

PROYECTO REPARA^{2.0}

*Desarrollo de nuevas técnicas y sistemas de información para la
REhabilitación sostenible de PAVimentos y carreteras*

SISTEMAS DE PESAJE DINÁMICO DE VEHÍCULOS.

REPARA 2.0 es un proyecto de investigación industrial y desarrollo experimental, llevado a cabo gracias al soporte financiero del CDTI, por las empresas Sacyr Construcción, CHM Obras e Infraestructuras, Repsol, Fractalia, Acciona Infraestructuras, Cemosa, y Solid Forest.

www.proyectorepara.com - email: info@proyectorepara.com - twitter: @ProyectoREPARA2

Informe preparado por Daniela Espinoza y Gema Balbacid del proyecto REPARA 2.0 en el paquete de trabajo 3, liderado por FRACTALIA, correspondiente al Hito 1. Entregables: E3.11 y E3.12.

Madrid, Julio 2017

© Grupo FRACTALIA S.L 2017

ÍNDICE

1. SISTEMAS DE PESAJE DINÁMICO.....	1
1.1 ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE PESAJE DINÁMICO.....	1
1.2. FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRECISIÓN DEL SISTEMA.....	2
1.3. NORMATIVA DE REFERENCIA.....	3
1.4. ANÁLISIS DE SISTEMAS DE PESAJE DINÁMICO COMERCIALES.....	3
2. INSTALACIÓN DE ESTACIONES DE PESAJE DINÁMICO.....	4
2.1 SUMINISTRO DE ENERGÍA Y TRANSMISIÓN DE DATOS.....	5
2.2. RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	5

1. SISTEMAS DE PESAJE DINÁMICO.

El objetivo de un sistema de pesaje dinámico es la medición del peso y carga de un vehículo en condiciones normales de circulación y sin perturbar el tráfico. Los datos que se obtienen de esta solución también aportan gran información para la clasificación de la tipología del tráfico en una carretera.

1.1 ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE PESAJE DINÁMICO.

Los sistemas de pesaje en movimiento están compuestos por 3 partes principales: el sensor de peso, el detector de presencia y la electrónica.

a) Sensor de peso.

Elemento específico del sistema de pesaje dinámico que define la estructura. Se encarga de transformar una variable de tipo físico-mecánico en una señal eléctrica. Los distintos sensores de pesaje se clasifican en sistemas superficiales y lineales.

Los **sistemas superficiales** se caracterizan por poseer una anchura suficiente que permite que en un instante determinado la totalidad de la rueda se apoye en el sensor. Dentro de estos sistemas se encuentran las soluciones: puente-báscula con células de carga, placas de flexión, esteras capacitivas y puentes de carretera con bandas extensiométricas.

En los **sistemas lineales** en cambio, al tener una superficie menor, es necesario integrar los pesos instantáneos que actúan sobre el sensor por la longitud total de contacto de la rueda. Para el tratamiento de la señal emitida por este tipo de sensores se necesita una electrónica y un software más sofisticado en que en el caso de los sensores superficiales. No obstante, al ser de una superficie menor su instalación será más fácil y generará menores discontinuidades, lo que disminuye la posibilidad de ser detectados por los vehículos. Los sistemas lineales más característicos son los cables piezoeléctricos (piezopolímeros y piezocerámicos), las barras capacitivas y la fibra óptica (en proceso experimental).

b) Detector de presencia.

Detecta la presencia del vehículo y activa el funcionamiento del sistema de pesaje. En el caso de los sensores lineales, además, mide la velocidad del vehículo para el cálculo de su masa. También puede ser empleado para la medición de la distancia entre ejes para su clasificación.

c) Electrónica.

Controla el funcionamiento del sistema, registra las señales de los sensores de peso y detectores de presencia, realiza el tratamiento correspondiente de estas señales para realizar los cálculos pertinentes, transfiere los datos recogidos a las memorias de

almacenamiento, red o centro especializado y por último, procesa los datos brutos para obtener las magnitudes solicitadas por el usuario.

