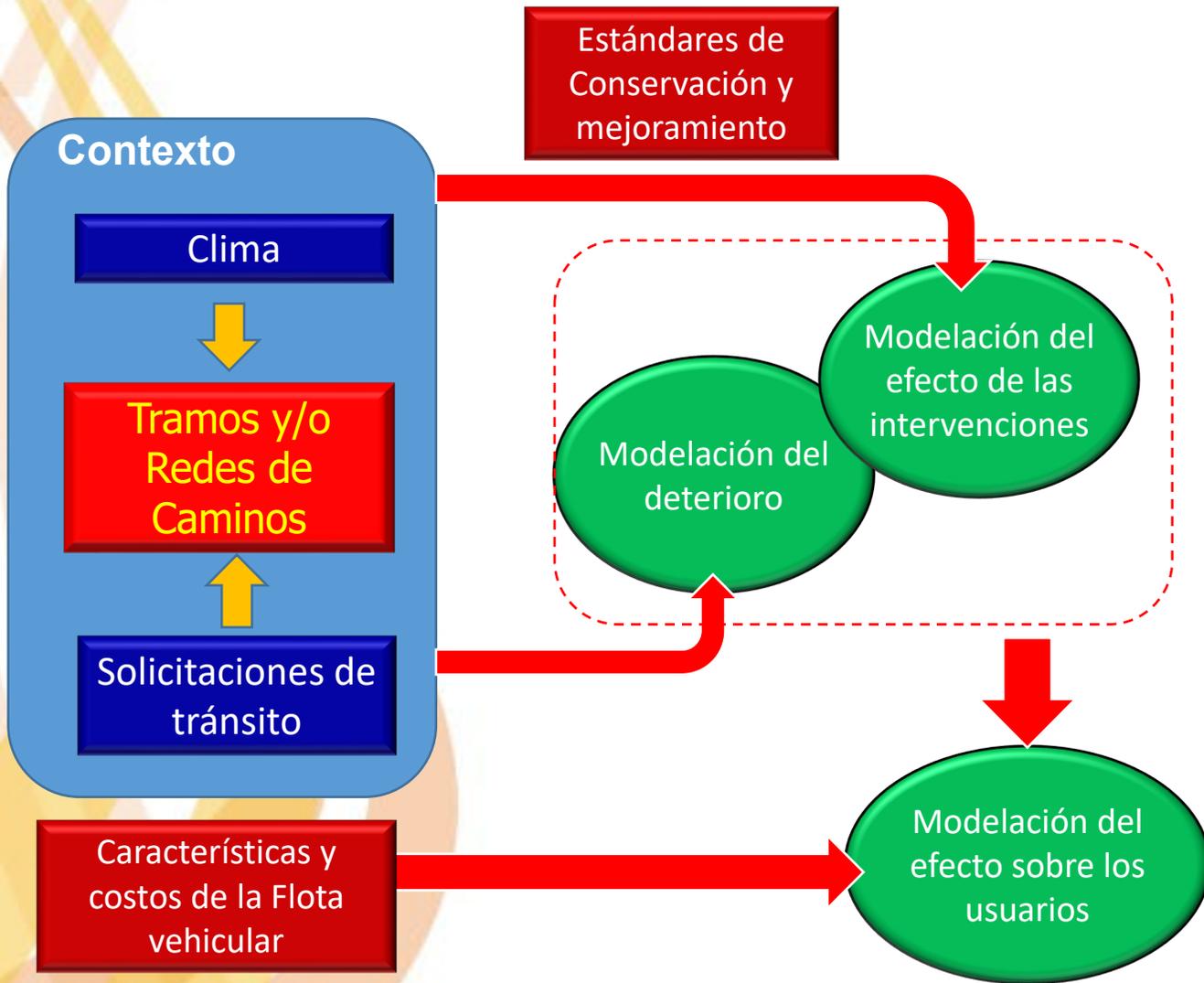
Proyecto

Evaluar perfiles de inversión

Evaluar Estrategias y Estándares de intervención

Estudiar la sensibilidad de los modelos

Calibrar los modelos

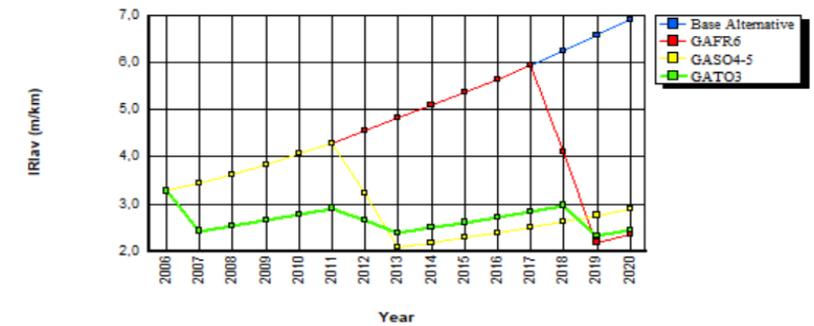


**HDM - 4** Average Roughness by Project (Graph)

STUDY NAME: 2. Paved Road Rehabilitation  
 Run Date: 28-09-2018

Sensitivity: No Sensitivity Analysis Conducted

**Average Roughness (IRIav) for Project**  
 (weighted by section length)



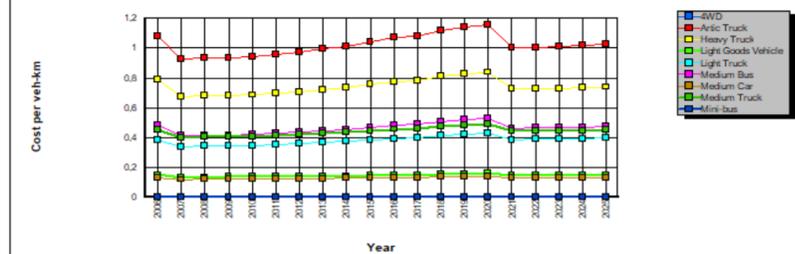
**HDM - 4** MT RUC Summary per veh-km by Vehicle

STUDY NAME: 3a. Capacity improvements - without sensitivity analysis  
 Run Date: 28-09-2018  
 Currency: US Dollar

Section: Capital City to Port  
 Alternative: 1 : Base case without widening  
 Sensitivity: No Sensitivity Analysis Conducted

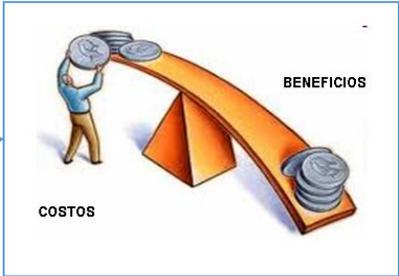
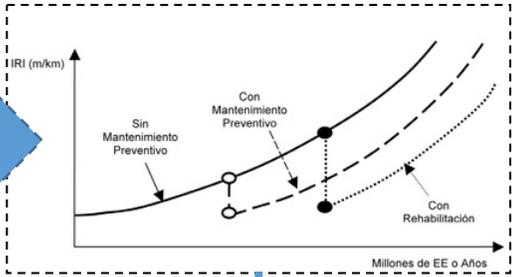
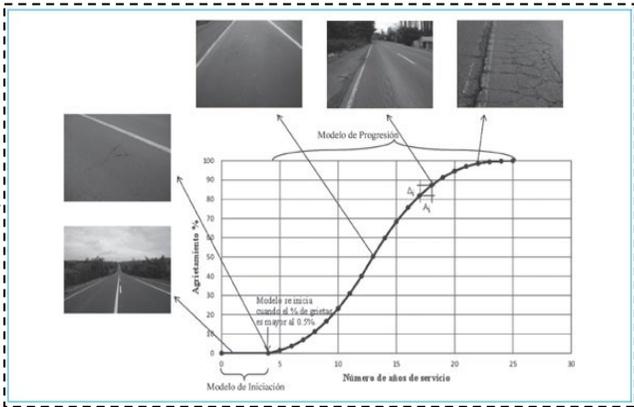
Sect ID: A003-01  
 Length: 10,00 km  
 Width: 7,00 m  
 Road Class: Primary or Trunk  
 Rise+Fall: 10,00 m/km  
 Curvature: 50,00 deg/km

**Annual Average Vehicle Operating Cost per veh-km**





## Conservación de Pavimentos



# HDM - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

## Version 2

Software for investigating road investment choices

Copyright © 2005 The World Road Association (PIARC), Paris, on behalf of the ISOHDM Sponsors. All rights reserved.

Association mondiale de la Route

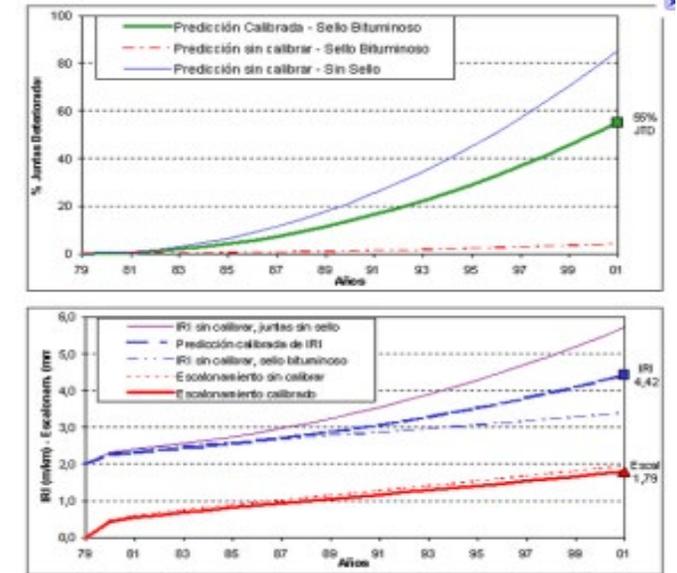
AI/PCR  
PIARC

World Road Association

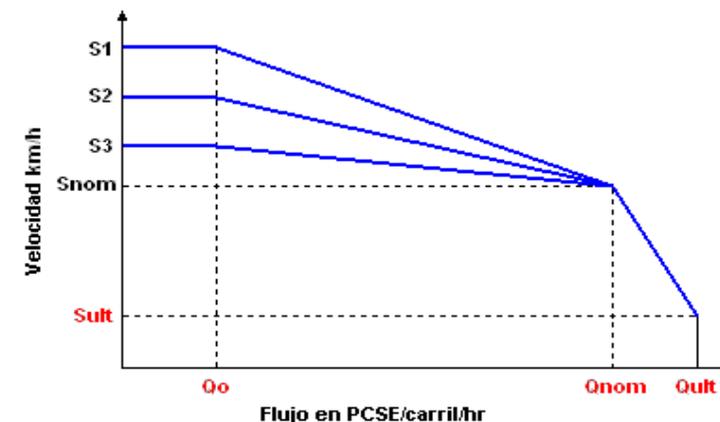
Licence type: Full - Single User Version  
Version: 2.10



El **HDM-4** es una herramienta pensada y diseñada para poder efectuar evaluaciones técnicas y económicas que consideren tanto el **deterioro de los pavimentos...**

