

# La Ingeniería Forense

## Su aplicación a la Investigación de los Siniestros Viales

Ing. Aníbal Oscar García  
agarcia@perarg.com.ar

### RESUMEN

*Como todas las especialidades universitarias, la Ingeniería adquiere una especificidad en su aplicación al ámbito forense. Especificidad que la hace contribuyente de aportes únicos e irrepetibles en la investigación de hechos criminales de diversa naturaleza, y a su vez, permite la interrelación transdisciplinaria con las demás profesiones universitarias que desarrollan actividades periciales, en auxilio de Magistrados y abogados.*

*La ingeniería entendida como disciplina de las Ciencias Técnicas -las que unen el conocimiento científico general y abstracto con el saber tecnológico-, resulta de aplicación en la investigación criminal relacionados con las fallas de máquinas y estructuras, sistemas de protección, sistemas de señalización y organización de las actividades humanas (la producción, el tránsito de personas y mercancías, los sistemas de información, etc.).*

*En el ámbito forense no es suficiente con la simple determinación de las causas tecnológicas que dan origen a un hecho de interés judicial. El Magistrado requiere establecer nexos de responsabilidad entre las cosas falladas y el accionar responsable de las personas físicas y jurídicas vinculadas a la guarda, al cuidado y al buen funcionamiento de las mismas.*

*Una aplicación de la Ingeniería Forense, es la investigación de **siniestros viales**. La investigación técnica de hechos acaecidos en la vía pública donde el elemento tecnológico que prima facie lo desencadena es un vehículo autopropulsado. Una tendencia derivada de la expansión descontrolada de la accidentología vial, ha generado una suerte de convicción social generalizada, de que la investigación se agota en establecer las acciones de las personas directamente relacionadas con el siniestro: conductores de vehículos protagonistas*

*y acciones de terceros, peatones y a lo sumo, incidencia de las señales reguladoras del tránsito, en la sucesión de eventos que desembocaron en el siniestro.*

*El presente ensayo reseña sumariamente algunos elementos que permiten intuir los ilimitados alcances de la aplicación de la Ingeniería al ámbito forense, para introducir el análisis metodológico de la investigación de un siniestro vial, su extensión y las ramificaciones de interés legal y social que derivan de un riguroso estudio del siniestro concreto.*

*Como parte de la exposición de la metodología general, y con el auxilio de la exposición de casos reales, en el texto se analiza en forma pormenorizada las consecuencias de una investigación científico-técnica rigurosa, y su aplicación en apoyo de la gestión de los diversos protagonistas de la litis (fiscales, querellantes, demandantes y defensores), concluyendo que en todos los casos realizan aportes insustituibles para una mejor calidad de la Justicia.*

# La Ingeniería Forense

## Su aplicación a la Investigación de los Siniestros Viales

### **1.- LA INGENIERÍA FORENSE**

Es objeto de este ensayo presentar los recursos que la Ingeniería pone a disposición de la investigación de hechos criminales, en los que se involucran fenómenos físicos de diferente complejidad, con aplicación específica a los siniestros viales, objeto de este encuentro.

La *ingeniería forense*, entendida como herramienta auxiliar de la Justicia, es parte integrante de las *Ciencias Forenses*, cuyo objeto es la aplicación de la ciencia y la tecnología –las denominadas CIENCIAS TÉCNICAS<sup>(1)</sup>–, al estudio de los aspectos fácticos que se encuentran en el origen de litigios, conflictos y situaciones controversiales entre personas de distinta naturaleza, con la finalidad de determinar el grado de probabilidad de ocurrencia de los hechos, y la relación de las personas físicas y jurídicas con los hechos y las cosas productoras de los mismos.

Las ciencias forenses son *ciencias de finalidad*, y esta definición es extensiva a la ingeniería forense. Sus objetivos se relacionan a necesidades concretas de identificar hechos *causales* de finalidades predeterminados. Entre los fines propios de la ingeniería forense puede citarse:

- El esclarecimiento de los hechos, de la naturaleza del litigio o controversia.
- La valoración del daño material producido
- El riesgo, definido técnicamente como la mensura de la producción probable de daño a futuro; la *siniestralidad*
- La identificación de distintos actores y protagonistas (personas físicas y jurídicas) y su relación con el sufrimiento y la producción del daño material.
- La identificación de acciones correctivas para prevenir o amortiguar el daño futuro probable (*atenuación de riesgo*) y su eventual valoración

La *Ingeniería Forense* abarca la totalidad de las ciencias básicas (matemáticas, física, química y algunas aplicaciones de biología) combinadas con los conocimientos tecnológicos de las máquinas e instalaciones productoras, por acción u omisión, de situaciones de daño real o potencial.

La base conceptual de la Ingeniería es la Física, ciencia teórica y experimental, cuyo objeto es investigar los fenómenos de la naturaleza. La Física define modelos abstractos (*conceptos*), expresados como relaciones matemáticas (ecuaciones, fórmulas), y verificadas a través de experimentos de laboratorio, que no sólo explican lo observado, sino que además pueden predecir nuevos fenómenos.

---

<sup>(1)</sup> Se denomina *Ciencias Técnicas* a la síntesis de los resultados adquiridos por la sociedad a consecuencia de la concurrencia de las ciencias de la Naturaleza y la Sociedad. Tienen carácter sistémico determinado por su origen y su objetivo: la producción de naturaleza social, y por la interacción recíproca entre el hombre y la naturaleza.

Las CT responden a cinco principios: 1) el de FINALIDAD, alcanzar objetivos predeterminados; 2) el de CONTROLABILIDAD, armonizar las disponibilidades generadas por la ciencia y el dominio de la técnica (cuestiones relacionadas a la ética y la moral); 3) el de FIABILIDAD, funcionamiento aún en el caso de fallo de algún componente o subsistema; 4) el de EFICIENCIA logro de una relación aceptable entre los esfuerzos invertidos y los resultados obtenidos, y 5) el de EFICACIA, medido por el grado de satisfacción de los fines propuestos.

Ingeniería es esencialmente *física integrada con tecnología*; es una forma de aplicación en la que los conceptos abstractos se especifican para adaptarse a la resolución de problemas concretos. En estos reducidos ámbitos la tecnología determina los límites de validez de los conceptos, y las relaciones concretas que vinculan distintos conceptos generales.