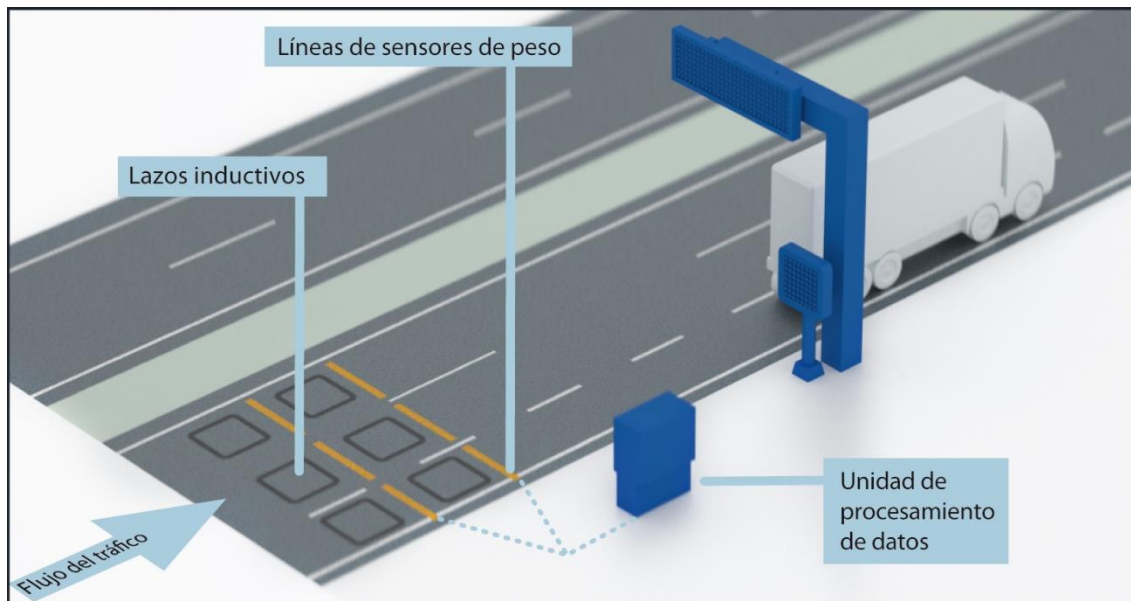


Ilustración 1: Disposición de sistema de pesaje dinámico.

1.2. FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRECISIÓN DEL SISTEMA.

La precisión es el aspecto de mayor importancia para la elección del sistema de pesaje dinámico, por ello se han estudiado los distintos factores que influyen en ella. Los principales factores son:

a) Temperatura.

La tecnología más sensible a este factor son los cables piezoeléctricos ya que algunos de los materiales componentes de este sistema generan corrientes eléctricas a causa de las variaciones de temperatura.

b) Fatiga y desgaste de los elementos del sensor.

Los sensores se ven obligados a sufrir tensiones debido a la naturaleza de su trabajo produciendo una disminución de la precisión en el pesaje del vehículo. Los sensores más afectados por este factor son los sensores móviles, que sufren el impacto directo de las ruedas del vehículo.

d) Variación de la sensibilidad del sensor a lo largo de su longitud.

Este factor puede deberse a causas como la irregularidad de las propiedades eléctricas del cable, heterogeneidades en la composición del sensor, variaciones físicas de la barra o a la disposición del sensor en el firme. Los sensores más afectados por este factor son los lineales.

e) Fallos en los sistemas electrónicos.

Fallos e imperfecciones en los sistemas electrónicos empleados en el procesado de la respuesta de los sensores. En concreto, los sensores lineales multiplican la respuesta integrada del sensor por la velocidad del vehículo y por tanto, cualquier error en la determinación de la velocidad aumenta la imprecisión del resultado.

f) Dinámica de los vehículos pesados sobre la superficie del pavimento.

Es de vital importancia conocer las características del movimiento del vehículo para evaluar la precisión de los equipos de pesaje.

1.3. NORMATIVA DE REFERENCIA.

Las tres normas sobre el pesaje dinámico de vehículos que se utilizan en el ámbito internacional son:

- Norma ASTM E 1318-02. (Estados Unidos)
- Especificaciones Europeas sobre el pesaje en movimiento del COST 323.
- Recomendación Internacional OIML R 134-1.

Dichas normas hacen referencia a distintas técnicas de clasificación de los sistemas de pesaje dinámico en función de su aplicación y de la precisión requerida además de los requisitos que debe cumplir el emplazamiento del equipo de pesaje en movimiento y los procedimientos de ensayo para la comprobación de la precisión de los sistemas.

1.4. ANÁLISIS DE SISTEMAS DE PESAJE DINÁMICO COMERCIALES.

Se hace un estudio de precisión y coste de las soluciones comerciales de sistemas de pesaje dinámico incluyendo las distintas configuraciones ofrecidas por los fabricantes:

Tras el estudio realizado de los diferentes sistemas de pesaje dinámico se concluye que los niveles de precisión más altos se consiguen con las placas de flexión y los piezoeléctricos de cuarzo que a su vez presentan un coste superior al resto de tecnologías (en un orden del triple que el de los sistemas piezoeléctricos normales).

Por otra parte, analizando las precisiones de los distintos sistemas se obtiene como resultado que los sistemas piezoeléctricos de tipo piezocerámicos y piezopolímeros (del orden de $\pm 10\%$ para el 95% de los vehículos) son cercanos a las tecnologías de placas de flexión y piezoeléctricos de cuarzo. ($\pm 6\%$ y $\pm 7\%$, respectivamente, para el 95% de los vehículos).

