



ingeniería Forense Vial

Ensayos de Severy



Investigación – desarrollo – aplicación

Introducción

En 1970 Severy y otros, presentaron un trabajo realizado para el Instituto de Ingeniería del Transporte y Tránsito de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA –ITTE).

En él se describieron siete ensayos de choque (experimentos x127 a x133) entre distintos modelos de motocicletas y un modelo de automóvil, el estudio contó con la ayuda financiera de Honda y Chrysler quienes donaron los vehículos para realizar estos ensayos. Estos ensayos representan, aún hoy en día, un avance muy importante en la investigación de este tipo de siniestros.

El estudio fue motivado por el gran crecimiento del parque de motocicletas en California en esos años y el consiguiente aumento de siniestros donde el 80% involucraba personas jóvenes de hasta 30 años.

Han pasado años desde estos primeros ensayos y hemos podido comprobar que varios aspectos del choque entre motocicletas y automóviles ahí estudiados y reseñados siguen completamente vigentes.

De hecho, fue un primer estudio exhaustivo que sentó las bases para otros estudios más modernos y para el desarrollo de nuevas técnicas que permiten estimar la velocidad de impacto de la motocicleta,

IFV -Ensayos de Severy

A continuación, brindamos un resumen de este trabajo donde se realizaron los primeros ensayos de choque entre motocicletas y automóviles, utilizando dummies.

Los ensayos se realizaron de la siguiente forma: mediante un sistema de guía, la motocicleta (Honda CL-90, CB-350 y CB 750) se impactaba en forma ortogonal contra el lateral de un automóvil estacionado (se usaron dos Plymouth Fury 1964). La posición del impacto en el automóvil se predefinía, mediante un sistema rectangular de referencia pintado en el pavimento, se hacía coincidir esta posición con la línea de acción de la motocicleta. El sistema de guía estaba diseñado para acelerar la motocicleta hasta que ésta era liberada unos instantes antes del impacto con el automóvil, de forma que por su inercia seguía en línea recta, vertical, hasta el choque. En ella viajaba un muñeco antropométrico (dummy Sierra Model 262-50 y 292-95) estandarizado con y sin casco según el ensayo. Este dummy era retenido por unas sujeciones en las muñecas y las rodillas que se rompían debido a las aceleraciones durante el impacto, de esta forma se mantenía en la posición normal de conducción y podía desarrollar los movimientos naturales del cuerpo humano durante el choque. El dummy tenía colocados transductores para determinar aceleraciones en la cabeza, torso y caderas, se realizaron filmaciones de alta velocidad de los impactos y se midieron posiciones finales de los vehículos, deformaciones, ángulos de giro, etc.

De esta forma se pudieron estudiar los siguientes puntos:

- 1.- La cinemática del cuerpo del motociclista durante la colisión.
- 2.- La dinámica de la colisión de ambos vehículos, incluyendo medidas de deformaciones máximas.
- 3.- Los valores máximos de la deceleración en cabeza, torso y caderas del motociclista.
- 4.- Valores máximos de deceleración en el conductor y el acompañante del automóvil.
- 5.- Medidas y evaluación de los daños en la motocicleta y el automóvil según la velocidad de impacto y el tamaño de ésta.

A partir de las filmaciones de alta velocidad se obtuvo una descripción detallada del desarrollo del impacto entre ambos vehículos y de los movimientos del dummy (conductor) durante el impacto. A pesar del tiempo transcurrido, este estudio sigue vigente, ya que, a diferencia de muchos ensayos posteriores, estos se realizaron con dummies, pudiendo así simular los movimientos cinemáticos del conductor durante el choque, obteniéndose una aproximación bastante ajustada a la realidad. Muchos ensayos posteriores solo usaron impactos de motocicletas contra barreras o automóviles estacionados. Estas descripciones muestran la relativa complejidad de los movimientos del conductor de la motocicleta en el impacto.

