



Gestión de Activos Viales en el Marco de la Infraestructura 4.0

Ing. Gerardo Flintsch

Dan Pletta Professor of Engineering
The Via Department of Civil and Environmental Engineering
Director, Center for Sustainable and Resilient Infrastructure

Presidente, TC 3.3 Gestión de Activos Viales

Vicepresidente y Director Técnico, FM Consultants, LLC

 **VIRGINIA
TECH**
 **TRANSPORTATION INSTITUTE**
VIRGINIA TECH

 **PIARC**

FM Consultants

Contenido

1. ¿Porque es importante la Infraestructura vial?
2. ¿Que es la Infraestructura 4.0?
3. ¿Que es la Gestión de Activos Viales?
4. Comité Técnico PIARC 3.3
Gestión de Activos Viales
5. ¿Cuáles son los beneficios de gestionar nuestra infraestructura vial?
6. Avances en la Recolección de Datos
7. Avances en las Procesos y Herramientas de Análisis
8. Puntuaciones finales

1. ¿Porque es importante la Infraestructura vial?



Impacto de la Infraestructura Vial en la Sociedad



Infraestructura
Vial

- Economías productivas y competitivas
- Crecimiento económico sostenible
- Estabilidad social

⇒ *Desarrollo Sostenible*

Sistema
Social

Sistema
Económico

Infraestructura

Medio Ambiente Natural

Situación de la Red Vial

Grupo PIARC Latinoamérica

- Déficits en:
 - Densidad de carreteras

Table Nº 1 ROAD DENSITY (kilometers of roads per 100 km² of land area)

Countries/Year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Latin America and Caribbean	15,12	17,44	15,87	16,09	16,15	16,42	15,15	16,6	15,61
Spain	132	131,64	131,71	131,83	131,92	132,06	132	131,8	131,89	131,89	131,89
OCDE	40,22	40,32	53,46	41,88	72,33	51,53	41,84	42,54	42,68	53,43	53,35
World	25,18	25,5	27,72	24,73	30,16	29,49	28,59	28,49	27,94	30,88	32,57

Sources: ECLAC - World Bank

Table Nº2 PERCENTAGE OF PAVED ROADS RESPECT TO TOTAL ROADS

Countries/Year	2003	2005	2011
Latin America and Caribbean	31,48	32,96	25,97
OCDE	82	77,5	79,3
World	46,01	40,76	57,01

→ Afecta la calidad de vida y el desarrollo económico

Sources: World Bank - DIRCAIBEA (Board of Directors of Iberia and La

Productividad de la infraestructura

- La baja productividad de nuestra infraestructura es un freno al desarrollo sostenible

McKinsey. (2013). Infrastructure Productivity: How to Save \$1 Trillion a Year

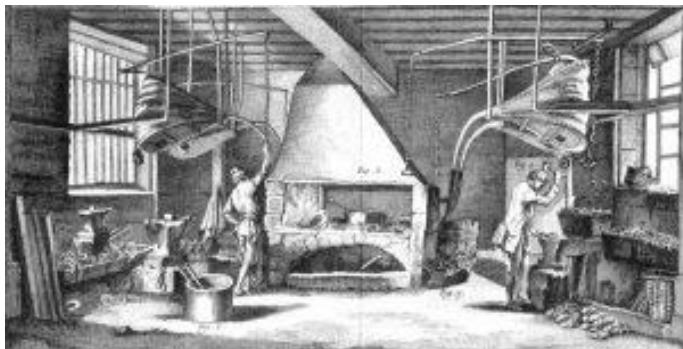
- La brecha en infraestructura puede reducirse en 60% mejorando la productividad
 - Mejorar los procesos de gestión de activos contribuye a una mayor productividad
 - Decisiones con impacto en toda la vida útil
 - Inversiones optimizadas



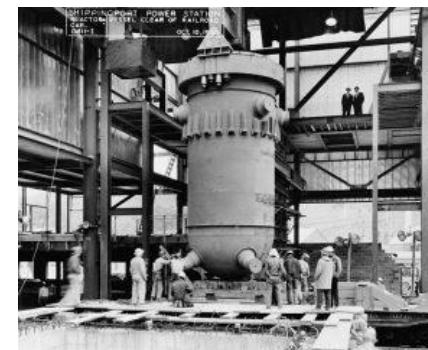
2. ¿Qué es la Infraestructura 4.0?

La Cuarta Revolución Industrial

- ✓ 1^{ra} revolución industrial - 1760's



- ✓ 3^{ra} revolución industrial – 1960-70's



- ✓ 2^{da} revolución industrial - 1870's



- ✓ 4^{ta} revolución industrial - 2000's

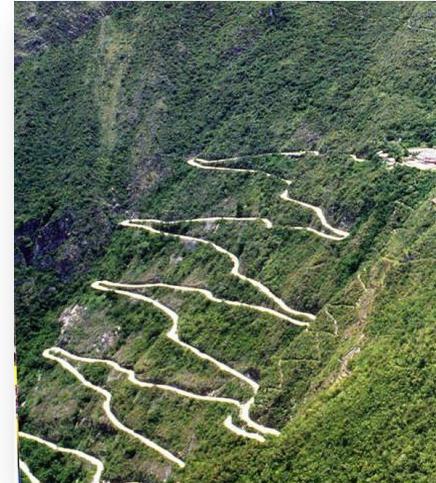


Industria 4.0

Infraestructura 4.0

Evolución de los Caminos

1^{ra} Generación ➔ Sendas



<http://www.romeacrosseurope.com/?p=5417#sthash.ocgeu6wg.dpbs>

2^{da} Generación ➔ Caminos “pavimentados”

<https://www.outlookindia.com/newswire/story/ancient-inca-roads-win-world-heritage-status/845860>



Paving Pennsylvania Avenue (1870's)

3^{ra} Generación ➔ Carreteras “confortables”

4^{ta} Generación ➔ Autopistas (seguras & eficientes)

5^{ta} Generación ➔ Caminos, calles y carreteras “inteligentes,” sostenibles y resilientes (multifuncionales?)



Virginia Smart Road (1999)

Carreteras de 5^{ta} Generación

Tendencias Tecnológicas Disruptivas

✓ Infraestructura “Inteligente”

- Sensores
- Comunicación
- Multifunción
- Autocuración



✓ Ciudades “Inteligentes”

✓ Vehículos “Inteligentes”

- Conectados
- automatizados
- Eléctricos, compartidos



✓ Construcción “Inteligente”

- BIM
- Equipos automatizados

✓ Energía Sostenible



✓ Multifuncionalidad

✓ Nuevos materiales

Carreteras Inteligentes,
Sostenibles y Resilientes

(multifuncionales,
automatizadas,
electrificadas, etc.)



Infraestructura 4.0

Nuevas Demandas

✓ Complejidad

- Redes Interconectadas
- Sistemas of sistemas



✓ Tendencias socioeconómicas

- Sostenibilidad
- Megaciudades
- E-comercio
- Comunidades centradas en el ser humano
- Calidad de vida
- Equidad

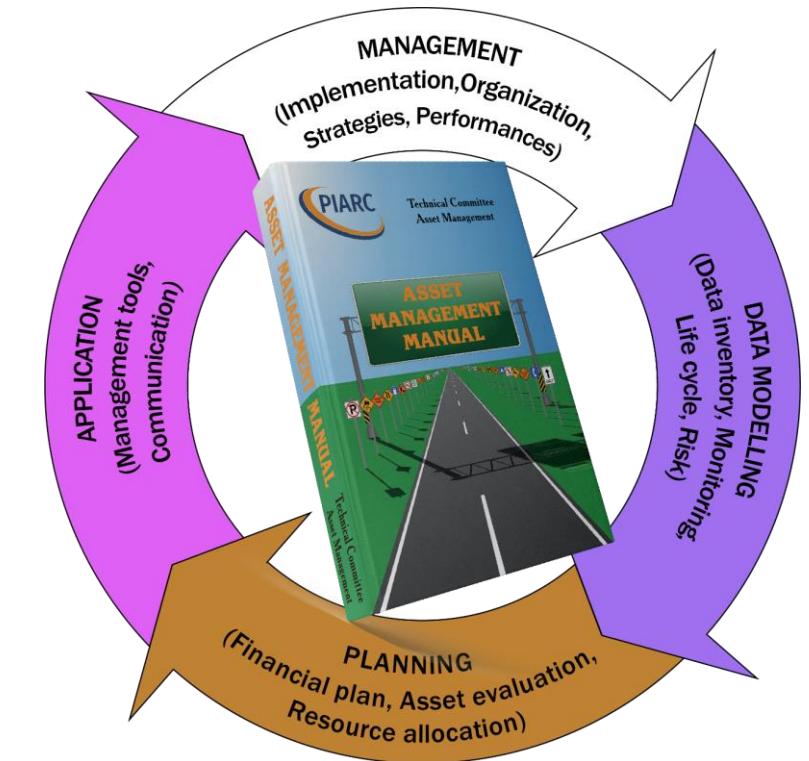


✓ Cambio Climático

- Resiliencia
- Inundaciones
- Ondas de calor
- Tormentas severas ...



