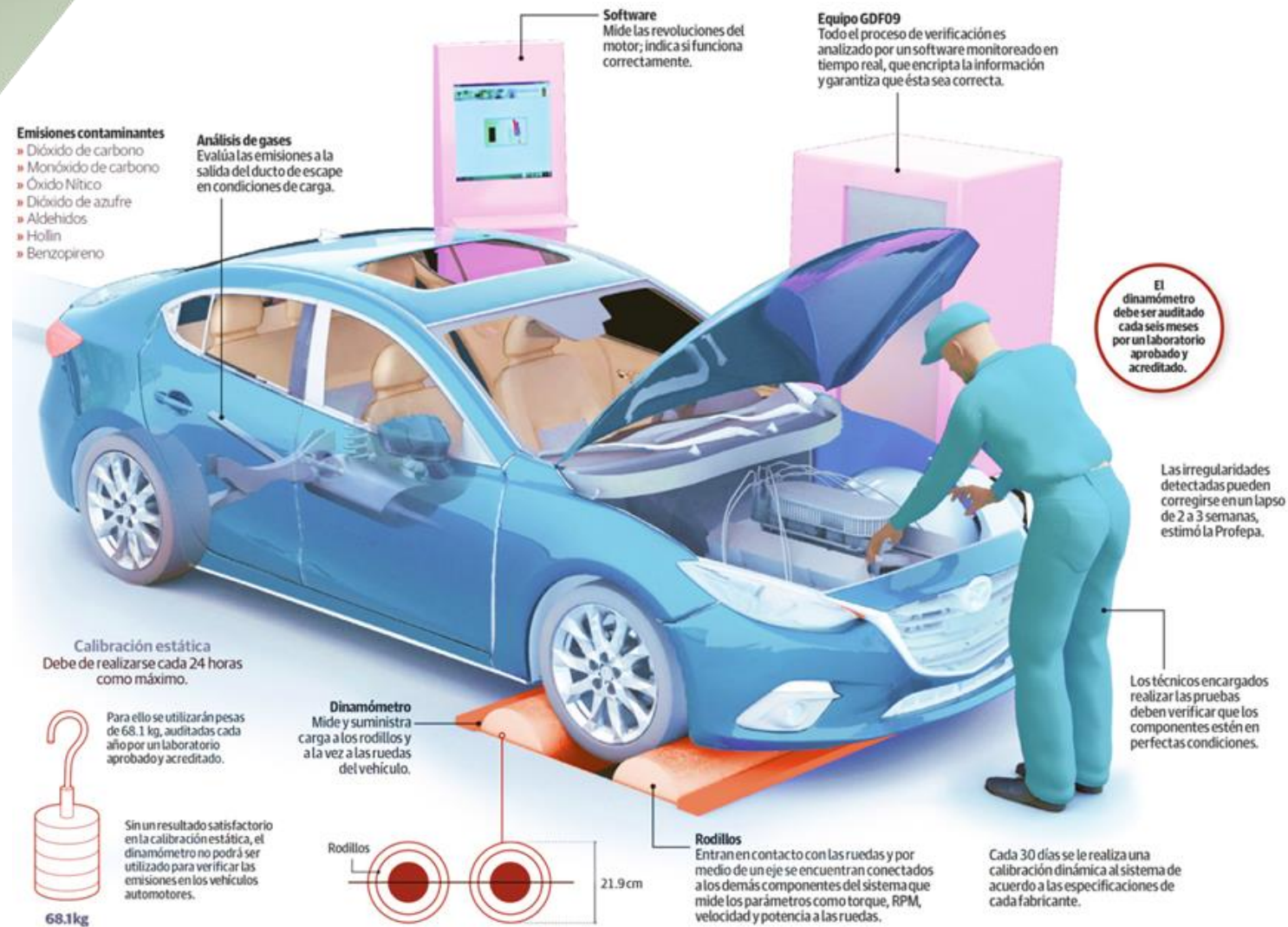
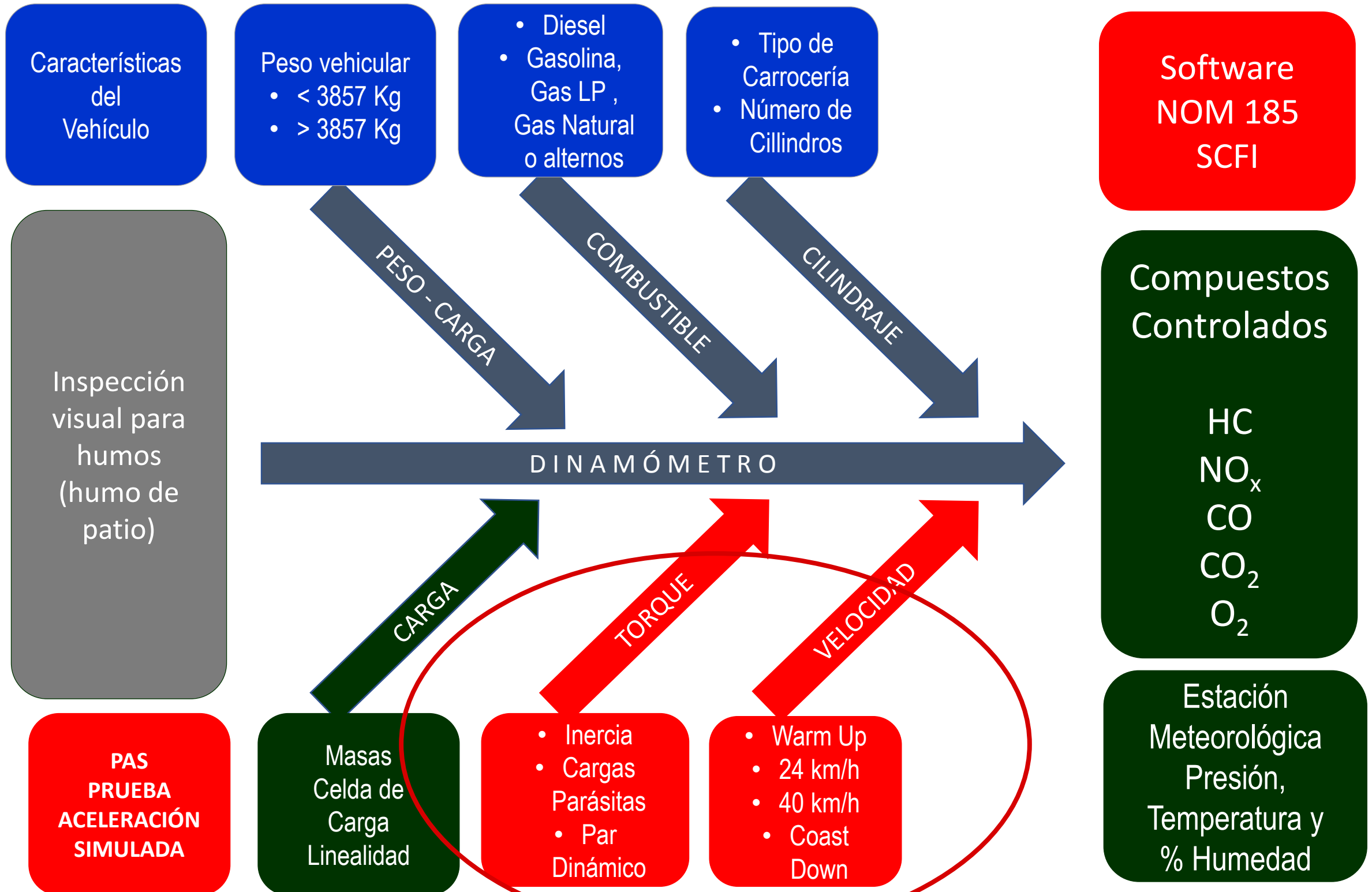