La descripción del colapso del tren delantero de la motocicleta como cita Fricke se desarrolla de la siguiente forma: "Cuando el neumático de la rueda frontal de la motocicleta entra en contacto con el lateral metálico (del automóvil), ocurre un achatamiento inicial de éste, acompañado por alguna deformación en el panel del auto y del tren delantero de la moto. Esto es seguido por la desaceleración completa del conjunto de la rueda delantera, generalmente sin una distorsión significativa de ésta. A medida que la rueda penetra se

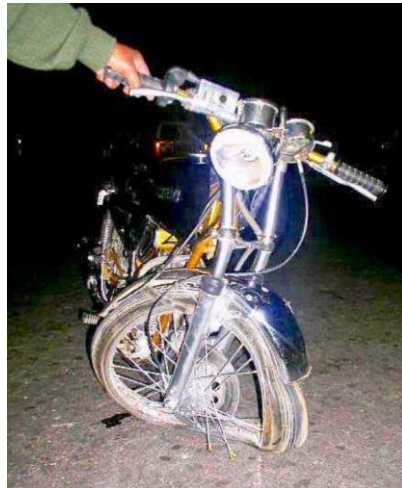
IFV -Ensayos de Severy

deforman el lateral metálico del auto y el conjunto delantero de la moto, en ésta el sistema de suspensión se comprime quedando en esa posición a medida que avanza este proceso. Simultáneamente, la masa principal de la motocicleta (todo lo que se encuentra por detrás del conjunto de la rueda delantera) continúa moviéndose hacia adelante con una desaceleración moderada. Al final entran en contacto partes del motor con el conjunto del tren delantero deformado. Para velocidades de impacto moderadas esto constituye el final de la fase de colapso, para velocidades más elevadas por encima de 30 mi/h (48 km/h) la rueda delantera se deforma en forma permanente y colapsa en algunos casos.”

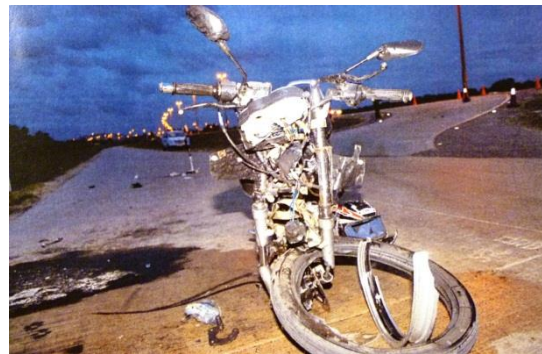
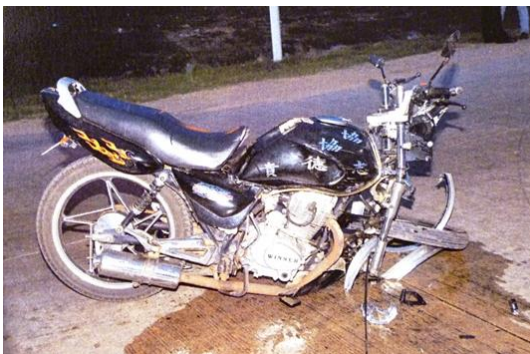
“En general, el colapso del tren delantero de la motocicleta al impactar contra el lateral del auto se completa en un tiempo de entre 40 y 60 ms, luego del primer contacto, con una penetración máxima en el lateral del automóvil a los 80 ms.”

Observaciones:

a.- Esta descripción se ajusta a motocicletas de ruedas con rayos, posteriormente a la realización de este estudio muchas motocicletas se fabricaron con llantas metálicas con radios, el colapso de estas ruedas por lo general se da con su rotura, más que con su deformación.



Observación a: colapso de una llanta con rayos, alabeada por la componente normal de las fuerzas transferidas en el impacto con el automóvil en marcha, caso real.



Observación b: colapso de una llanta con rayos, alabeada por la componente normal de las fuerzas transferidas en el impacto por el automóvil en marcha, caso real.

b.- En impactos reales donde el automóvil está en marcha, la rueda delantera sufre una distorsión significativa, quedando en muchos casos alabeada, por esto puede no producirse el contacto entre el motor y la parte trasera de la rueda, al deformarse el conjunto delantero de la motocicleta.

c.- En este estudio se indica como mecanismo de transferencia de las fuerzas en el impacto entre ambos vehículos las ejercidas por el conjunto delantero contra el lateral del automóvil.