3. ¿Qué es la Gestión de Activos Viales?





Gestión de Activos

- ✓ Una nueva “filosofía” que ayuda a las agencias viales a:
- ✓ Enfocar los esfuerzos y recursos en la obtención de objetivos de desempeño a largo plazo.
- ✓ Determinar programas de trabajo y de inversiones sostenibles
- ✓ Definir e implementar procesos de negocios eficientes, efectivos y auditables para la selección, diseño y ejecución de inversiones.
- ✓ Usar recursos técnicos (datos confiables, análisis adecuados) eficientemente y conforme a los objetivos de gestión.

En la Práctica, ¿Qué es la Gestión de Activos Viales?

- ✓ Nueva forma de encarar el “negocio” de nuestra infraestructura
- ✓ Es más que implementar sistemas de gestión de pavimentos, puentes y mantenimiento
- ✓ Es más que implementar niveles de servicio
- ✓ Implica gestionar todos los activos físicos de las redes de transporte a lo largo de sus ciclos de vida

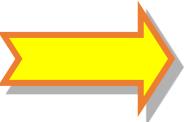


<https://publications.iadb.org/es/estado-de-la-gestion-de-activos-viales-en-america-latina-y-el-caribe>

Evolución de la Gestión Vial



Principios



~ 60-70% de los fondos viales



Objetivos
“Empresariales”



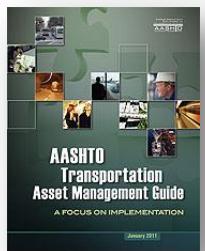
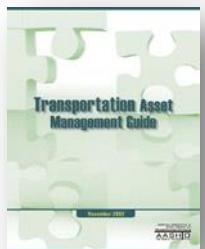
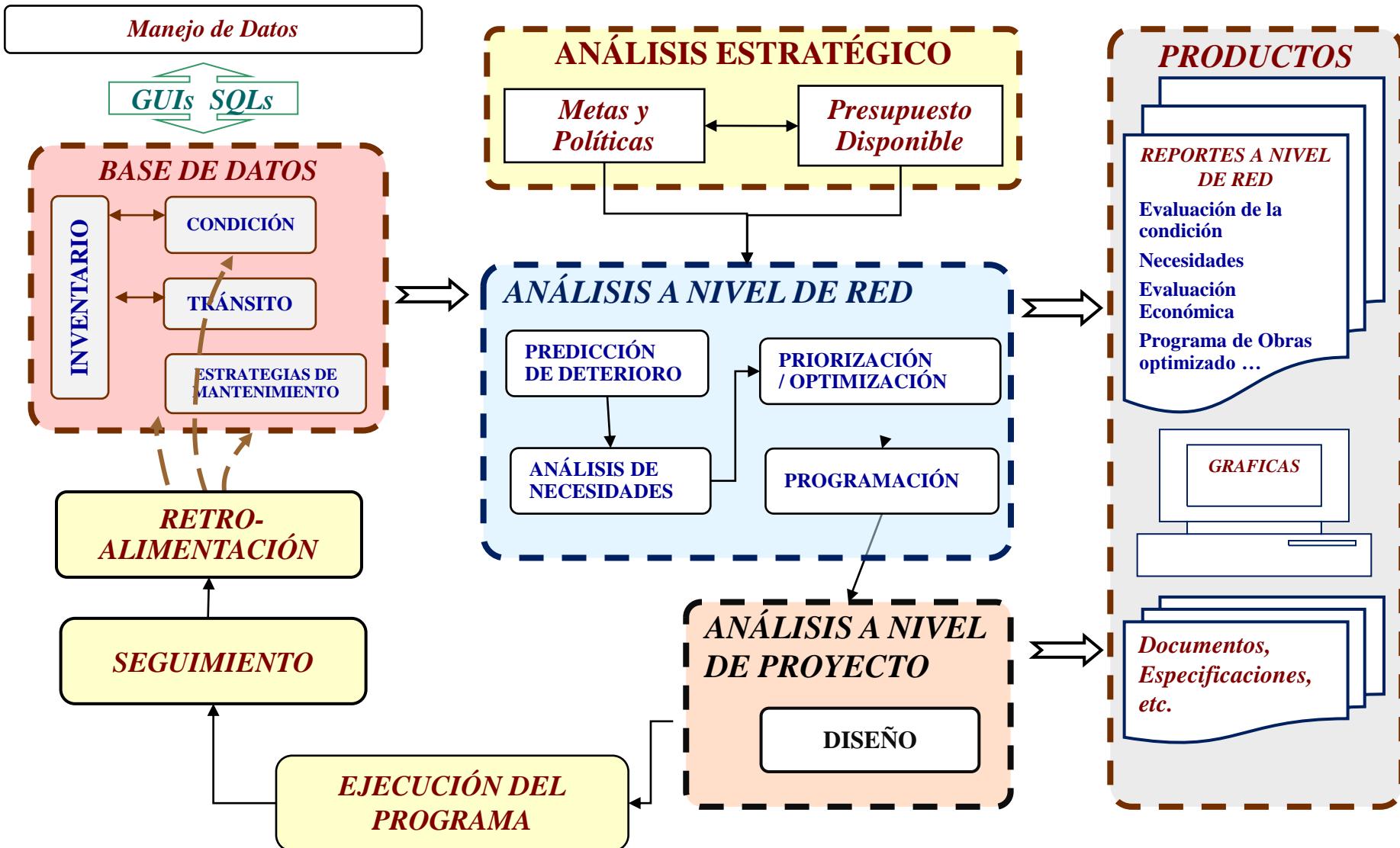
Medias de Desempeño



Integración



Marco Conceptual



Normalización a Nivel Internacional

- Guía AASHTO TAM

<https://www.tamguide.com/>



- IIMM Toolkit

- PAS 55

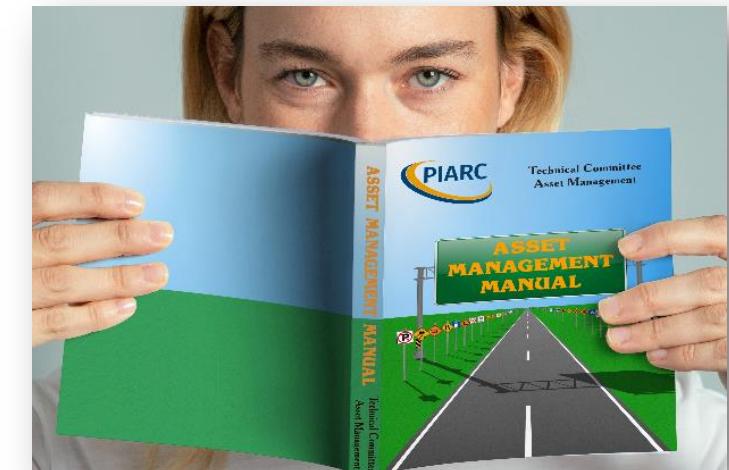
- ISO 55000:2014 Series

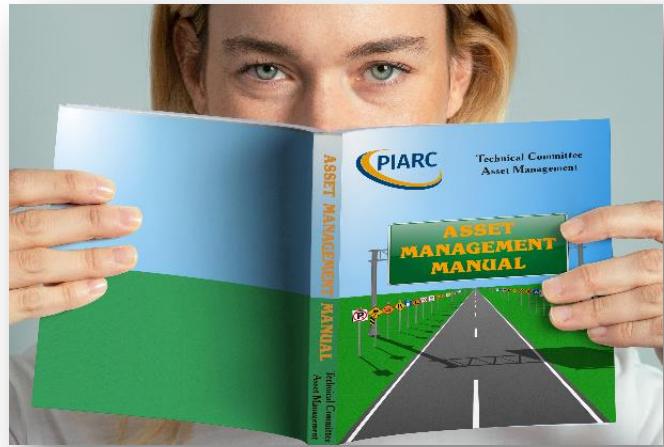
- *Manual de Gestión de Activos Viales de PIARC*

<https://road-asset.piarc.org/en>

....

A screenshot of the TAM Guide website. The header is green with the text "TAM Guide", "Explore TAM", and "About". Below the header is a circular graphic showing a road intersection with trees and cars. To the right of the graphic, the text "What is Transportation Asset Management?" is written in green, followed by a detailed definition of TAM. At the bottom right of the page is a small circular arrow icon.