Un ejemplo; el fenómeno de la fricción. La simple observación permite apreciar que dos cuerpos deslizándose en contacto uno contra el otro ejercen una fuerza recíproca, que tiende a frenar su movimiento. El fenómeno de la fricción está físicamente definido por la *Ley de Coulomb*, que establece que la fuerza de fricción  $F_r$  es *proporcional* a la fuerza normal  $P$  existente entre ambos cuerpos. Formalmente se expresa como

$$F_r = f \times P$$

donde  $f$  es un coeficiente de proporcionalidad, que depende de la naturaleza de los materiales y las superficies en contacto, de las condiciones del medio ambiente (humedad, temperatura, etc). El coeficiente de proporcionalidad  $f$  puede ser constante en determinadas circunstancias o variar con determinadas condiciones.

La Ley de Coulomb es universal y se aplicará a todos los casos de interacción de cuerpos sólidos en movimiento relativo. Es tan aplicable al caso del buje con el eje en una rueda o volante, como al estudio de la interacción de un neumático sobre un pavimento, en un desplazamiento anormal de un automotor. En una ley universal de la Física.

Determinar el valor del coeficiente de proporcionalidad  $f$  para una circunstancia determinada, es un problema tecnológico, aún cuando en su determinación se utilizan recursos experimentales de la física. Sobre todo si se trata de condicionar, de predeterminar ese valor a determinados requerimientos (la resistencia del ala del trasbordador al calentamiento, la adherencia del vehículo en situaciones críticas, etc.).

La ingeniería como actividad humana, está presente en el diseño, construcción y prueba de los dispositivos y elementos que formarán parte de una forma concreta del fenómeno general de la fricción. En ese proceso de diseño, construcción y prueba se genera conocimiento, *saber técnico*, cuya utilización es vital en el análisis forense. Cuando se investiga un caso de interés judicial, la evidencia muestra la ocurrencia de diversos hechos, algunos de los cuales pueden ser representados, medidos y evaluados por aplicación *concurrente* de alguna de las leyes universales, y por el saber técnico aludido.

Quizá podamos ajustar algunas diferencias apreciables entre física e ingeniería, cuando se trata de abordar el estudio de aspectos determinados de las construcciones humanas y su rol sobre las probables causas de los hechos criminales que interesan a otra ciencia: el Derecho. Si se tratara de investigar explosiones, fenómenos de ataque al medio ambiente, fallos accidentales y sistemáticos de máquinas y estructuras, fallos en materiales en servicio, vicios de diseño, de construcción y de mantenimiento determinan circunstancias donde el saber de la física es una condición necesaria, mas no suficiente. Se requiere del saber tecnológico; del concurso de las ciencias técnicas para llegar a una dilucidación detallada y consistente de las relaciones de determinadas causas con determinadas consecuencias.

## CAPITULOS DE LA INGENIERÍA APLICABLES EN LA INVESTIGACIÓN FORENSE

Podría afirmarse sin cometer serios errores, que no existe materia de la física y de la ingeniería que no pueda ser empleada en algún caso criminal. Sin embargo, asumiendo la frecuencia con que se recurre, pueden listarse los siguiente capítulos principales.

- La *Geometría* o el estudio de las posiciones relativas de los cuerpos en el espacio, posiciones que pueden resultar fijas o variables en el tiempo. Se conocen dos ramas: la geometría *descriptiva* que se ocupa de las leyes de la representación (el dibujo), y la geometría *analítica*, en la que las posiciones y desplazamientos se pueden

representar por funciones matemáticas que definen las relaciones espacio-tiempo de los cuerpos.

- La *Cinemática* que reúne las leyes del movimiento, aplicable en primera instancia a las partículas infinitesimales, de uso en balística, y en forma restringida a cuerpos de dimensiones definidas en movimientos regulares
- La *Dinámica* que gobierna las relaciones entre los cuerpos en movimiento a partir de los conceptos abstractos de masa, fuerza, impulso y aceleración
- La *Mecánica Teórica*, asociación de las anteriores y que resulta en aplicaciones al comportamiento de los cuerpos *simples* y los cuerpos *complejos*, constituidos por distintos aglomerados rígidos articulados entre sí.
- La *Mecánica del Sólido*, que estudia a nivel teórico el comportamiento (deformación) de los cuerpos sólidos y parcialmente rígidos sometidos a fuerzas y presiones
- La *Ciencia de Materiales*, en una doble acepción; por un lado las características de respuesta en estado de *fuerza-deformación* (elástica, plástica, viscosa o frágil), y los límites y modos de falla y de ruptura, etc. Y por otra parte la variación de esas características en interacción con el medio, por efecto de la temperatura, la acción agresiva de los agentes atmosféricos (abrasión, erosión, corrosión). En este ámbito la ingeniería forense se alimenta de técnicas propias del *Análisis de Fallas* y de la *Estimación de Vida Útil residual*, dos técnicas usadas ampliamente en la identificación del origen de fallos en componentes de máquinas y estructuras, y de la determinación del grado de confiabilidad en servicio a tiempo futuro de esos elementos.

Dentro de este somero resumen, no puede dejar de mencionarse dos aplicaciones de Ingeniería Forense de reciente desarrollo, que bien pueden considerarse producto de la evolución combinada de las disciplinas mencionadas anteriormente. Nos referimos a la *biomecánica* y a la *simulación numérica*.

La *Biomecánica* estudia aplicaciones de las ciencias de materiales y de la mecánica teórica al movimiento y respuesta del cuerpo humano, concebido como sólido complejo de composición diversa.

