



TALLER DE ACCIDENTOLOGIA PARA CASOS COMPLEJOS 2026

Diseño Metodológico

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha de realización: 16 y 17 de octubre 2026

Ciudad: Neuquén.

Provincia: Neuquén.

Institución responsable: Asociación de Peritos en Investigación de Accidentes de Tránsito.

Beneficiarios: Peritos miembro de APIAT y Peritos invitados.

JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA

La reconstrucción de accidentes de tránsito y los estudios de movilidad urbana dependen críticamente de valores cinemáticos de referencia —como el factor de desaceleración (μ), la velocidad de marcha peatonal o la deceleración de ciclistas— que se citan extensamente en la literatura técnica y pericial. Sin embargo, estos valores provienen en su mayoría de estudios desarrollados en condiciones ambientales, de infraestructura y de usuario propias de países de alto ingreso, lo cual plantea interrogantes legítimos sobre su validez local.

El presente taller se propone someter a verificación empírica esos valores publicados, empleando el GPS integrado en la cámara GoPro Hero 7 Black como instrumento de medición, y contrastando los resultados con las referencias bibliográficas consolidadas de la comunidad científica internacional.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Marco Teórico por Variable

1 Factor de Desaceleración en Vehículos con ABS

El sistema de frenos antibloqueo (ABS) maximiza la fricción entre neumático y calzada evitando el deslizamiento total. El factor de desaceleración se expresa como:

$a = \mu \cdot g$ donde μ es el coeficiente de fricción neta y $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Los valores publicados más frecuentemente en literatura pericial son:

Fuente	μ (ABS)	Condiciones
NHTSA (2000)	0,80 – 0,85	Asfalto seco
Fricke (1990) – <i>Traffic Accident Reconstruction</i>	0,75 – 0,85	Asfalto estándar
SAE J2534 / estudios de homologación	$0,80 \pm 0,05$	Pruebas controladas
Noon (1994)	0,70 – 0,80	Variable según neumático y pavimento

La justificación para medirlo con GPS reside en que la curva de velocidad $v(t)$ adquirida por el sensor permite calcular la desaceleración media mediante regresión lineal o diferencia finita, sin necesidad de equipos de instrumentación especializada.

2 Factor de Desaceleración para Ciclistas

La deceleración de una bicicleta depende del tipo de freno (disco, llanta), superficie, y habilidad del ciclista. Los valores de referencia incluyen:

Fuente	Desaceleración (m/s^2) Equivalente μ	
Cuerden et al. (2016) – TRL	3,4 – 5,9 m/s^2	0,35 – 0,60
OECD/ITF (2012)	3,0 – 4,5 m/s^2	0,30 – 0,46
Bundesanstalt für Straßenwesen	4,0 – 6,5 m/s^2	0,41 – 0,66

Este es uno de los parámetros con mayor dispersión en la literatura, lo que refuerza la pertinencia de una verificación local.

3 Velocidad de Marcha Peatonal

La velocidad de caminata influye directamente en el diseño de pasos peatonales y en la reconstrucción de atropellamientos. Los valores de referencia son:

Fuente / Contexto	Velocidad (m/s)
HCM 6th Ed. (TRB, 2016)	1,2 m/s (diseño)
Knoblauch et al. (1996) – FHWA	1,3 – 1,5 m/s (adultos activos)
Older (1968) / Fruin (1971)	1,2 – 1,4 m/s
OMS – adultos mayores	0,8 – 1,0 m/s

2.4 Velocidad de Marcha Rápida (Paso Acelerado)

Fuente	Velocidad (m/s)
Bohannon (1997) – metaanálisis	1,4 – 2,0 m/s (paso rápido solicitado)
Hoxie & Rubenstein (1994)	1,6 – 1,9 m/s
AASHTO Green Book (2011)	1,5 m/s (cruce de intersecciones)

INSTRUMENTAL

Justificación del Instrumento: GPS de GoPro Hero 7

La GoPro Hero 7 Black incorpora un módulo GPS con frecuencia de muestreo de hasta **18 Hz**, lo que permite una resolución temporal adecuada para capturar eventos transitorios de frenado (que suelen durar entre 1,5 y 4 segundos).

