



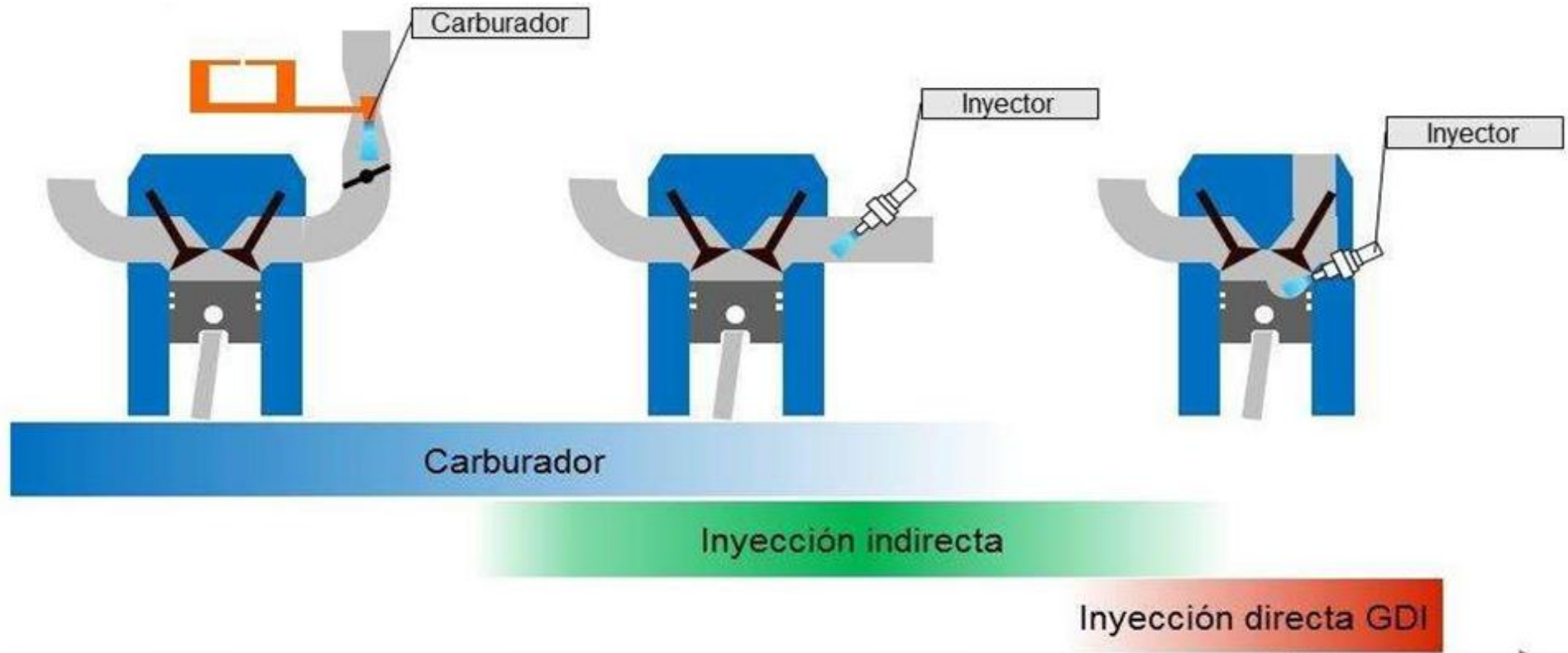
testo

TECNICA DE MEDICION

Medición de nanopartículas - Clasificador de tamaño por difusión

Presentado por: Ing. Raul Galvan Rosas
Grupo de Instrumentación y Medición Industrial de México,
S.A. de C.V.

Motores de explosion ciclo Otto



1970

El carburador es el dispositivo que se encarga de preparar la mezcla de aire-combustible en los motores de gasolina. A fin de que el motor funcione más económicamente y obtenga la mayor potencia de salida, es importante que la gasolina esté mezclada con el aire en las proporciones óptimas. Estas proporciones, denominadas factor lambda, son de 14,7 partes de aire en peso, por cada 1 parte de gasolina; es lo que se llama "mezcla estequiométrica".

1980

Este sistema ubica los inyectores (no suelen ser más de dos) en el propio colector de admisión. Es importante no confundirlo con el sistema de carburación que, aunque también va alojado en la admisión, no incorpora ningún inyector. Por tanto, el inyector actúa en contacto directo con el aire y entra al bloque en forma de mezcla.

1990

Inyección directa GDI

2000

Este sistema inyecta directamente el combustible en la cámara de combustión. Generalmente, estos inyectores van ubicados en la parte más próxima al bloque del motor, en la zona final de los colectores de admisión. De esta forma entra directamente en la cámara del bloque y es ahí, donde se mezcla la gasolina con el aire.

nano	micro	mili	centi	deci	-	deca	hecto	kilo
n	μ	m	c	d	-	da	h	k
10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	0	10 ¹	10 ²	10 ³
1E-9	1E-6	1E-3	1E-2	1E-1	1	1E+01	1E+02	1E+03
0,000.000.000.1	0,000.000.1	0,001	0,01	0,1	1	10	100	1.000

