

*AGRUPACIÓN de INGENIEROS en  
INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES*

# **El Dictamen Pericial de Ingeniería en los Accidentes de Tránsito**

<http://www.aiia.org.ar>  
[info@aiia.org.ar](mailto:info@aiia.org.ar)

## **ALGUNOS OBJETIVOS DE AIIA**

- **Promover la formación específica de ingenieros en actividad forense.-**
- **Intercambiar experiencias profesionales y conocimientos.-**
- **Debatir cuestiones técnicas y su aplicación a los procesos judiciales.-**
- **Jerarquizar la profesión en la actividad judicial.-**
- **Promover actividades institucionales en el ámbito judicial.-**
- **Colaborar con organismos e instituciones del área de la seguridad vial.-**



*AGRUPACIÓN de INGENIEROS en  
INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES*

<http://www.aiia.org.ar>

**Agrupación Civil sin fines de lucro con personería Jurídica**

# **ANÁLISIS DE UN CASO REAL**

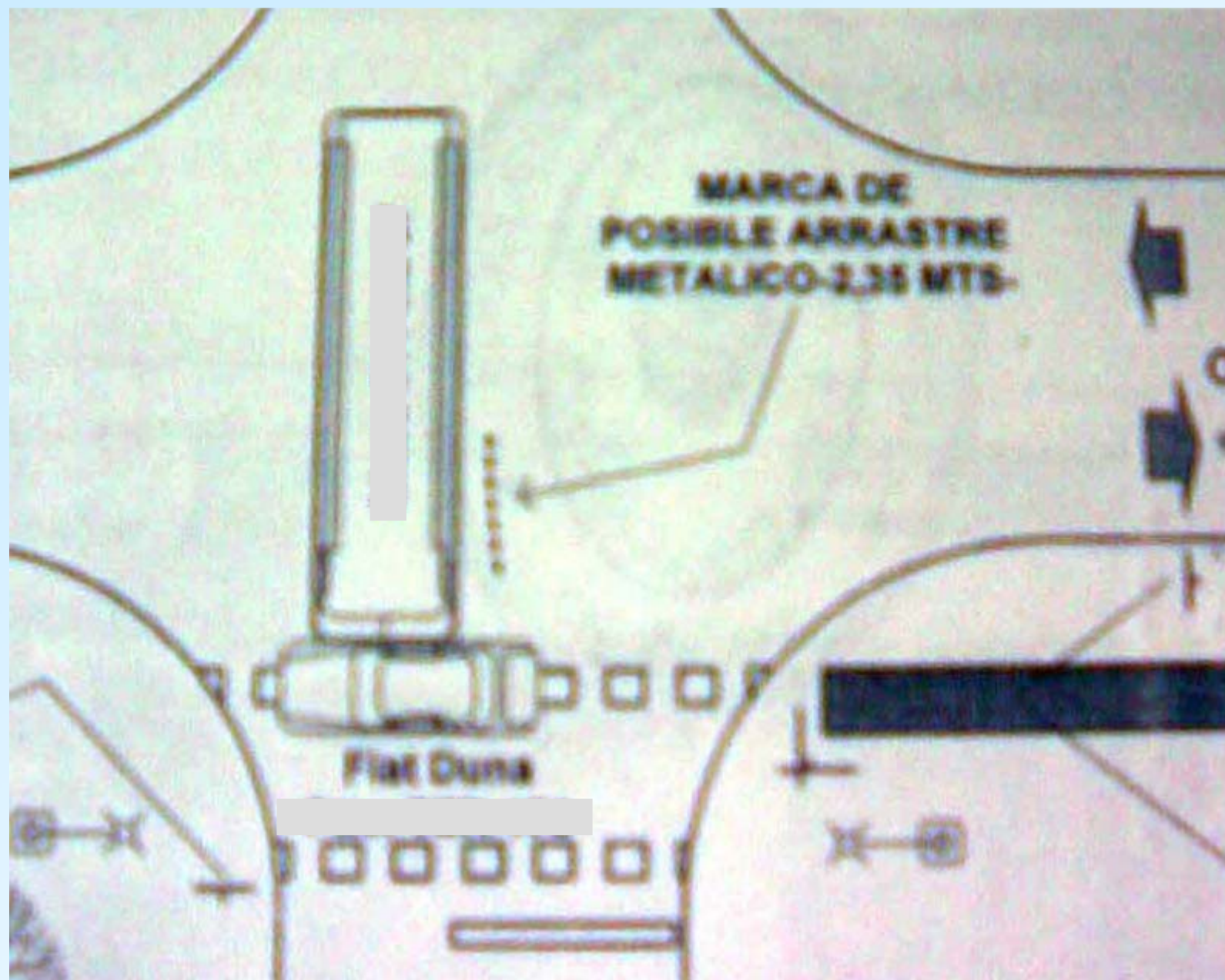
## **Aplicación del Principio de Conservación de la Cantidad de Movimiento**



