



Seminario
**Patrimonio Vial,
Transporte
y Logística**

**TECNOLOGÍAS PARA EL PESAJE
DINÁMICO (WIM) Y ELEMENTOS
QUE INTERVIENEN EN UNA
MEDICIÓN CONFIABLE**

David Vázquez Vega
Instituto Mexicano del Transporte (IMT)
1-nov-2023

ANTECEDENTES

- Finales de 1950's EU y Europa. Efecto de los vehículos pesados sobre la infraestructura vial (carreteras y puentes)
- Dr. Clyde E. Lee. Patenta dispositivo para pesaje rápido de vehículos de carretera.

0 – 70 mph (0 – 113 km/h)

Dispositivo portátil, uso rudo, ligero

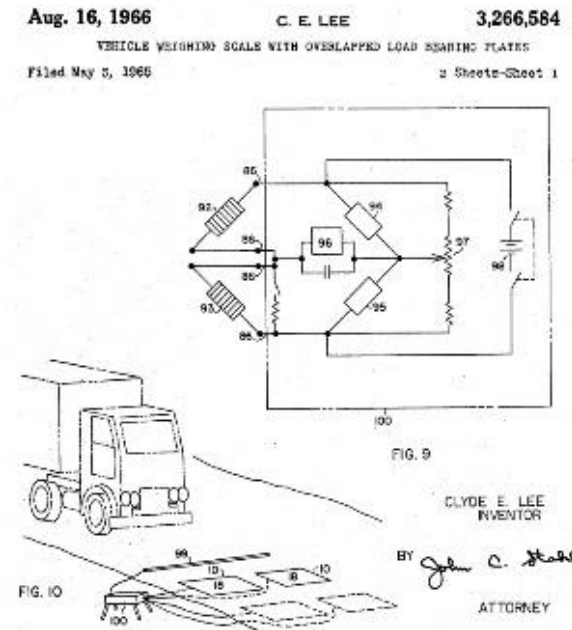
Funcional en todo clima, fácil de instalar

Sensible a la carga normal de la llanta

Cualquier posición de la llanta

No afectado por otras fuerzas (tractiva-frenado)

Inmune a la temperatura



ANTECEDENTES

- Infraestructura carretera: desarrollo económico y social
- Construcción con base en códigos, normas o reglamentos para determinados niveles de carga y de servicio
- Necesidad de conocer las condiciones reales de operación



PROBLEMÁTICA

- Vehículos con sobrecarga. Compromete la seguridad vial y la seguridad vehicular. Aumenta tanto la probabilidad de ocurrencia de hechos de tránsito como su severidad
 - Vehículo
 - Deterioro de su control y estabilidad
 - Reducción de velocidades de ascenso
 - Dificultad para controlar velocidad en descenso
 - Mayores distancias de frenado
 - Fatiga y desgaste de componentes (chasis, suspensión, ejes, ruedas, llantas, frenos, transmisión). Costos mayores de mantenimiento
 - Mayor consumo de combustible y aumento de emisiones contaminantes