4. Comité Técnico PIARC 3.3

Gestión de Activos Viales o Gestión del Patrimonio Vial

Visión



- Desarrolla, implementa e integra un marco de gestión de activos basado en la ISO 55001 para que las organizaciones de carreteras gestionen su rendimiento (o desempeño), riesgos y costos de forma más eficaz y eficiente.

<https://www.piarc.org/es/PIARC-Asociacion-Carreteras-y-Transporte-PorCarretera/Comites-Tecnicos-PIARC/Tema-Estrategico-Seguridad-Vial-Sostenibilidad/Comite-Tecnico-Gestion-Activos-Viales>

Temas Estratégicos y Comités Técnicos

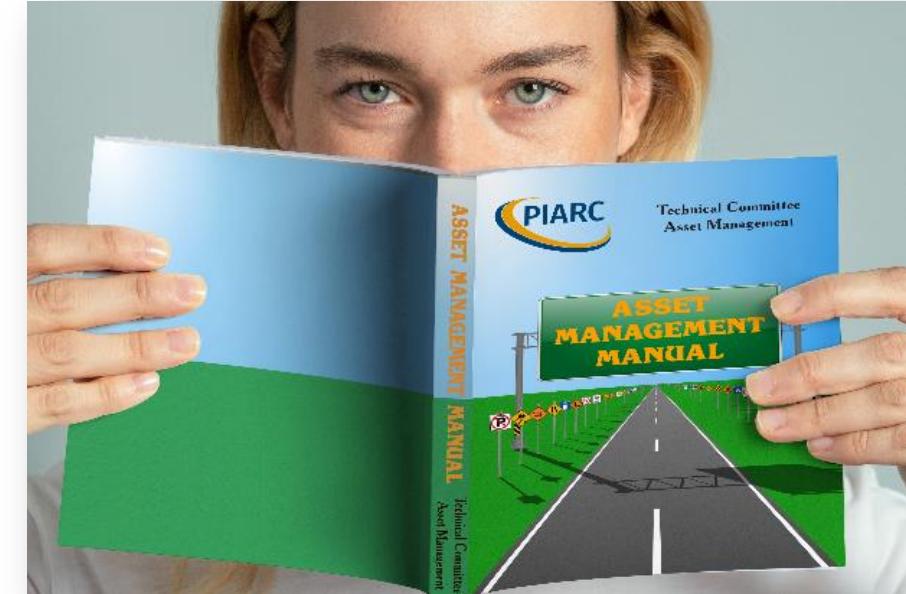
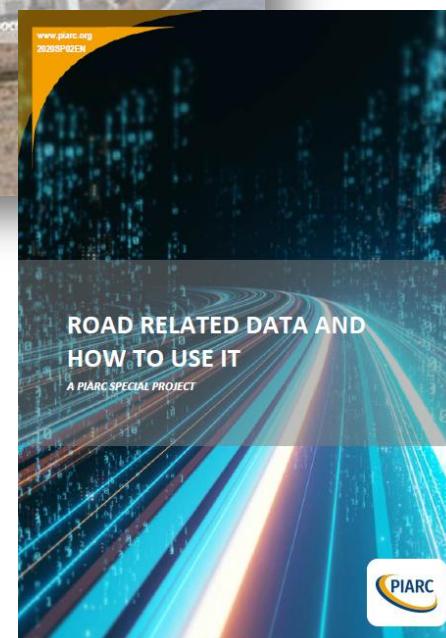
Tema Estratégico 1 Administración de Carreteras	Tema Estratégico 2 Movilidad	Tema Estratégico 3 Seguridad y Sostenibilidad	Tema Estratégico 4 Infraestructura resiliente
COMITÉS TÉCNICOS			
CT 1.1 Funcionamiento de las Administraciones de Transporte	CT 2.1 Movilidad en Áreas Urbanas	CT 3.1 Seguridad Vial	CT 4.1 Pavimentos
CT 1.2 Planificación de la Infraestructura Vial y del Transporte para el Desarrollo Económico y Social	CT 2.2 Accesibilidad y Movilidad en Áreas Rurales	CT 3.2 Vialidad Invernal	CT 4.2 Puentes
CT 1.3 Financiación y Contratación	CT 2.3 Transporte de Mercancías	CT 3.3 Gestión de Activos	CT 4.3 Obras de Tierra
CT 1.4 Cambio Climático y Resiliencia de la Red de Carreteras	CT 2.4 Operación de la Red de Carreteras/ITS	CT 3.4 Sostenibilidad Ambiental en la Infraestructura Vial y el Transporte	CT 4.4 Túneles
CT 1.5 Gestión de Desastres			

<https://www.piarc.org/es/PIARC-Asociacion-Carreteras-y-Transporte-PorCarretera/plan-estrategico>

Objetivos del TC 3.3 para el Ciclo 2020-23

- 3.3.1 Enfoques innovadores para los sistemas de gestión de activos
- 3.3.2 Medidas para mejorar la resiliencia de la red de carreteras
- 3.3.3 Renovación y rejuvenecimiento de la infraestructura envejecida
- 3.3.4 Actualización del **Manual sobre Gestión de Activos**

Reportes Recientes (ejemplos)



***Manual de Gestión de Activos Viales
de PIARC***

<https://road-asset.piarc.org/en>

....

Niveles de Madurez

Nivel	Descripción
Básico	La organización dispone de limitada experiencia y se encuentra en una etapa de desarrollo. La organización percibe los activos como un problema de costos y no dispone de una clara estrategia de gestión de activos, procesos de gestión o herramientas de gestión.
Competente	La agencia tiene una estrategia claramente definida y ha desarrollado los procesos y herramientas básicos de gestión necesarios para llevar a cabo esa estrategia. Se enfoca en el valor y la contribución de los activos en relación a los medidas de desempeño establecidas.
Avanzado	Además de disponer de una estrategia de gestión de activos, la organización controla a los procesos y objetivos de gestión y verifica que se cumplan por medio de un proceso de retroalimentación. Utiliza procesos avanzados, estos son evaluados y mejoradores en forma regular, y se apoyan en información de calidad y herramientas informáticas adecuadas.

Actividades Relevantes del CT 3.3.

- Seminario sobre **BIM para la Gestión de Activos**
 - Virtual (México) – 2022
- Ciclo de **Seminarios Web** (webinars)
 1. Enfoques innovadores para sistemas de gestión de activos – Oct. 28, 2021
 2. Medidas para mejorar la resiliencia de la red viaria – March 28, 2022
 3. Renovación y rejuvenecimiento de infraestructuras viales envejecidas - 2022
 4. Manual de gestión de activos –2023
- Congreso Mundial de Vialidad Invernal y de Resiliencia de la Carretera
 - Virtual (Calgary) 8-11 de febrero de 2022
- **Congreso Mundial de Carreteras** – Praga, 2-6 de Octubre de 2023

5. ¿Cuáles son los beneficios de gestionar nuestra infraestructura vial?

Beneficios de Gestionar la Infraestructura Vial

✓ **Información relevante y accesible**

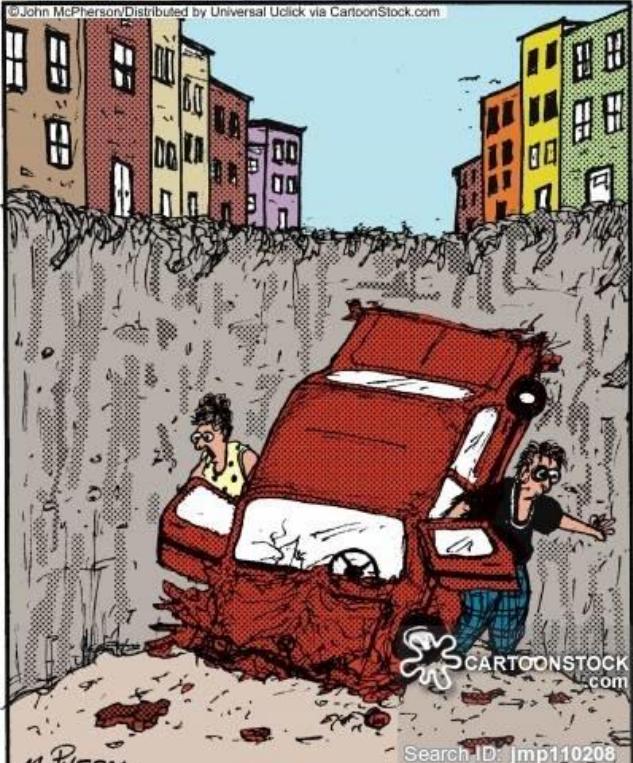
- Procedimientos sistemáticos para guardar y manejar a la información
- Disponibilidad en tiempo y forma de información de la condición de la infraestructura, intervenciones y costos