## ELEMENTOS CON QUE SE CUENTA



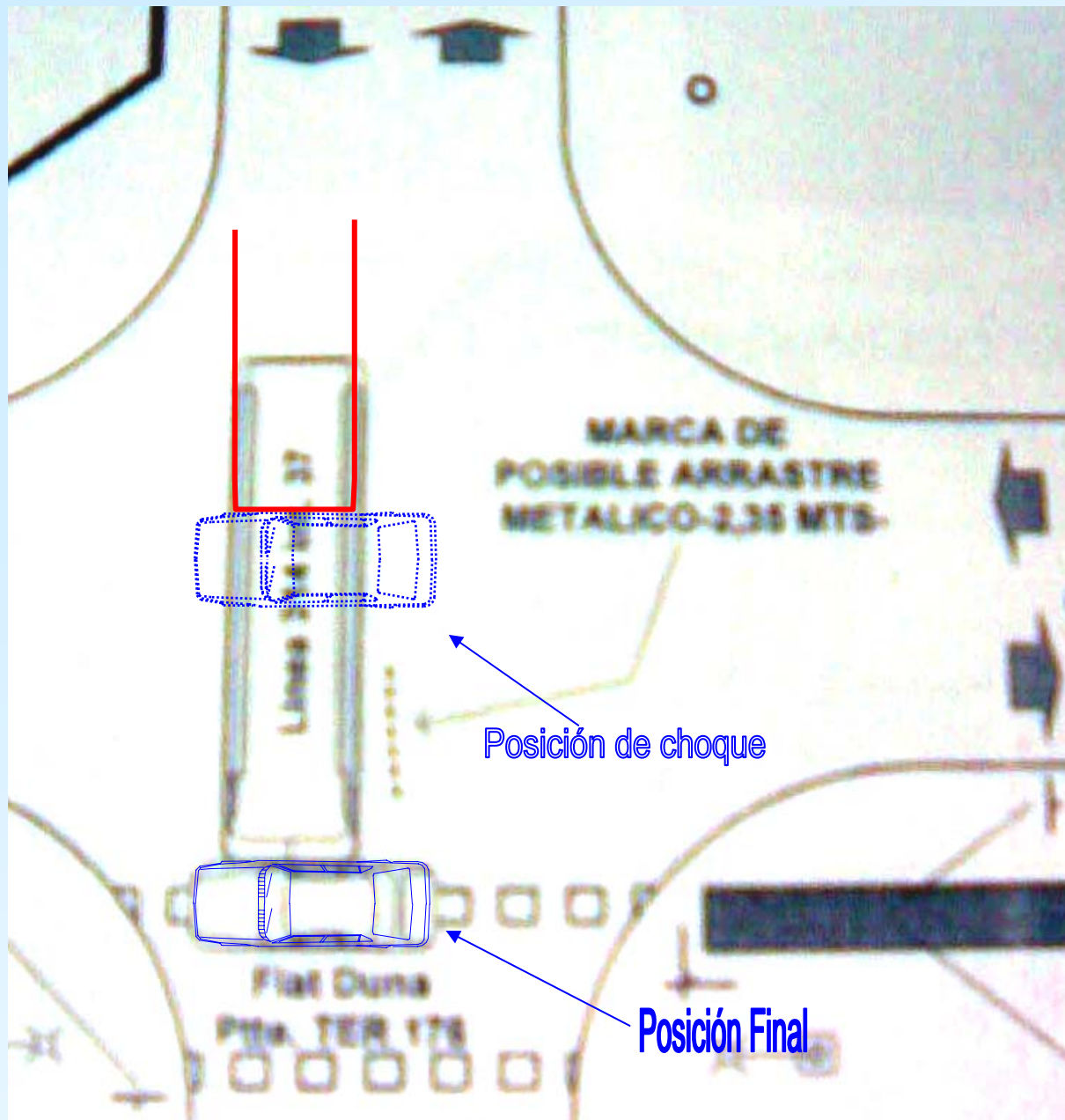














## CONSERVACIÓN DE ENERGÍA

$$E_c = E'_c + E'_a + L_d$$

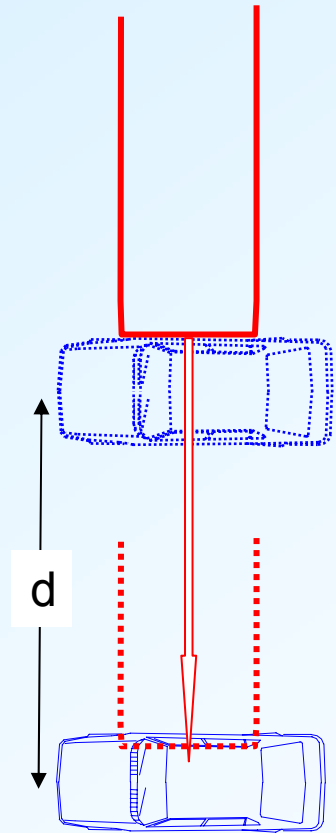
$$\frac{1}{2} M_c V_c^2 = \frac{1}{2} M_c v'_c{}^2 + \frac{1}{2} M_a v'_a{}^2 + L_{d_c} + L_{d_a}$$