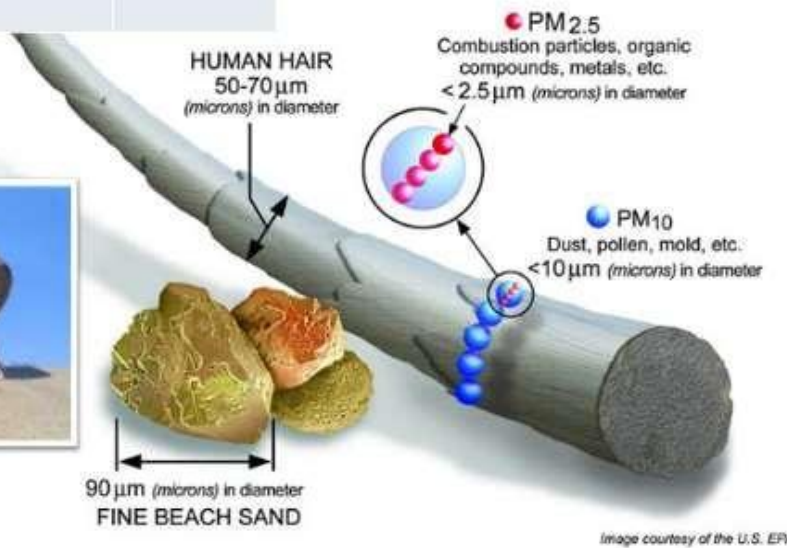
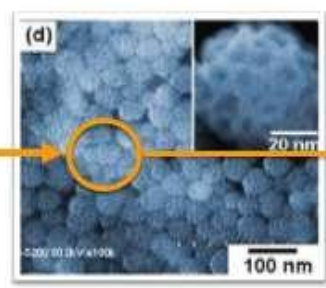
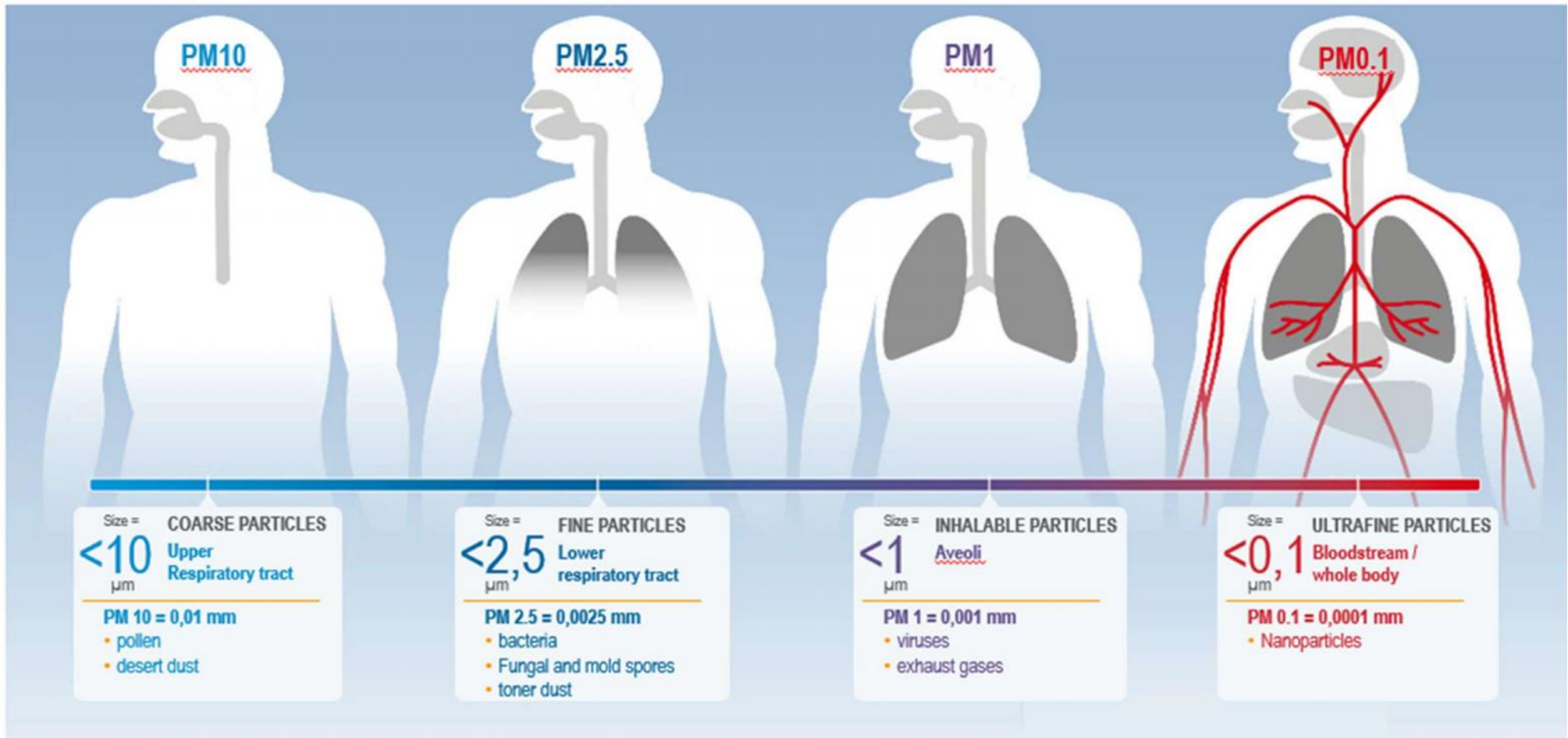


Image courtesy of the U.S. EPA



Hay que contar el numero de partículas y no medir su peso



i Para las nanopartículas nuestro cuerpo no tiene defensa. Las nanopartículas y los componentes líquidos y tóxicos que llevan terminan en nuestra sangre y órganos, causando enfermedades.

El pasado de la medición de cantidad de partículas solidas



- 2011 Euro 5b PMP para la homologación de LDV a diesel
- 2013 Euro VI PMP para la homologación de HDV,
 - EU solicita estudio de factibilidad de PEMS-PN para RDE
- 2014 Euro 6 PMP para GDI LDV,
 - EU Stage V propuesta de PMP para la homologación de NRMM
- 2017 RDE – Real Driving Emissions within EURO 6c

testo ViPR + CPC

testo ViPR + CPC

testo NanoMet3

testo ViPR + CPC

testo ViPR + CPC

testo NanoMet3

PMP: **P**article **M**easurement **P**rogram
LDV: **L**ight **D**uty **V**ehicles

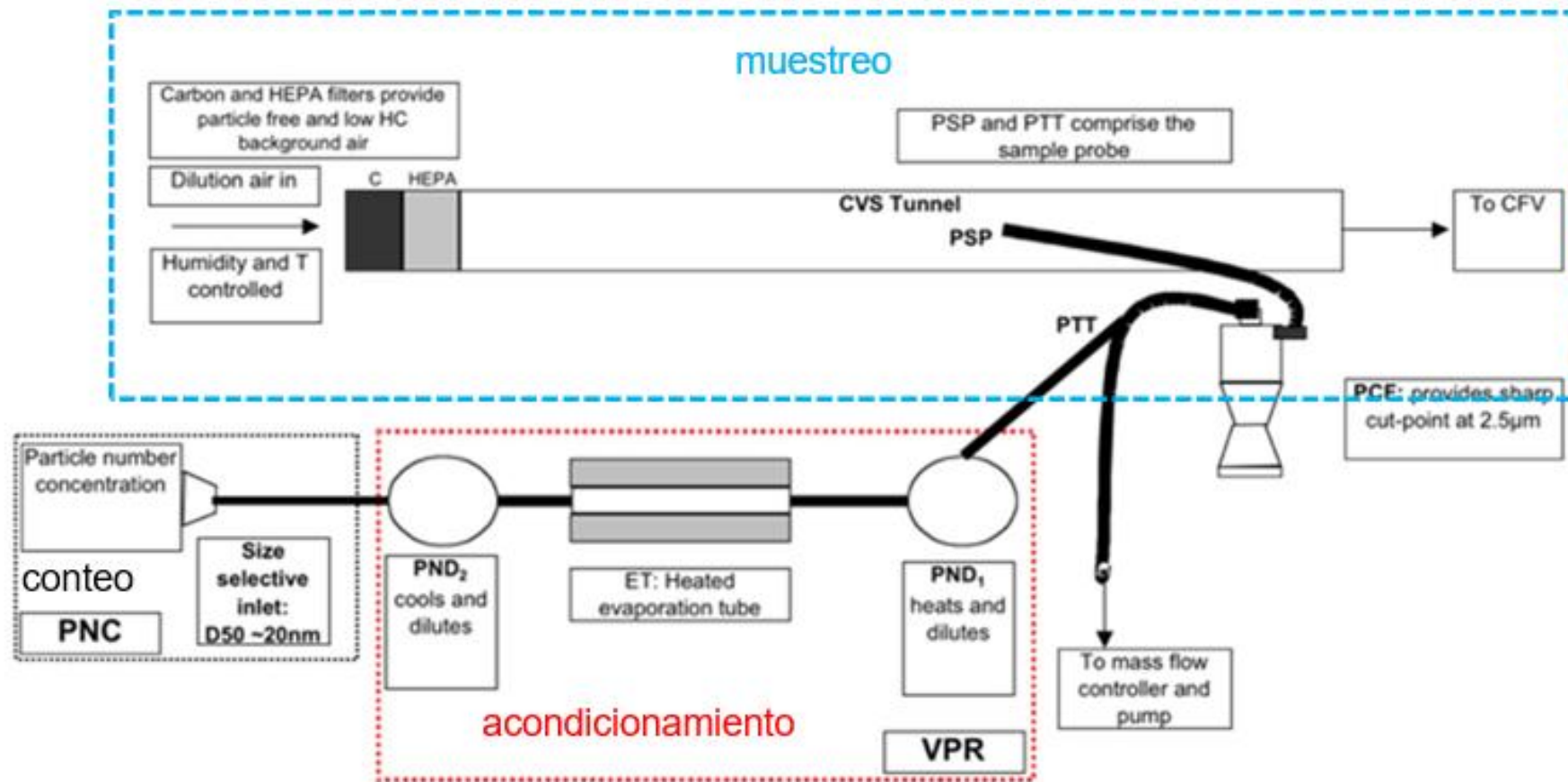
HDV: **H**eavy **D**uty **V**ehicles
GDI: **G**asoline **D**irect **I**njection