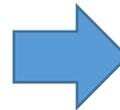
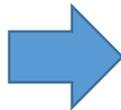


... como también la **evolución de la capacidad (incluyendo el congestionamiento)** así como los efectos de los trabajos de conservación y mejoramiento que se realicen en la infraestructura

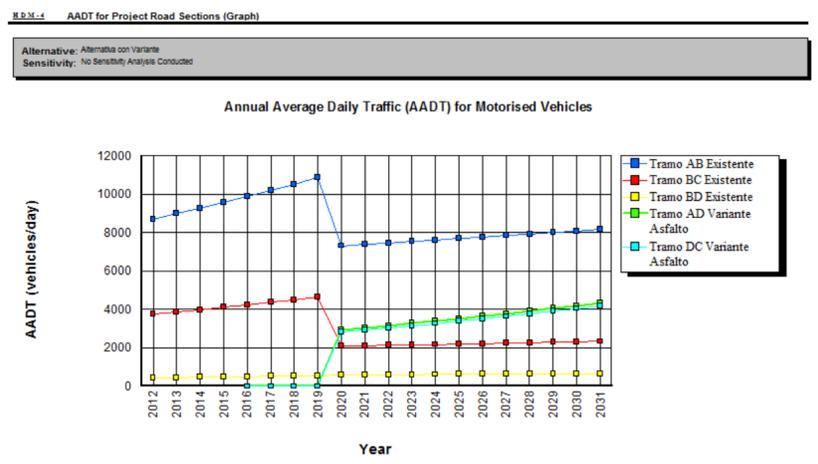
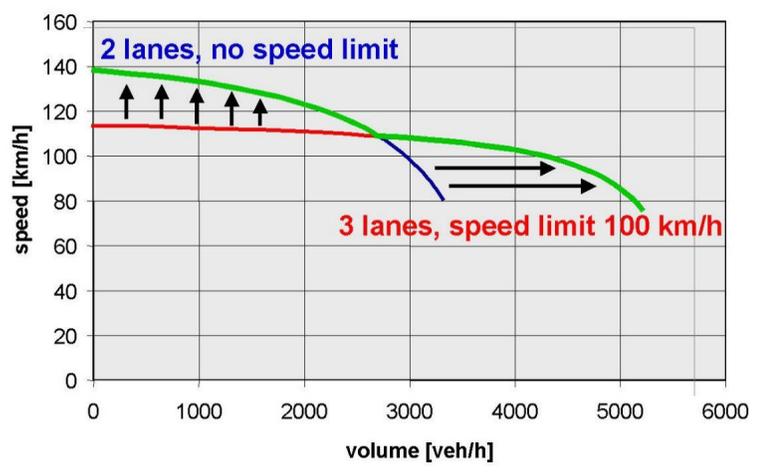
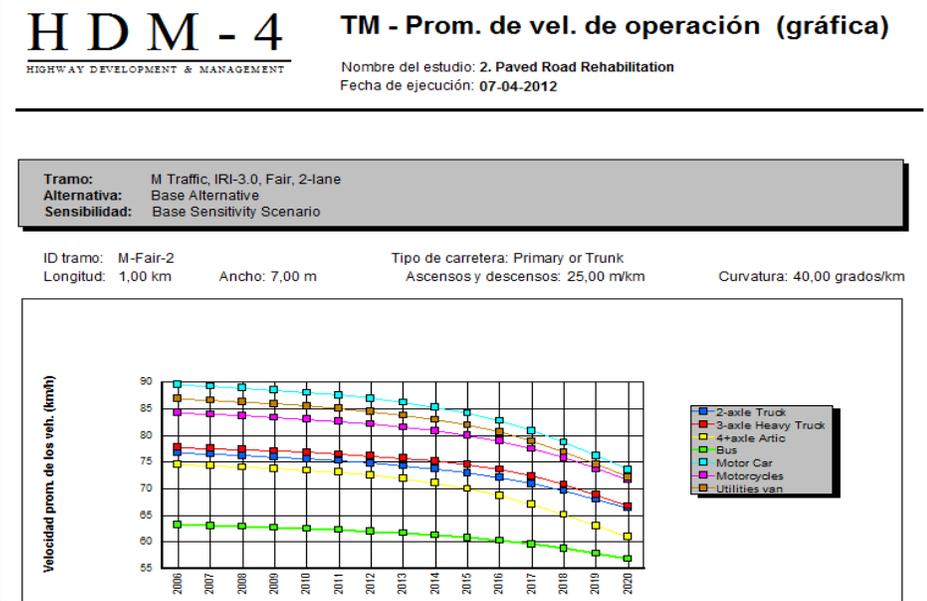
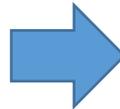
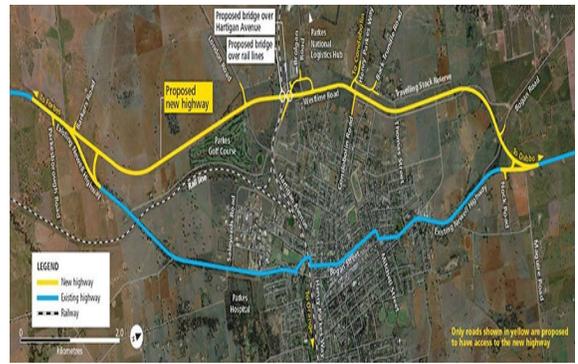
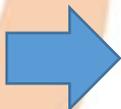


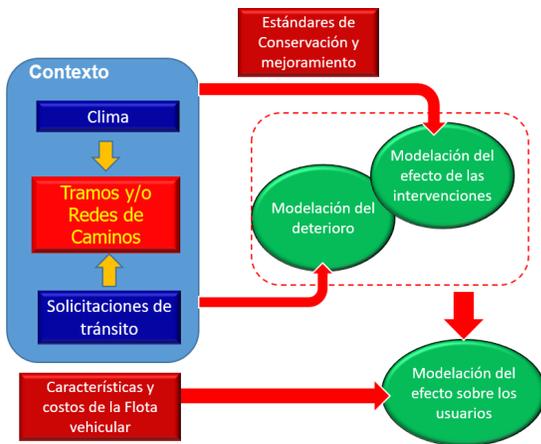
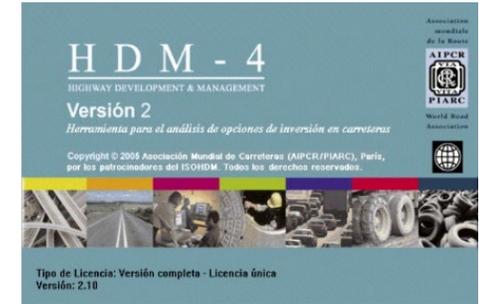
# Impacto de los mejoramientos y los tramos nuevos en el Nivel de Servicio

## Trabajos de Mejoramiento



## Tramos Nuevos





Resultados de la Modelación



Indicadores de Rentabilidad



Flujo de costos  
Flujo de beneficios

Alternativas rentables

Restricciones presupuestales

Optimización

Maximizando de la rentabilidad considerando restricción presupuestaria

Alternativas óptimas

**HDM - 4** Resumen del análisis económico

Edición del software: Conservación de Tramos de Carreteras  
Fecha de edición: 02-05-2004

Este informe muestra los resultados económicos de la alternativa:

Alternativa: Defecto de tránsito y tránsito vs. Alternativa: Defecto de tránsito

	Incremento en costos de mantenimiento			Ahorro en costos de VCC de TR	Ahorro en costos de operación y mantenimiento de TR	Reducción en costos de accidentes	Beneficio programado (BPI)	Beneficio Económico Neto (BEN)
	Capital	Recurrente	Operacional					
de tránsito	1.00	0.00	0.00	-41.00	0.00	0.00	0.00	16.00
de tránsito	0.00	0.00	0.00	71.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tasa interna de Retorno Económica (TIRE) = 70.0% (No. de ediciones = 1)

HDM-4 Versión: 1.0 Página 1 de 1



## ¿Por qué emplear herramientas como HDM-4 en la gestión de pavimentos?

**Implementar el HDM-4 para una agencia vial es la mejor conducta de entrada al establecimiento de sistemas de gestión de pavimentos.**

Dentro de los beneficios que se pueden alcanzar una vez se haya consolidado su uso y aplicación están:

- La consolidación de una **“Cultura de Gestión”** que fortalecerá los procesos de **toma de decisiones y definición de políticas.**
- Lograr un **mejor aprovechamiento de recursos y presupuestos.**
- Contribuir a **la elevación del estándar funcional y de servicio de las redes de carreteras.**

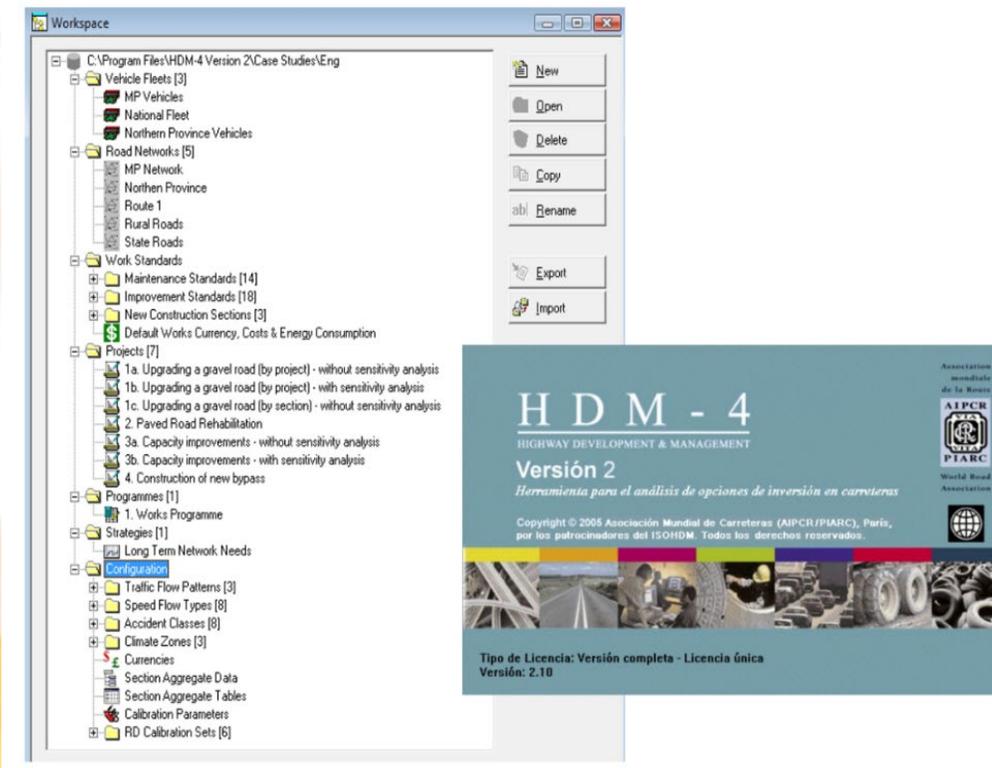
**Consolidar la información, así como saber que esta disponible y quien la maneja ya es una ganancia para las agencias viales**



# ¿Cómo asegurar una adecuada implementación del HDM-4?

Una correcta aplicación y adecuada implementación del HDM-4 es posible si coinciden como mínimo tres elementos:

- **Usuarios capacitados**, que conozcan suficientemente la herramienta en su estructura, alcances y limitaciones.
- **Buena calidad de información** con la cual se alimentará la herramienta.
- **Un metódico y acertado proceso de ajuste y adecuación** a las condiciones locales de la Herramienta.