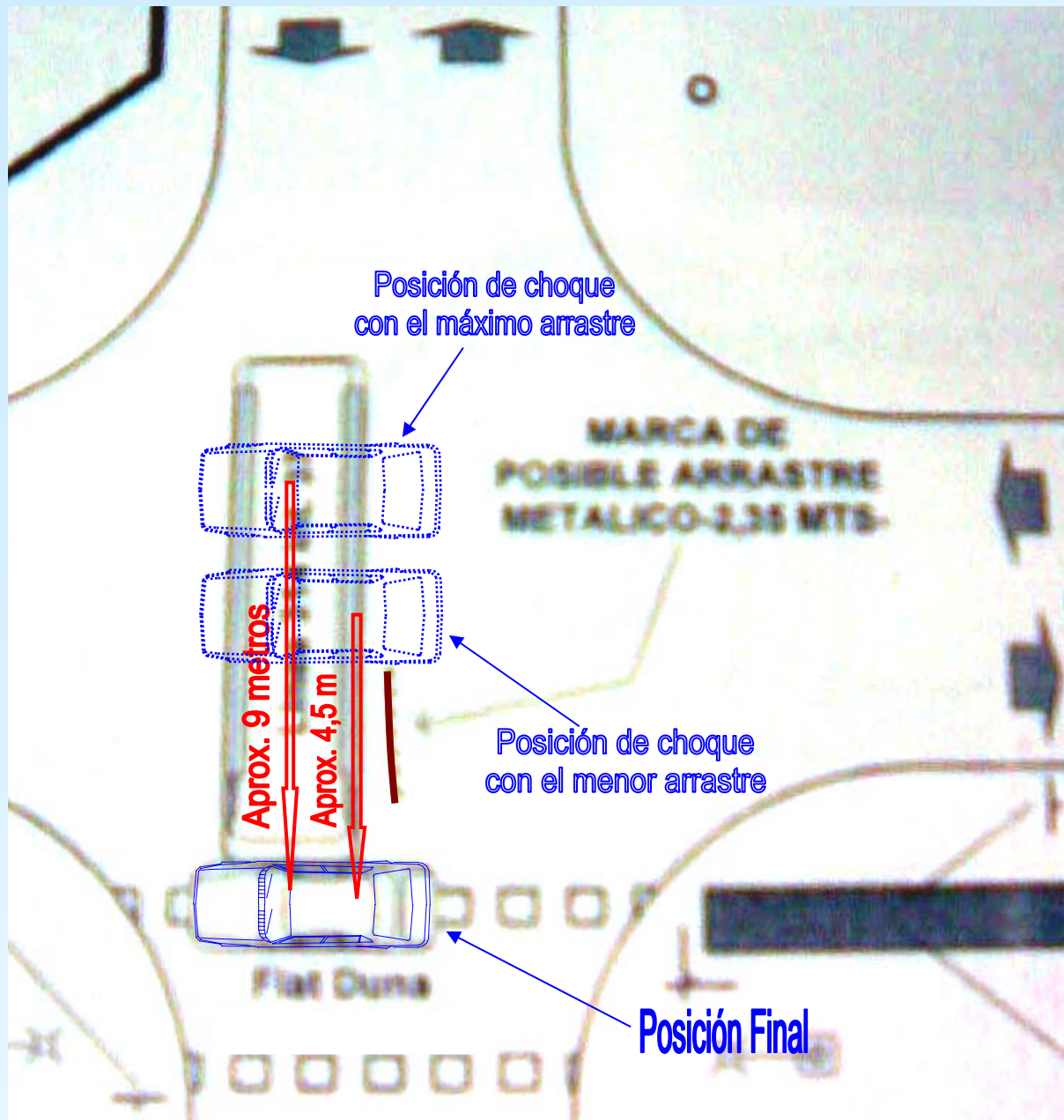
$$v'_c = (2 \mu_1 g d_1)^{1/2}$$

$$v'_a = (2 \mu_2 g d_2)^{1/2}$$

## CONSERVACIÓN DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO

$$M_c V_c = M_c v'_c + M_a v'_a$$