NRMM: **N**one **R**oad **M**obile **M**achinery

- **El Programa de Medición de Partículas PMP (Particle Measurement Program)** define la metodología de medición del número de partículas para la homologación de vehículos en un chasis dinamométrico.
- Iniciativa de varios países europeos
- Forma parte de la **legislación Europea para emisiones** (Euro 5b, Euro 6, Euro VI, Stage V)
- Impone el uso de **DPF** mediante nuevas mediciones de partículas
- **Medición gravimétrica** mejorada
- **Conteo del número de partículas sólidas**

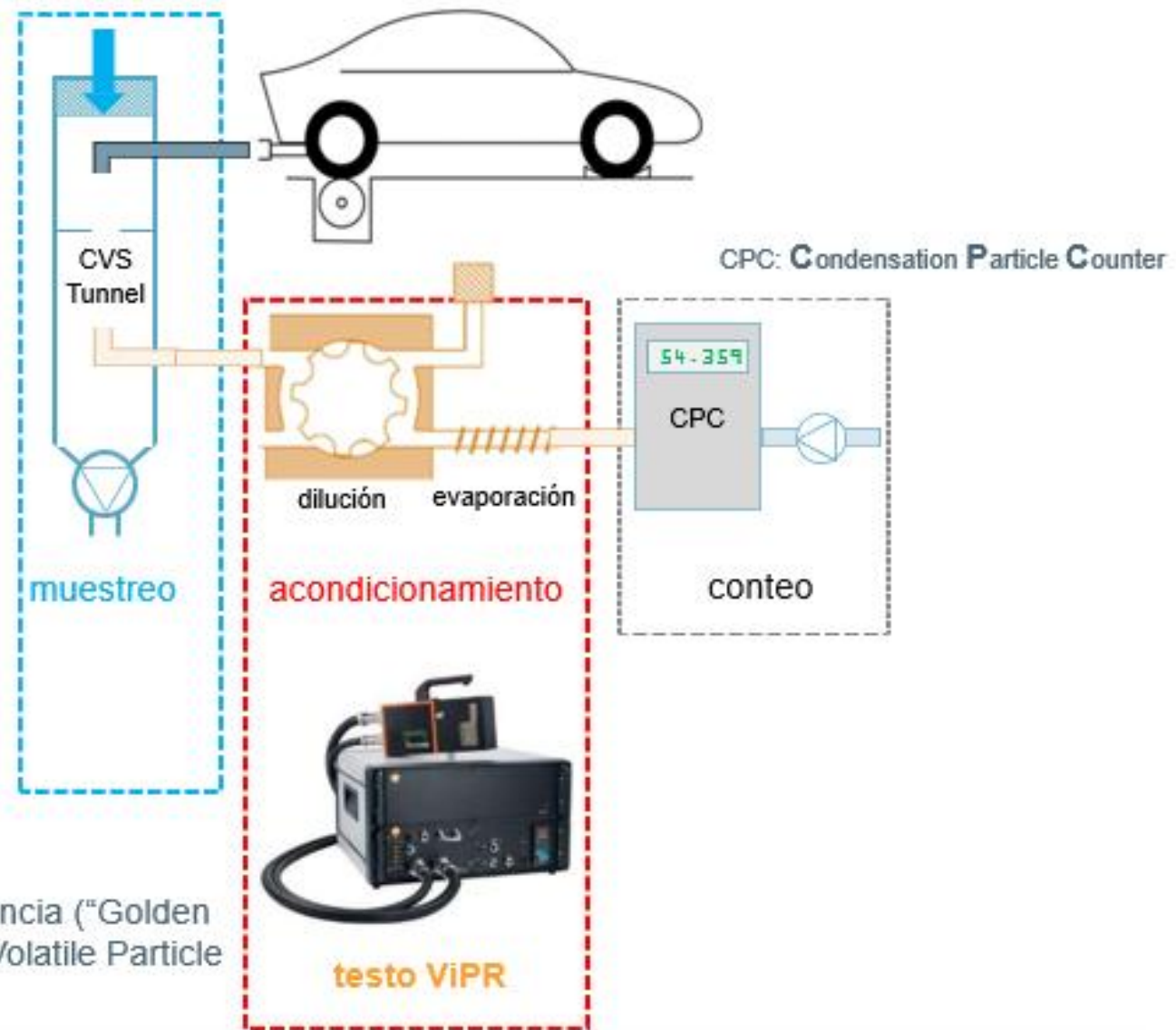
DPF: **D**iesel **P**article **F**ilter

Esquema según R83 y R49



Set-up real

- Objeto de prueba → Motor (HD, Off-Road) o vehículo LD
- Relevancia ambiental → limitada (ciclo estándar)
- Estandarización → Los resultados se pueden comparar
- Reproducibilidad → sí (más importante para el desarrollo)
- Condiciones de conducción → recto y plano
- Condiciones ambientales → estandarizadas y constantes



testo ViPR es la referencia ("Golden Instrument") para los Volatile Particle Remover

Sistema portable (conforme PMP)