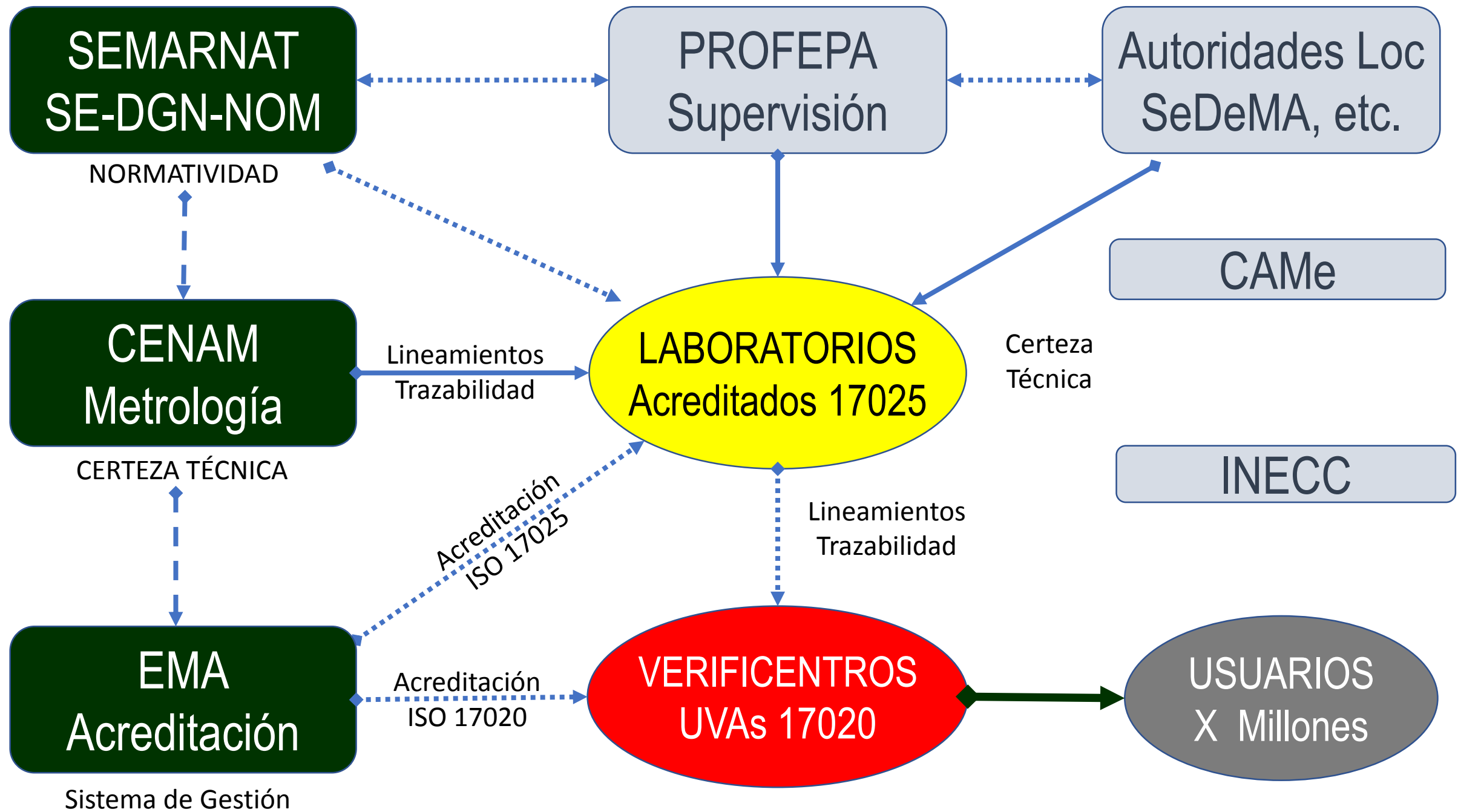
# Aspectos metrológicos para lograr certeza técnica en las pruebas de Verificentros