# PROPUESTA DE RESOLUCIÓN POR CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO

$$M_1 V_1 = M_1 v'_1 + M_2 v'_2$$

$$V_1 = v'_1 + \frac{M_2}{M_1} v'_2$$

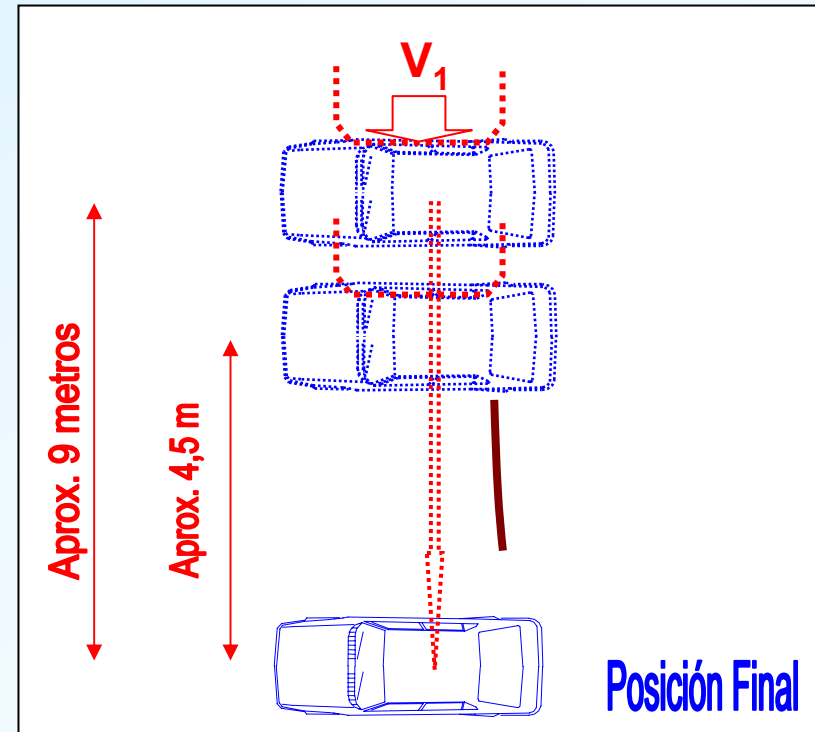
Definido

Definido =  $f(\mu_2)$   
(Pero indefinido por  $d_2$ )