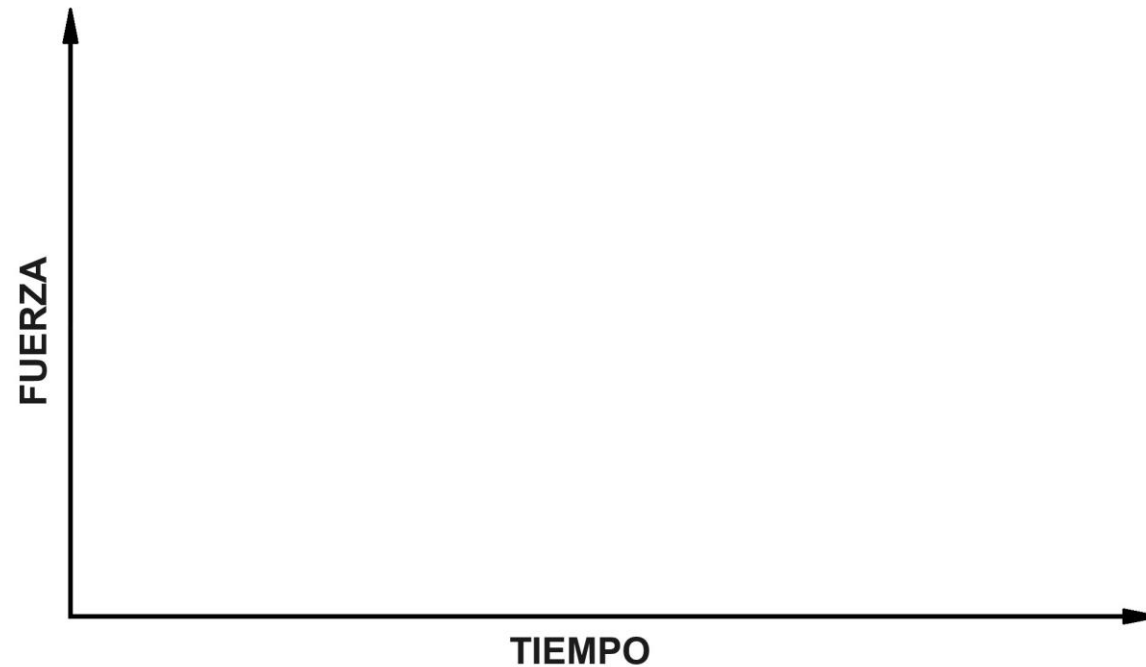


PROBLEMÁTICA

- Infraestructura vial
 - Daño o deterioro mayor y más acelerado de carreteras (por mayor carga por llanta y por eje) y puentes (por mayor carga por conjunto de ejes y PBV)
 - Costos adicionales de mantenimiento o reconstrucción
 - Recursos finitos
- Competencia desleal
 - Quien respeta vs quien no