✓ **Mejores decisiones**

- Procesos de toma de decisiones objetivos y consistentes
- Considerando el impacto de diferir el mantenimiento
- Inversiones mas eficientes
- Inversiones alineadas con los objetivos de desempeño

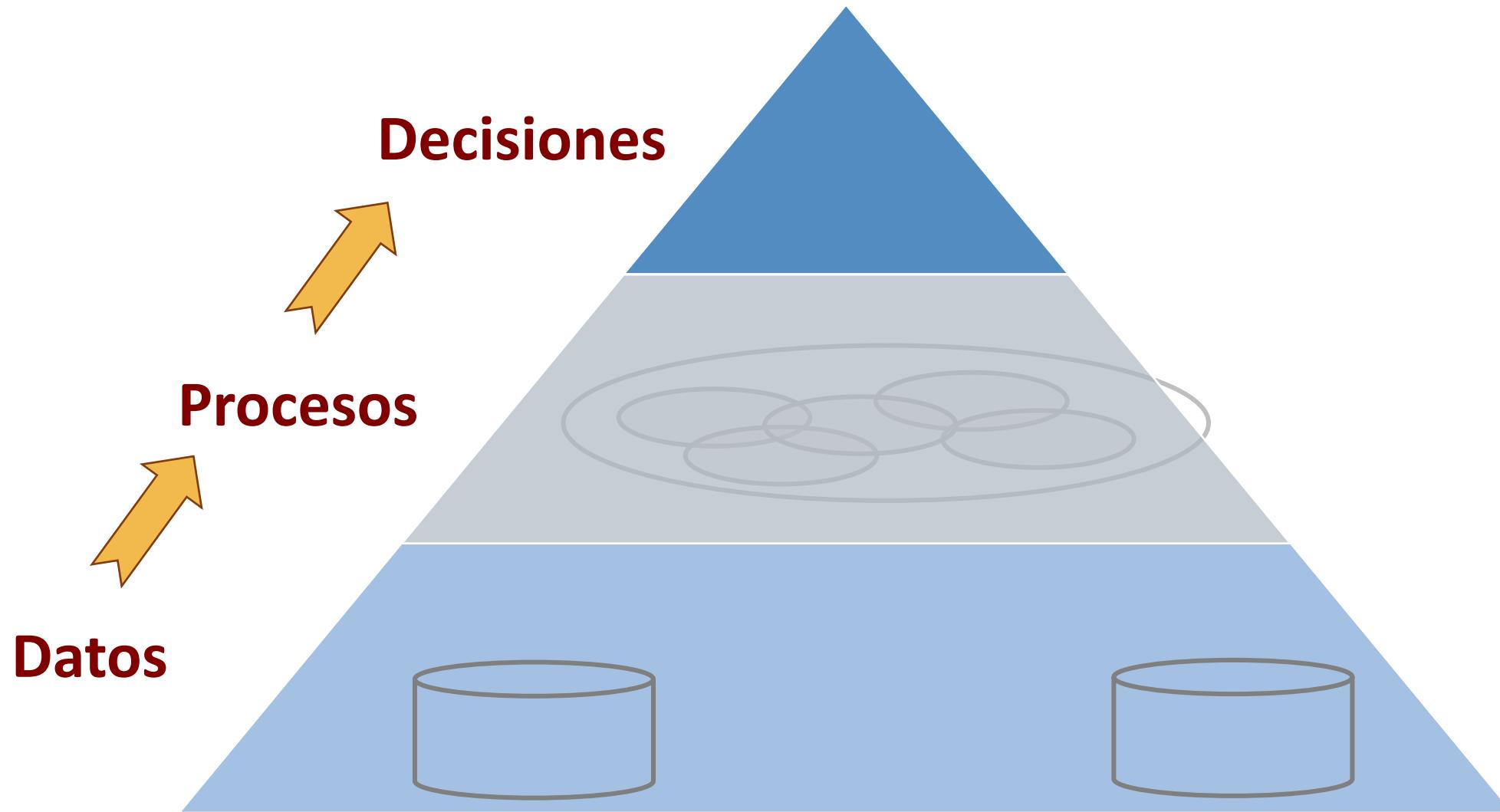
Beneficios de Gestionar la Infraestructura Vial (cont.)

- ✓ **Programas y presupuestos a largo plazo más lógicos y consistentes**
- ✓ **Mejor comunicación de las necesidades de conservación**
 - Interna y externa - Justificación de las decisiones
 - Impacto del nivel presupuestario sobre la condición de la red vial
- **Permite programar las inversiones de manera de obtener una optima utilización de los recursos disponibles con miras a alcanzar los objetivos de desempeño planteados**



6. Avances en la Recolección de Datos

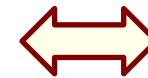
Proceso de Gestión de Activos



¿Cuál es la función de nuestras calles y carreteras?

¿Qué espera el usuario?

- **Movilidad**
- **Acceso**
- **Seguridad**
- **Confort**
- **Tiempo de viaje**
- **Consumo energético, etc.**
- **Polución/ Impactos Ambientales**



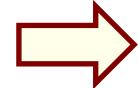
Desarrollo económico
Protección medioambiental
Equidad social

Medidas o indicadores de calidad que reflejan estas expectativas

→ **Nivel de Servicio**
(Desempeño)



**Enfoque centrado
en el Usuario**



**Infraestructura
Sostenible**

Ejemplo - Indicadores de Desempeño para Pavimentos

- Servicio/ Percepción del usuario

- Condición Física

- Integridad Estructural

- Seguridad y Suficiencia

- “Polución Ambiental”

Nivel de Redivival de Red

Nivel de Proyecto

Rugosidad



Fallos



Deflexión



Fricción/
Macrotextura



Ruido



Auscultación de Defectos Superficiales - Equipos de Evaluación Multipropósito



Deflectógrafos Continuos de Alta Velocidad



intelligent Pavement Assessment Vehicle (iPAVe)