$$v'_2 = (2 \mu_2 g d_2)^{1/2}$$

Indefinido =  $f(\mu_1) (d_1)$

$$v'_1 = (2 \mu_1 g d_1)^{1/2}$$





## PRIMERA APROXIMACIÓN TOMANDO:

- LA MENOR EXTENSIÓN POSIBLE DEL ARRASTRE (4,5 metros)
- EL MENOR PESO POSIBLE DEL COLECTIVO (9000 kg)
- EL MENOR  $\mu_1$  POSIBLE PARA EL COLECTIVO (0,2)

### CHOQUE CON ARRASTRE LATERAL COLECTIVO-AUTO

$m_1$ = Masa vehículo 1

$m_2$ = Masa vehículo 2

$d_1$ = Distancia post choque veh. 1

$d_2$ = Distancia post choque veh. 2

$\mu_1$  y  $\mu_2$  = Coeficientes de adherencia post choque

$v_1$ = Veloc. Post ch. veh. 1 =  $(2 \mu_1 g d_1)^{1/2}$

$v_2$ = Veloc. Post ch. veh. 2 =  $(2 \mu_2 g d_2)^{1/2}$

$$m_1 V_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

$$V_1 = v'_1 + (m_2/m_1) v'_2$$

$m_1$ (kg)	$m_2$ (kg)	$d_1$ (m)	$d_2$ (m)	$\mu_1$	$\mu_2$	$v_1$ (m/s)	$v_2$ (m/s)	$V_1$ (m/s)
9000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,23

$V_1$ (km/h)
19

CONSIDERANDO AHORA OTROS POSIBLES COEFICIENTES  $\mu_1$   
PARA EL COLECTIVO:

### CHOQUE CON ARRASTRE LATERAL COLECTIVO-AUTO

$m_1$ = Masa vehículo 1

$m_2$ = Masa vehículo 2

$d_1$ = Distancia post choque veh. 1

$d_2$ = Distancia post choque veh. 2

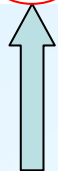
$\mu_1$  y  $\mu_2$  = Coeficientes de adherencia post choque

$$v_1' = \text{Veloc. Post ch. veh. 1} = (2 \mu_1 g d_1)^{1/2}$$

$$m_1 V_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$V_1 = v_1' + (m_2/m_1) v_2'$$

$m_1$ (kg)	$m_2$ (kg)	$d_1$ (m)	$d_2$ (m)	$\mu_1$	$\mu_2$	$v_1'$ (m/s)	$v_2'$ (m/s)	$V_1$ (m/s)	$V_1$ (km/h)
9000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,23	19
9000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,97	25
9000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,31	30



TOMANDO AHORA LA MAYOR EXTENSIÓN POSIBLE DEL ARRASTRE (9 metros) PARA LOS MISMOS TRES VALORES DE COEFICIENTES  $\mu_1$  PARA EL COLECTIVO:

### CHOQUE CON ARRASTRE LATERAL COLECTIVO-AUTO

$m_1$ = Masa vehículo 1

$m_2$ = Masa vehículo 2

$d_1$ = Distancia post choque veh. 1

$d_2$ = Distancia post choque veh. 2

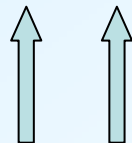
$\mu_1$  y  $\mu_2$  = Coeficientes de adherencia post choque

$$v_1 = \text{Veloc. Post ch. veh. 1} = (2 \mu_1 g d_1)^{1/2}$$

$$m_1 V_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

$$V_1 = v'_1 + (m_2/m_1) v'_2$$

$m_1$ (kg)	$m_2$ (kg)	$d_1$ (m)	$d_2$ (m)	$\mu_1$	$\mu_2$	$v'_1$ (m/s)	$v'_2$ (m/s)	$V_1$ (m/s)	$V_1$ (km/h)
9000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,23	19
9000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,97	25
9000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,31	30
9000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,40	27
9000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,86	35
9000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,75	42