Es importante tener presente que a pesar que el **HDM-4 es una herramienta reconocida y aceptada a nivel internacional, y que la aplicación de sus modelos y resultados es común y frecuente.**

Sin embargo, para poder asegurar una **mayor confiabilidad y certeza**, es preciso llevar a cabo una **adecuación del software que facilite y asegure una correcta implementación y una adaptación al contexto local.**

Configuración  
del HDM-4

Parametrización  
del HDM-4

≠

Calibración de  
modelos del  
HDM-4



# Configuración y Parametrización del HDM-4 a las condiciones locales

Los objetivos principales de la **Configuración y Parametrización del HDM-4 a las condiciones locales** son:

- **Asegurar que la información mínima necesaria para operar** corresponde con la que se requiere para representar las condiciones locales.
- **Definir y llegar a consenso sobre algunos aspectos y criterios que es preciso acordar** sobre el cómo debieran ser considerados en la definición de un estándar de gestión con el software
- **Lograr una mayor uniformidad** y una garantía que independiente de quien opere o utilice la herramienta, de modo que tenga en cuenta los mismos criterios y valores base en el uso de la herramienta.

**Lo importante es que cualquiera que modele algo con la herramienta lo haga empleando los mismos criterios y teniendo en cuenta las mismas consideraciones.**

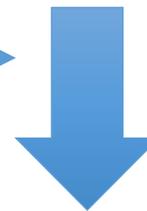


¿Qué aspectos deben considerarse cuando se realiza la Configuración y Parametrización del HDM-4 a las condiciones locales?

## Configuración del HDM-4

Unificación de criterios para la definición de los valores típicos y representativos a nivel local

Definición de los valores a adoptar, de modo que sean pertinentes con la realidad local.



Módulo  
**CONFIGURACIÓN**

Módulo  
**FLOTA VEHICULAR**

Módulo  
**ESTANDARES DE TRABAJO**



# ¿Qué aspectos considera la Configuración del HDM-4 a las condiciones locales?

## Configuración del HDM-4

**Parámetros Agregados**

**Módulo CONFIGURACIÓN**

- **Climas representativos**
- **Modelos de tráfico representativos**
- **Relaciones típicas capacidad/velocidad**
- **Clases de accidentes tipo**

**Series y juegos preliminares de calibración**



### Zona climática: Subtropical-Hot Sub-Humid

**Clima**

Nombre:

Clasificación por humedad:

Índice de humedad:

Duración de la estación seca:  meses

Precipitación media mensual:  mm

Clasificación por temperatura:

Temperatura media:  °C

Rango prom. de temperaturas:  °C

Días con T > 32°C:  días

Índice de congelamiento:  °C-día

Porcentaje del tiempo que se conduce en:

Carreteras cubiertas de nieve:   $0 \leq \text{PCTDS} \leq 100$

Carreteras cubiertas de agua:   $0 \leq \text{PCTDW} \leq 100$

Nombre de la zona climática

### Tipo de velocidad/capacidad: Two Lane Road

**General**

Nombre:

Número de carriles:

Tipo de carretera:

**Capacidad**

Capacidad última (Qult):  PCSE/carril/hr

Capacidad a flujo libre (Qo):  ( $0 \leq Qo < Qnom$ )

Capacidad nominal (Qnom):  ( $Qo < Qnom < Qult$ )

Velocidad a la cap. última (Sult):  km/h

**Parámetros relacionados con la velocidad**

Sigma amay:  m/s<sup>2</sup>

CALBFAC:

DESSEMUL:

Etiqueta del tipo de velocidad/capacidad

### Accident Class: Two Lane Standard

Nombre:

Accident rates (in number per 100 million veh-km)

by component:

Fatal:

Injury:

Damage:

all: All accidents:

Select this option to specify accident rates by component

### Módulo de tránsito: Commuter

**Definición**

Nombre:

Uso de la carretera:

**Datos de distribución del flujo**

Seleccionar método:  HV  PCNADT

Periodo	Descripción	Hrs por año (HRYRp)	Volumen horario (HVp)	% de TDPA (PCNADTp)
1	P	87.60	0.130	3.05
2	P	350.40	0.120	11.33
3	P	613.20	0.100	16.55
4	P	2978.40	0.070	56.26
5	P	4730.40	0.010	12.81
		8760.00		100.00

Nota: SUM(HRYRp) debe ser igual a 8760, y SUM(PCNADTp) debe ser igual a 100

**Histograma de distribución de los datos de flujo arriba especificados**

Nombre del modelo de tránsito

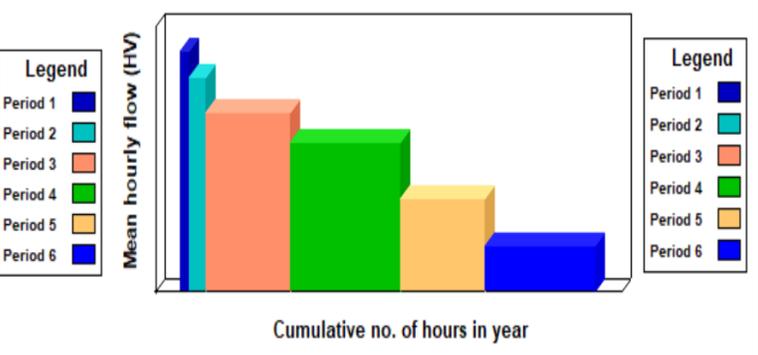
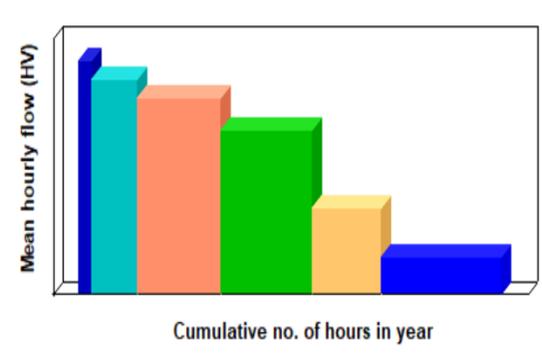
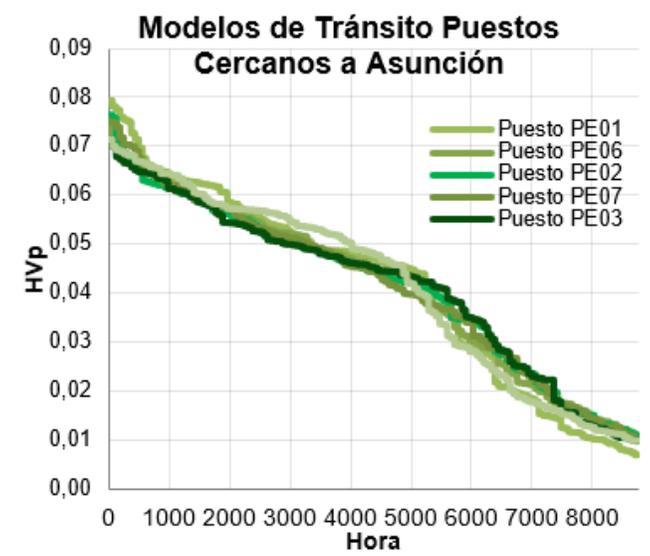
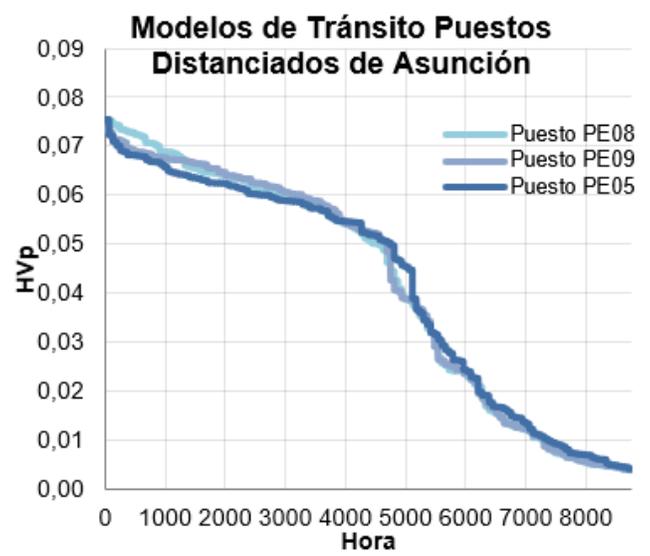
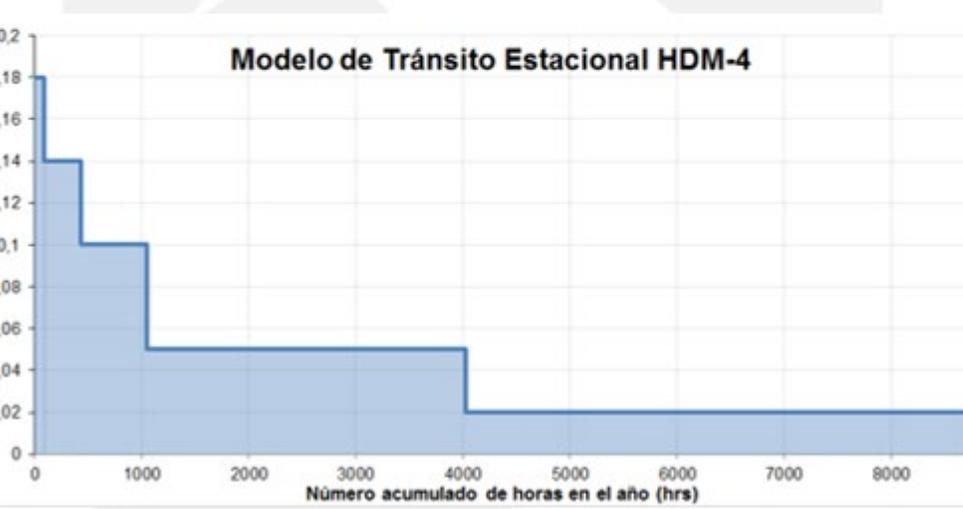
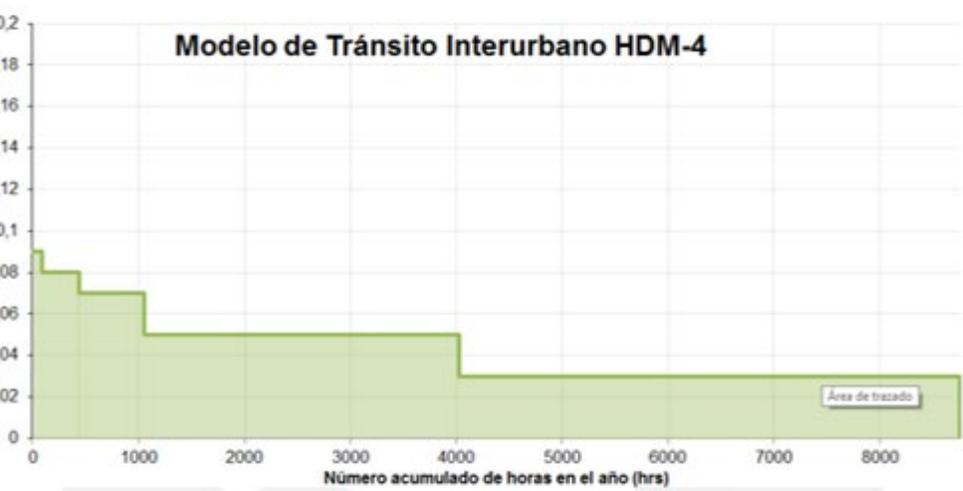
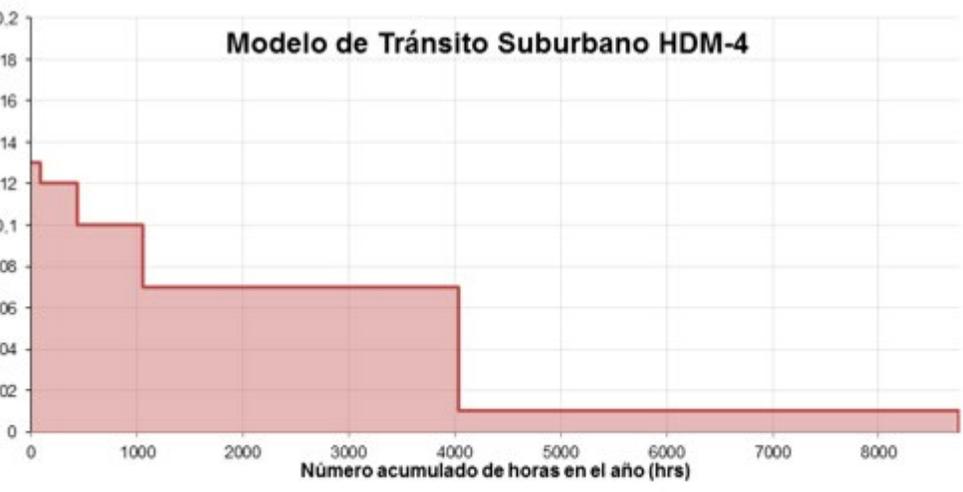
### Parámetros agregados de la red de carreteras