RDE – Real Driving Emissions

Objeto de prueba →
Vehículo, conductor, tráfico,
medio ambiente

Relevancia ambiental →
alta debido a condiciones reales

No estandarizado →
Los resultados no pueden ser
comparados

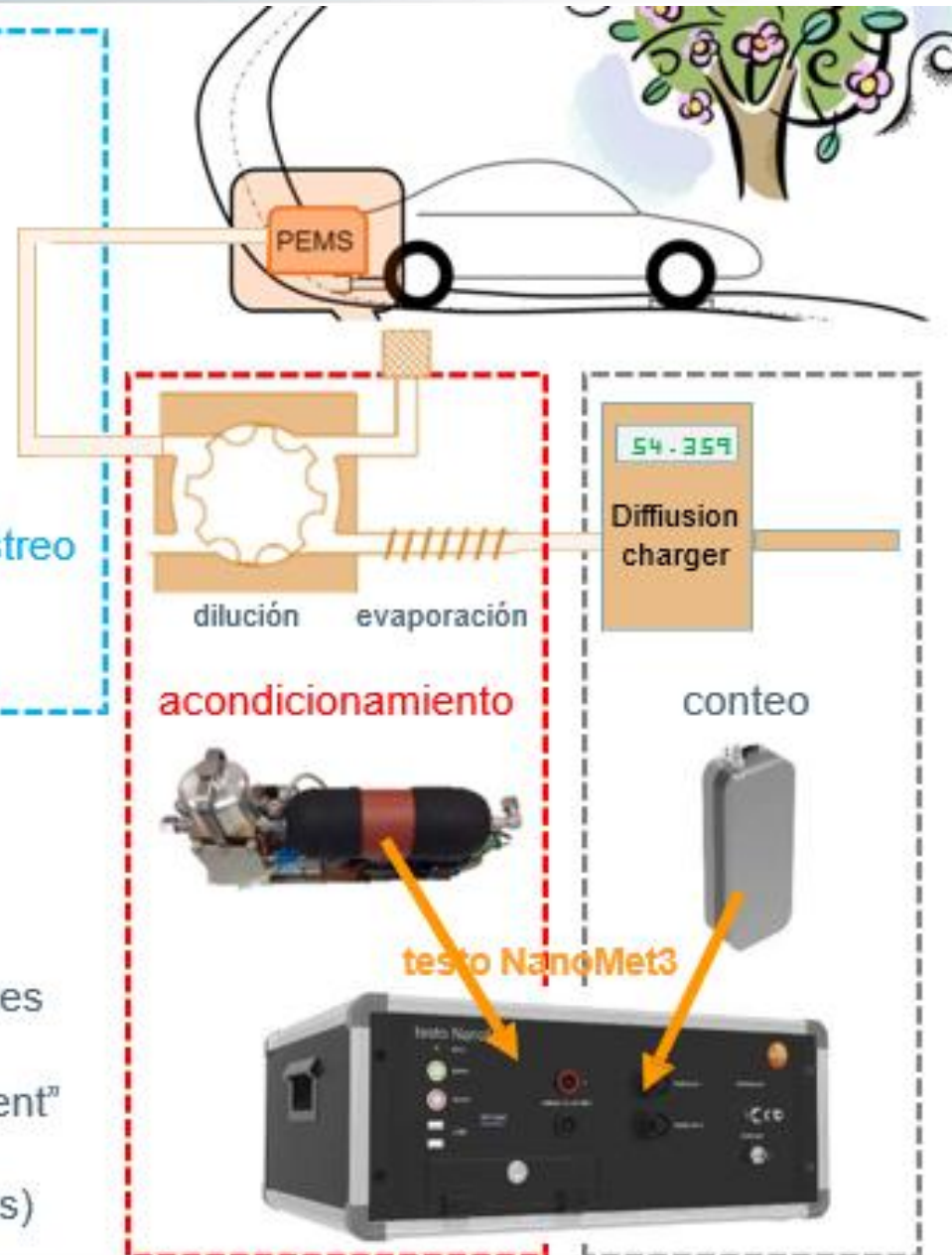
Reproducibilidad →
sólo limitada debido a
condiciones de contorno

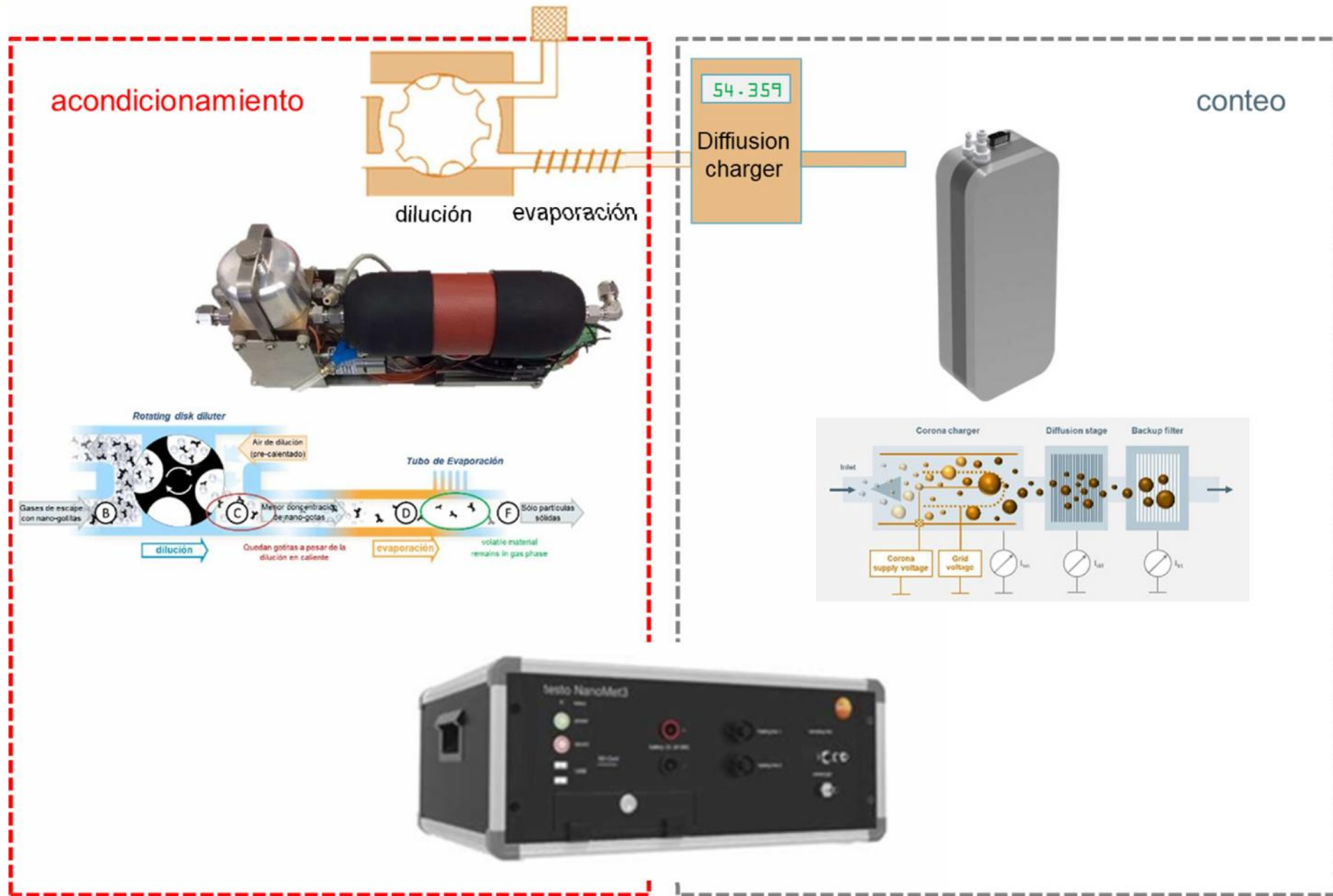
Condiciones de conducción →
con vueltas y pendientes