Dos advertencias resultan pertinentes. La biomecánica comprende diversos capítulos definidos por finalidades específicas. Se aprecian objetivos y metodologías diferentes la *biofísica*, que entiende de la modulación del trabajo del cuerpo humano, la musculación, la elongación de los huesos; la *bioingeniería* concentrada en el estudio de materiales (problemas de incompatibilidad y rechazo) aplicados al desarrollo de juntas artificiales en reemplazo de articulaciones desgastadas por la edad o enfermedades, o la restauración de miembros y tejidos por situaciones traumáticas. Pero la materia que resulta de gran interés en el ámbito forense es la denominada *biomecánica del trauma de velocidad o de impacto*, disciplina en la que se articulan el cálculo y/o medición de fuerzas, aceleraciones, tensiones y deformaciones, y el movimiento kinésico del cuerpo humano considerado una *entidad inerte*.<sup>(2)</sup>

La segunda advertencia pretende deslindar a la biomecánica del *objeto de la medicina*. La determinación específica de las lesiones en el cuerpo humano, su diagnóstico, pronóstico y tratamiento, es una función totalmente ajena a la bioingeniería. En los casos en que se registran lesiones a personas, es función del médico forense determinar la tipología, extensión y ubicación de las lesiones o bien la *causa de la muerte*. Sólo una vez alcanzada con certeza estas definiciones entra en acción el ingeniero para estudiar las fuerzas y aceleraciones involucradas en la producción de dichas lesiones considerando *estructuras*

---

<sup>(2)</sup> La denominación de *biomecánica del trauma de velocidad* toma en cuenta la inexistencia de respuesta neuromuscular por debajo de los 0,2 segundos. En ese lapso la respuesta del cuerpo a la acción de fuerzas y aceleraciones es puramente mecánica, sin intervención de la reacción combinada del sistema neuromuscular. Para períodos de mayor duración se debe considerar una mecánica con alto contenido de respuesta *humana* o *biológica*.

*específicas diferenciadas*, como la cabeza, la articulación cuello - columna vertebral, la articulación de hombro, codo y muñeca – mano, la capacidad restringida de deformación de la cadera o el complejo estructural rodilla -pierna – pie - tobillo

En estas estructuras, asumidas como parte de cuerpos complejos se consideran por un lado la *resistencia* y *tolerancia* como *características límite* al esfuerzo de los elementos constitutivos -utilización de la Mecánica de la Fractura aplicada a impactos en los huesos largos, y a la resistencia al impacto en tórax, abdomen y cadera, etc.-; y por otro lado el estudio integrado de la ingeniería mecánica en el cuerpo humano aplicado a las cadenas biocinemáticas articuladas, la sensibilidad del cerebro a la aplicación de fuerzas aceleraciones (ej: la conmoción cerebral; características del casco de seguridad), la flexión y extensión rápida del cuello (síndrome de golpe de látigo), etc..

El otro capítulo a mencionar es la *simulación numérica* (también conocida como *mecánica computacional*), que emplea los recursos de la computación para representar los fenómenos en funciones y algoritmos, y mediante el concurso de programas de animación, permite estudiar respuestas difíciles de simular como el movimiento del cuerpo humano dentro de vehículos desacelerando o sujetos a atropellamientos, o la reconstrucción virtual de explosiones accidentales, por falla de sistemas o por acciones terroristas.

Por último, no puede dejarse de mencionar uno de los aportes más trascendentes de la Física a la aplicación forense de la ingeniería: la *Técnica de Investigación*. Una investigación adquiere carácter científico, rigurosidad y confiabilidad más que por los recursos científicos empleados, por la sistemática aplicación de los procesos de observación, medición, formulación de hipótesis, contrastación y cálculo, verificación de certezas y determinación de errores, la obsesiva búsqueda de elementos de consistencia y redundancia en la evidencia y su evaluación.

En este sentido tanto la Física como la Ingeniería guardan estrecha identidad entre sí, y contribuyen a dar a la investigación criminal rasgos de sistemáticos y de rigurosidad propias de las ciencias duras, de las que no resulta dotada la formación en Derecho. Resultará una tarea ímproba y poco feliz intentar establecer un límite preciso entre ambas en su aplicación forense, y si existiera ese límite, el mismo se hallaría en las diferencias de finalidad entre ambas disciplinas.

El gráfico de la página siguiente ilustra acerca de la secuencia de investigación y análisis de ingeniería aplicada a un caso forense (en un carácter general). Se aprecia que la secuencia de análisis esquematizada propone caminos confiables no sólo del alto grado de probabilidad de alcanzar soluciones acordes a lo esperado, sino también del grado de consistencia de las conclusiones

## *AMBITOS DE APLICACIÓN DE INGENIERIA FORENSE*

En forma sumaria, y a los efectos de ilustrar en forma sistemática las aplicaciones posibles de la ingeniería forense, sin ser excluyente puede citarse:

En el ámbito del DERECHO PENAL

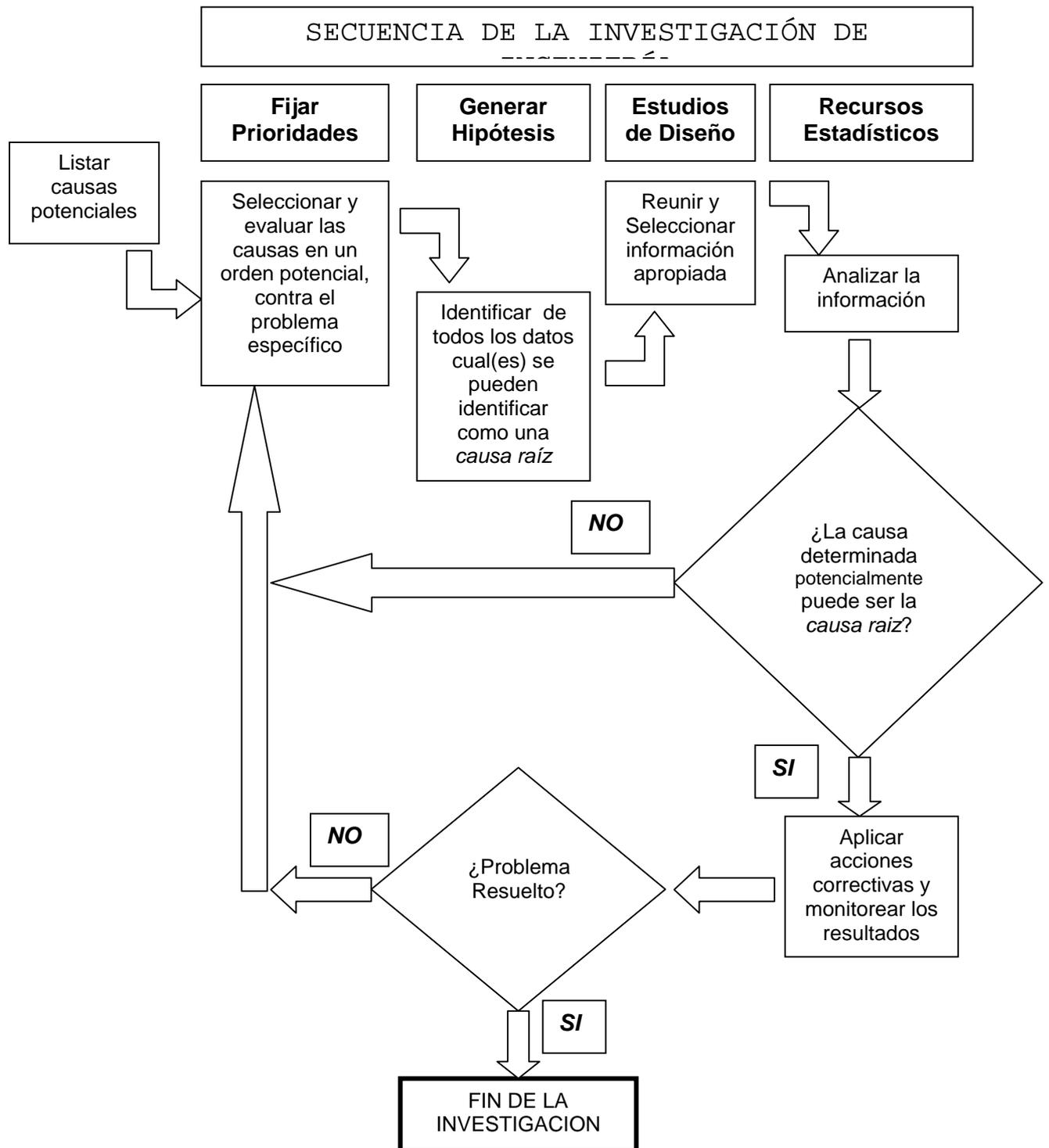
- Homicidios y lesiones (casos criminales). Hechos de tránsito con lesiones a y/o muerte de personas
- Atentados Terroristas; explosiones en general.
- Problemáticas sociales y colectivas en general, como las agresiones al medio ambiente y su derivación a problemáticas individuales (intoxicaciones, enfermedades, malformaciones, etc.)
- Estafas y defraudaciones (identificación de vicios, casos no criminales)

En el ámbito del DERECHO CIVIL y COMERCIAL

- Acciones civiles por reparación de Daño Material. Hechos de tránsito sin daños a personas
- Valuaciones y Tasaciones
- Cumplimiento de contratos (aspectos no tangibles) Justo Precio. Calidad de Producto y de Servicio. Aplicaciones modernas en el Derecho del Consumidor y del Usuario

En el ámbito del DERECHO DEL TRABAJO

- Accidentes del Trabajo.
- Enfermedades profesionales



## **II.- Los Siniestros Viales. Algunos Ejemplos**

La ingeniería forense incluye dentro del espectro de su incumbencia la investigación y dilucidación de los siniestros viales: los mal llamados “*accidentes de tránsito*”<sup>(3)</sup>. Existe un concepto que por lo extendido y generalizado no puede ser asumido como cierto. Los hechos criminales ocurridos en el tránsito no son accidentes, al menos hasta que se lo demuestre.

El término accidente refiere por lo general, a un hecho imprevisto, inesperado. Esta interpretación obstaculiza el estudio de los siniestros viales, dado que un accidente no es producto del azar ni de la fatalidad. Por supuesto tampoco puede asumirse a priori que se trata de un hecho intencional, en el sentido de *querer conscientemente causar un daño*. Este extremo incluiría una grave calificación de dolo, que también debería ser convenientemente probada.

La precalificación de accidente, aplicada en forma indiscriminada, elimina la noción de responsabilidad y negligencia <sup>(4)</sup>: si el hecho es producto de un accidente ¿qué es lo que se debe investigar? Toda investigación judicial tiene por finalidad determinar la existencia de culpa, negligencia y/o responsabilidad. *Accidente* es la forma de denominar la ausencia de cualquiera de estas formas de conducta humana en el tránsito

Otra concepción deforme de la problemática de los siniestros viales anida en la asignación de responsabilidades a las cosas inanimadas. Un principio de la llamada *accidentología vial* es la definición del “*triángulo accidentológico*”. De acuerdo a este esquema de análisis, las causas de un “accidente de tránsito” pueden deberse al Hombre, al Camino y/o a la Máquina. Un autor que ha cuestionado el uso indiscriminado e impropio del término “accidente” <sup>(5)</sup>, recuerda que estadísticamente el FACTOR HUMANO se encuentra en el 70 % de los casos (desconocimiento o desobediencia de las normas de tránsito, exceso de velocidad, alcohol ,etc). Lo que denomina el FACTOR VEHICULAR es responsable de casi el 30 %, (Frenos, dirección, neumáticos deficientes, seguridad activa y pasiva faltante, o no utilizada para los fines que fue construída -cinturón de seguridad, apoyacabezas, matafuegos, etc-). Y un ínfimo porcentaje queda atribuible al FACTOR CAMINO Y MEDIO AMBIENTE (baches sobre la calzada, construcciones transitorias no señalizadas debidamente, lluvia, niebla, granizo, etc.)

***La idea del triángulo accidentológico no es más que una mera descripción o clasificación de las causalidades en la producción del siniestro. Pero es un análisis ajeno a la problemática judicial y criminal. Tanto el camino como la máquina no son judiciables, y por lo tanto no son agentes punibles; no pueden cargar con culpas, responsabilidades, ni afrontar indemnizaciones.***

Por su naturaleza de ciencia técnica aplicada al ámbito forense, la ingeniería provee de recursos para extender la investigación técnica hasta al identificación jurídica de las personas responsables judicialmente de las cosas como *el camino* o *la máquina*. Y más aún, la ingeniería forense aplicada en los casos de siniestros viales, permite la interacción con las formas más modernas y sofisticadas de las figuras punibles como la “*preterintencionalidad*”, la diferenciación entre la *culpa* y el *dolo*, el *dolo eventual* o la identificación de los casos en los que se aplica el principio doctrinario de la “*culpa grave de la víctima*”.