**Parámetros agregados**

- Volumen de tránsito
- Tipo de carretera
- Tipo de geometría
- Calidad de compactación
- Adecuación estructural
- Calidad de la rodadura
- Condición superficial
- Textura superficial

**Descriptorios**

Low  
Medium  
High



# HDM - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

## Version 2

Software for investigating road investment choices

Copyright © 2005 The World Road Association (PIARC), Paris, on behalf of the ISOHDM Sponsors. All rights reserved.

Licence type: Full - Single User Version  
Version: 2.10

Association mondiale de la Route  
AIPCR  
PIARC  
World Road Association

Parámetros agregados de la red de carreteras

Parámetros agregados

- Volumen de tránsito
- Tipo de carretera
- Tipo de geometría
- Calidad de compactación
- Adecuación estructural
- Calidad de la rodadura
- Condición superficial
- Textura superficial

Descriptor

Low  
Medium  
High

Añadir Eliminar Renombrar

Editar las tablas relacionadas... Aceptar Cancelar

## Volumen de Tránsito

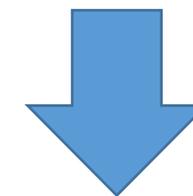
Muy Alto

Alto

Medio

Bajo

Muy Bajo



Volumen de Tránsito	Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) veh/día	
	Asfalto/Hormigón	No Pavimentado
Muy Alto	20.000	750
Alto	12.000	500
Medio	5.000	300
Bajo	2.000	100
Muy Bajo	500	50

# Series de Calibración

RD Calibration Set : Juego de Calibración Paraguay

Name: Juego de Calibración Paraguay

Bituminous | Concrete | Unsealed

Model library (DLL): HDM-4 Default DLL

RD Calibration Item	Pavement Type	CDS	CDB	CRT	RRF	Kcia	Kcpa	Kciw
ARE-028-N-A-B	Asphalt Mix on Asphalt Base	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ARE-029-N-M-B	Asphalt Mix on Asphalt Base	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ARE-030-N-B-B	Asphalt Mix on Asphalt Base	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ARE-031-C-A-B	Asphalt Mix on Asphalt Base	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ARE-032-C-M-B	Asphalt Mix on Asphalt Base	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ARE-033-C-B-B	Asphalt Mix on Asphalt Base	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ARE-034-S-A-B	Asphalt Mix on Asphalt Base	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ARE-035-S-M-B	Asphalt Mix on Asphalt Base	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ARE-036-S-B-B	Asphalt Mix on Asphalt Base	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
AST-040-C-B-M	Surface Treatment on Granular B	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ATS-037-N-M-M	Surface Treatment on Granular B	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ATS-038-N-B-M	Surface Treatment on Granular B	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ATS-039-C-M-M	Surface Treatment on Granular B	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00

RD Calibration Set : Juego de Calibración Paraguay

Name: Juego de Calibración Paraguay

Bituminous | Concrete | Unsealed

Model library (DLL): HDM-4 Default DLL

RD Calibration Item	Pavement Type	Subgrade Type	KMOD	Elasticity of Concrete	Rupture Modulus (MPa)	Retraction Coefficient	Thermal Expansion (1/°C)	Dowel Diameter (mm)	Base Layer Type	Roughness Calibration Factor
HT-049-N-A-A	JPCP with dowels	Granular	54.00	29000.00	4.50	0.00040000	0.00001000	30.00	Granular	1.00
HT-058-N-A-M	JPCP with dowels	Granular	54.00	29000.00	4.50	0.00040000	0.00001000	30.00	Granular	1.00
HT-050-N-M-A	JPCP with dowels	Granular	54.00	29000.00	4.50	0.00040000	0.00001000	30.00	Granular	1.00
HT-051-N-B-A	JPCP with dowels	Granular	54.00	29000.00	4.50	0.00040000	0.00001000	30.00	Granular	1.00
HT-052-C-A-A	JPCP with dowels	Granular	54.00	29000.00	4.50	0.00040000	0.00001000	30.00	Granular	1.00
HT-053-C-M-A	JPCP with dowels	Granular	54.00	29000.00	4.50	0.00040000	0.00001000	30.00	Granular	1.00
HT-060-N-B-M	JPCP with dowels	Granular	54.00	29000.00	4.50	0.00040000	0.00001000	30.00	Granular	1.00
HT-059-N-M-M	JPCP with dowels	Granular	54.00	29000.00	4.50	0.00040000	0.00001000	30.00	Granular	1.00

New Item | Copy Item | Delete Item

**Importante:**  
Definir los escenarios y juegos de calibración no implica la calibración del software.



# ¿Qué aspectos considera la Configuración del HDM-4 a las condiciones locales?

## Configuración del HDM-4

### Vehículos Tipo

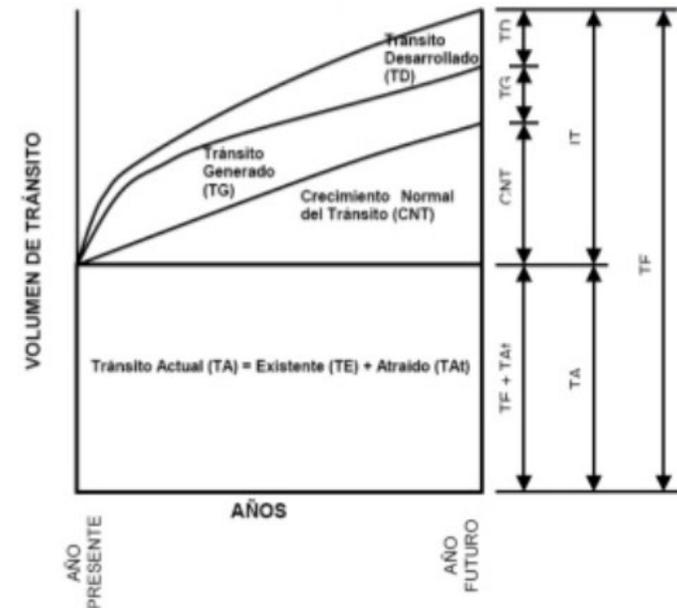
- Características Físicas y Mecánicas
- Características de uso
- Factores de Equivalencias de Carga
- Precios Unitarios



Módulo  
**FLOTA VEHICULAR**



**Tasas de Crecimiento**



# ¿Qué aspectos considera la Configuración del HDM-4 a las condiciones locales?

## Configuración del HDM-4

**Vehículos Tipo**

- Características Físicas y Mecánicas
- Características de uso
- Factores de Equivalencias de Carga
- Precios Unitarios



**Módulo  
 FLOTA VEHICULAR**



**Tasas de Crecimiento**

HDM-4 v2.10 - [Vehicle Fleet: Flota Propuesta HDM-4 (11) - Definition Data]

Workspace Fleet View Window Help

Name	Class	Data Last Modified	Base Type	Category
A1	Passenger Cars	05-07-2018	Car Small	Motorised
CBT1	Trucks	05-07-2018	Truck Articulated	Motorised
CL1	Trucks	05-07-2018	Truck Medium	Motorised
CM1	Trucks	05-07-2018	Truck Medium	Motorised
CP1	Trucks	05-07-2018	Truck Articulated	Motorised
CP2	Trucks	05-07-2018	Truck Articulated	Motorised
CP3	Trucks	05-07-2018	Truck Articulated	Motorised
CSP1	Trucks	05-07-2018	Truck Heavy	Motorised
OB1	Buses	20-08-2018	Bus Medium	Motorised
OB2	Buses	20-08-2018	Bus Heavy	Motorised
U1	Utilities	05-07-2018	Delivery Vehicle Light	Motorised

# ¿Qué aspectos considera la Configuración del HDM-4 a las condiciones locales?

## Módulo **FLOTA VEHICULAR**



- Recursos del vehículo
  - Vehículo nuevo.
  - Valor de la llanta de repuesto.
  - Combustibles y lubricantes por litro.
  - Mantenimiento por hora.
  - Tripulación por hora.
  - Gastos Generales
  - Interés anual medio para la compra de un vehículo.
- Valor del Tiempo.
  - Pasajero
    - Tiempo de trabajo (por hora).
    - Tiempo de Ocio (por hora).
  - Carga
    - Retraso de la carga (por hora).