Condiciones ambientales →
variable en límites definidos

Para medir las emisiones de partículas bajo condiciones reales (RDE) el testo NanoMet3 es la referencia – el “Golden Instrument” para los PEMS-PN (Portable Emission Measurement Systems)

muestreo

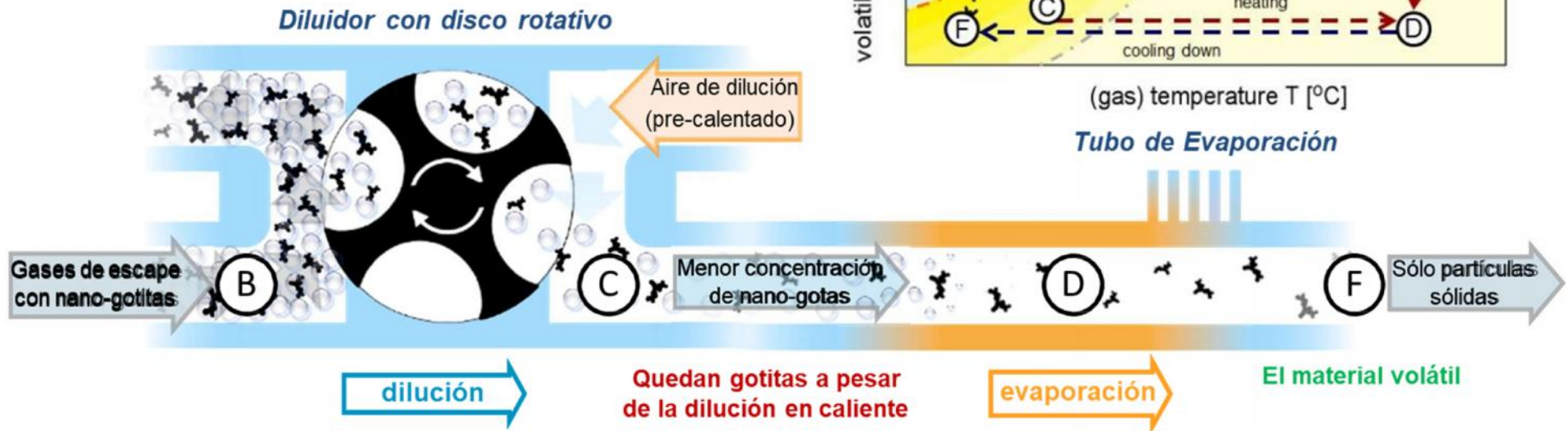
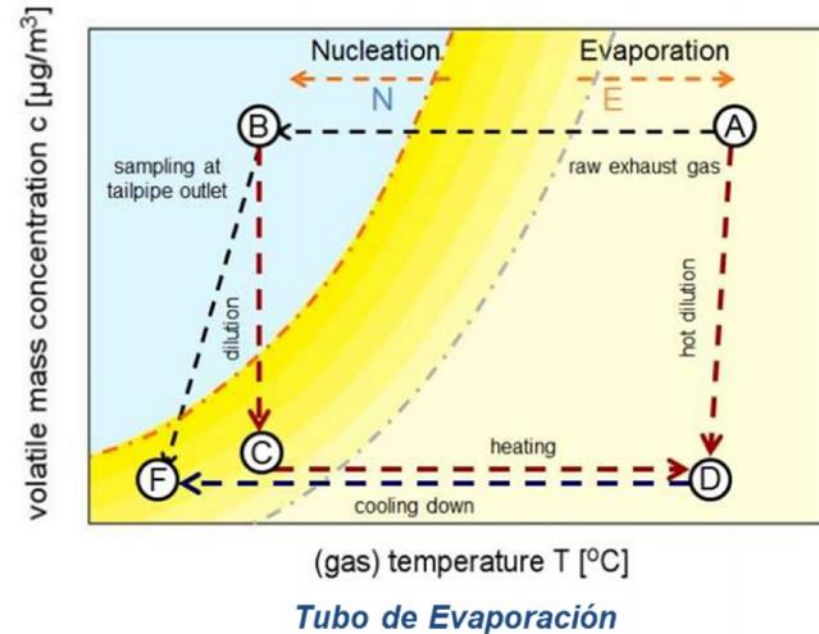




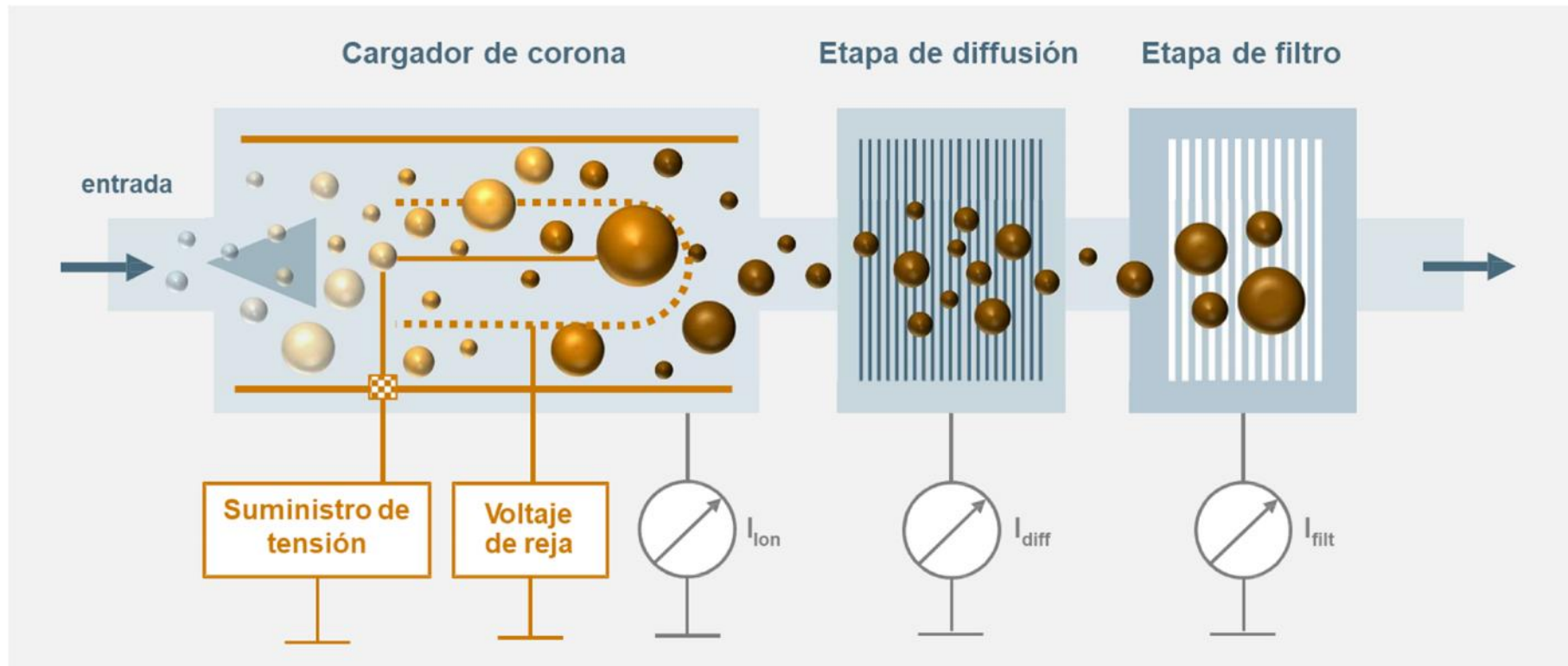
➔ El requerimiento pide medir solo las partículas sólidas y no las volátiles. Esto requiere la Termo-Dilución para eliminar nano gotas de la muestra de los gases de escape