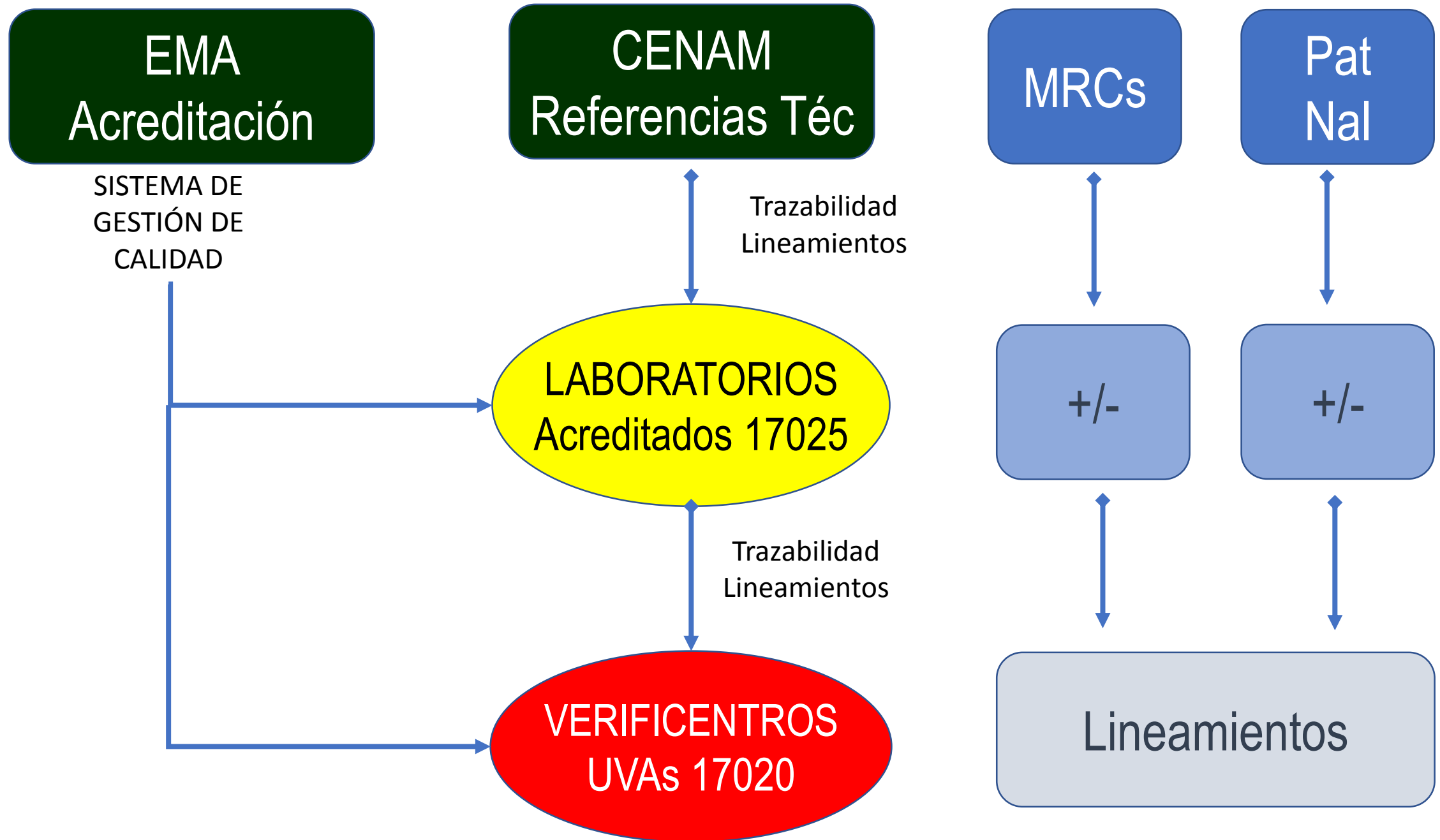
# Objetivo: Medir emisiones del vehículo en condición de esfuerzo y determinar si se cumple con los límites permitidos.