## REPITIENDO EL CÁLCULO PARA OTROS POSIBLES PESOS DEL COLECTIVO:

$m_1$  = Masa vehículo 1

$m_2$  = Masa vehículo 2

$d_1$  = Distancia post choque veh. 1

$d_2$  = Distancia post choque veh. 2

$\mu_1$  y  $\mu_2$  = Coeficientes de adherencia post choqu

$v_1$  = Veloc. Post ch. veh. 1 =  $(2 \mu_1 g d_1)^{1/2}$

$v_2$  = Veloc. Post ch. veh. 2 =  $(2 \mu_2 g d_2)^{1/2}$

$$m_1 V_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

$$V_1 = v'_1 + (m_2/m_1) v'_2$$

<b>m1</b> (kg)	<b>m2</b> (kg)	<b>d1</b> (m)	<b>d2</b> (m)	<b><math>\mu_1</math></b>	<b><math>\mu_2</math></b>	<b><math>v_1</math></b> (m/s)	<b><math>v_2</math></b> (m/s)	<b>V1</b> (m/s)	<b>V1</b> (km/h)
9000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,23	19
9000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,97	25
9000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,31	30
9000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,40	27
9000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,86	35
9000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,75	42
10000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,13	18
10000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,87	25
10000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,20	30
10000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,25	26
10000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,71	35
10000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,60	42

## REPITIENDO EL CÁLCULO PARA TODAS LAS VARIANTES:

m1 (kg)	m2 (kg)	d1 (m)	d2 (m)	$\mu 1$	$\mu 2$	v'1 (m/s)	v'2 (m/s)	V1 (m/s)	V1 (km/h)
9000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,23	19
9000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,97	25
9000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,31	30
9000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,40	27
9000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,86	35
9000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,75	42
10000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,13	18
10000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,87	25
10000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,20	30
10000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,25	26
10000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,71	35
10000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,60	42
12000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	4,97	18
12000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,71	24
12000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,05	29
12000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,03	25
12000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,49	34
12000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,38	41
14000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	4,86	18
14000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,60	24
14000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	7,94	29
14000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	6,88	25
14000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,34	34
14000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,23	40

Máximo →

Mínimo →

REPITIENDO EL CÁLCULO PARA TODAS LAS VARIANTES:

m1 (kg)	m2 (kg)	d1 (m)	d2 (m)	$\mu 1$	$\mu 2$	v'1 (m/s)	v'2 (m/s)	V1 (m/s)	V1 (km/h)
9000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,23	19
9000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,97	25
9000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,31	30
9000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,40	27
9000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,86	35
9000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,75	42
10000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,13	18
10000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,87	25
10000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,20	30
10000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,25	26
10000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,71	35
10000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,60	42
12000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	4,97	18
12000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,71	24
12000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,05	29
12000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,03	25
12000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,49	34
12000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,38	41
14000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	4,86	18
14000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,60	24
14000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	7,94	29
14000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	6,88	25
14000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,34	34
14000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,23	40



## OTROS PARÁMETROS QUE AHORA PUEDEN CALCULARSE PARA ACOTAR LOS RESULTADOS

### 1) COEFICIENTE DE RESTITUCIÓN

$$e = (v'_2 - v'_1) / (V_1 - V_2) = (v'_2 - v'_1) / V_1$$

$$0 < e < 1$$

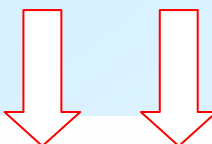
Para choques de automotores “e” toma valores entre 0 y 0,25, dependiendo de la plasticidad del choque.-