Respecto a los tamaños de las motocicletas Severy aportó una conclusión muy importante: "El acortamiento permanente de la distancia entre ejes de la motocicleta como resultado de la colisión varía linealmente con la velocidad de colisión y no parece estar afectada por la variación del tamaño de la motocicleta ni por la ubicación del impacto." (ver Figura 1)

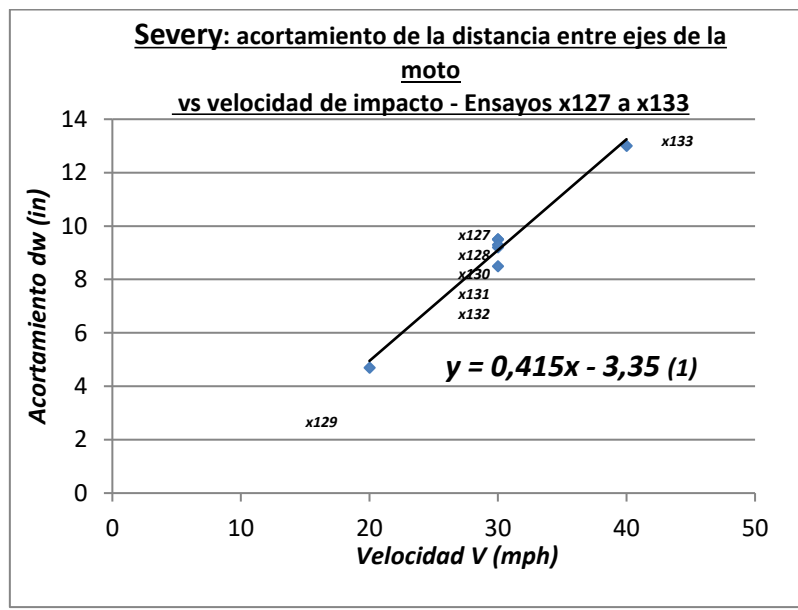


Figura 1: La ecuación (1) en pulgadas y mph

En los siete ensayos del informe se describen en detalle los movimientos cinemáticos del dummy (conductor) durante el impacto.

En el análisis del ensayo x128, en el cual se impactó, una motocicleta Honda 350 contra un Plymouth Fury (1966), en forma ortogonal, en la puerta del conductor a 30 mph (unos 32 km/h). En este ensayo el conductor de la motocicleta (dummy) permanece en su postura normal sentado hasta que en el choque la motocicleta llega producir la deformación máxima de la puerta a los 55 ms, a continuación, el conductor es acelerado hacia adelante y se desliza sobre el asiento de la motocicleta hasta que sus rodillas impactan con el lateral del automóvil a los 75 ms.

Después su cuerpo pivotea alrededor de sus rodillas por sobre el manubrio de la motocicleta alcanzando una postura cuasi - vertical con el torso a la altura del techo del automóvil. El pecho golpea el pilar izquierdo del parabrisas, llegando a una desaceleración de 56 g a los 120 ms. En ese momento el cuerpo pivotea alrededor de su pecho e impacta con la cabeza en la parte superior del parabrisas con una desaceleración de 90 g a los 170 ms. Luego el cuerpo rueda hacia la izquierda por sobre el capot del automóvil hasta llegar

IFV -Ensayos de Severy

a una posición boca arriba al 1er. segundo, a continuación, éste se desliza sobre el capot, levantándose y cayendo hacia su derecha, asumiendo una posición aproximadamente sentada por un breve instante por sobre el guardabarros de la rueda delantera derecha y a continuación se desploma en el suelo al costado derecho del auto.

El ensayo x 133, entre una Honda 350 y un Plymouth Fury, fue el que se hizo a la mayor velocidad de impacto, a 40 mph, o sea unos 64 km/h. Este ensayo es importante porque describe las desaceleraciones actuantes sobre el dummy para velocidades altas, la pérdida del casco y el efecto de rebote que sufre la motocicleta durante el impacto, sobre el cual hablaremos más adelante. La puerta del conductor fue deformada totalmente por el impacto de la motocicleta, el brazo derecho del motociclista atravesó el vidrio de ésta extendiéndose en toda su longitud frente a la cabeza del conductor del automóvil, creando una lluvia de partículas de vidrio. El cuerpo del conductor de la motocicleta estando en posición sentado, se desplazó sobre el asiento y comenzó a resbalar sobre el tanque de nafta, a los 63 ms cuando se alcanzó la máxima penetración en el lateral del automóvil pasó de una posición de sentado a una postura erguida inclinada ligeramente hacia adelante sobre el manillar de la moto. Sus rodillas se hallaban inmersas en el lateral deformado del auto soportando una desaceleración máxima de 71 g a los 55 ms. El cuerpo pivoteó alrededor de las rodillas, tomando una posición vertical, haciendo que el pecho impactara contra el pilar izquierdo del parabrisas, soportando una desaceleración de 109 g a los 80 ms. Esta desaceleración súbita en el pecho hizo que su cabeza se acelerara hacia adelante haciendo que la cara del dummy impactara directamente en el techo del automóvil con 105 g a los 105 ms. Las desaceleraciones bruscas y alternadas de la cabeza hicieron que se estirara la correa del casco haciendo que éste saliera volando, dejando la cabeza sin protección del conductor para los siguientes impactos contra el automóvil y el pavimento hasta su reposo final a los 1.42 s. Durante el desarrollo del impacto se advierte que la moto levanta su rueda trasera hasta que debido a la desaceleración vuelve a caer haciendo contacto con el pavimento, desplazándose hacia atrás 23 pulgadas (rebote 58 cm), para terminar, cayendo sobre su lado derecho a los 1.5 s en su posición de reposo final. Por su lado el conductor durante el rebote de la motocicleta vuelve a quedar en una posición vertical sobre el tanque de nafta hasta que posteriormente cae al pavimento a un lado de la moto quedando tendido sobre su espalda en su posición final. En el impacto el automóvil osciló hacia su derecha un ángulo de hasta 15 grados respecto a la vertical, levantándose sobre su lado izquierdo y desplazándose lateralmente 2 pies. El colapso del tren delantero de la motocicleta se ubicó en las 21 pulgadas (53 cm).