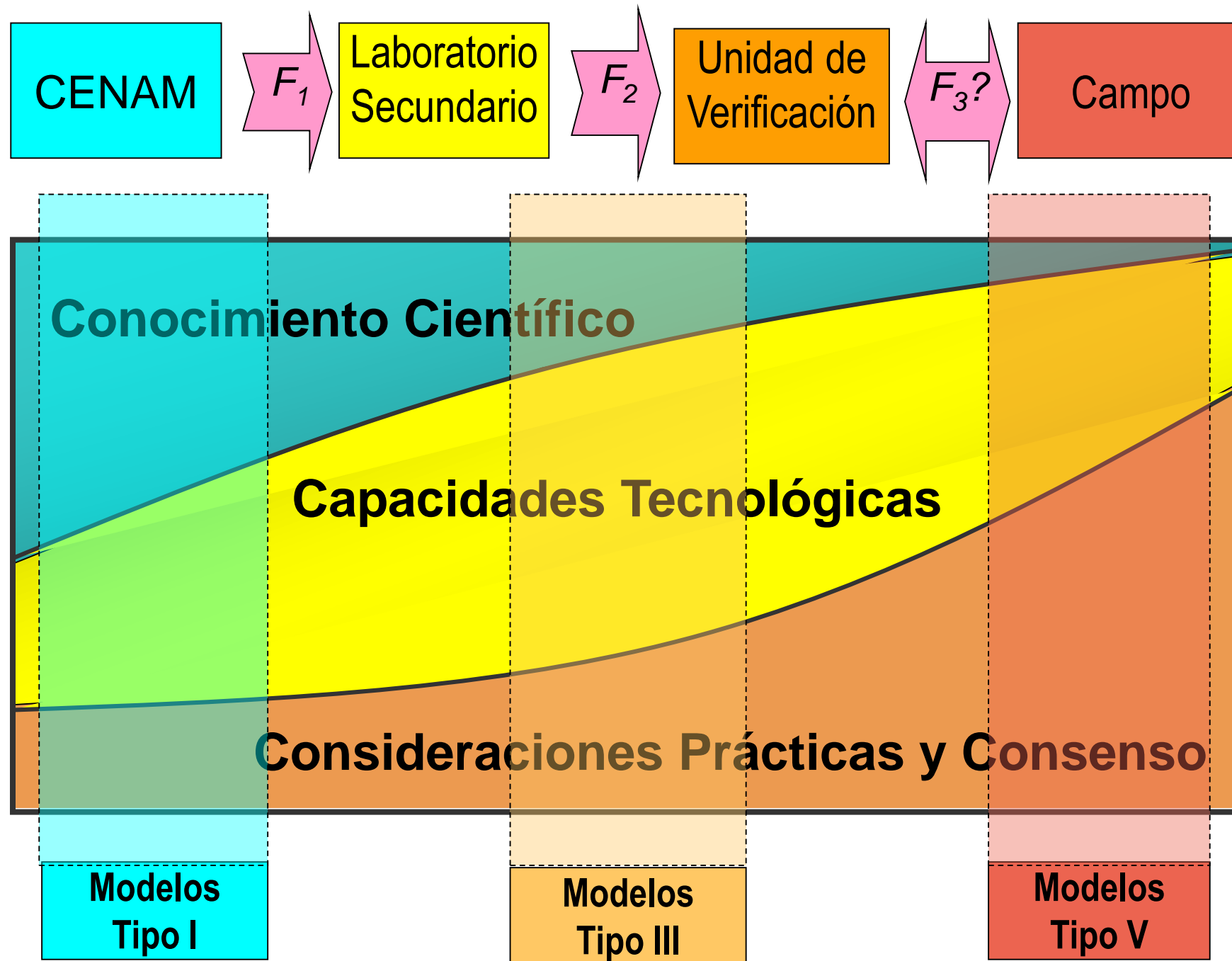
# Actores y Funciones en Evaluación de la Conformidad