PESAJE ESTÁTICO Y PESAJE EN MOVIMIENTO



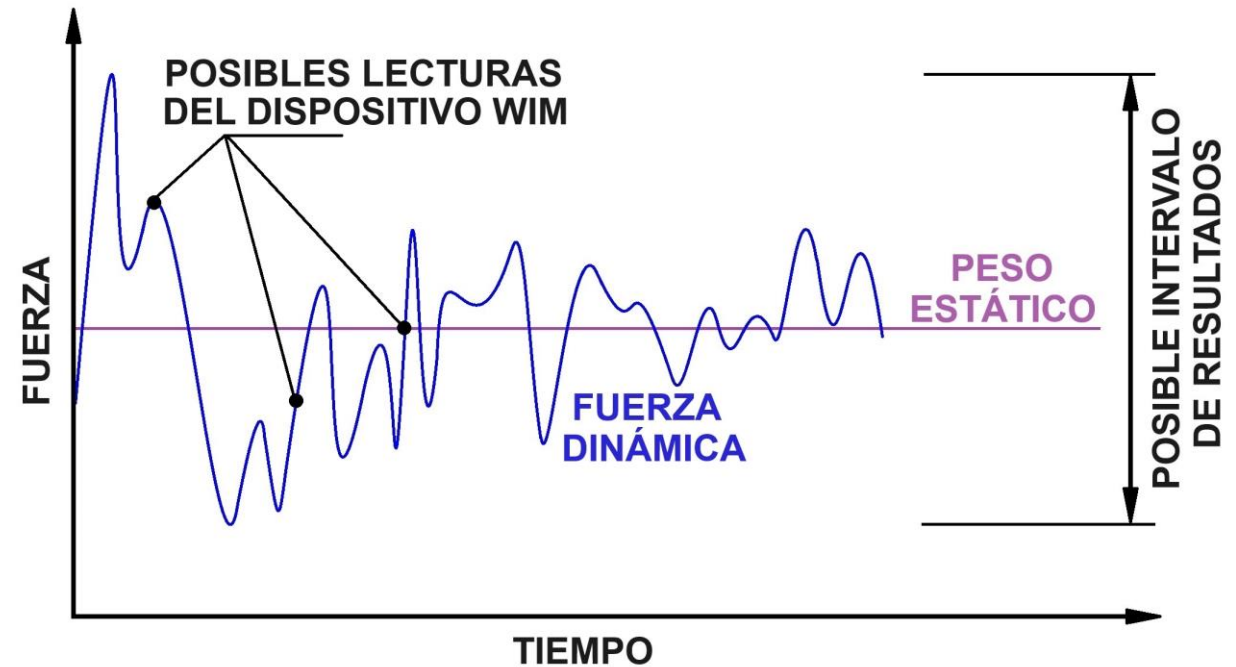
PESAJE ESTÁTICO Y PESAJE EN MOVIMIENTO



PESAJE ESTÁTICO Y PESAJE EN MOVIMIENTO



PESAJE ESTÁTICO Y PESAJE EN MOVIMIENTO



PESAJE EN MOVIMIENTO (WEIGH-IN-MOTION, WIM)

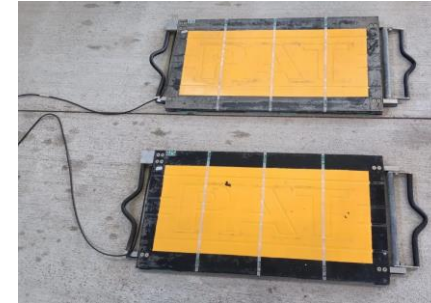
Proceso para estimar o determinar el peso de un vehículo en movimiento

Medición y análisis de las fuerzas dinámicas que las llantas del vehículo aplican sobre la superficie de rodamiento



TECNOLOGÍAS DE LOS SENSORES WIM

- PORTÁTILES (BAJA VELOCIDAD)
 - PLACA DE FLEXIÓN
 - GALGA EXTENSOMÉTRICA
- CELDAS DE CARGA
 - GALGA EXTENSOMÉTRICA
 - PIEZOELÉCTRICO



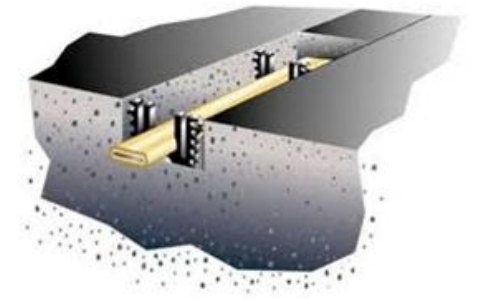
TECNOLOGÍAS DE LOS SENSORES WIM

- FIJOS (BAJA Y ALTA VELOCIDAD)
 - PLACA DE FLEXIÓN
 - GALGA EXTENSOMÉTRICA
 - FIBRA ÓPTICA
- CELDAS DE CARGA
 - GALGA EXTENSOMÉTRICA
 - SENSOR PIEZOELÉCTRICO



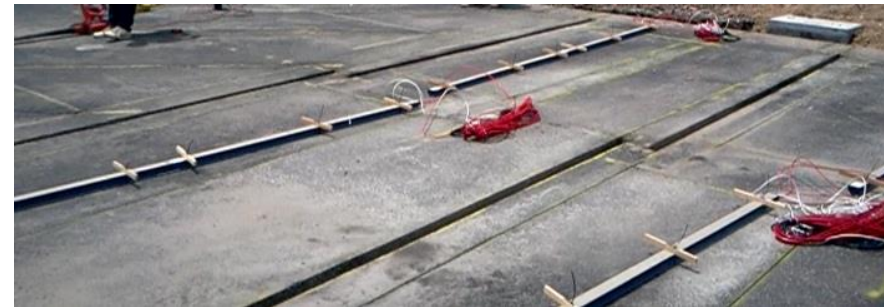
TECNOLOGÍAS DE LOS SENSORES WIM

- FIJOS (BAJA Y ALTA VELOCIDAD)
 - SENSORES ANGOSTOS O CABLES
 - GALGAS EXTENSOMÉTRICAS
 - SENSORES PIEZOELÉCTRICOS (CUARZO, PIEZOCERÁMICOS, PIEZOPOLÍMEROS)
 - SENSORES PIEZORRESISTIVOS
 - SENSORES CAPACITIVOS
 - FIBRA ÓPTICA



ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA MEDICIÓN DEL PESO

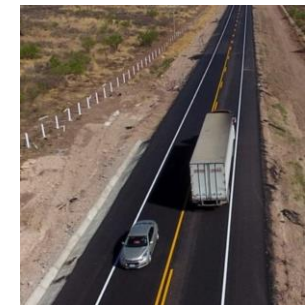
- CARRETERA
- VEHÍCULO
- ENTORNO
- SISTEMA WIM



ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA MEDICIÓN DEL PESO

- CARRETERA

- CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES (RIGIDEZ, ESPESOR)
- SUPERFICIE DE RODAMIENTO (RUGOSIDAD, PERFIL)
- DISEÑO GEOMÉTRICO
- PENDIENTE LONGITUDINAL
- PENDIENTE TRANSVERSAL



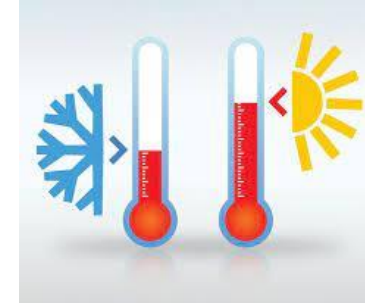
ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA MEDICIÓN DEL PESO

- VEHÍCULO
 - SUSPENSIÓN
 - LLANTAS (PRESIÓN DE INFLADO, BALANCEO, CONDICIÓN FÍSICA)
 - VARIACIONES DE VELOCIDAD
 - ACELERACIÓN Y FRENADO
 - CAMBIO DE CARRIL
 - TIPO DE VEHÍCULO
 - TIPO DE CARGA



ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA MEDICIÓN DEL PESO

- ENTORNO
 - TEMPERATURA
 - CLIMA
- SISTEMA WIM
 - INSTALACIÓN
 - MEDICIÓN DE VELOCIDAD
 - CALIBRACIÓN
 - PROCESAMIENTO DE DATOS
 - METODOLOGÍAS
 - ALGORITMOS



SISTEMA DE PESAJE DINAMICO / ESTADICO. DAW 300 PC. / Ver. 4.05+ / J. RD - PAT Traffic

FECHA: 16/08/2014
HORA: 11:32:27
PESAJE: 378

CERO OPERADOR:

NUEVO VEH. / TOTALIZAR (FIN)

ESTADOS	Eje	P. Dq	P. Der	P. Eje	P. Comp	Lineas	S.C.	D.Eje
DIN / EST (F5)	1	3.48	4.75	7.74	7.74	7.88	6.74	
	2	3.51	4.34	7.85	7.85	11.88		
	3	3.52	4.35	7.87	7.87	11.88		
	4	3.51	4.27	7.78	7.78	11.88		
	5	3.49	4.33	7.82	7.82	11.88		

PLACA: PESAJE: FECHA: 16/08/2014

OPER. PESAJE: 377
PLACA:
FECHA: 16/08/2014
HORA: 11:32:09
TIPO: SX
VELOC.: 8.6h
P.D.T.: 29.06 Ton
S.C. Ejes: Ton
S.C. PBT: Ton

LOCAL (F7) ☐ ETHERNET ☒ MUYTA (F2) ☐ INFORMES (F11) ☐ IMPRIMIR (F12) ☐ CAL (F1)

```
if(item_Event == "TDH_EVENT_FOLDER"):  
    #find RICname and opaqueV to compose to be a  
    for i in searchlines:  
        if "<Name value=" in i and flagCheckRicname:  
            print("yoyo2",i)  
            ricName = i  
            flagCheckRicname = 0  
            print ("flagCheckRicname_TDH: ", flagC  
            #Find out the RICname.  
            searchObj1 = re.search( r'".(*)"', ric  
            if searchObj1: RDHTDHRicName = searchOb  
            print ("TDH: ", RDHTDHRicName)
```