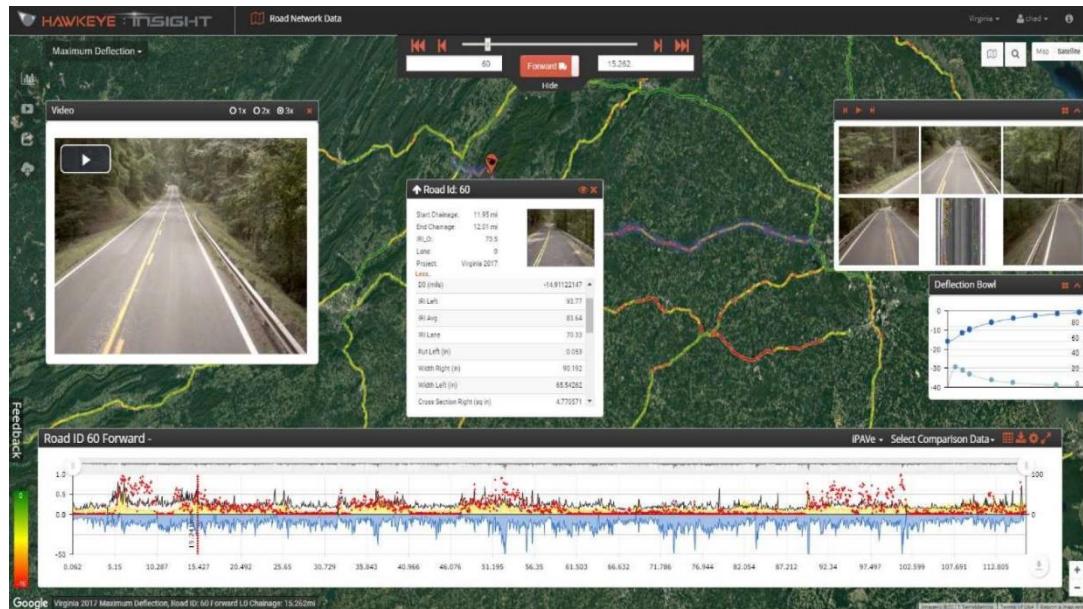


+

Características Superficiales
Ahuellamiento,
Fisuración, IRI

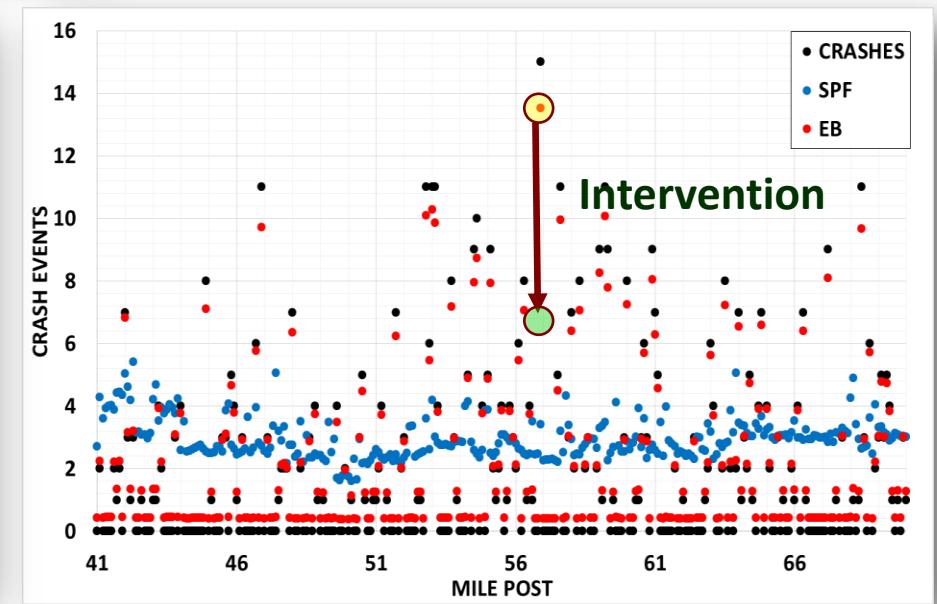
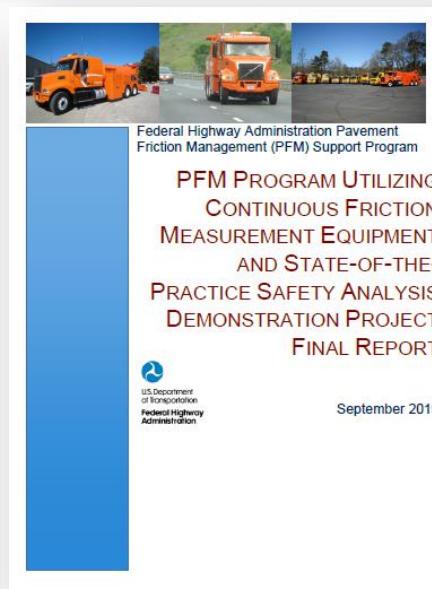
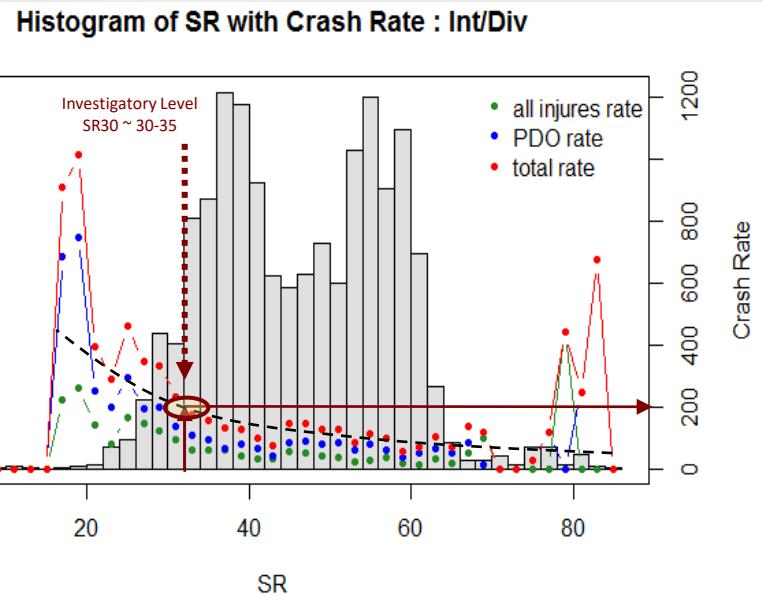
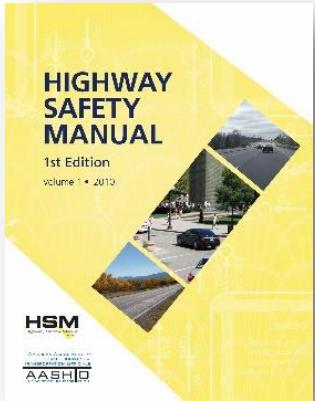


Respuesta Estructural
Velocidad de deflexión de
la superficie



Source: J. Daleiden, 2019

Seguridad: Fricción, Macrotextura y Geometría



Robots para la Auscultación de Puentes - RABIT™



Uso de Drones



Figure 4.1.2.2: Merriman East U-turn Bridge selected for a UAS assessment.

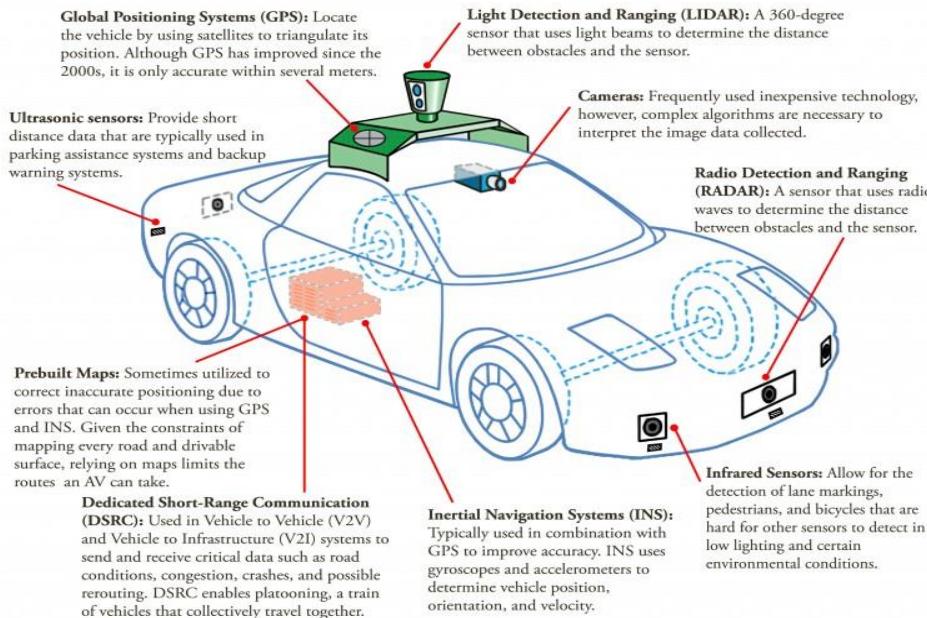


Figure 4.1.3.4 Photograph of Arcola Bridge Pin Detail. Figure 4.1.3.5 Photograph of Arcola Bridge Pin Detail



Figure 4.1.3.6 Close up Photograph of Arcola Bridge Pin Detail.

Uso de Vehículos Sonda



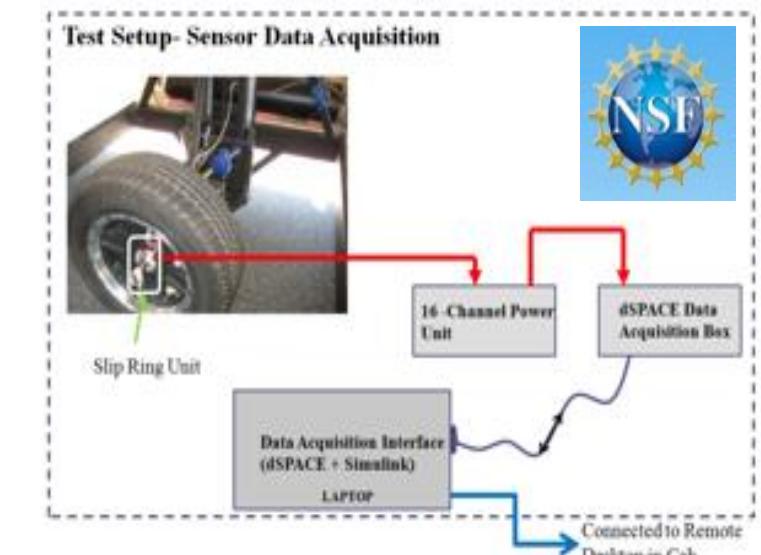
✓ Aplicaciones comerciales

- General Motors
- Bosch
- NIRA Dynamics (Audi)



✓ Investigaciones en Virginia Tech

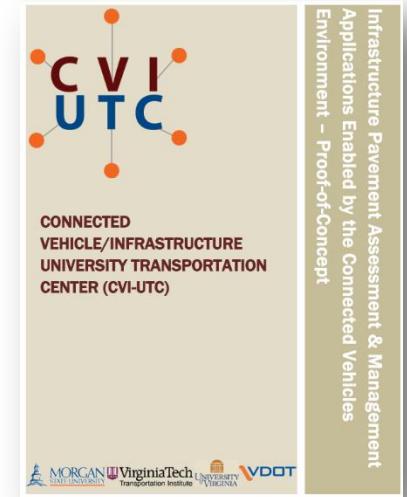
- Vehículos sonda para evaluar la salud de la infraestructura vial
- Estimación de la fricción usando vehículos sonda y neumáticos inteligentes