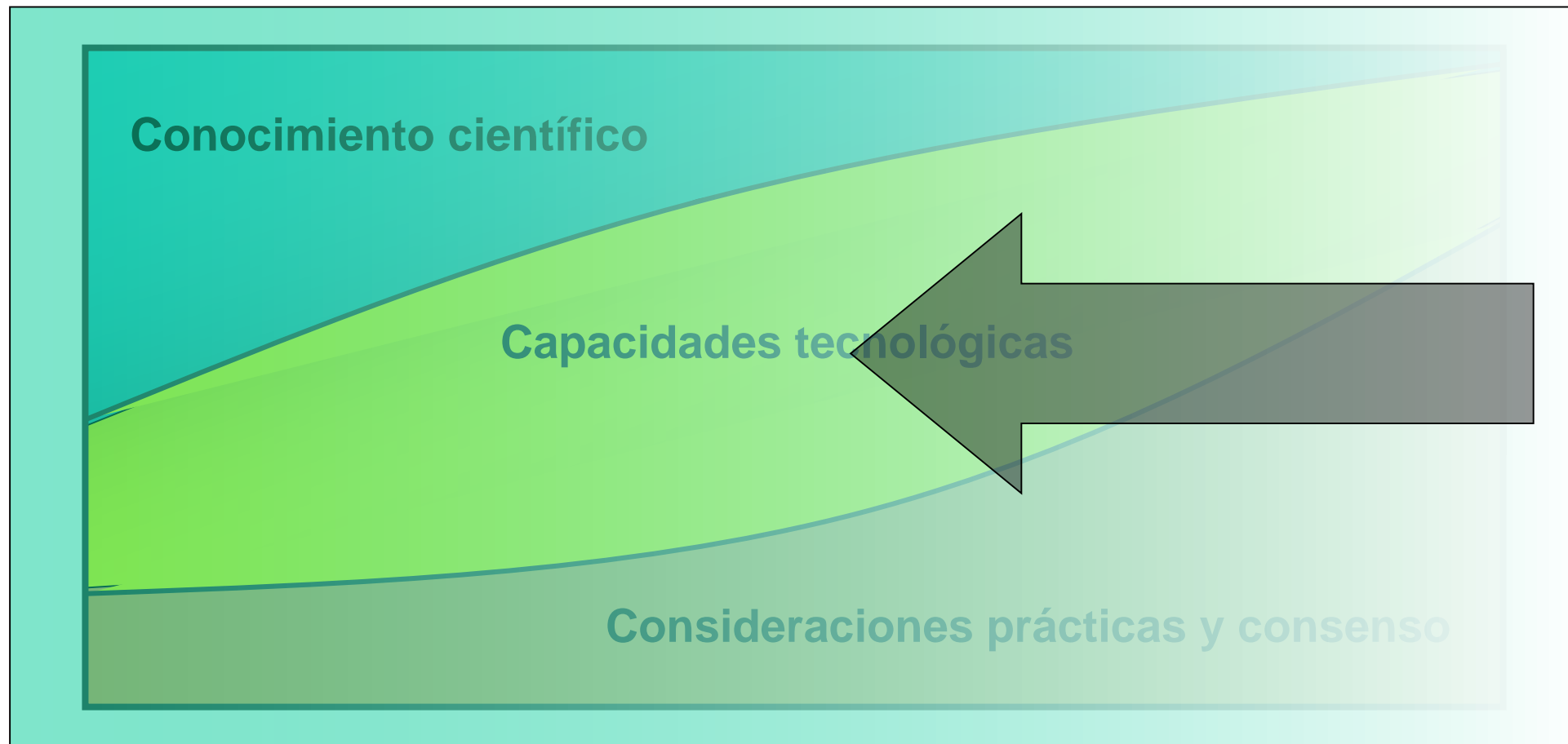
# Condiciones para Certeza Técnica



# Ciencia, Tecnología y Consenso en diferentes niveles



# La Búsqueda es Continúa.



**El Reto por mayor Certeza Técnica, Factible y Viable, continúa.**



# Certeza Técnica en Ensayos de Verificentros

## 1) Gases

Nivel Primario – Nivel Secundario – UVAs

## 2) Dinamometría

Nivel Primario – Nivel Secundario – UVAs

## 3) Software

Nivel Primario – Nivel Secundario – UVAs

# “Aspectos metrológicos para lograr certeza técnica en las pruebas de Verificentros”

**Centro Nacional de Metrología**  
**Dirección General de Metrología de Materiales**  
**Dr. rer. nat. Jorge Koelliker D.**  
**Análisis de Gases**

**[jkoellik@cenam.mx](mailto:jkoellik@cenam.mx)**



**¿Cumple de inicio y al implantarse y se evalúa periódicamente?**

**“Caja negra” usa el CVV**

**Su calidad y el control e inspección sobre las mismas**

**¿Qué puedo hacer para incrementar la calidad al medir en mi CVV o UV?**

**¿Por qué hay automóviles que pasan y otros no en mi CVV o UV?**

**Analizadores**

**Operador - línea**

**Mezclas de Gases**

**Centro de verificación vehicular o Unidad de verificación**

**Emisiones**

**Compuestos controlados HC (como n-hexano)**  
**NO<sub>x</sub>**  
**CO**  
**CO<sub>2</sub>**  
**O<sub>2</sub>**

**¿Qué controles adicionales son deseables / necesarios?**

**DINAMÓMETRO**

**SOFTWARE**

**Otros IM**

**■ = Factores controlables**  
**IM = Instrumento de Medición**

**Otro ponente**

**Otro ponente**

**Estación meteorológica**

# Importancia de las calibraciones

- **Corregir por efectos sistemáticos, medir correctamente, estar en mejores condiciones de “pasar” la auditoría instrumental (de los LC secundarios / quizás PROFEPA).**
- **Proyecto final de NOM-167-SEMARNAT establece en las Especificaciones del sistema informático en los Centros de Datos Estatales y de la SCT (6.3), en 6.3.10 que “deberá registrar, actualizar y controlar las calibraciones de los equipos de medición utilizados en la aplicación de los métodos de prueba dinámica, estática y de opacidad”.**
  - **Lo anterior implica que en CVV cierta actualización de calibraciones, lo cual es el propósito de las calibraciones. El CVV y las autoridades deben estar atentos que el hacer o no hacer las correcciones de las calibraciones en el CVV es un factor a considerar en sus respectivos PVVO y puede afectar el desempeño.**
- **Solo al contar con mediciones metrológicamente trazables podemos comparar los resultados dentro de un CVV y entre los CVV.**

# Trazabilidad de los resultados de medición en los CVV

- Materiales de referencia de mezclas de gases (en cilindros a presión)

En emisiones vehiculares es: CO<sub>2</sub>, CO, NO, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, O<sub>2</sub> y especificaciones aire cero

Mediciones en centros de verificación vehicular  
( $U \sim ?$ )

Diseminación de unidades

Protocolo SEMARNAT (EPA)  
**MRT** ( $U \sim 1\%$ )

PIGP (GMIS)

Mezcla de gases de calibración  
**MRT**  $U \sim 1.5\%$

e. g. SRM, NTRM, PRM, MRTC  
Mezclas de Gases Certificadas  
**MRC** ( $U \sim 0,5 - 1\%$ )

Mezclas de Gases Primarias  
**MRP** ( $U \sim 0,1\%$ )

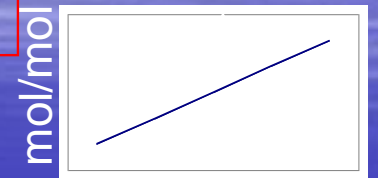
Unidades del SI, e. g.  
kg, ...  
**mol**

Promover equivalencia en todos los niveles

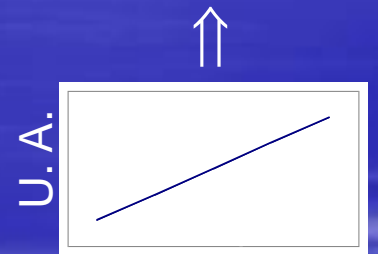
$U$  en emisiones vehiculares  
las MGC (MRT)  
rutinaria (2.0%)  
auditoria (1.5%)

**UBICACIÓN**

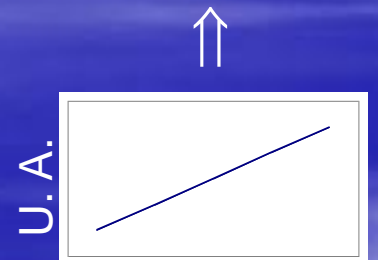
CVV o UV



Compañía productora de mezclas de gases especiales



CENAM u otro INM



CENAM u otro INM

mol/mol

CENAM, BIPM u otro INM: masa, temperatura, presión, humedad, ...