SISTEMA INTEGRAL WIM

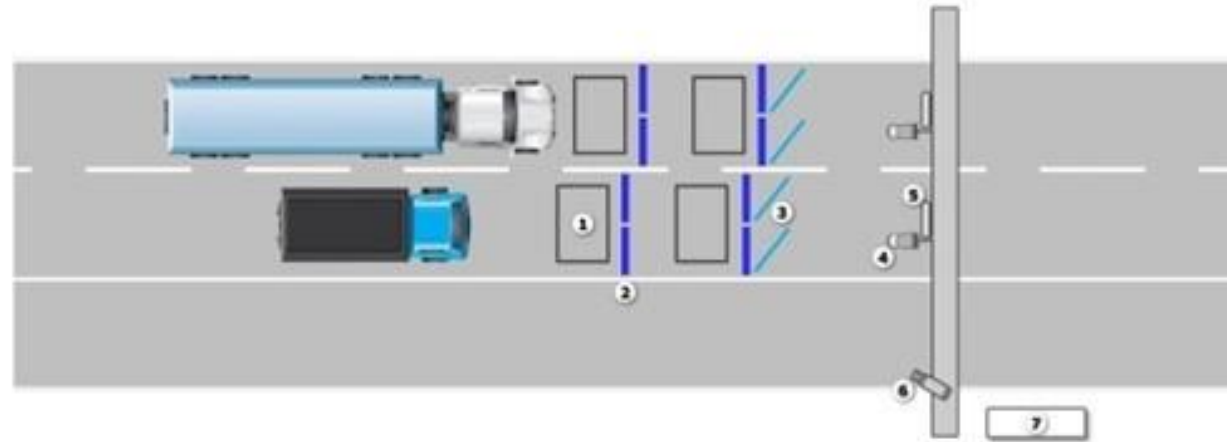


MEDICIÓN DE LA
VELOCIDAD

MEDICIÓN DE
DIMENSIONES
(LARGO, ANCHO,
ALTO)

DISTANCIA
ENTRE EJES

ESTIMACIÓN DEL
PBV (LLANTA, EJE,
CONJUNTO DE EJES)



1. Lazos inductivos para identificar la presencia del vehículo, clasificar la configuración vehicular y dimensionar la longitud del vehículo
2. Sensores de cuarzo para pesar las ruedas a cada lado del eje, pesar eje completo y estimar dinámicamente el PBV (WIM) adicionalmente, se determina la velocidad del vehículo
3. Sensores piezoeléctricos para identificar el tipo de arreglo de llanta (sencilla o dual)
4. Cámara de video para identificar y reconocer caracteres de las placas
5. Sensor (infrarrojo, laser o ultrasónico) para dimensionar la altura y el ancho del vehículo
6. Cámara de video para registro panorámico del vehículo
7. Gabinete de control, registro, análisis, almacenamiento y transmisión de información

CLASIFICACIÓN
VEHICULAR

LECTURA DE
PLACAS

CARRIL DE
CIRCULACIÓN

CÁLCULO
ESAL

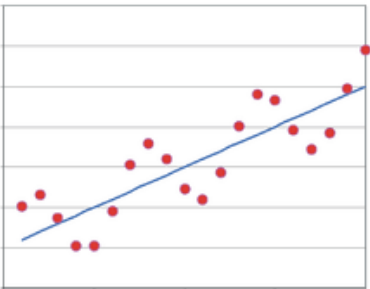
VALIDACIÓN DE
INFORMACIÓN

IDENTIFICACIÓN
FÍSICA DEL
VEHÍCULO
(FOTOGRAFÍA O
VIDEO)