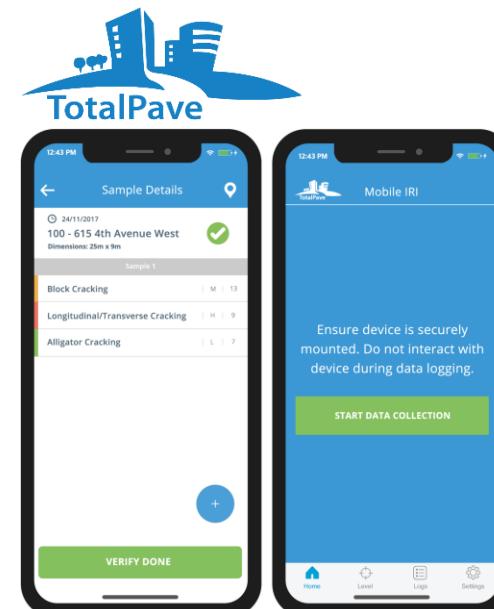
Auscultaciones con Teléfonos Celulares

✓ Investigaciones y esfuerzos de desarrollo

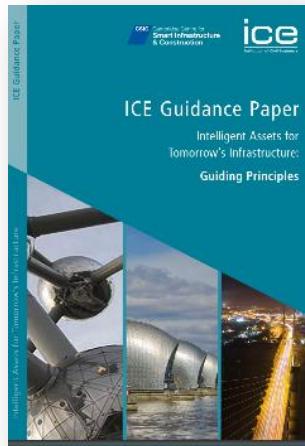
- MIT Pothole Patrol: Using a Mobile Sensor Network for Road Surface Monitoring (Eriksson et al., 2008)
- Infrastructure Pavement Assessment & Management Applications Enabled by the Connected Vehicles Environment – Proof-of-Concept (Flintsch et al., 2015)
<https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/64977>



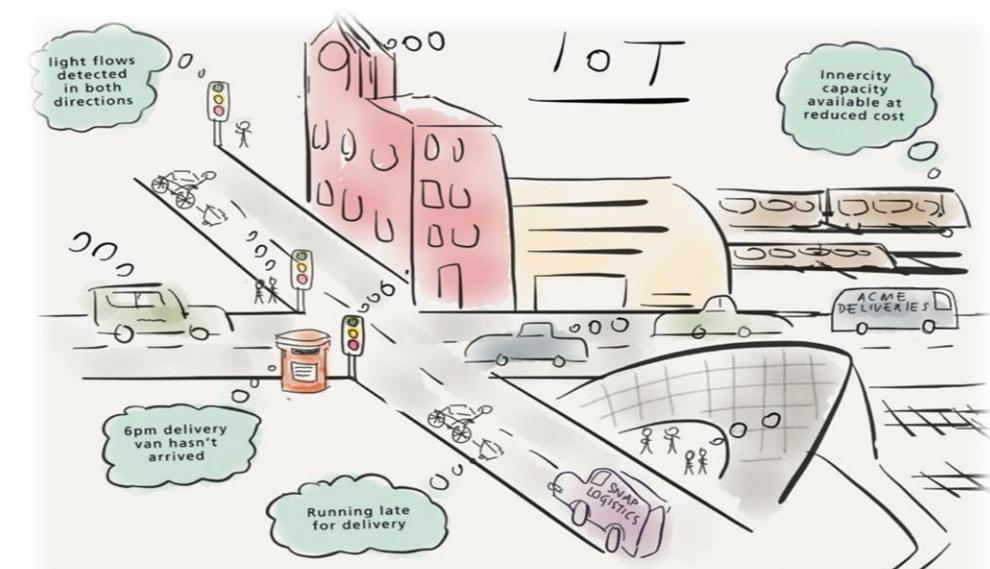
✓ Aplicaciones Comerciales / Freeware



Activos “Inteligentes”



- ✓ Activos vinculados a la información y las reglas que rigen la forma en que se pretende construir, mantener, usar, renovar y demoler. Permite que el activo respalde o influya en su propio uso". CISE. (2017). *Intelligent Assets for Tomorrow's Infrastructure: Guiding Principles*
- ✓ Internet de las cosas
- ✓ Mellizo digital
- ✓ Tecnología de nube
- ✓ Datos en tiempo real ...



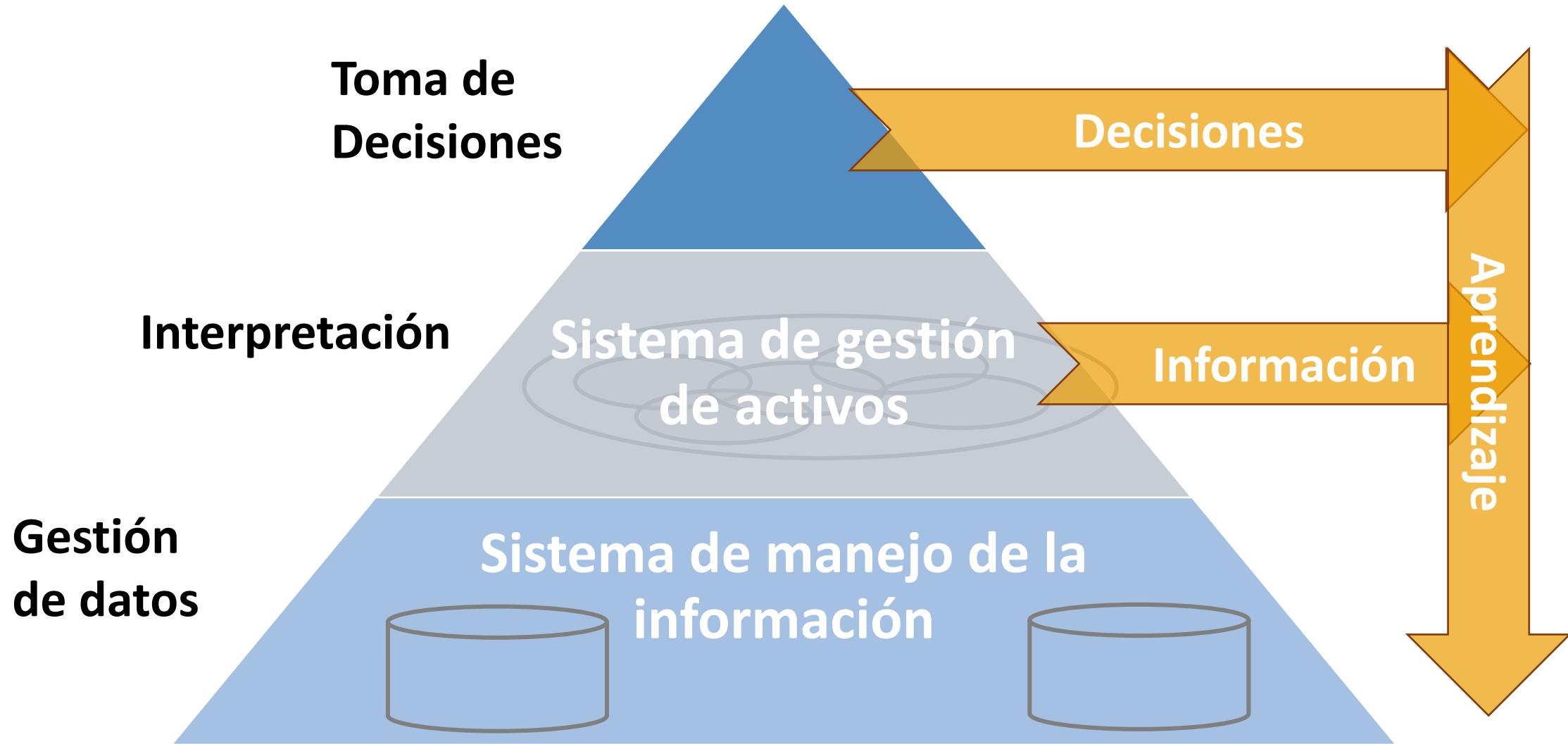
https://www.ice.org.uk/getattachment/knowledge-and-resources/best-practice/how-best-to-adapt-to-the-big-changes/ICE_Intelligent_Assets_for_Tomorrows_Infrastructure_Guiding_Principles.pdf.aspx

<https://www.ice.org.uk/>

7. Avances en los Procesos y Herramientas de Análisis



Proceso de Gestión de Activos



Herramientas de Apoyo a las Decisiones

Economía

Análisis Económico
Análisis de costos en el ciclo de vida,
Costo/Beneficio, etc.