ID Gesinfra	Tipo de Vehículo
A1	Automóvil
U1	Camioneta
OB1	Ómnibus
OB2	Ómnibus
CL1	Camión Liviano
CM1	Camión Mediano
CSP1	Camión Semipesado
CP1	Camión Pesado
CP2	Camión Pesado
CP3	Camión Pesado
CBT1	Camión Bitren

# ¿Qué aspectos considera la Configuración del HDM-4 a las condiciones locales?

## Configuración del HDM-4

Módulo  
**ESTANDARES DE TRABAJO**  
 Actividades de mantenimiento y mejoramiento vial aplicables y existentes a nivel local



The screenshot displays the 'Work Standards' tree structure in the HDM-4 software. The tree is organized into 'Maintenance Standards [17]' and 'Improvement Standards [20]'. Under 'Maintenance Standards', 'Estandar 2 Ho' is selected. Two dialog boxes are open:

- Maintenance Standard: Estandar 2 Ho**: Shows 'Name: Estandar 2 Ho', 'Short code: eh', and 'Surface class: Concrete'. It lists associated work items: 'reemplazo de losas (rp)', 'reemplazo espesor total (ret)', 'reemplazo espesor parcial (rep)', 'cepillado (cep)', 'colocacion barras de traspaso (bt)', 'colocacion berma (be)', and 'colocacion drenaje longitudinal (dl)'. A note at the bottom reads: 'List of maintenance work items associated with this standard'.
- Maintenance Works Item: cepillado**: Shows 'Name: cepillado', 'Short code: cep', 'Surface: Concrete', 'Feature type: Carriageway', and 'Operation: Fresado'. It has buttons for 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Aplicar'.



# Configuración del HDM-4

## Módulo

## ESTANDARES DE TRABAJO

Actividades de mantenimiento y mejoramiento vial aplicables y existentes a nivel local



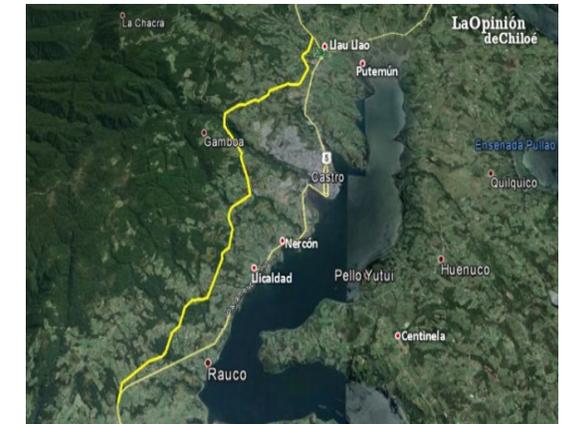
### Estándar de Conservación

Actividades de intervención para la conservación de la condición del pavimento



### Estándar de Mejoramiento

Actividades que modifican las condiciones de circulación



### Tramo Nuevo

Definición de un tramo proyectado sobre el cual se desea evaluar su potencial y factibilidad



# Configuración del HDM-4

## Módulo ESTANDARES DE TRABAJO



### Estándar de Conservación

Actividades de intervención para la conservación de la condición del pavimento

Criterios de Aplicación

Diseño de la intervención

Umbral de intervención

Precios Unitarios (Económicos y Financieros)

Efectos de las Intervenciones

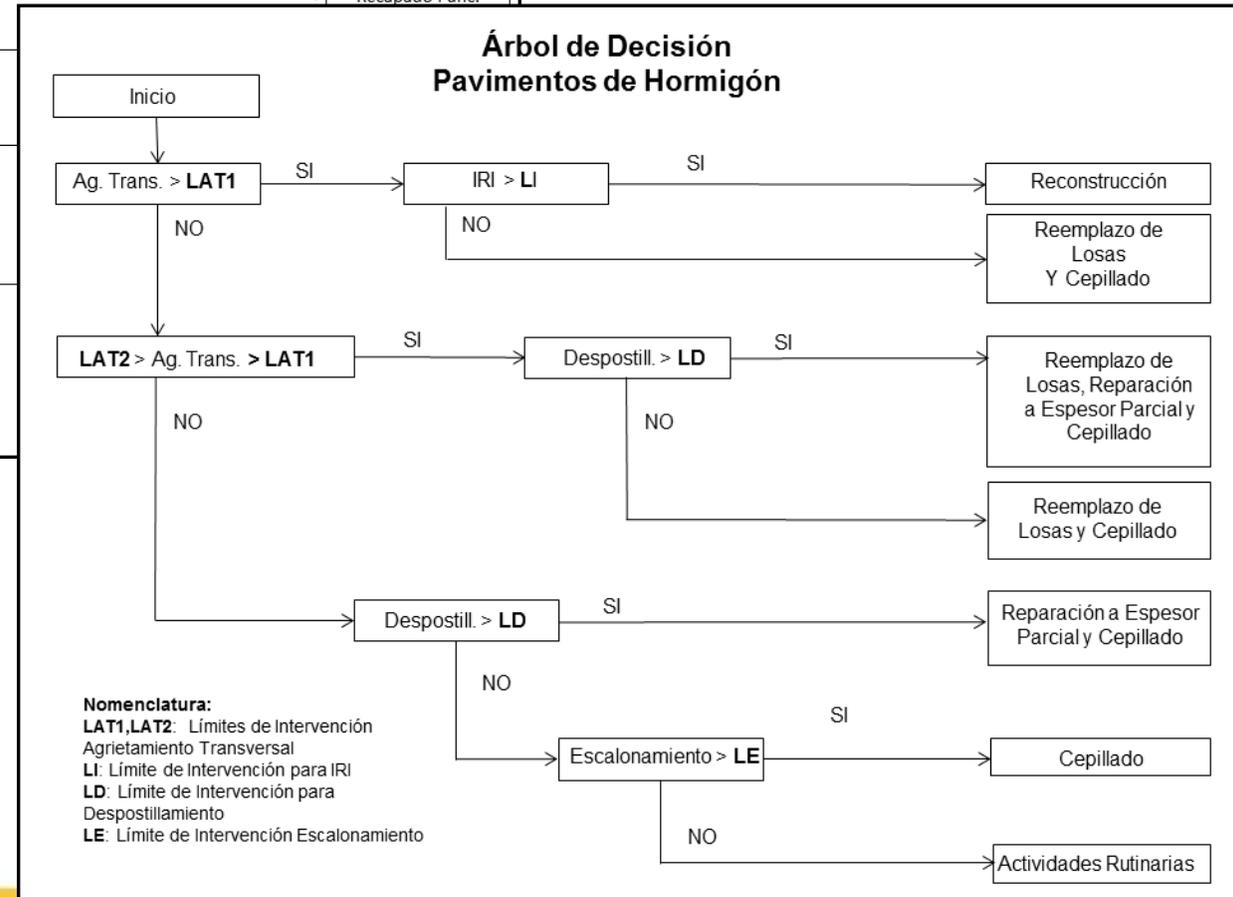
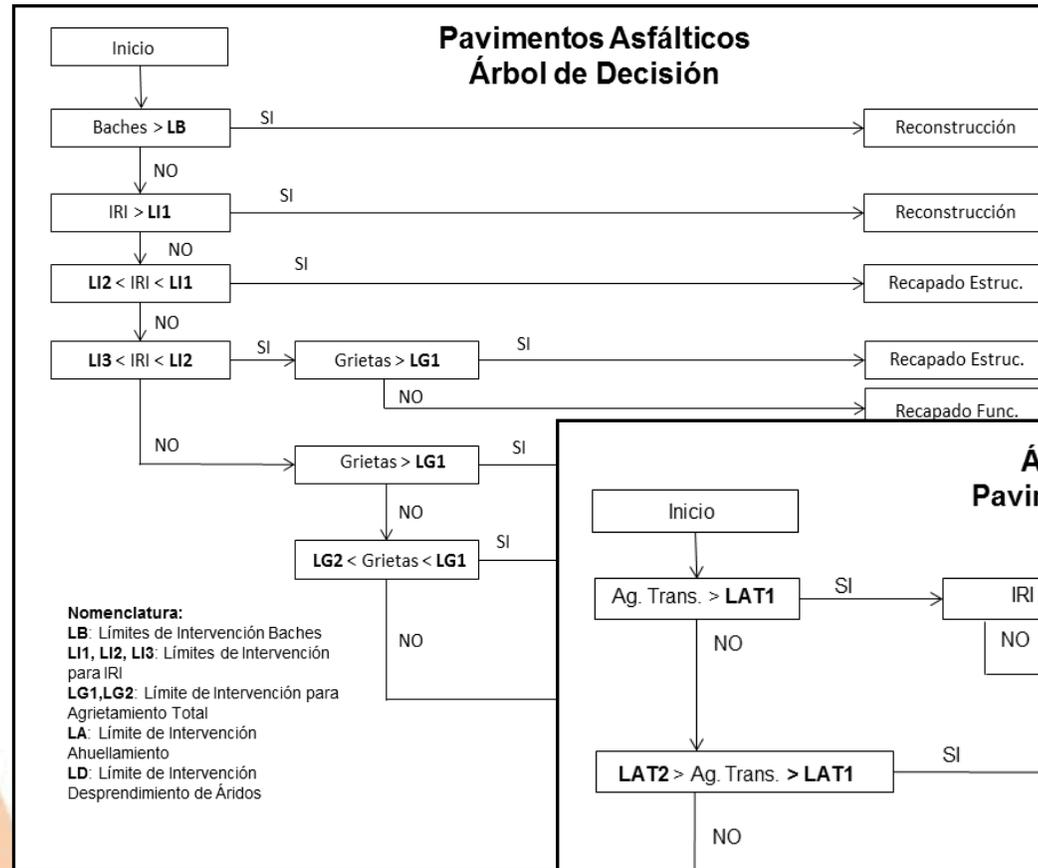


# Configuración del HDM-4

## Módulo ESTANDARES DE TRABAJO



### Estándar de Conservación





# Configuración del HDM-4

## Módulo ESTANDARES DE TRABAJO



### Estándar de Mejoramiento

Actividades que  
modifican las  
condiciones de  
circulación

Criterios de Aplicación

Diseño de la intervención

Umbrales de intervención

Presupuesto (Económico y Financiero), Flujo durante la ejecución y Valores residuales

Efectos de las Intervenciones

Pavimento

Geometría

Tránsito Generado y Costos & beneficios exogenos

# Configuración del HDM-4

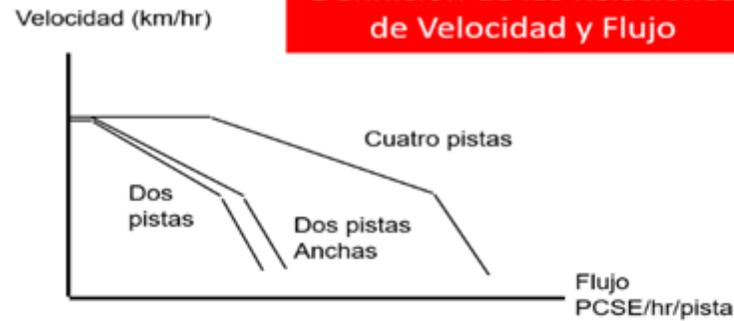
## Definición de las Zonas climáticas



## Definición de los parámetros agregados



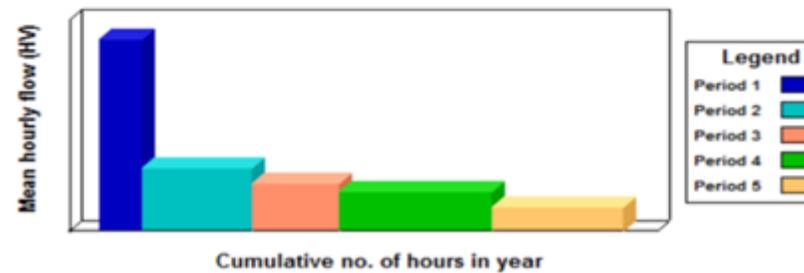
## Definición de las Relaciones de Velocidad y Flujo