**DISEMINACIÓN DE LA UNIDAD**

Los niveles de incertidumbre ( $U$ ) se dan sólo para fines ilustrativos

# Capacidades químicas del CENAM en EV del escape

- **Segunda mitad de los 90's (previo a EMA), CENAM - DGN inician acreditación de Laboratorios Secundarios de Calibración. Personal del CENAM era evaluador y se hacia un tipo Ensayo de Aptitud (EA) en sitio.**
- **1998 y 2010 pide el gobierno de la CDMX al CENAM realizar auditorias de mezclas. Fueron en sitio y medimos muestras de las mezclas protocolo EPA y mezclas de calibración rutinaria a algunas de las compañías de gases especiales (CGE) operando en México. Se debe continuar con algo similar.**
- **Del 2007 al 2010, por petición de la hoy CDMX y en base a sus especificaciones, el CENAM evaluó a varios proveedores las especificaciones de sistemas de medición de emisiones vehiculares de verificentros acordes a requisitos de la misma CDMX. En 2016 se evaluó otro módulo de EV acorde a la NOM-047-SEMARNAT-2014.**
- **Del 2015-2017 el CENAM ha sido *coach* para transferir conocimiento a otros centros Nacionales de Metrología en emisiones vehiculares de escape (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay) en proyecto para América Latina financiado por el PTB-BMZ. En 2015 un entrenamiento para América (SIM) con OEA-NIST .**



# Capacidades químicas del CENAM en EV del escape

- **Hoy en día** las dos CGE con plantas de producción de mezclas de gases especiales solicitan **trazabilidad al SI vía CENAM**, la trazabilidad al extranjero debe ser historia. La trazabilidad es para mezclas multicomponentes y para oxígeno (aire cero).
- **El CENAM tiene las capacidades y más de 20 años trabajando el tema de EV.**
- **En 2015 -2016 el CENAM certifica 104 MRC.**

	<b>O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub></b>	<b>NO/N<sub>2</sub></b>	<b>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>/N<sub>2</sub></b>	<b>CO/N<sub>2</sub></b>	<b>CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub></b>	<b>MC</b>	<b>Total</b>
<b>MRP</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>58</b>
<b>MRC 2os</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>5</b>			<b>10</b>	<b>46</b>
							<b>104</b>

- **En 2017 en proceso nuevos MRP para atender las necesidades de emisiones vehiculares.**

# ¿Emisiones vehiculares del escape?

*Falta mayor inspección técnica efectiva y de una calidad conocida de las mediciones a distintos elementos del sistema, no solo a los CVV.*

*¿Tecnología de medición y su control, los controles técnicos?*

¿son metrológicamente trazables?  
**NO, LO SERÁN**  
¿su calidad es evaluada con mediciones periódicas?  
**NO SIEMPRE**

$U_{EV} = ?$

**Mezclas de gases de calibración**



**“Cajas negras”**

**Operador**

**Equipo de medición (instrumentos de medición)**

**¿Cumplen las especificaciones de la NOM-047-SEMARNAT o PVVO? Algunos al inicio evalúan, no hay metrología legal de modelos (prototipos)**



**- Calibración rutinaria**

**- Verificación de calibración (auditoría)**

**U = 2.0 %**  
**TP = 2 %**

**U = 1.5 %** → **LC 8 %**  
**TP = 1 %**

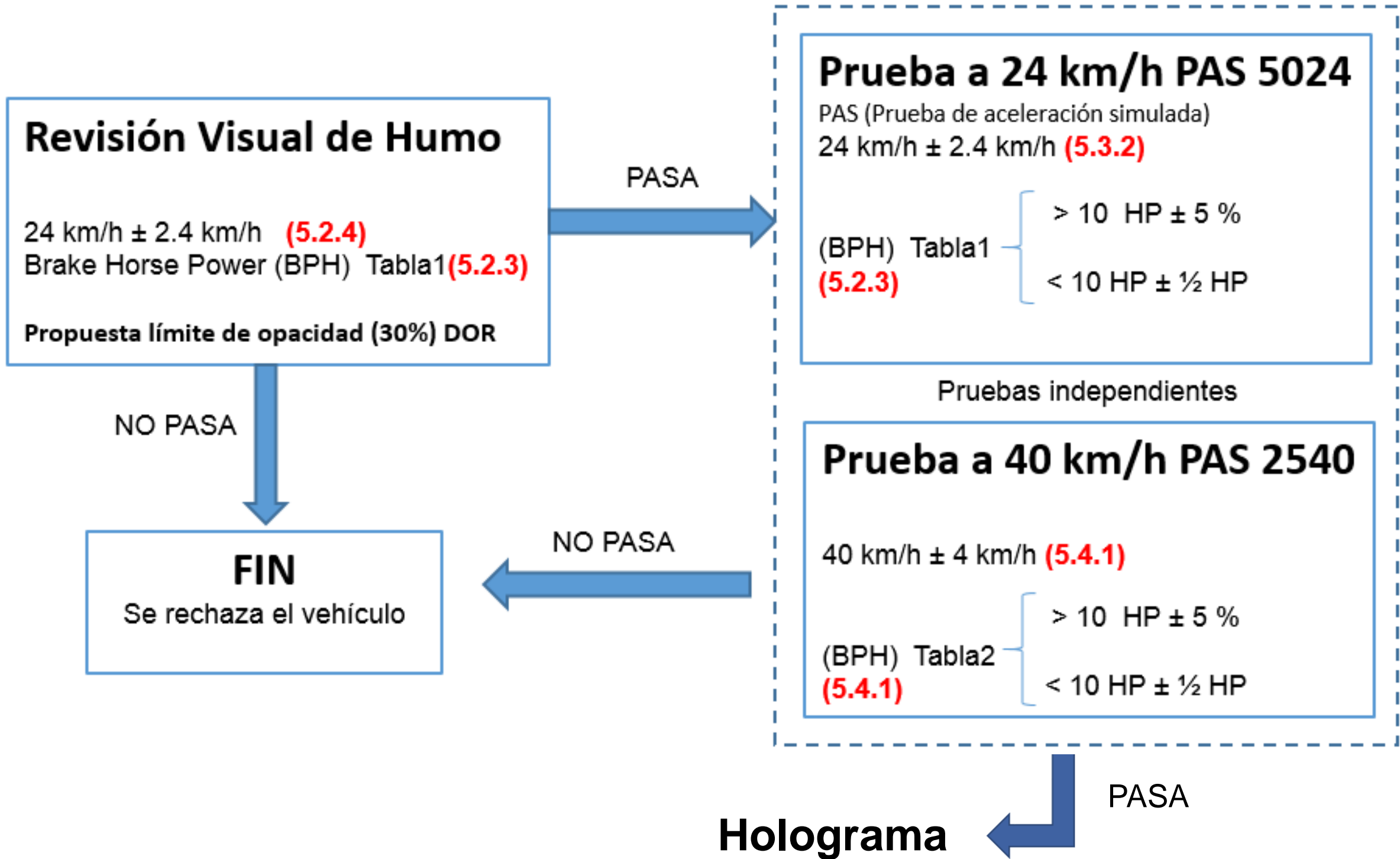
¿son metrológicamente trazables?  
Al extranjero, al CENAM en proceso  
¿su calidad es evaluada con cierta periodicidad?  
**NO SIEMPRE**, requieren Programa de verificación o EA frecuente