En nuestro caso sin duda ha sido “muy plástico”.-

### 2) TRABAJO O ENERGÍA DE DEFORMACIÓN

$$E_c = E'_c + E'_a + L_d$$

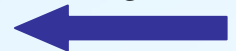
$$\frac{1}{2} M_c V_c^2 = \frac{1}{2} M_c v'_c{}^2 + \frac{1}{2} M_a v'_a{}^2 + L_d$$



m1 (kg)	m2 (kg)	d1 (m)	d2 (m)	$\mu_1$	$\mu_2$	$v_1'$ (m/s)	$v_2'$ (m/s)	V1 (m/s)	e	Ld (kj)	V1 (km/h)
9000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,23	0,80	5	19
9000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,97	0,35	21	25
9000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,31	0,14	33	30
9000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,40	0,80	9	27
9000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,86	0,35	42	35
9000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,75	0,14	66	42
10000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,13	0,82	4	18
10000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,87	0,36	20	25
10000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,20	0,14	33	30
10000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,25	0,82	9	26
10000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,71	0,36	41	35
10000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,60	0,14	65	42
12000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	4,97	0,85	4	18
12000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,71	0,37	20	24
12000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,05	0,14	32	29
12000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,03	0,85	7	25
12000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,49	0,37	39	34
12000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,38	0,14	64	41
14000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	4,86	0,86	3	18
14000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,60	0,37	19	24
14000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	7,94	0,14	31	29
14000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	6,88	0,86	6	25
14000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,34	0,37	38	34
14000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,23	0,14	63	40

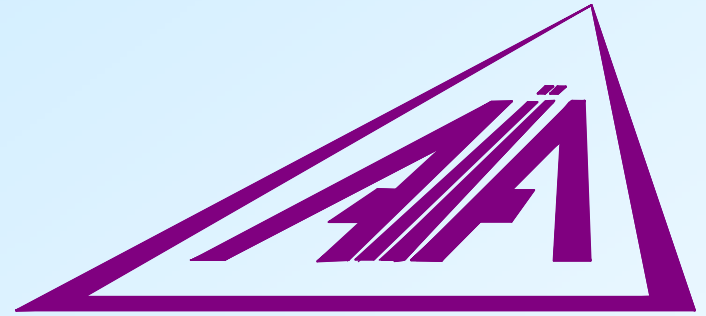
m1	m2	d1	d2	$\mu_1$	$\mu_2$	v'1	v'2	V1	e	Ld	V1-V2	V1
(kg)	(kg)	(m)	(m)			(m/s)	(m/s)	(m/s)		(kj)	(m/s)	(km/h)
9000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,23	0,80	5	5,23	19
9000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,97	0,35	21	6,97	25
9000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,31	0,14	33	8,31	30
9000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,40	0,80	9	7,40	27
9000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,86	0,35	42	9,86	35
9000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,75	0,14	66	11,75	42
10000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	5,13	0,82	4	5,13	18
10000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,87	0,36	20	6,87	25
10000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,20	0,14	33	8,20	30
10000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,25	0,82	9	7,25	26
10000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,71	0,36	41	9,71	35
10000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,60	0,14	65	11,60	42
12000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	4,97	0,85	4	4,97	18
12000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,71	0,37	20	6,71	24
12000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	8,05	0,14	32	8,05	29
12000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	7,03	0,85	7	7,03	25
12000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,49	0,37	39	9,49	34
12000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,38	0,14	64	11,38	41
14000	1100	4,5	4,5	0,2	0,8	4,2	8,4	4,86	0,86	3	4,86	18
14000	1100	4,5	4,5	0,4	0,8	5,9	8,4	6,60	0,37	19	6,60	24
14000	1100	4,5	4,5	0,6	0,8	7,3	8,4	7,94	0,14	31	7,94	29
14000	1100	9	9	0,2	0,8	5,9	11,9	6,88	0,86	6	6,88	25
14000	1100	9	9	0,4	0,8	8,4	11,9	9,34	0,37	38	9,34	34
14000	1100	9	9	0,6	0,8	10,3	11,9	11,23	0,14	63	11,23	40

Máx.



Mín.





*AGRUPACIÓN de INGENIEROS en  
INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES*

# **El Dictamen Pericial de Ingeniería en los Accidentes de Tránsito**

<http://www.aiia.org.ar>  
[info@aiia.org.ar](mailto:info@aiia.org.ar)