---

<sup>(3)</sup> El informe estadístico sobre Trauma, año 2000, editado por la Sociedad Argentina de Medicina y Cirugía del Trauma, sugiere reemplazar el término accidente por el de *lesión no intencional* dado que un accidente no es producto del azar ni de la fatalidad, ni tampoco intencional el error humano al destino o a un designio divino

<sup>(4)</sup> Los siniestros viales no son accidentes en el sentido propio de la palabra. Tienen causas definidas y predecibles; la principal, el incumplimiento sistemático de las normas de tránsito. Debería ser obligación de los peritos –obligación moral al menos-, resaltar los aspectos previsible de los siniestros viales En inglés se usa habitualmente el término *car crash*, refiriéndose al hecho y no a su causa. No existe en el idioma castellano un equivalente tan eufónico que permita identificar de una manera similar la cuestión.

<sup>(5)</sup> Víctor O. Lopez - Semanario **VIGENCIA**, Posadas, 19 de Agosto del 2002

En aquellos casos donde existen indicios consistentes de asociación de las causas de un siniestro con vicios de las cosas, como la falla de la máquina o las deficiencias de diseño, construcción y/o mantenimiento de la vía, la investigación con recursos de ingeniería forense permite, por un lado relacionar al sector social (persona jurídica) responsable, y consecuentemente proponer las acciones correctivas para morigerar el daño futuro y prevenir su repetición.

El concepto de *acción correctiva* es un concepto derivado de las técnicas de aseguramiento de la calidad, desarrolladas como consecuencia de las necesidades de alta fiabilidad en las instalaciones termonucleares. Comprende la identificación de los fallos, de sus orígenes y de las relaciones que permiten, aún en un grado de mínima probabilidad, la ocurrencia del siniestro <sup>(6)</sup>, hasta eliminar las condiciones de contexto que dan lugar a la *cosa riesgosa*.

Para culminar este ensayo, se exponen algunos casos en forma sumaria, con la intención de ilustrar algunos de los conceptos expresados en la exposición.

Un primer caso aborda el caso de un choque frontal entre un camión y un ómnibus de larga distancia, a consecuencia del cual fallecieron doce ocupantes del ómnibus: el conductor y once de los pasajeros ubicados en los asientos delanteros. Se registraron varios sobrevivientes lesionados, algunos de extrema gravedad.

Las investigaciones realizadas en el lugar (relevamiento de rastros en el pavimento y posiciones finales de los rodados) determinaron con absoluta certeza que el camión invadió la mano contraria –por la que circulaba el ómnibus-, a la salida de una curva, lo que puede ser atribuido a un exceso de velocidad del primero. Los peritos concordaron en este punto como causa eficiente del siniestro, y la investigación en sede penal se encaminó hacia el conductor, y la indemnización de los daños a las personas y sus herederos fue enderezada en el fuero Civil contra el propietario del camión y su aseguradora.

Sin embargo un examen detenido de las deformaciones en el ómnibus determinaron que si bien las mismas eran de cierta magnitud, las mismas no explicaban más que las lesiones ocurridas en la primera fila de asientos (conductor y cuatro pasajeros). Un examen de los restos permitió comprobar que una gran cantidad de asientos estaban desprendidos por arranque de sus soportes que los vinculaban al piso del ómnibus. Una reconstrucción de los movimientos inerciales consecuentes, demostró que la gran mayoría de los fallecidos y la totalidad de los lesionados graves se debían a este tipo de falla; los pasajeros quedaron atrapados entre los asientos y fueron comprimidos por la masa de los asientos y pasajeros que se encontraban por detrás de ellos en situación semejante.

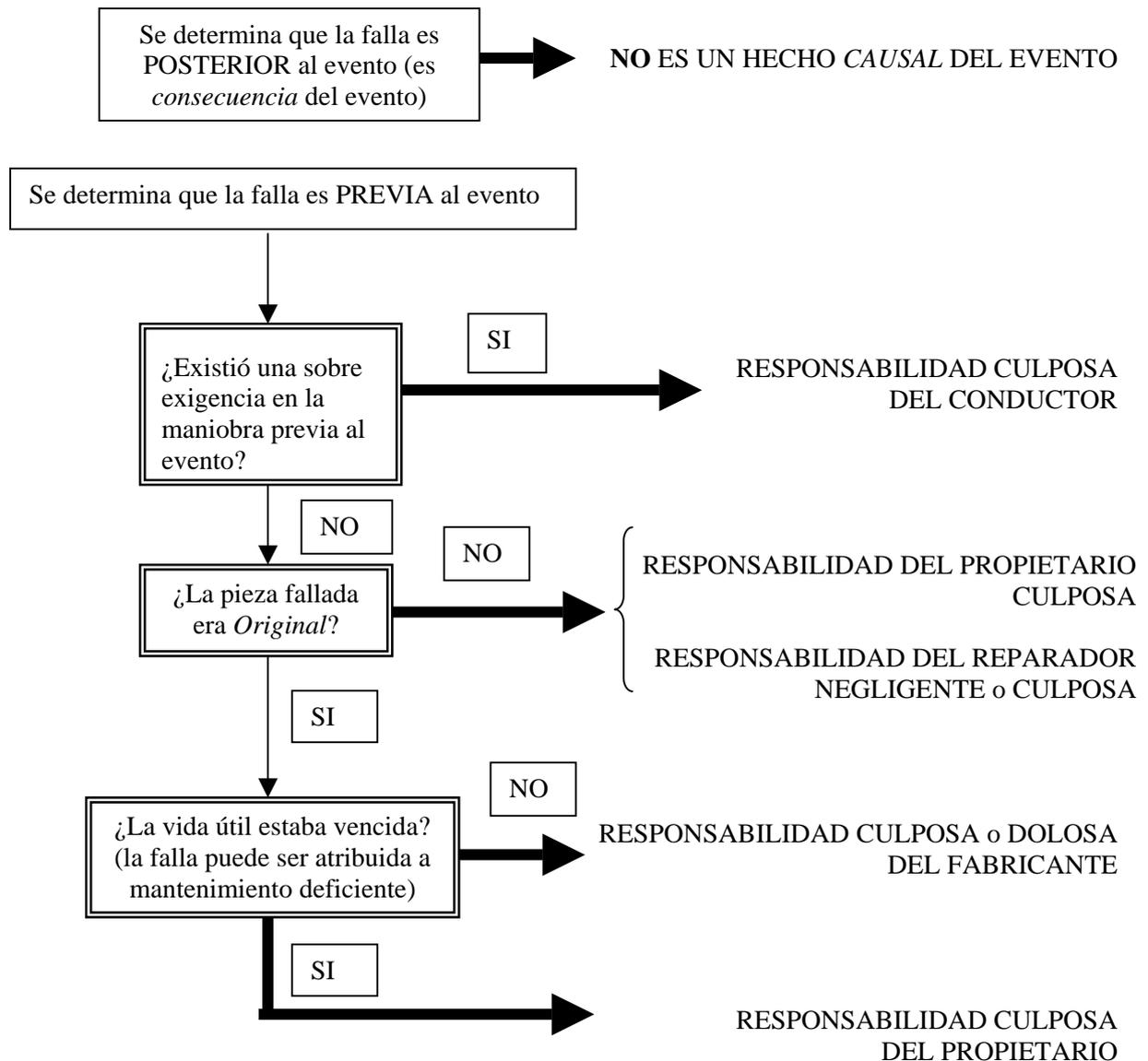
Una revisión de la causa, sin eximir la acción del conductor del camión como causa primaria del hecho, permitió enderezar en un cierto grado importante de concurrencia al diseñador y fabricante de la carrocería, por las graves consecuencias del accidente.