# Certeza técnica en Ensayos de Verificentros

## Método Dinámico

# Método Dinámico



# Método Dinámico



Km/Hr  
40

Estado Estable 1  
F & V

24 km/h

**PAS5024**

50% de la potencia para acelerar el vehículo a una razón de 5.6 (km/h)/s

Durante 60 segundos

Estado Estable 2  
F & V

40 km/h

**PAS2540**

25% de la potencia requerida para mantener esta velocidad bajo condiciones reales de manejo

Durante 60 segundos

Aceleración (-)  
Coast Down  
IE < X ; PP < Y

# Características de los Instrumentos de Medición necesarios para la Calibración del Dinamómetro

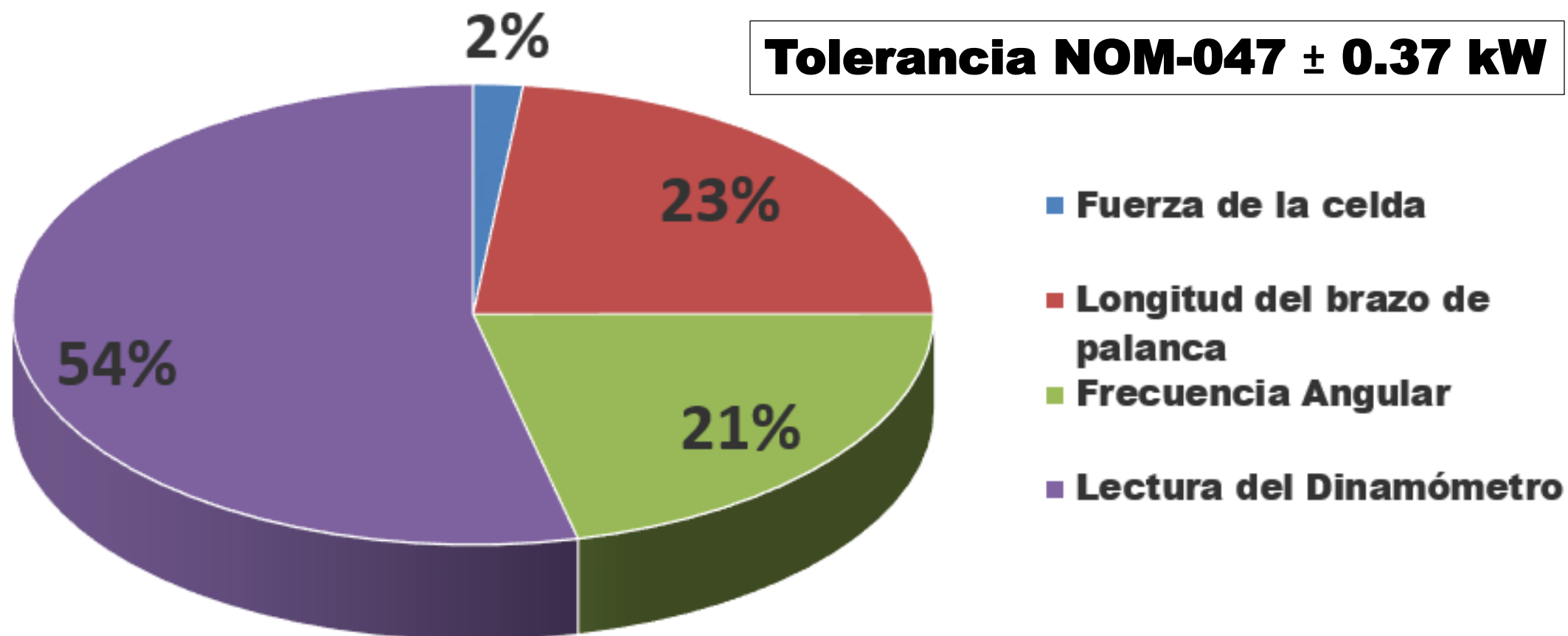
No.	Elementos o característica	Instrumento de medición recomendado	Incertidumbre expandida
1	Celda de Carga	Sistema de medición de fuerza	$\pm 0.2 \text{ N}$
2	Diámetros de los rodillos	Calibrador para medición de exteriores **	$\pm 1 \text{ mm}$
3	Brazo de Palanca	Calibrador para medición de exteriores **	$\pm 1 \text{ mm}$
4	Velocidad angular del rodillo o eje que envía la señal de velocidad Tacómetro	Tacómetro	$\pm 1 \text{ rpm}$
5	Velocidad lineal de los rodillos* Calculado	Tacómetro	$\pm 0.2 \text{ km/h}$

\*La velocidad lineal de los rodillos también se puede medir directamente con un velocímetro láser o estimar a partir de la velocidad angular de los rodillos considerando su diámetro

\*\*Los laboratorios pueden utilizar éste u otro instrumento diferente siempre y cuando que sea de igual o mejor exactitud y que permita hacer la medición y que el laboratorio demuestre la competencia para realizar esta medición indirecta.