Ventajas técnicas:

- Frecuencia de muestreo: 18 Hz (apta para calcular aceleraciones de hasta $\sim 2 \text{ m/s}^2$ con error aceptable)
- Integración con software de extracción como **GoPro Telemetry Extractor**, **Dashware** o la biblioteca de código abierto **gopro-telemetry**
- Datos exportables en formato JSON/CSV: latitud, longitud, velocidad (m/s), altitud, precisión horizontal
- No requiere calibración externa ni equipos costosos

Limitaciones a declarar:

- Precisión posicional: $\pm 2,5 - 5 \text{ m}$ (CEP), lo que implica que la velocidad derivada tiene un error típico de $\pm 0,1 - 0,3 \text{ m/s}$
- Susceptible a pérdida de señal en zonas con obstrucción satelital
- La derivación de aceleración a partir de velocidad amplifica el ruido de medición $\rightarrow$ se recomienda suavizado por filtro Savitzky-Golay o media móvil

Diseño Metodológico Propuesto

1 Protocolo para vehículo con ABS

1. Seleccionar tramo recto de asfalto seco, homogéneo y libre de tráfico
2. Acelerar hasta velocidades de 40, 60 y 80 km/h
3. Aplicar freno de emergencia máximo (ABS activo, verificado por pulsación pedal)
4. Repetir mínimo **5 veces** por velocidad inicial $\rightarrow n \geq 15$ ensayos
5. Extraer curva $v(t)$ del GPS; calcular $\mu = a/g$ por regresión en tramo lineal de desaceleración

2 Protocolo para ciclistas

1. Ciclistas de distinto nivel (principiante / intermedio / experto), misma bicicleta
2. Velocidad inicial normalizada: 20 y 30 km/h
3. Frenada máxima con ambas manos
4. $n \geq 5$ repeticiones por sujeto por velocidad
5. Registrar tipo de freno, presión de inflado y estado de la superficie

3 Protocolo para peatones

1. Tramo llano de 20 m delimitado con marcas visibles
2. Consigna 1: "caminar a paso normal"
3. Consigna 2: "caminar a paso rápido, como si se apurara a cruzar"
4. Muestra: mínimo 20 sujetos por grupo (adultos jóvenes, adultos medios, adultos mayores)
5. GoPro colocada en cintura con arnés o en mochila; alternativamente, GPS de smartphone como control paralelo

6. Variable dependiente: velocidad media en los 10 m centrales (excluyendo aceleración inicial y desaceleración final)
-

Análisis Estadístico

Para cada variable se propone:

- **Estadística descriptiva:** media ($\bar{x}$), desviación estándar (s), intervalo de confianza al 95%
 - **Prueba de hipótesis:** contraste de la media obtenida contra el valor de tabla (prueba t de una muestra, $\alpha = 0,05$)
 - **Tamaño del efecto:** d de Cohen para evaluar la magnitud de la diferencia
 - **Análisis de sensibilidad:** variación del resultado al excluir outliers (método IQR)
-

Valor Científico y Pericial del Taller

La verificación local de estos parámetros tiene implicaciones directas en:

- **Pericia accidentológica:** un μ_{ABS} medido en pavimento local puede diferir del valor de tabla utilizado en el cálculo de velocidad de colisión, alterando significativamente la reconstrucción
- **Diseño de infraestructura:** los tiempos de ciclo semafórico y las longitudes de cruce peatonal se calculan con velocidades de marcha que pueden no ser representativas de la población local
- **Validación de modelos de simulación:** programas como PC-Crash o SMAC utilizan valores de μ que deben contrastarse con condiciones reales

La metodología propuesta es replicable, de bajo costo, y contribuye a construir una base de datos local que puede ser citada en informes periciales y publicaciones regionales.

Referencias Bibliográficas Clave

- Fricke, L. (1990). *Traffic Accident Reconstruction*. Northwestern University Traffic Institute.
- Noon, R. K. (1994). *Engineering Analysis of Vehicular Accidents*. CRC Press.
- Transportation Research Board (2016). *Highway Capacity Manual*, 6th Ed.
- Cuerden, R. et al. (2016). *Cyclist deceleration rates*. TRL Published Project Report.
- Bohannon, R. W. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20–79. *Age and Ageing*, 26(1), 15–19.
- FHWA (1996). *Pedestrian and Bicycle Data Collection*. Knoblauch et al.
- GoPro Inc. (2019). *Hero 7 Black User Manual – GPS Telemetry Specifications*.

Asociación de Peritos en Investigación de Accidentes de Tránsito

Personería Jurídica: Matrícula N° 4046, Acta 91/19

e-mail: administracion@apiat.org

Site Web: www.apiat.org