## Clase de Accidentes



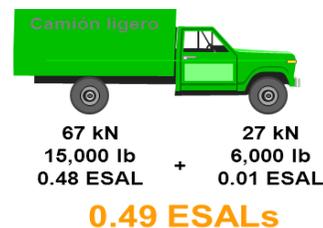
## Definición de Modelos de Tráfico



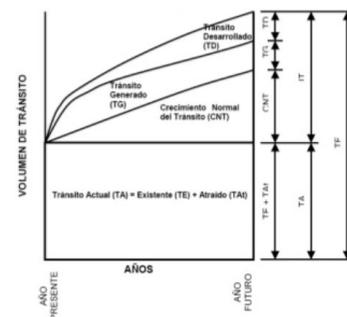
## Flota Vehicular representativa



## Factores de equivalencia de carga



## Tasas de Crecimiento



## Definición de características de los trabajos, criterios, umbrales y efectos de aplicación





## Parametrización del HDM-4

Definición de los campos y situaciones de aplicación de la herramienta.  
Nivel de Red o Nivel de Proyecto

Recomendaciones de aplicación  
Herramientas de Análisis  
ESTRATEGIA, PROGRAMA, PROYECTO

Módulo  
**RED DE CARRETERAS**

Durante la etapa de la **Parametrización** se establecerán tanto los insumos y nivel de detalle de la información que se requerirá alimentar a futuro por los usuarios del software según el tipo de análisis a desarrollar

3er. CONGRESO  
PARAGUAYO  
**Vialidad  
y Tránsito**

EXPO VIAL 2018



**APC**

ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRERAS



## Parametrización del HDM-4



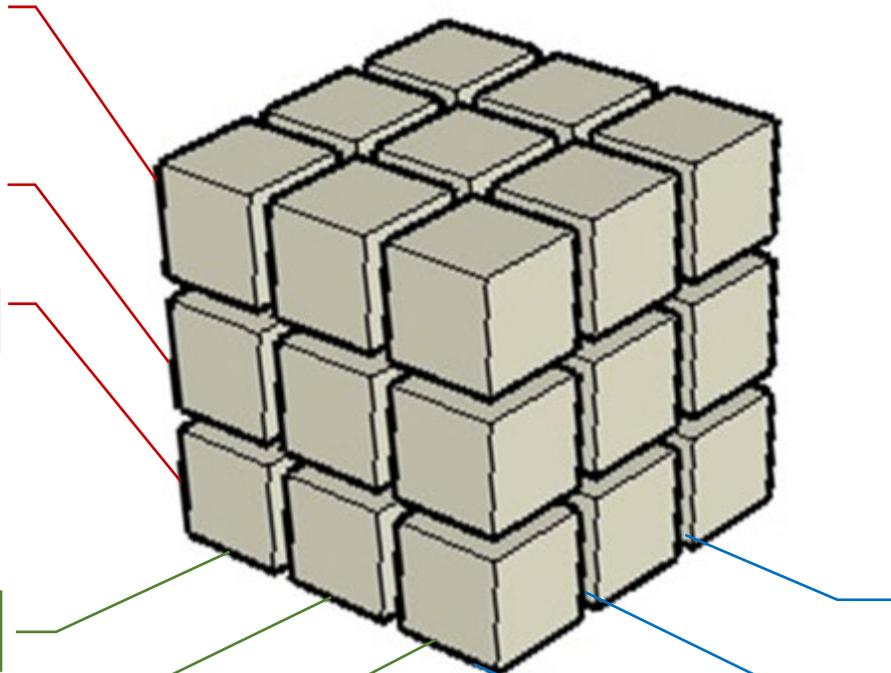
**HDM-4 puede responder a los objetivos de gestión de pavimentos que se definan, en forma satisfactoria, siempre y cuando se tenga presente el nivel de gestión en el cual sera empleada la herramienta**

**Nivel de Gestión**

Nivel Estratégico

Nivel Táctico

Nivel Operacional



**Dimensiones de Análisis**

Desempeño

Riesgo

Costo

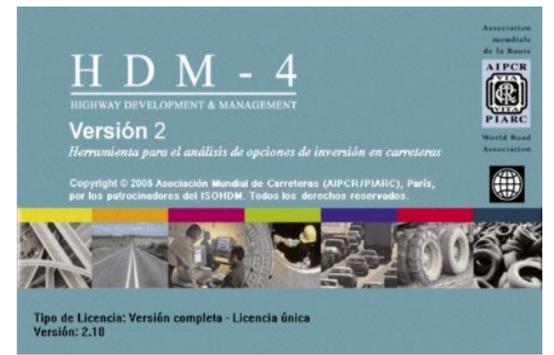
**Áreas de Competencias**

Información

Ingeniería

Toma de Decisiones

Proceso	Horizonte temporal	Cobertura espacial	Detalle de los datos
Planeación Estratégica	Largo plazo (estratégica)	Toda la red	Muy general
Programación Táctica	Mediano plazo (táctica)	Red analizada	General
Evaluación Proyectos	Año del presupuesto	Tramos	Detallado

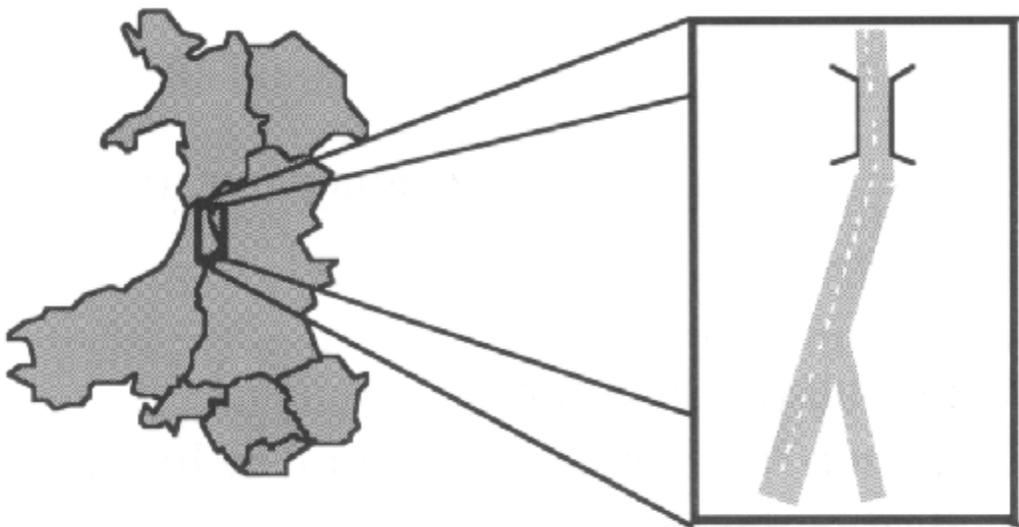




# Parametrización del HDM-4

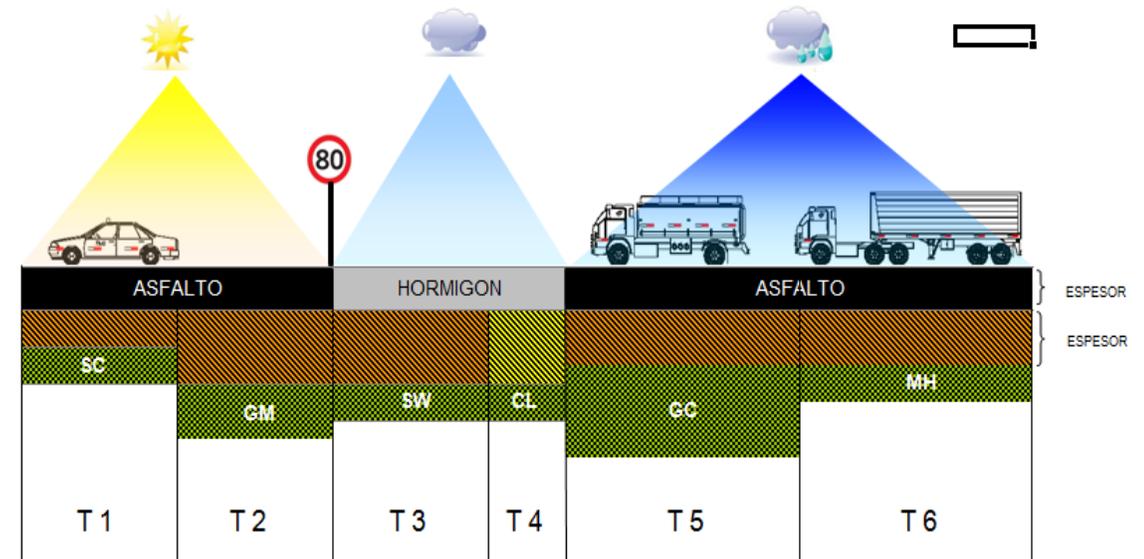
Definición de los insumos y nivel de detalle de la información que se requiere para alimentar el HDM-4 según el tipo de análisis a desarrollar

Nombre	Tipo de Carretera	Tipo de Pavimento	Configuración Estructura	Long. (Km)	IMD
No Pavimentado – Tráfico Bajo	Terciario	Sin Pavimentar	Afirmado	1,760	100
No Pavimentado – Tráfico Medio	Terciario	Sin Pavimentar	Afirmado	1,385	250
Pavimentado Tráfico Alto Condición Pobre	Principal o Troncal	Bituminoso	MAAP	392	5240
Pavimentado Tráfico Alto Condición Regular	Principal o Troncal	Bituminoso	MAAP	234	6200
Pavimentado Tráfico Alto Condición Buena	Principal o Troncal	Bituminoso	MAAP	437	5680
Pavimentado Tráfico Medio Condición Pobre	Principal o Troncal	Bituminoso	MABG	483	2300
Pavimentado Tráfico Medio Condición Regular	Principal o Troncal	Bituminoso	MABG	306	2500
Pavimentado Tráfico Medio Condición Buena	Principal o Troncal	Bituminoso	MABG	615	2060
Pavimentado Tráfico Alto Condición Pobre	Principal o Troncal	Concreto	JPCP	40	6500
Pavimentado Tráfico Alto Condición Regular	Principal o Troncal	Concreto	JPCP	322	8150
Pavimentado Tráfico Alto Condición Buena	Principal o Troncal	Concreto	JPCP	864	7450