Un segundo caso a exponer es un desarrollo de un plan de investigación para establecer la naturaleza jurídica de una falla mecánica. En un hecho grave de tránsito, se verificó entre los rastros recogidos, evidencias de una falla mecánica en uno de los rodados en alguno de los sistemas de seguridad activa (falla en frenos, dirección o suspensión). Existe interés en investigar el tipo de falla y descubierta la misma, establecer la relación jurídica entre la “cosa” y la persona responsable por el buen funcionamiento y fiabilidad de la misma.

---

<sup>(6)</sup> Una metáfora puede ilustrar el concepto. Si se tratara del daño que producen los caimanes que habitan naturalmente en las áreas pantanosas, la punibilidad sería nula; ningún Juez condenaría a un caimán por homicidio o lesiones. Podrían pensarse acciones expeditivas desde la autoridad estatal, como emprender una caza generalizada de caimanes, o más selectivamente descubrir sus nidos y eliminar crías y huevos. Estas acciones disminuirían sensiblemente la población de los caimanes y con ella el índice de siniestralidad originada por su acción depredadora. Sin embargo, el concepto de acción correctiva no es coherente; siempre quedaría algún caimán o alguna pareja que podría reproducirse y siempre existiría la probabilidad de algún hecho de lamentar. La acción correctiva en este caso consiste en desecar el pantano y eliminar el hábitat natural de los caimanes

El siguiente diagrama lógico refleja la secuencia del programa de investigación, los puntos a dilucidar y sus conclusiones posible en términos de responsabilidades.