Definición: VPR - Volatile Particle Remover

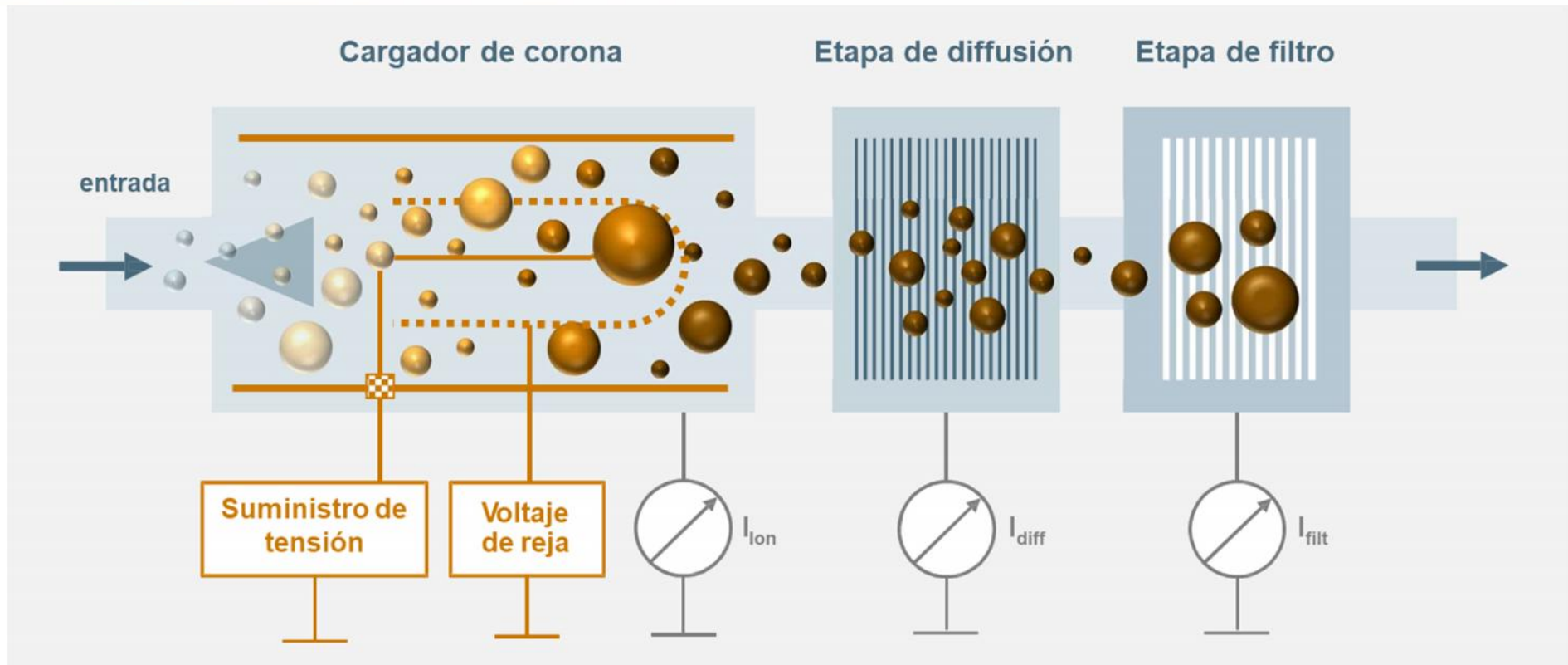
- 1° Dilución: reducir la concentración de la masa volátil
- Tubo de evaporación: calienta la muestra para eliminar el resto de volátiles
- (2° dilución) - Opcional: Evita la re-nucleación debido a la posible condensación.



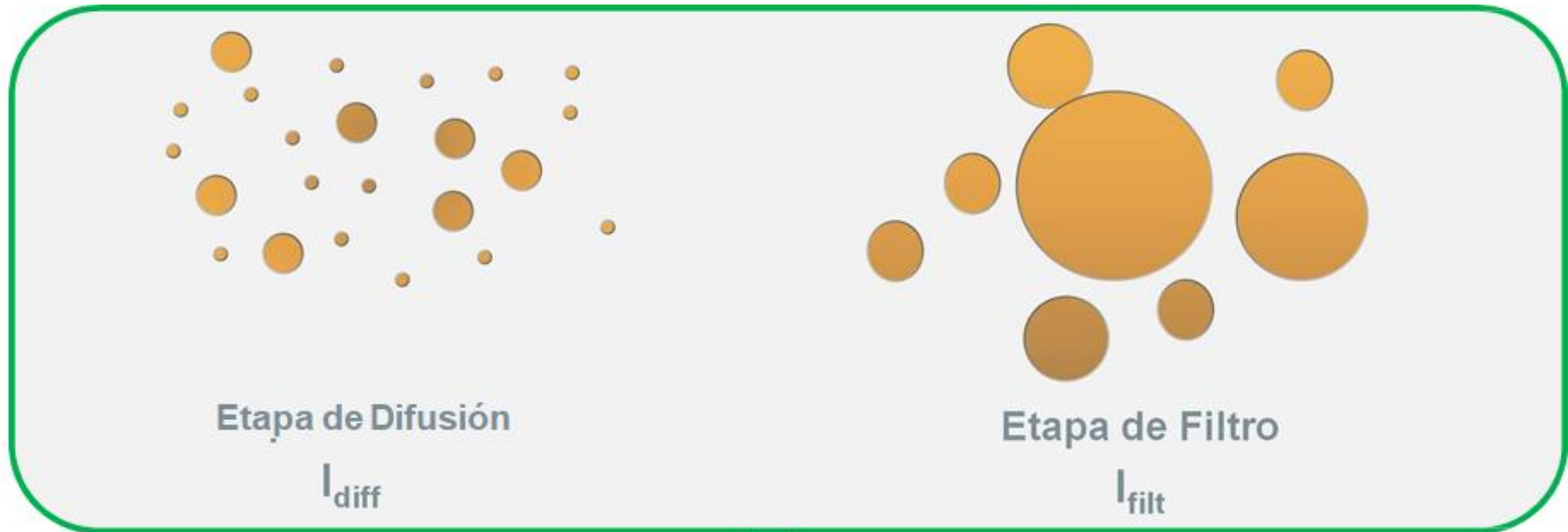
Para la medición del número de partícula, la fracción volátil de los gases de escape debe eliminarse mediante acondicionamiento de gas.