Nivel de red

Nivel de proyecto



# H D M - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

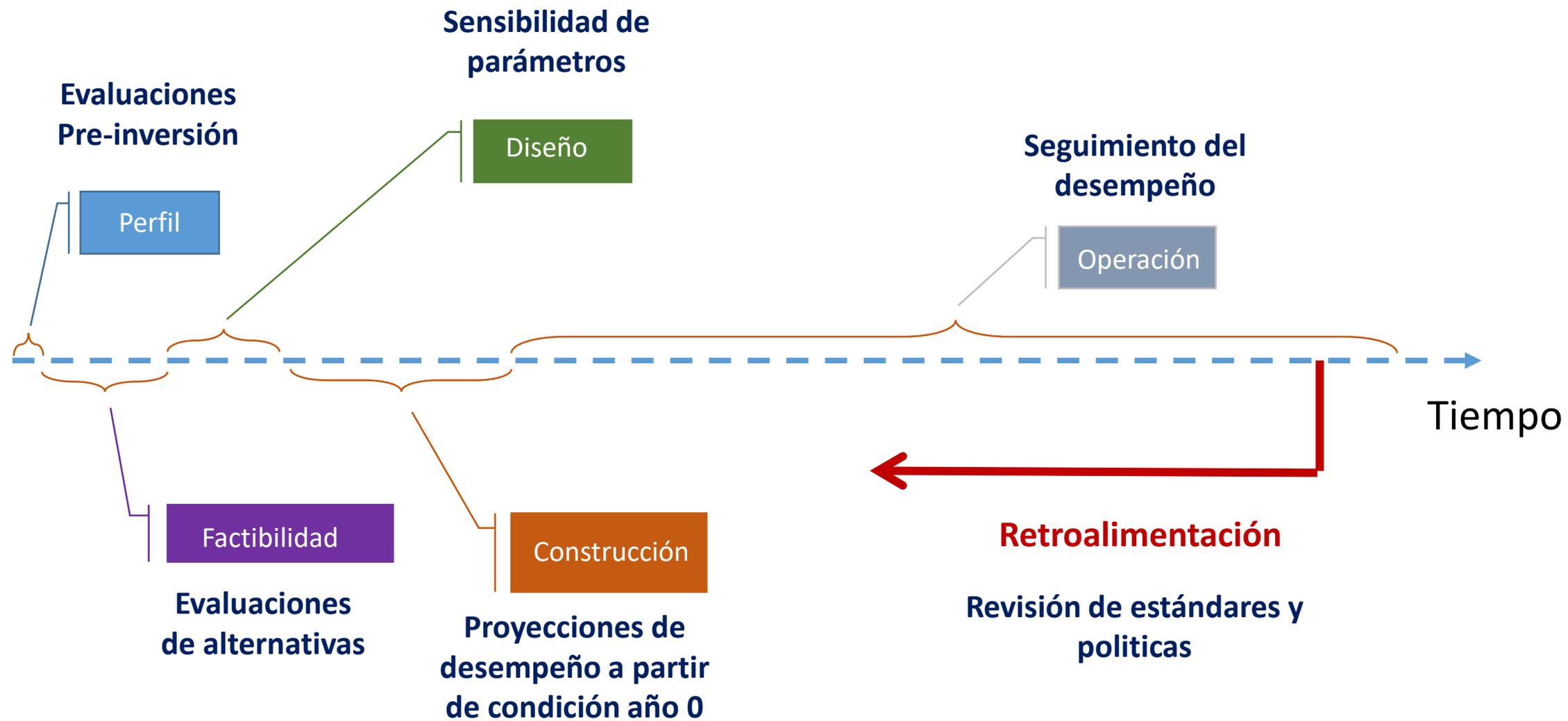
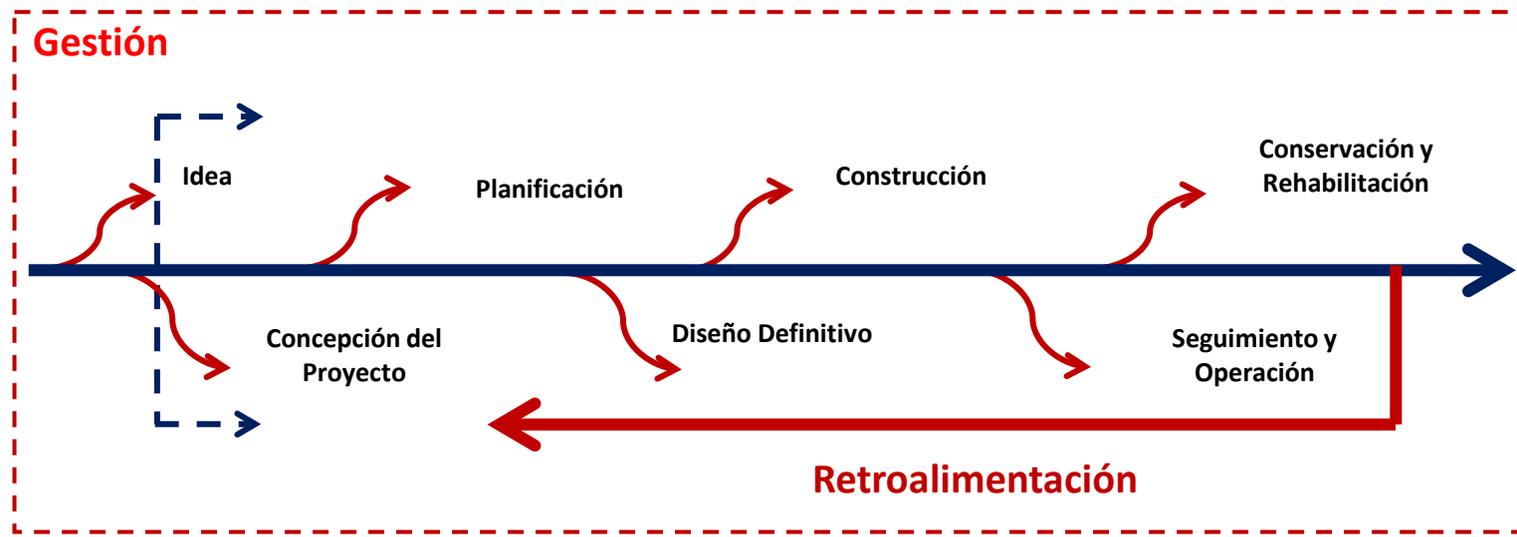
## Versión 2

Herramienta para el análisis de opciones de inversión en carreteras

Copyright © 2005 Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR/PIARC), París, por los patrocinadores del ISOHDM. Todos los derechos reservados.



Tipo de Licencia: Versión completa - Licencia única  
Versión: 2.10



**HDM-4 Rel. volcap por periodo de flujo (gráfica)**  
Gráfico de líneas que muestra la relación entre el volumen de tráfico y la capacidad por período de flujo.

**HDM-4 Irregularidad promedio por proyecto (gráfica)**  
Gráfico de líneas que muestra la irregularidad promedio por proyecto (IRIav) ponderada por longitud de tramo.

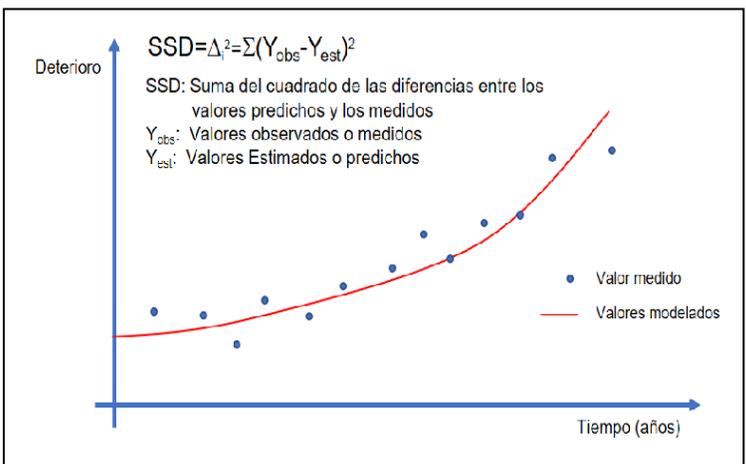
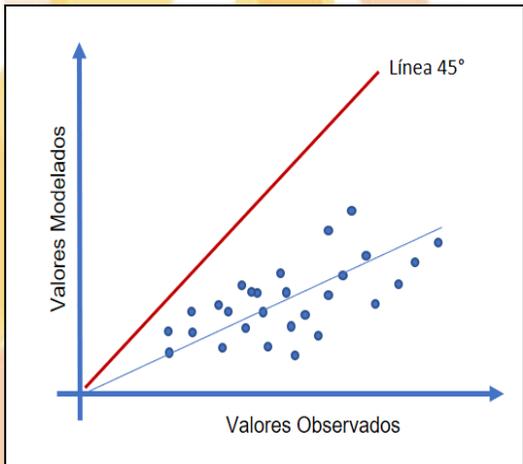
**HDM-4 Resumen de indicadores económicos**  
Tabla de indicadores económicos:

Alternativa	Valor presente de los costos (VPV)(\$)	Valor presente de los beneficios (VPB)(\$)	Beneficio neto (B)(\$)	Beneficio neto por unidad de inversión (B/CI)	Beneficio neto por unidad de inversión (B/CI)	Beneficio neto por unidad de inversión (B/CI)	Tasa interna de retorno (TIR) (%)
1 - Base case (without widening)	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2 - Widening by 1m	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3 - Widening by 2m	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4 - Lane addition (2 lanes)	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

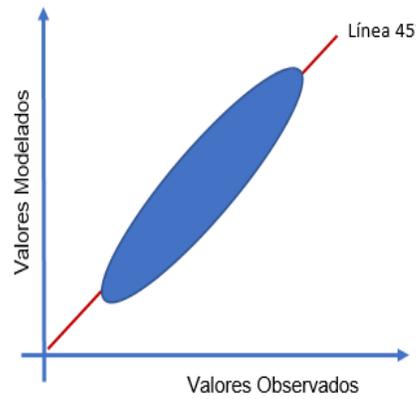
# Configuración del HDM-4



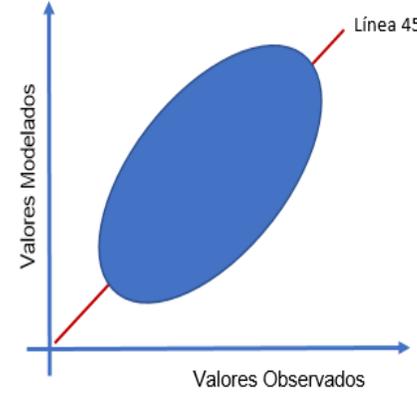
# Parametrización del HDM-4



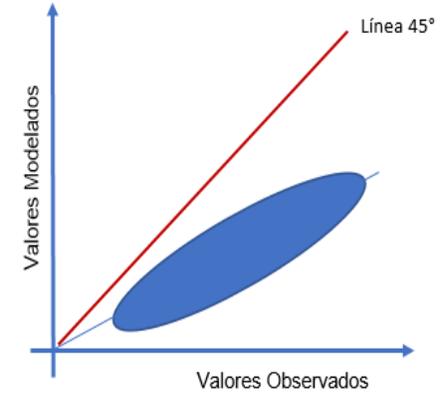
# Calibración de modelos del HDM-4



No es necesaria la calibración



Problema de Precisión y calidad de los datos.  
Una calibración no resuelve el problema