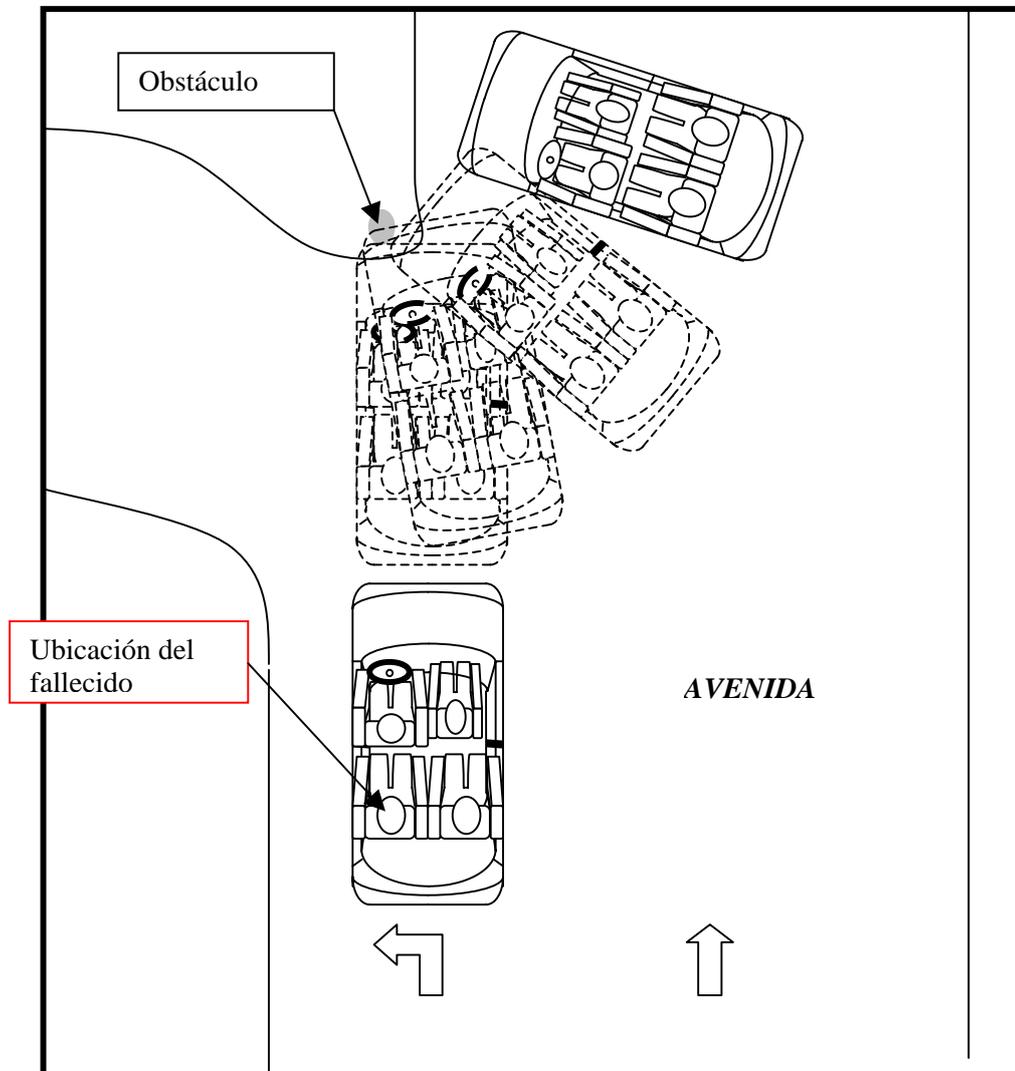


El último caso trata el análisis de un siniestro vial ocurrido en una avenida de tránsito intenso en zona urbana. El mismo se originó cuando un automóvil de pasajeros de porte menor, impactó contra un obstáculo rígido –columna de hormigón de 0,60m de altura-, emplazado en la dársena para derivar hacia la izquierda el tránsito de la avenida.

En el vehículo viajaban 4 personas. A causa del impacto se activaron los air-bags delanteros que protegieron al conductor y a su acompañante, quienes a su vez se hallaban sujetos por los cinturones de seguridad. Los pasajeros del asiento posterior, que no tenían colocados los cinturones de seguridad fueron desplazados lateralmente, de manera tal que el joven sentado detrás del conductor golpeó con su cabeza contra el parante lateral izquierdo, con una violencia tal que le produjo lesiones que determinaron su fallecimiento. Se ilustra la secuencia en el croquis de la página siguiente.

Se solicitó el asesoramiento técnico sobre los aspectos fácticos en los que fundar el reclamo indemnizatorio en sede civil. El análisis técnico de los elementos de juicio, permitió determinar que se trataba de un choque excéntrico contra un obstáculo puntual, que generó

un movimiento post-impacto de rotación del vehículo. En este caso la magnitud del impacto, para la colisión de la cabeza del pasajero trasero con el parante, deriva de la aceleración angular de esa rotación, la cual es producto de la combinación de la velocidad del automóvil al momento del choque y del grado de excentricidad del choque.



La responsabilidad primaria del conductor es innegable, por ser el siniestro el resultado de la pérdida de control del vehículo. Asimismo, el hecho de que la víctima no tuviera colocado el cinturón de seguridad, aumenta la responsabilidad del conductor (Ley de Tránsito. Art. 40). Esta mera conclusión podría llevar a considerar encarar la demanda contra el conductor en su doble carácter de agente activo en la producción del siniestro, y conductor irresponsable respecto del pasaje transportado. Sin embargo se vió la necesidad de analizar con detenimiento otros factores relacionados con el hecho.

En primer lugar se analizó el hecho de que los cinturones de la unidad en los asientos traseros son del tipo abdominal o de "de dos puntos" de anclaje, que solo fijan la pelvis al asiento, permitiendo la oscilación libre del tronco y la cabeza del pasajero. Estos cinturones son ineficientes para retener la cabeza en dirección hacia el parante, cuando se produce el movimiento de rotación que identifica el caso. Existe potencialmente un *vicio de diseño*: equipar los asientos traseros con cinturones de seguridad de menor calidad y performance,

y ello permitiría al letrado enderezar parcialmente la responsabilidad hacia el fabricante del vehículo.

Un segundo análisis apoyó la doctrina jurídica sobre el “*riesgo de la cosa*” tomada en un sentido amplio; en este caso la autoridad vial que instaló y/o autorizó la instalación de un objeto de riesgo en la vía. En efecto, el emplazamiento de una columna rígida en la trayectoria de los vehículos requiere, según los modernos criterios de seguridad vial, de desviadores físicos (guardarrailes colocados en ángulo), elementos de advertencia (clavos en el pavimento, serruchos, etc.), que en frente a casos extremos como el que nos ocupa, canalicen progresivamente al vehículo atenuando y hasta evitando tanto el impacto como la rotación posterior.

Los dos análisis remiten a la *máquina* y a la *vía*, incluso en un grado de participación mayor –a los intereses de la litis-, que la propia mecánica del choque. Obsérvese que elevar la demanda poniendo el acento en la velocidad de impacto del automóvil, podría resultar contrario a los reales intereses de la parte.

En primer lugar porque se demostrará fácilmente que la velocidad de impacto no superaba la velocidad máxima permitida en la avenida. Por otro lado la tesis de que el conductor desarrollara una alta velocidad, de demostrarse, daría pie a la aseguradora a invocar la *culpa grave del asegurado* para eximir su responsabilidad, restándole solvencia a un eventual fallo favorable.

En segundo lugar la “tesis” de la alta velocidad, oculta que las causas de las lesiones del fallecido se deben a la rigidez y la excentricidad del obstáculo. Resulta conveniente a los intereses de la parte asesorada orientar la investigación a una pericia donde los temas de desarrollen en el siguiente orden: i) determinar la aceleración angular necesaria para producir las lesiones gravísimas que ocasionaron el fallecimiento de la víctima; ii) teniendo en cuenta la excentricidad del impacto, determinar la mínima velocidad de impacto que genera la aceleración angular calculada.

Permítasenos una pequeña digresión acerca de la ética profesional. El planteo del caso y su abordaje desarrollado hasta aquí tiende a maximizar la defensa de los intereses de la demanda. Se ha asociado a esta práctica con la instrumentación del *fraude* y otras formas de la mal conceptuada *industria del juicio*. Corresponde discutir este punto.

Por razones de calidad e integridad en el asesoramiento, toda recomendación no tiene la solidez requerida si no ha analizado las potenciales defensas de los oponentes. Ello nos lleva a ver el caso *también* desde el punto de vista de la defensa del demandado y de la aseguradora, sobre todo al advertir posibles discrepancias de intereses entre los litis consortes.