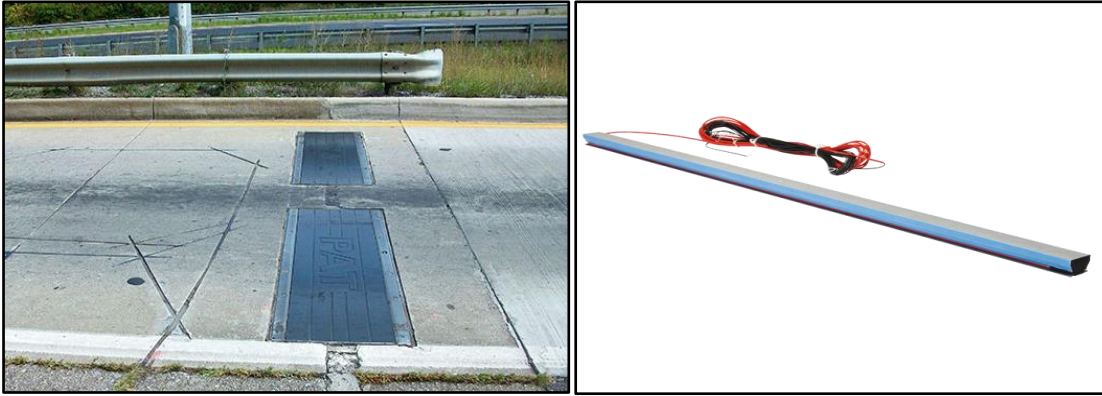


Ilustración 2 : Placas de flexión PAT-IRD. (Izq.) y Sensor piezoeléctrico de cuarzo KISTLER (dcha.)

2. INSTALACIÓN DE ESTACIONES DE PESAJE DINÁMICO.

Una adecuada instalación del sistema de pesaje dinámico es fundamental para conseguir una alta precisión y alargar la vida útil de los sensores. Por ello, se debe estudiar las condiciones geométricas del emplazamiento del equipo de pesaje, detallar todas las operaciones necesarias para su instalación así como determinar los procesos de calibración y mantenimiento del equipo de pesaje.

Las condiciones adecuadas para el emplazamiento del sistema vienen descritas en la norma estadounidense ASTM E 1318 y las Especificaciones Europeas sobre el pesaje en movimiento del COST 323.

Las características de la vía que afectan a la precisión de los datos recogidos por los sistemas de pesaje dinámico son: la curvatura de la vía, el peralte o pendiente transversal, la pendiente longitudinal y los tramos de aceleración o deceleración. Para una correcta elección del tramo en el que se instalará el sistema y además de las características mencionadas se debe evitar los tramos con puente o paso superior por los efectos dinámicos que se producen en ellos al paso de vehículos. Otra recomendación a la hora de la elección del tramo es evitar zonas donde varíe el número de carriles para evitar el desplazamiento de carril de los vehículos sobre los sensores.

En cuanto a la instalación del sistema, el número de sensores y la configuración de éstos son factores importantes para el cálculo del pesaje dinámico con precisión. Siendo la configuración típica para el pesaje de vehículos en movimiento (Piezo-Lazo-Piezo) aunque otro tipo de configuración utilizada, sobre todo, para la preselección de vehículos sobrecargados es (Lazo-Piezo- Lazo-Piezo).

2.1 SUMINISTRO DE ENERGÍA Y TRANSMISIÓN DE DATOS.

Las opciones para el suministro de energía del sistema son: la conexión directa a la red eléctrica, baterías internas, baterías de repuesto aunque en los últimos años se puede apreciar sistemas de alimentación a partir de energía solar.

Para la transmisión de datos, los equipos pueden contar con puestos de salida RS232 que permiten la conexión a un portátil, módem o impresora para el volcado de datos in situ y un puerto opcional RS485 para sistema multiplexor que permite el funcionamiento del sistema de forma remota en red a tiempo real.

2.2. RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Previamente a la instalación del equipo de pesaje dinámico se debe realizar un conjunto de comprobaciones: **comprobaciones mecánicas** (estado del sensor, fraguado de la resina, deterioros del material, protección de cables, resistencia a momentos flectores que deba soportar) y **comprobaciones eléctricas** (aislamiento, respuesta del cable y homogeneidad a lo largo de todo el sensor lineal).

Una vez instalado, se producen unos impactos sobre los dispositivos de pesaje dinámico que afectan al correcto funcionamiento del sistema y aceleran su deterioro por lo que será preciso efectuar un correcto mantenimiento del equipo. Son de especial importancia las condiciones climáticas, las condiciones de tráfico y el estado del pavimento. La electrónica debe estar protegida de rayos, campos eléctricos y magnéticos exteriores y además puede contar con un sistema de refrigeración para altas temperaturas.

Para obtener los documentos completos "E 3.11: INFORME SOBRE EL ESTADO DEL ARTE DEL PESAJE DINÁMICO." y "E 3.12: INFORME SOBRE RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE MEDICIÓN DE PESOS DE VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO" puede ponerse en contacto con los responsables del proyecto en info@proyectorerepara.com.