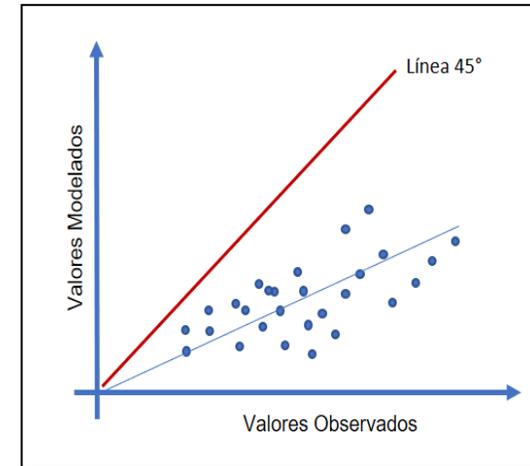
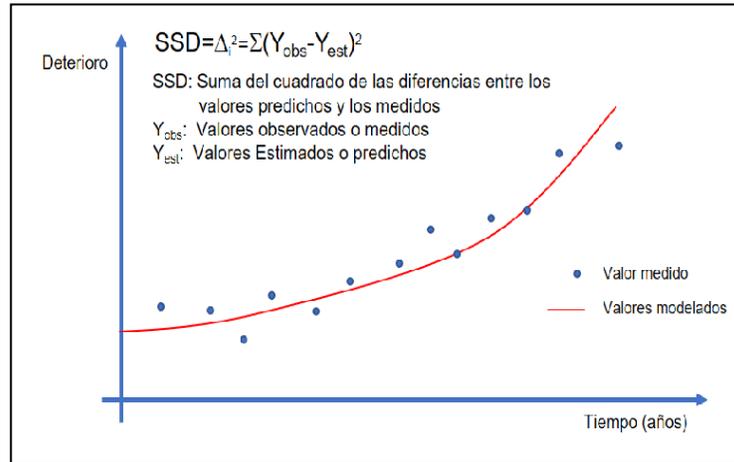


Problema de Sesgo.  
Procede una calibración para corregir el problema

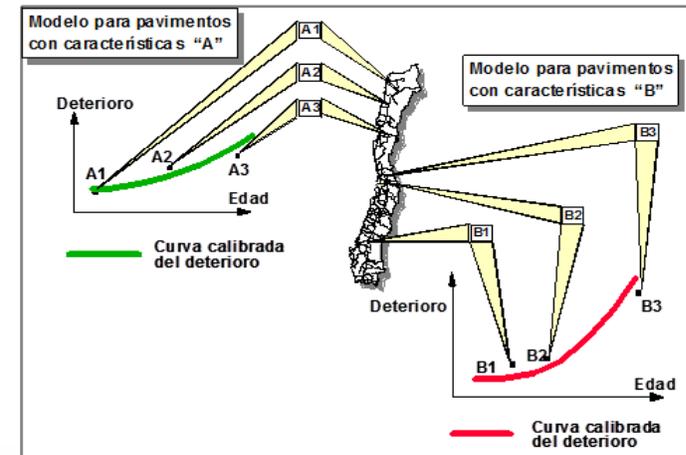
**HDM-4**  
HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT  
Versión 2  
Herramienta para el análisis de opciones de inversión en carreteras

Copyright © 2005 Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR/PIARC), París, por los patrocinadores del ISOHDM. Todos los derechos reservados.

Tipo de Licencia: Versión completa - Licencia única  
Versión: 2.10



## Calibración de modelos del HDM-4





# HDM - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

## Emissions Summary

Study Name: **2. Paved Road Rehabilitation**  
Run Date: **12-09-2018**

# A Futuro...

**Section:** M Traffic, IRI-3.0, Fair, 2-lane  
**Alternative:** Base Alternative  
**Sensitivity:** No Sensitivity Analysis Conducted

Sect ID: M-Fair-2 Road Class: Primary or Trunk  
Length: 1,00m Width: 7,00m Rise+Fall: 25,00m/km Curvature: 40,00 deg/km

Year	Annual Emission Quantities in tonnes						
	Hydrocarbon HC	Carbon monoxide CO	Nitrous oxide NOx	Sulphur dioxide SO2	Carbon dioxide CO2	Particulates Par	Lead Pb
2006	12,42	40,61	14,86	0,69	1.201,84	2,29	0,08
2007	12,84	41,97	15,36	0,71	1.242,53	2,37	0,09
2008	13,26	43,38	15,67	0,74	1.284,71	2,46	0,09
2009	13,73	44,84	16,40	0,76	1.328,26	2,54	0,09
2010	14,20	46,33	16,94	0,79	1.373,16	2,63	0,09
2011	14,68	47,85	17,49	0,82	1.418,99	2,72	0,10
2012	15,17	49,40	18,05	0,85	1.465,61	2,82	0,10
2013	15,66	50,94	18,60	0,88	1.512,49	2,91	0,10
2014	16,15	52,47	19,14	0,91	1.559,10	3,01	0,11
2015	16,64	53,98	19,67	0,93	1.604,94	3,11	0,11
2016	17,11	55,38	20,16	0,96	1.649,26	3,20	0,11
2017	17,54	56,66	20,59	0,99	1.690,24	3,30	0,11
2018	17,98	57,89	21,00	1,02	1.730,61	3,39	0,11
2019	18,44	59,16	21,41	1,06	1.773,19	3,50	0,11
2020	18,92	60,46	21,83	1,09	1.817,26	3,61	0,11

## Análisis de Emisiones

# HDM - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

## Energy Usage (Annual Summary)

Study Name: **2. Paved Road Rehabilitation**  
Run Date: **12-09-2018**

**Section:** M Traffic, IRI-3.0, Fair, 2-lane  
**Alternative:** Base Alternative  
**Sensitivity:** No Sensitivity Analysis Conducted

Sect ID: M-Fair-2 Road Class: Primary or Trunk  
Length: 1,00m Width: 7,00m Rise+Fall: 25,00m/km Curvature: 40,00 deg/km

Year	ENROAc (MJ)	EGTOT (MJ)	ENTOT (MJ)	ERNW <sub>t</sub> (MJ)	ERNW <sub>r</sub> (MJ)	ENONRNW <sub>t</sub> (MJ)	ENONRNW <sub>r</sub> (MJ)
2006	0,00	70.733,88	56.290,18	0,00	0,00	70.733,88	56.290,18
2007	0,00	73.138,80	58.197,50	0,00	0,00	73.138,80	58.197,50
2008	0,00	75.635,23	60.174,41	0,00	0,00	75.635,23	60.174,41
2009	0,00	78.221,52	62.216,89	0,00	0,00	78.221,52	62.216,89
2010	0,00	80.905,76	64.325,13	0,00	0,00	80.905,76	64.325,13
2011	0,00	83.684,23	66.477,99	0,00	0,00	83.684,23	66.477,99
2012	0,00	86.513,35	68.673,38	0,00	0,00	86.513,35	68.673,38
2013	0,00	89.420,31	70.896,11	0,00	0,00	89.420,31	70.896,11
2014	0,00	92.367,51	73.092,39	0,00	0,00	92.367,51	73.092,39
2015	0,00	95.330,98	75.269,91	0,00	0,00	95.330,98	75.269,91
2016	0,00	98.260,24	77.383,41	0,00	0,00	98.260,24	77.383,41
2017	0,00	101.105,34	79.351,53	0,00	0,00	101.105,34	79.351,53
2018	0,00	103.975,90	81.297,87	0,00	0,00	103.975,90	81.297,87
2019	0,00	107.021,84	83.351,04	0,00	0,00	107.021,84	83.351,04
2020	0,00	110.186,07	85.475,80	0,00	0,00	110.186,07	85.475,80

## Balance Energetico

# HDM - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

## Informe de análisis multicriterio

Nombre del estudio: **2. Paved Road Rehabilitation**  
Fecha de ejecución: **07-04-2012**  
Moneda: **Malaysian Ringgit (millones)**  
Tasa de **12,00%**.

Criterios usados en el MCA	Peso relativo	Criterio base	Valor presente neto (VPN)
Valor presente neto (VPN)	1		
Costos de los usuarios (RUC)	1		

Tramo: M Traffic, IRI-3.0, Fair, 2-lane

Alternativa	Valor presente de los costos totales de agencia (RAC)	Valor presente de los costos de inv. de la agencia (CAP)	Vector de calificación MCA (Puntuación)	Valor presente neto (VPN = B + E - C)	Relación VPN/Costo (VPN/RAC)	Relación VPN/Costo (VPN/CAP)	Tasa interna de retorno (TIR)
Base Alternative	0,086	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GAT03	0,143	0,137	1,000	0,642	5,874	6,148	82,9 (1)
GASO4-5	0,124	0,087	0,767	0,649	5,226	7,485	131,4 (1)
GAFR6	0,178	0,107	0,292	0,209	1,178	1,947	107,4 (1)

La cifra entre paréntesis es el número de resultados para la TIR en un rango de -90 a +900

## Análisis Multicriterio

**HDM - 4**  
HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT  
**Versión 2**  
Herramienta para el análisis de opciones de inversión en carreteras  
Copyright © 2005 Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR/PIARC), Paris, por los patrocinadores del ISOHDM. Todos los derechos reservados.

Tipo de Licencia: Versión completa - Licencia única  
Versión: 2.10

activos por alternativa de tramo



## Gestión de Activos



## Algunas consideraciones referidas al proceso de Configuración y Parametrización del HDM-4 a las condiciones de Paraguay.

- Aunque la implementación del HDM-4 es el camino correcto en la consolidación de un futuro Sistema de Gestión de Infraestructura, es importante entender que la **Configuración y Parametrización del HDM-4 a las condiciones locales** solamente es el comienzo.
- Se deben buscar **mecanismos que aseguren la continuidad en el tiempo en el uso y aplicación del HDM-4**, para ello se debe comprometer a las autoridades, así como diferentes áreas técnicas del MOPC y sus stakeholders en lo que se benefician por la utilización de la herramienta
- Se debe trabajar en la **revisión y actualización de aquellos insumos de información**, especialmente aquellos que propicien el mejoramiento continuo y la retroalimentación constante, que contribuyan a la evolución en el uso de herramienta.
- Contar con el HDM-4 debidamente configurado y parametrizado contribuirá a **mejorar las políticas y los procesos de toma de decisión** en materia de gestión de mantenimiento y mejoramiento, contribuyendo con ello al fortalecimiento del país en el sector de infraestructura.

3er. CONGRESO  
PARAGUAYO  
Vialidad  
y Tránsito

EXPO VIAL 2018



**APC**  
ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRERAS

WORLD ROAD  
ASSOCIATION  
MONDIALE  
DE LA ROUTE  
COMITÉ  
NACIONAL  
PARAGUAYO

# Preguntas ¿?

## Muchas Gracias!!!



 **GesInfra**  
consultores

Ing. Mauricio Salgado Torres M.Sc.  
[msalgado@gesinfra.cl](mailto:msalgado@gesinfra.cl)  
[www.gesinfraconsultores.com](http://www.gesinfraconsultores.com)