El conductor y su defensa tienen su mejor argumentación en el riesgo generado por la interposición del obstáculo. Y es de esperar que con un buen asesoramiento técnico, orienten la prueba pericial a las dificultades de apreciación que pudieran tener los conductores respecto del obstáculo, relacionando la distancia de apreciación del mismo y el tiempo equivalente para la máxima velocidad permitida, tratando de demostrar que el lapso entre apreciación del obstáculo y la adopción de acciones evasivas resulta muy corto, e incluso compatible con la maniobra efectivamente realizada –la que lleva a la alta excentricidad del impacto verificada-. Esta estrategia, previa verificación del lugar de los hechos y demás aspectos físicos invocados, es la que mejores defensas proporciona al demandado.

Veamos ahora el escenario de la litis en el plano técnico. Todas las partes pueden desarrollar una estrategia y un requerimientos pericial acorde a los aspectos del hecho que mejor posiciona la defensa de los respectivos intereses. *¿Están todos los ingenieros forenses incursos en fraude?*

Nuestro punto de vista es un **no** rotundo.

La tensión de los argumentos al máximo expondrá ante el Juez todos los hechos físicos del hecho: la razón de las lesiones que generaron el deceso del pasajero y el rol de cada uno de los factores, el conductor, el automóvil y las condiciones de la vía. Al momento de dictar el fallo, el Juez tendrá a su disposición el más pleno conocimiento de causa. Podrá incluso con su fallo y condena, o bien a consecuencias de ella, generar acciones de interés social como para evitar la repetición de hechos de esta magnitud y/o atemperar sus consecuencias.

En un trabajo anterior<sup>(7)</sup> sostuvimos el criterio de que “... *la calidad del dictamen pericial estará limitado por la calidad con que se formula la encomienda desde el Tribunal, por la calidad de la información generada por la instrucción policial, y por la **calidad del perito.***”, criterio que resaltamos en particular acerca de la función del ingeniero forense en todas y en cada una de sus funciones en torno al litigio.

La exaltación de la calidad de la actuación de las partes, medida como la mejor defensa de los intereses que cada una representa, sin duda contribuye a un esclarecimiento amplio de las causas de un siniestro. Y esa contribución es sin duda un aporte a una justicia ecuánime, e incluso puede prolongar sus efectos en una mejora de las condiciones de seguridad.

**A esta función contribuye el asesoramiento técnico especializado, en cualquiera de los intereses cruzados en la controversia judicial. De esta manera la ingeniería forense desempeña un rol social prioritario: contribuir a la mejor calidad de la justicia.**

---

<sup>(7)</sup> Ing. Aníbal O. GARCIA - LA CALIDAD DEL DICTAMEN PERICIAL - Jornada Nacional Sobre Accidentes de Tránsito organizada por la ASOCIACIÓN DE ABOGADOS DE BUENOS AIRES, Octubre 31 de 2003. El trabajo ha sido publicado en las revistas *..Y Considerando* (Órgano de Prensa de la Asociación de Magistrados y Funcionarios de la Justicia Nacional) N° 53, Diciembre de 2003, y *Espacio Libre* (director Dr. Miguel A Piedecabras) N° 15, marzo-abril 2004.

### III.- CONCLUSIONES

La Ingeniería como parte integrante de las ciencias forenses, tiene una aplicación creciente en la investigación criminal. Ningún hecho criminal puede ser esclarecido y sus protagonistas individualizados y caracterizados sin el concurso de una o más ciencias forenses. Y esto demanda de la acción concurrente y transdisciplinaria.

No existe posibilidad de diálogo creativo cuando no están dadas las condiciones mínimas de una plataforma científica sólida de las partes dialogantes. De tal manera, la concurrencia de la física y de la ingeniería en los procesos de investigación criminal permiten la interacción proactiva con otras disciplinas universitarias como la medicina, la bioquímica y sus ramas derivadas al estudio genético, la toxicología y otras de igual importancia. Todas por separado, y en conjunto, contribuyen a generar espacios de respaldo para el Juzgador, sobre todo cuando se enfrenta ante situaciones de alta complejidad, ya sea por la tecnología empleada por los imputados en la comisión del hecho criminal, ya sea por la necesidad de analizar e interpretar rastros e indicios difusos, que hablan del crimen y a su vez demandan de intérpretes especializados.

En este contexto, la aplicación de los conocimientos, técnicas y recursos de la ingeniería forense a la investigación de siniestros viales, es un aporte insustituible en el auxilio de la justicia.

### AGRADECIMIENTOS

El autor quiere dejar sentado su expreso agradecimiento a los ingenieros Daniel Ivaldi, Ruben Debenedetti y Daniel Bertoldi, con quienes integra el grupo de trabajo e investigación **GIP-baires**, por sus aportes materiales y críticos a la concreción del presente ensayo, y a su exposición, y a los ingenieros Isaac Halperin y Nuncio Oliveri por las observaciones y comentarios vertidos, incluso por aquellos en los que el autor no concuerda.

Buenos Aires, Octubre de 2004.-----

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

*Mario A. J. Mariscotti – APLICACION GAMMETRICA AL ESTUDIO DE UNA CANALIZACION SUBTERRANEA.* Informe Técnico THASA, Buenos Aires, 1992.

*Rodolfo G. Pregliasco y Ernesto N. Martínez – ESTUDIO ACUSTICO DE UN HOMICIDIO.* Revista *Ciencia Hoy*, Junio-Julio 2001. Véase también de los mismos autores **GUNSHOT LOCATION TROUGH RECORDED SOUND: A PRELIMINARY REPORT**, *Journal of FORENSIC SCIENCES* Vol 47, Nr 6, November 2002.

*Rainald Löhner, Joseph D. Baum y Gustavo C. Buscaglia – ANÁLISIS FORENSE DE EXPLOSIONES A TRAVES DE EXPERIMENTOS VIRTUALES.* Anales del II Seminario regional de Física Forense, Bariloche, Noviembre de 2001.

*Kenneth L. Carper – FORENSIC ENGINEERING -* CRCPress, 2<sup>nd</sup> edition, 432 págs. ISBN 0-8493-7484-7

*Randall K. Noon – FORENSIC ENGINEERING INVESTIGATION -* CRCPress, 1<sup>st</sup>. edition, 488 págs. ISBN 0-8493-0911-5