- Las partículas se etiquetan con cargas positivas en un cargador unipolar, para que luego puedan ser detectadas por la corriente que inducen
- Las partículas se depositan por difusión en una "etapa de difusión" y se detectan como una corriente eléctrica I_{diff} ; La penetración de la etapa de difusión es selectiva al tamaño de las partículas
- Las partículas restantes terminan en la etapa de filtro y también producen una corriente eléctrica I_{filt}
- El sensor DiSC mide ambas corrientes I_{ion} y I_{diff} simultáneamente, cada 1 segundo.

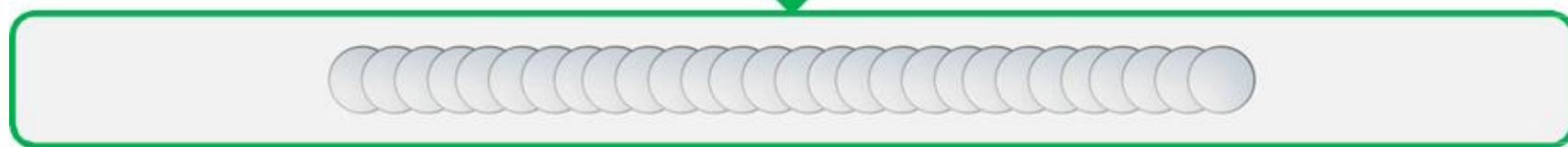


- Relación medida – = $\frac{I_{diff}}{I_{ion}}$ → tamaño geométrico medio de partícula
- Las partículas se depositan por difusión en una "etapa de difusión" y se detectan como una corriente eléctrica I_{diff} ; La penetración de la etapa de difusión es selectiva al tamaño de las partículas
- La carga por partícula es una función del diámetro de partícula $Q_p(d_p)$ una vez que se conoce el diámetro de la partícula, el sensor DiSC calcula el número de partícula a partir de la corriente total (I_{total}) y el caudal \dot{V}