Por los años 70 se había arraigado el concepto de que un motociclista podía evitar lesiones en el caso de un choque con otro vehículo a velocidades bajas y moderadas "rodando con el golpe". Aquí debe considerarse el hecho que el impacto durante el choque que recibe el conductor (en la cabeza) puede exceder las dos toneladas liberadas en menos de un décimo de segundo, seguido a menudo de un impacto igualmente severo cuando éste a continuación golpea el pavimento.

A pesar de que lo usual es que el incremento de la velocidad de impacto incremente el riesgo de sufrir heridas graves o mortales, pueden ocurrir situaciones aisladas en que esto no ocurra. Hay casos en que a menor velocidad (20 mph en vez de 30 mph) ocurren impactos mayores en la cabeza del motociclista; esta característica es similar a la observada en ensayos de choque entre vehículos y peatones realizados en la UCLA.

La cinemática del cuerpo del conductor de la motocicleta coincide con la cinemática de un pasajero sin cinturón de seguridad dentro del habitáculo de un automóvil sometido a un

impacto frontal. Éste se desliza hacia adelante, manteniendo la posición sentado hasta que sus rodillas impactan contra la estructura opuesta. En ese instante el torso del sujeto se acelera hacia adelante y con frecuencia se eleva hasta que impacta contra esta estructura.

En el informe de Severy se realizan las siguientes observaciones:

“El motociclista se enfrenta a los mismos dos riesgos que en el caso de un peatón, su destino en el choque depende de la naturaleza de la estructura impactada y de la orientación de su cuerpo durante el impacto, cuando golpea el pavimento u otro objeto fijo. La velocidad de la motocicleta antes del choque puede hacer que el daño sufrido sea aún más severo que el que ocurre en un caso comparable de un impacto entre un vehículo y un peatón.”

“A diferencia del automovilista que está rodeado por la protección del habitáculo de pasajeros, el motociclista protege parcialmente su motocicleta. Su cuerpo sirve con frecuencia como estructura de absorción de energía, reduciendo el daño que pueda sufrir la motocicleta. A excepción del uso del casco protector, no ha habido una mejora significativa de la seguridad contra choques en motocicletas durante este siglo (XX).”

“La probabilidad de que un motociclista se vea involucrado en un siniestro de tránsito es mayor que la de un conductor de automóvil, debido a la relativa falta de conspicuidad de la motocicleta y su conductor. La motocicleta (en general) no cumple con los requisitos para una buena percepción (del vehículo que se acerca), tales como son su tamaño, velocidad y geometría. Cuando se percibe al motociclista frecuentemente es demasiado tarde para realizar una acción evasiva y evitar la colisión.”

Bibliografía:

1. SAE Paper 700897

Motorcycle Collision Experiments

Derwyn M. Severy, Harrison M. Brink, and David M. Blaisdell
Institute of Transportation and Traffic Engineering
University of California, Los Angeles
1970

2. Traffic Crash Reconstruction

Second edition

Lynn B. Fricke

Northwestern University
Evanston, Illinois
2010



Ingeniería Forense Vial

Investigación – desarrollo - aplicación

Montevideo - Uruguay

2022