- ✓ **HDM-4**
- ✓ HERS-ST
- ✓ RealCost

Análisis Multicriterio y Optimización

Ecología

Evaluación del ciclo de vida (LCA)

- ✓ Específicas
- ✓ Generales

Sistemas de calificación

- ✓ Greenroads
- ✓ **IN-VEST**

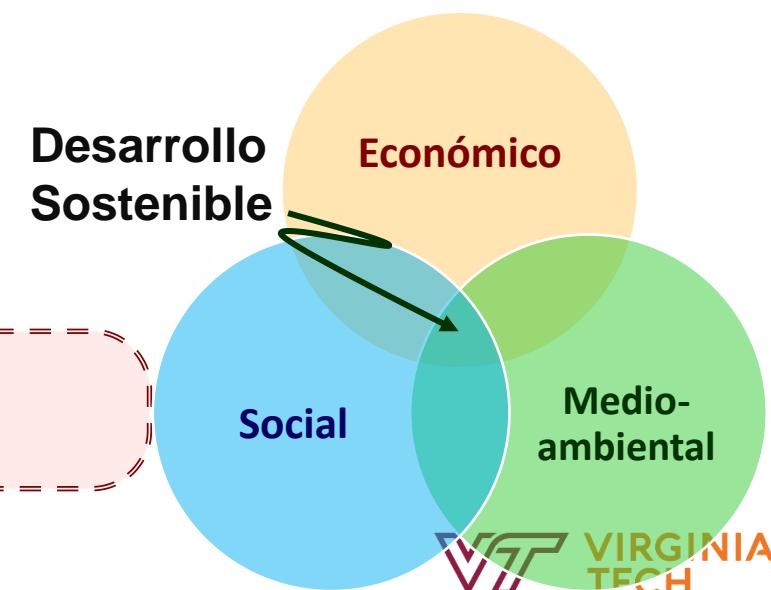
<https://www.sustainablehighways.org/>

Equidad

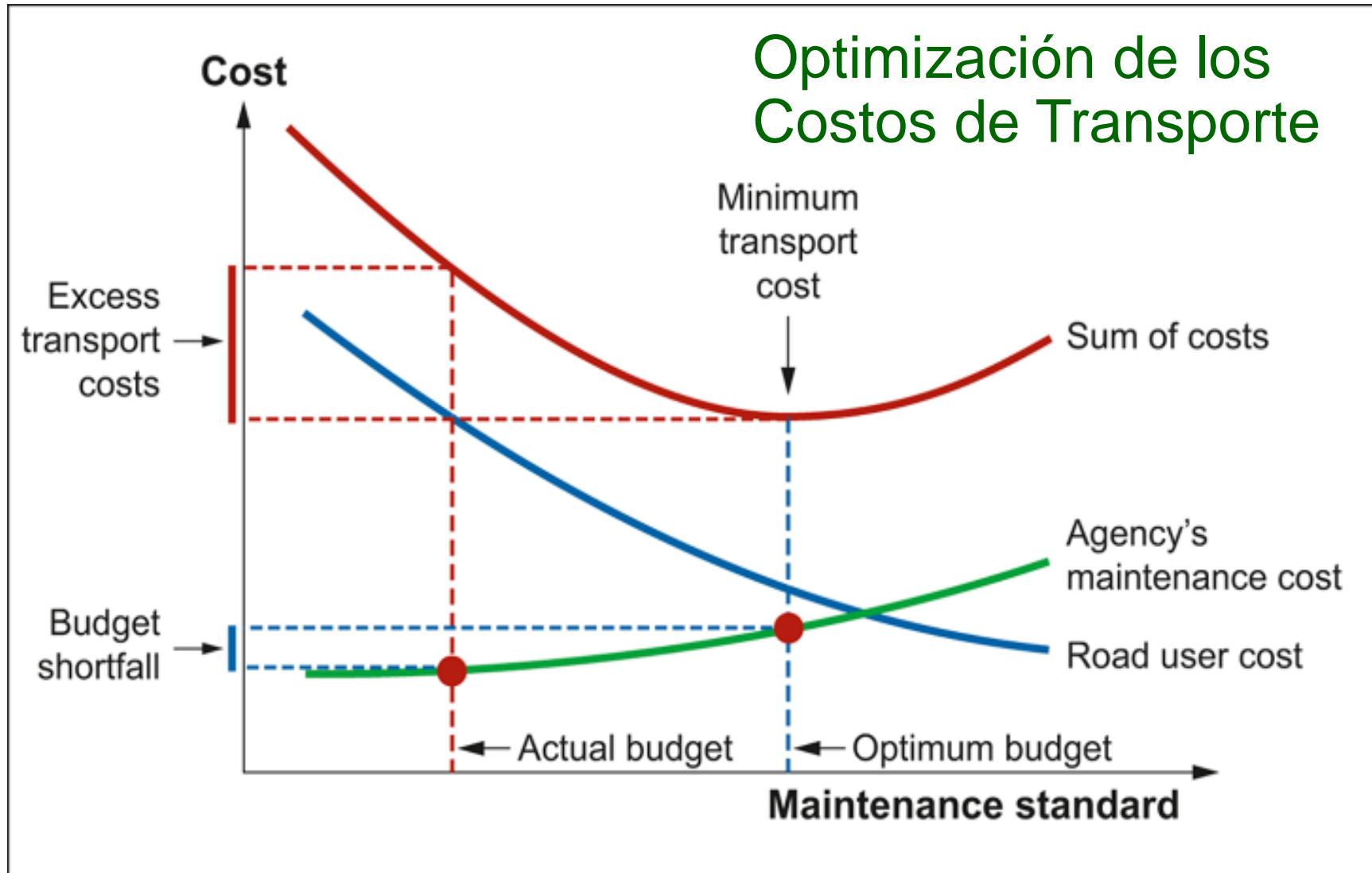
Análisis de impacto social, etc.

Análisis de Seguridad vial

Desarrollo Sostenible



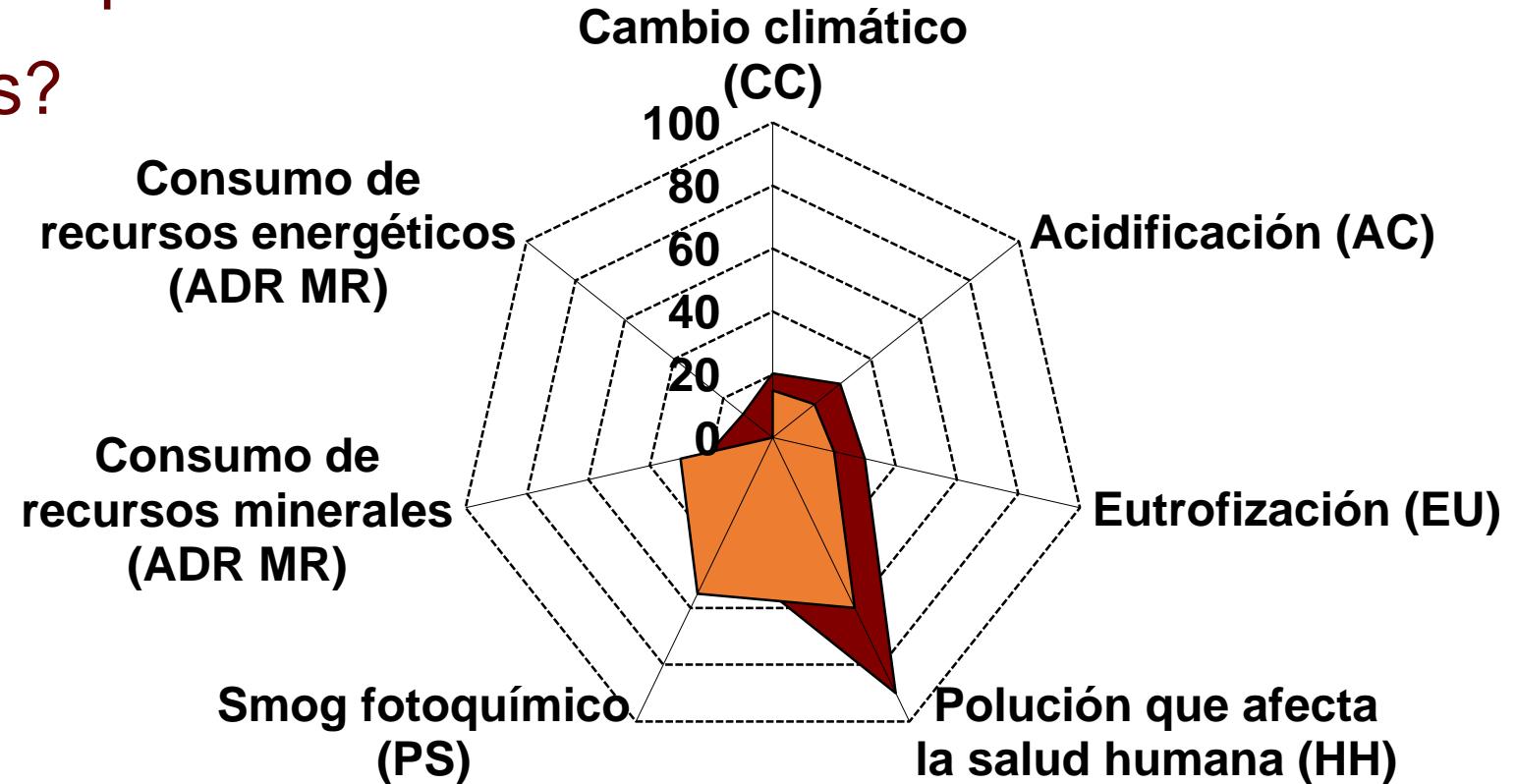
Planeamiento en el Ciclo de Vida



Evaluación del Ciclo de Vida (LCA)