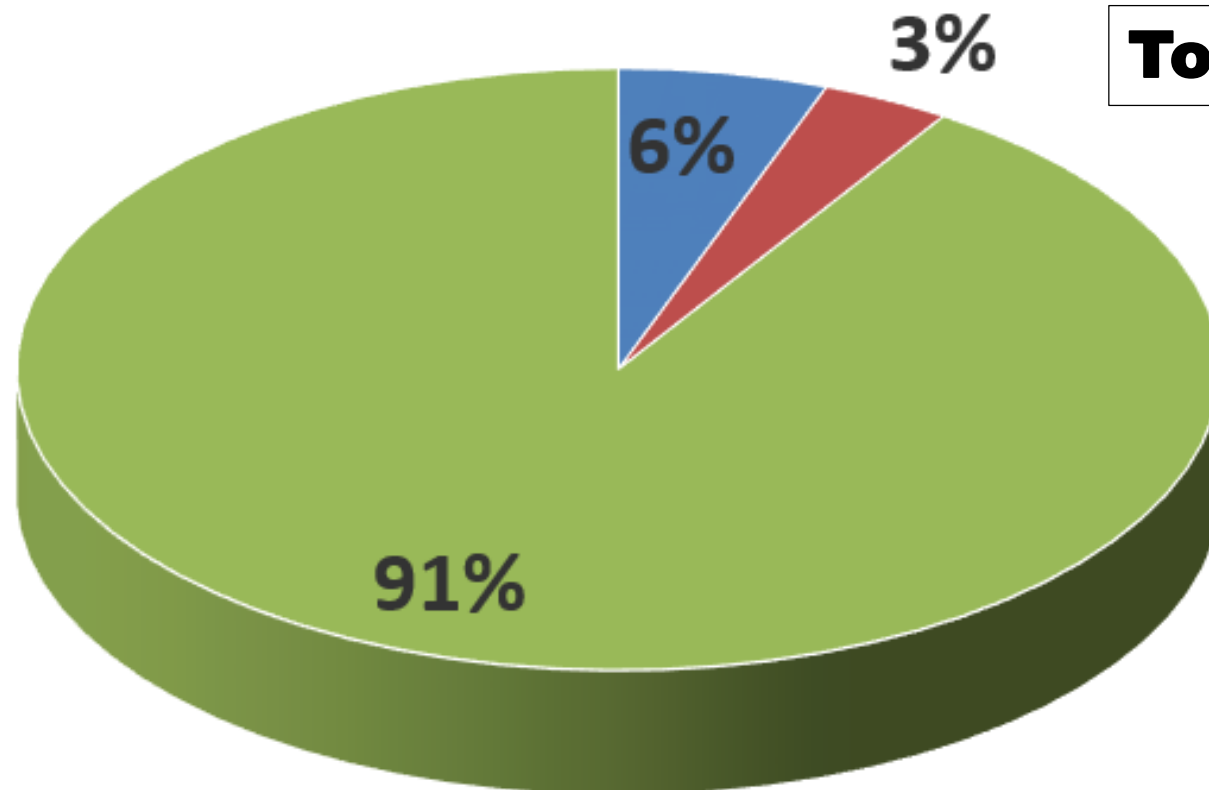
# Incertidumbre Potencia al Freno

Incertidumbre	Magnitudes de influencia			
	Fuerza de la celda	Longitud del brazo de palanca	Frecuencia Angular	Lectura del dinamómetro
Calibración	0.52 N	1.0 mm	1.0 rpm	---
Repetibilidad	0.44 N	0.8 mm	1.9 rpm	0.041 kW
Resolución	0.50 N	1.0 mm	1.0 rpm	0.075 kW
<b>Contribución</b>	<b>0.008 kW</b>	<b>0.031 kW</b>	<b>0.029 kW</b>	<b>0.047 kW</b>
<b>Incertidumbre Total Expandida</b>			<b>0.064 kW (64% k = 1)</b> <b>0.127 kW (95% k = 2)</b>	



# Incertidumbre Velocidad Lineal

Incertidumbre	Magnitudes de influencia		
	Diámetro de los rodillos	Frecuencia Angular	Lectura del dinamómetro
Calibración	1.0 mm	1.0 rpm	---
Repetibilidad	0.8 mm	1.9 rpm	0.4 km/h
Resolución	1.0 mm	1.0 rpm	0.5 km/h
<b>Contribución</b>	<b>0.11 km/h</b>	<b>0.08 km/h</b>	<b>0.43 km/h</b>
<b>Incertidumbre Total Expandida</b>	<b>0.45 km/h (64% k = 1)</b> <b>0.89 km/h (95% k = 2)</b>		



**Tolerancia NOM-047 ± 2.4 km/h**

- Diámetro del Rodillo
- Frecuencia Angular
- Lectura del Dinamómetro



# Certeza técnica en Ensayos de Verificentros

## Verificación del software de los instrumentos y sistemas de medición

# Antecedentes

En la actualidad prácticamente no hay instrumento de medición que no tenga algún componente basado en software. Por una parte, es importante controlar que las mediciones que realizan tengan la exactitud requerida y, por otra, es necesario asegurar que no sea factible alterar el funcionamiento de los modelos aprobados, una vez que estos sean comercializados.

# Puntos generales de la verificación de software

- I. Control de la versión del software.
- II. Idoneidad del algoritmo de medición.
- III. Protección contra cambios intencionados y no intencionados.
- IV. Influencia sobre el software a través de la interfaz de comunicación.
- V. Autenticidad del software.

# Guías internacionales

- I. Guía del software (Directiva 2014/32/EU Instrumentos de Medida), Cooperación Europea en Metrología Legal, WELMEC 7.2 Edición 2015.
  
- I. Requisitos generales para los instrumentos de medida controlados por software, Organización Internacional de Metrología Legal, OIML D 31 Edición 2008