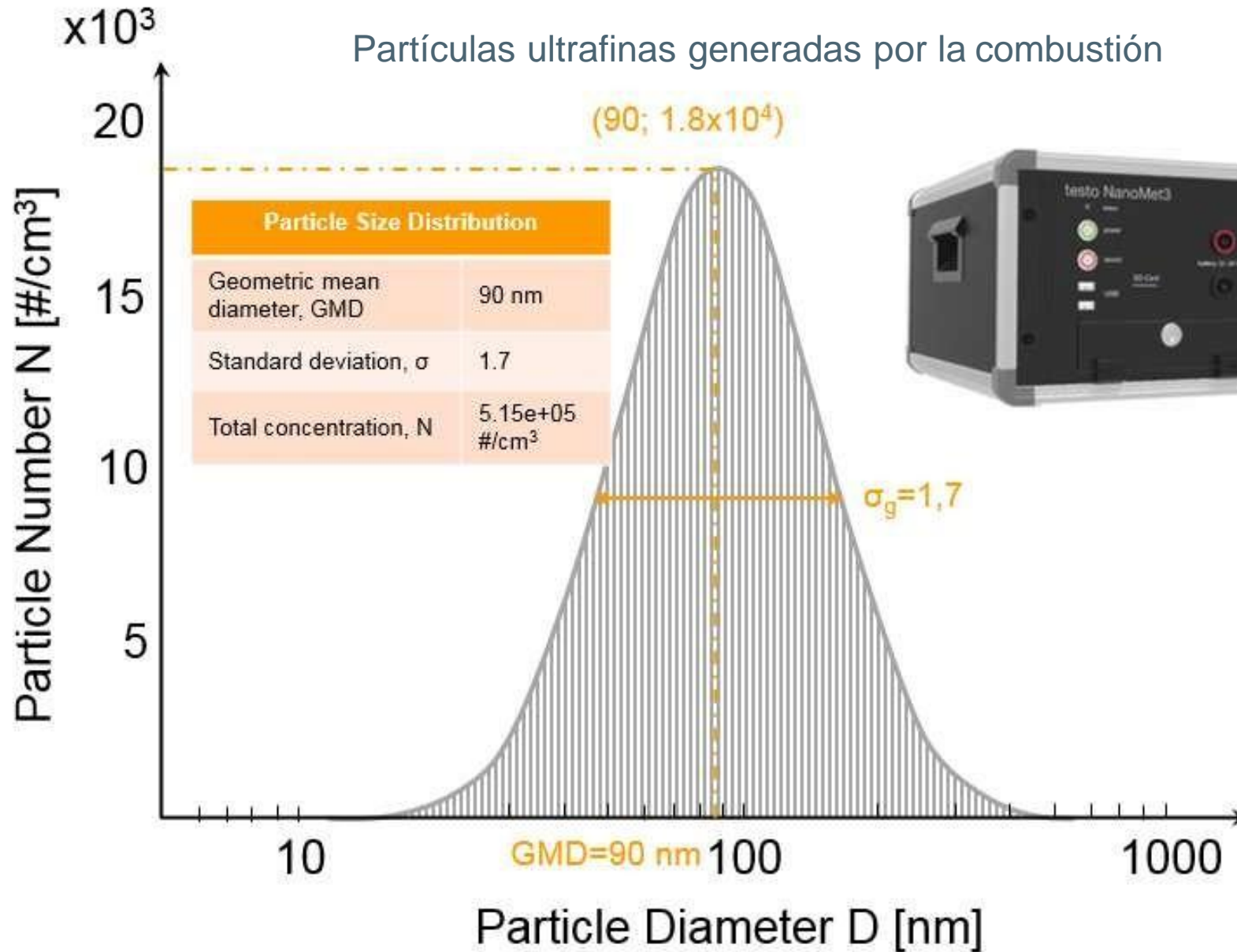


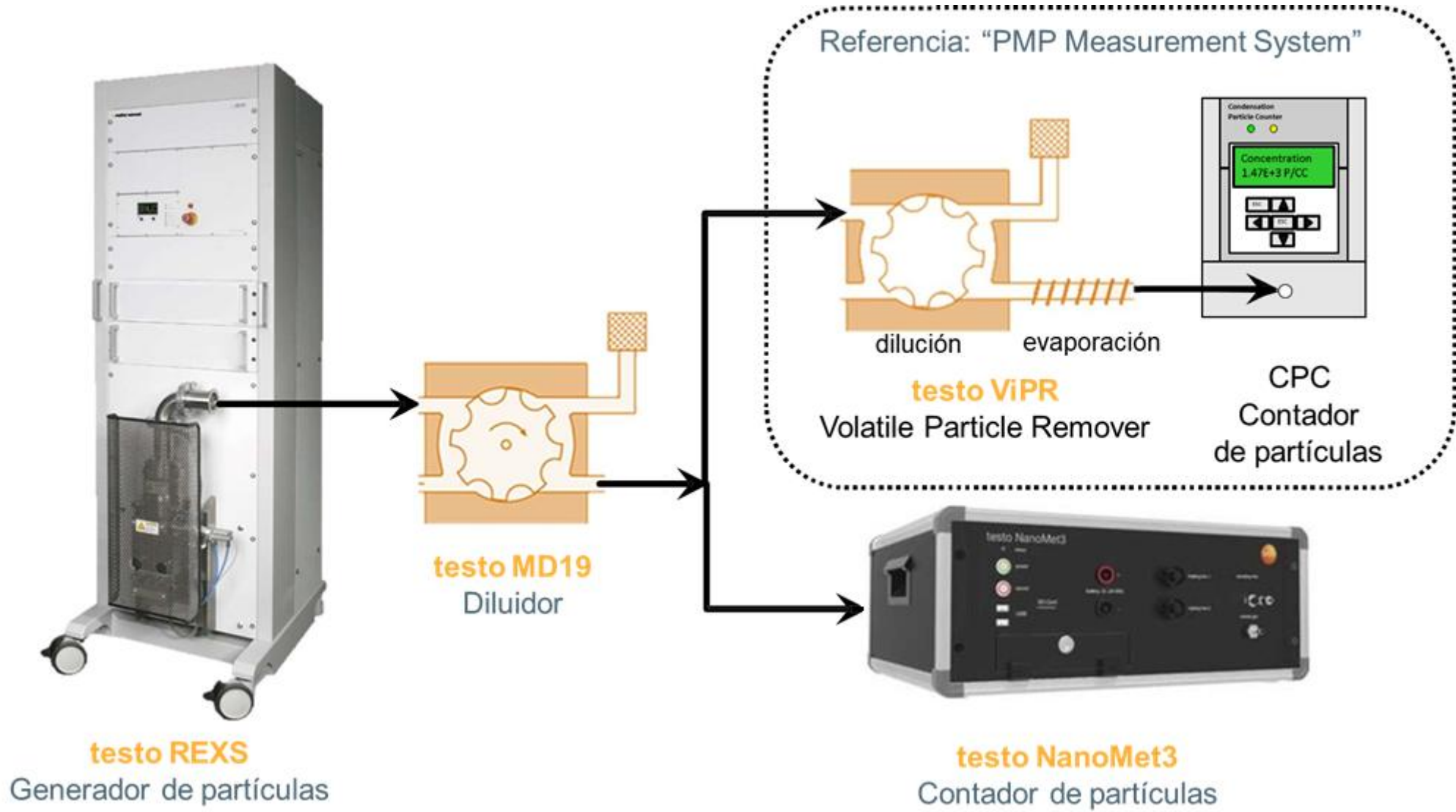
$$D = l_{diff} / l_{filt}$$

$$\#/ccm = f(l_{diff} ; l_{filt}) * flow$$



Partículas ultrafinas generadas por la combustión





Testo Nanomet3 para Real Driving Emissions (RDE)



Testo Nanomet3 para Real Driving Emissions (RDE)

Testo NanoMet3 proporciona acceso fácil y a costes razonables a datos valiosos, tales como:

- Concentración en número de partículas [pt/cm³]
- Diámetro medio de las partículas [nm]
- Masa calculada de las partículas [mg/m³]
- Área de superficie de deposición en pulmón (μm²/cm³)



Aplicaciones típicas

- Medición de partículas en RDE para la aprobación de emisiones en automoción según la normativa Euro 6
- Determinación de partículas para el I+D y fabricación de filtros
- Determinación de las emisiones de partículas en motores gasolina y diesel

Especificaciones técnicas

aerosol	principalmente gases de escape o aire diluido que contiene nanopartículas
rango de concentración	sensor 1E3 a 1E6 pt/ccm; diluido: 1E4 a 3E8pt/ccm
tamaño de las partículas	10 a 700 nm = 0,01 a 0.70 µm
tamaño medio de partículas (modo diámetro)	10 a 300 nm = 0,01 a 0.30 µm
caudal de gas entrante	4,0 lN/min, alimentado activamente al diluyente por bomba interna
factor de dilución	estándar: 10, 100, 300. Opcional, un DF personalizado.
gas de medición	1,0 lN/min gas de medición
fuentes de alimentación	12-24 Vcc, máx. 60A. 90-240 Vca 50/60 Hz
consumo de energía	650W nominal; 300 W en condiciones normales
temperaturas de tubo de evaporación	ambiente a 300 °C / 572 °F; exactitud ±3 °C / 5,4 °F
montaje	maletín de 19" con asas
peso	aprox. 18 kg; con conexiones completas: aprox. 23 kg
condiciones de operación	Tamb: 5 a 35 °C; 0 a 80%HR, máx. 80%@30 °C, degradación lineal a 50%@35 °C, sin condensación
calibración del sensor	calibración estándar con partículas de NaCl
calibración del sistema	contra sistema PMP con hollín de CAST @ GMD 60 nm y 85 nm



- Mantenimiento reducido: 1000 horas de trabajo del diluidor entre revisiones (recomendadas)



Testo DiSCmini (Clasificador de tamaño por difusión)

Testo DiSCmini (Clasificador de tamaño por difusión)

- Contador de nanopartículas portátil para la medición del número y el diámetro promedio de nanopartículas con una frecuencia de hasta 1 segundo (1 Hz)
- El registro simultáneo del número y el tamaño de las
- Funcionamiento con batería con una duración de hasta 8 horas
- Almacenamiento de datos en una tarjeta de memoria y transferencia a un ordenador externo a través de USB
- No se requiere ningún tipo de fluido de



Adecuado para todas las aplicaciones donde la facilidad de uso es importante:

- Control de la exposición personal
- Identificación de riesgos en el lugar de trabajo
- Verificación de la eficiencia de la filtración
- Cartografía de la contaminación atmosférica con un instrumento móvil o múltiples instrumentos fijos

Especificaciones técnicas

Tamaño medio de las partículas	de 10 a 300 nm (diámetro modal)
Partículas totales	de 10 a 700 nm
Concentración de partículas	Las concentraciones de partículas detectables dependen del tamaño de las partículas y del tiempo promediado. Los valores típicos son los siguientes: de 1E3 a 1E6 pt/ccm
Exactitud	±30% en tamaño y número (típica), ±5E2/ccm en número (absoluta)
Velocidad de flujo	1,0 L/min ±0,1 L/min
Condiciones de funcionamiento:	
Presión	de 800 a 1100 mbar absolutos en el ambiente; Δp máx. de entrada: ±20 mbar
Temperatura	de +10 a +30 °C; humedad relativa <90%RH
Resolución de tiempo	1 segundo
Dimensiones	180 x 90 x 42,5 mm
Peso	0.7 kg
Requisitos de energía	El cargador de la batería es compatible con cualquier toma de corriente alterna de 50/60 Hz y 100-120 V 200-240 V
Duración de la batería	Por lo general, 8 horas. Puede variar con la temperatura ambiente. Tiempo de carga: de 2 a 4 horas dependiendo del cargador y del estado de la batería.



- Los archivos de datos brutos se pueden importar directamente en Excel o analizar con una herramienta de software multiplataforma.



testo

Método de medición de nanopartículas - Clasificador de carga por difusión

Presentado por: Ing. Raul Galvan Rosas
Grupo de Instrumentación y Medición Industrial de México,
S.A. de C.V.