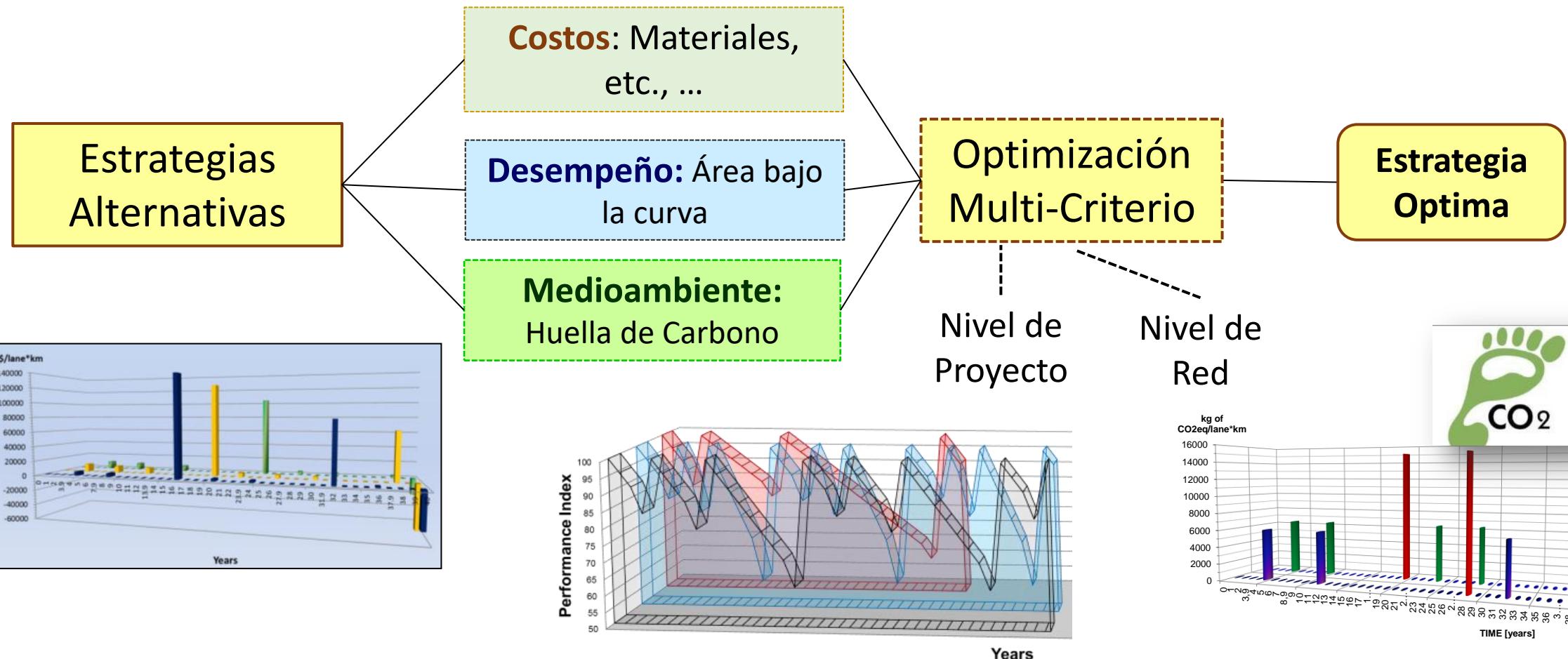
¿Que factores son importantes?

¿Cuan importantes?

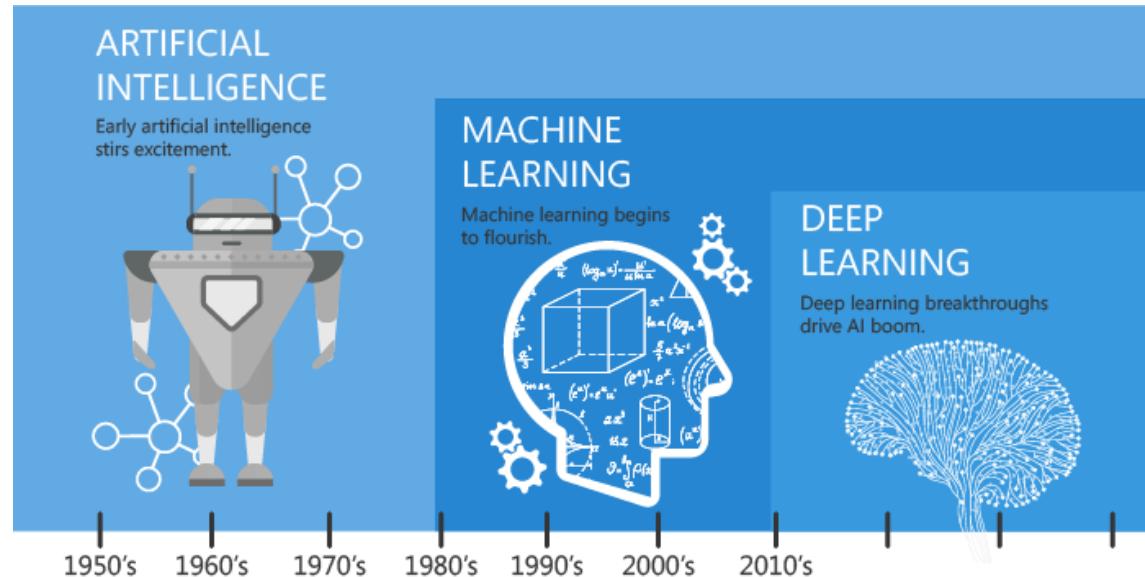


Santos, J., Ferreira, A. and Flitsch, G.W., "A life cycle assessment model for pavement management: methodology and computational framework," International Journal of Pavement Engineering, 2014, pp. 1-20

Ejemplo de Optimización Multi-Criterio



Procesos de Análisis Emergentes



- ✓ Inteligencia Artificial
- ✓ Aprendizaje automático (machine learning)
- ✓ Aprendizaje profundo (deep learning)

...



8. Puntuaciones Finales

Puntuaciones Finales

- 1. La condición de la infraestructura vial tiene un impacto importante sobre el nivel de servicio brindado por la carretera**
 - Impacta el desarrollo económico y social y la competitividad internacional
 - Condiciona el impacto ambiental del transporte
- 2. La gestión de activos viales ayudan a reducir la brecha en la infraestructura**
 - Ayuda a mejorar la eficiencia de la inversión pública en vías y lograr incrementos de productividad
 - Permite alinear las inversiones con los objetivos de desempeño

Puntuaciones Finales (cont.)

3. Los sistemas de gestión de infraestructura vial ayudan a encontrar la óptima distribución de los fondos

- Su desarrollo a sido posible gracias a desarrollos tecnológicos en la recolección, manejo y análisis de datos
- Deben desarrollarse en función de las necesidades y posibilidades de la agencia, el personal disponible y los procesos institucionales

4. Una gestión de activos eficiente y efectiva nos permite contribuir a una infraestructura vial más sostenible

- Movilidad y acceso seguros y confortables a un costo razonable y sin dañar el medio ambiente
- Mejor calidad de vida de todos

12, 13 Y 14 DE OCTUBRE

MODALIDAD VIRTUAL



Gestión de Activos Viales en el Marco de la Infraestructura 4.0

Ing. Gerardo Flintsch

flintsch@vt.edu

Dan Pletta Professor of Engineering
The Via Department of Civil and Environmental Engineering
Director, Center for Sustainable and Resilient Infrastructure

Presidente, TC 3.3 Gestión de Activos Viales

Vicepresidente y Director Técnico, FM Consultants, LLC

 **VIRGINIA
TECH**
 **TRANSPORTATION INSTITUTE**
VIRGINIA TECH

 **PIARC**
FM Consultants