UBICACIÓN, FECHA
Y HORA DE
CIRCULACIÓN

APLICACIONES DEL PESAJE EN MOVIMIENTO

- ESTADÍSTICAS. ANÁLISIS DEL TRÁNSITO Y CARGAS (20% - 30%)
- ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS Y PUENTES (15% - 20%)
- PRE-SELECCIÓN DE PROBABLES VEHÍCULOS SOBRECARGADOS PARA MEDICIÓN ESTÁTICA (10% - 15%)
- CUMPLIMIENTO NORMATIVO DE PESOS MÁXIMOS (5% - 10%)



TENDENCIAS TECNOLÓGICAS MEDICIÓN

- SENSORES ANGOSTOS, PLACAS DE FLEXIÓN, CELDAS DE CARGA (PIEZOELÉCTRICA, FIBRA ÓPTICA, GALGAS EXTENSOMÉTRICAS)
- INTEGRACIÓN DE ACONDICIONAMIENTO, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DENTRO DEL DISPOSITIVO WIM
- INTEGRACIÓN DE OTROS SENSORES EN EL DISPOSITIVO WIM (TEMPERATURA, ACELERACIÓN)
- CONVERSIÓN ANALÓGICA A DIGITAL DENTRO DEL DISPOSITIVO WIM

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS ANÁLISIS. ESTIMACIÓN PESO

- DESARROLLO DE ALGORITMOS AVANZADOS PARA CALIBRACIÓN Y OPERACIÓN
- PROCESAMIENTO INTELIGENTE DE DATOS. APRENDIZAJE PROFUNDO (DEEP LEARNING), APRENDIZAJE AUTOMÁTICO (MACHINE LEARNING), . INTELIGENCIA ARTIFICIAL (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)
- PROCEDIMIENTOS PARA ASEGURAR LA CALIDAD DE DATOS

NORMATIVA

- **COST 323.** “Weigh-In-Motion of Road Vehicles”. Final Report. Appendix 1. European WIM Specification.
- **ASTM E1318-09.** Standard Specification for Highway Weigh-In-Motion (WIM) Systems with User Requirements and Test Methods.
- **OIML R134-1 E-2006.** International Recommendation. Automatic instruments for weighing road vehicles in motion and measuring axle loads. Part 1: Metrological and technical requirements – Tests.
- **NMi International WIM standard.** Specifications and test procedures for Weigh-in-Motion Systems.

https://www.is-wim.org/doc/wim_eu_specs_cost323.pdf

<https://www.astm.org/e1318-09r17.html>

https://www.oiml.org/en/files/pdf_r/r134-1-e06.pdf

<https://nmi.nl/wp-content/uploads/2020/03/NMi-International-WIM-Standard-V1.1.pdf>

ORGANISMOS

ISWIM. International Society for Weigh-In-Motion. <https://www.is-wim.net/>

ICWIM. International Conference on Weigh-In-Motion. (2-3 años)

1995 -ICWIM1 Zurich-Suiza

2023 -ICWIM9. Brisbane-Australia

CVSA. Commercial Vehicle Safety Alliance. <https://www.cvsa.org/about-cvsa/>

FHWA. Federal Highway Administration. <https://highways.dot.gov/>

TRB. Transportation Research Board. <https://www.trb.org/NCHRP/NCHRP.aspx>

HVTT FORUM. International Forum for Heavy Vehicle Transport & Technology.

<https://hvtforum.org/>

PIARC - WORLD ROAD ASSOCIATION. <https://www.piarc.org/en/>

WEBINAR SOBRE WIM

30NOV2023

CVSA–ISWIM-FHWA WIM

Webinar: **WIM for Enforcement and Traffic Safety**

Registro gratuito. 30 Nov 2023. 13:00-14:30 (EST). Vía Zoom:
https://us02web.zoom.us/webinar/register/WN_eTHi5K9yS1as_pRQrJH-dA#/registration

GRACIAS

david.vazquez@imt.mx
<https://www.gob.mx/imt>