

## Desarrollo del Tangenciómetro para ser aplicado a la determinación del área de visión en parabrisas de vehículos automotores

Papczuk, G.<sup>(1)</sup>; Egidi, D.A.<sup>(1)</sup>; Ibba, M.<sup>(1)</sup>; Martínez Kraemer, D.<sup>(1)</sup>;

<sup>(1)</sup>INTI-Mecánica

### Introducción

En Argentina, existe un requisito de cumplimiento obligatorio para las empresas fabricantes de vehículos automotores (ya sean estos, automóviles, camiones, camionetas, ómnibus, etc). Este requisito se aplica a todos los modelos nuevos y a las modificaciones de los modelos ya existentes. De su aprobación depende, la posibilidad que el vehículo este habilitado para circular por las calles y rutas de nuestro país. Este requisito, denominado LCM (Licencia de Configuración de Modelo), dispone que los fabricantes deben presentar a la Secretaría de Industria a través del INTI, un expediente, por cada modelo nuevo que produzcan. Este expediente debe describir con que componentes se ensambla el vehículo en cuestión, y además, según sea su tipo (categoría), las fábricas deben incluir en el expediente, informes de ensayos, tanto de componentes específicos (pastillas de freno, llantas, cinturones de seguridad, etc), como también, de ensayos realizados sobre el vehículo ya terminado (sistemas de freno, luces, limpiaparabrisas, anclajes de asientos). El común denominador de todos estos ensayos, es que están relacionados con requisitos de seguridad.

Con el objeto que el fabricante pueda aprobar la LCM, se estudia el expediente, y a su vez, se realizan inspecciones en planta de fabricación, para verificar el ensamblado de los vehículos con lo declarado, y se evalúan los informes de ensayos adjuntos. En el caso de las terminales automotrices, los informes, provienen de laboratorios propios. En cambio, las empresas carroceras de ómnibus, no disponen, en general, de la capacidad para realizar estos ensayos. En consecuencia, y específicamente, en relación con los ensayos de los sistemas limpiaparabrisas, dada

la inexistencia de laboratorios en nuestro país que efectúen determinaciones de áreas de visión y de barrido, y con el fin de asistir al sector carroceros de ómnibus de Argentina, luego de una cuidadosa lectura de la documentación de referencia <sup>[1,2]</sup>, se realizó el diseño y construcción del equipo denominado Tangenciómetro, necesario para la determinación de áreas de visión en parabrisas de ómnibus.

Una vez determinada el área de visión empleando el Tangenciómetro, se calcula el área barrida por el sistema limpiaparabrisas (área de barrido). Finalmente, deben relacionarse ambas áreas, y el sistema limpiaparabrisas debe barrer un porcentaje mínimo establecido del área de visión.

En este trabajo se pretende, analizar y comentar la documentación de referencia, mostrar las características del equipo desarrollado, así como también presentar valores experimentales para la relación existente entre el área de barrido y el área de visión, además de proponer algunos criterios y soluciones a seguir, cuando no se verifica el porcentaje mínimo indicado.

### Metodología / Descripción Experimental

En primera instancia debemos citar que no hay antecedentes en Argentina del ensayo de determinación de área de visión en parabrisas.

Para poder realizar el desarrollo del equipo al que se ha denominado Tangenciómetro (más adelante se explicará el porqué del nombre), se debió trabajar en forma conjunta con las "Prácticas Recomendadas" SAE J903 <sup>[1]</sup> y SAE J941 <sup>[2]</sup>. La primera, se refiere, entre otras cosas, a la metodología del ensayo destinado a determinar el área de visión, y la segunda, establece las dimensiones del par de elipsoides, que simulan el

ojo izquierdo y el ojo derecho del conductor.

El ensayo cuyo objetivo es establecer el área de visión sobre el parabrisas del vehículo a ensayar, requiere de un dispositivo dotado de dos grados de libertad angulares (uno horizontal y otro vertical) y un grado de libertad lineal. Este sistema simula la mirada del conductor del vehículo. En el documento SAE J903 [1], se define una tabla denominada "área a ser limpiada", que establece el porcentaje mínimo que el sistema limpiaparabrisas debe limpiar del área de visión, así como también los ángulos necesarios para definir el área de visión, dados estos, en el plano horizontal (left y right), y en el plano vertical (up y down). La tabla posee tres filas de valores, diferenciadas en áreas A, B y C, a considerar cada una, según sea la posición longitudinal de la butaca del conductor, sobre la cual se monta el equipo (en el caso del área A, es aquella posición que resulta cuando la butaca se ubica en su lugar más alejado respecto del parabrisas). A continuación se transcribe la citada tabla, con los valores correspondientes para el área A.

Tabla I. Área a ser limpiada o barrida (Fuente: SAE J903).

Área	Mín. a barrer	Ang. Left	Ang. Right	Ang. Up	Ang. Down
A	80 %	18°	56°	10°	5°

En el caso específico de los ómnibus, el documento que debe utilizarse es el SAE J198 [3], dado que el mismo es aplicable a vehículos de más de 4500Kg, como es el caso de todos los ómnibus que han sido ensayados por INTI-MECANICA.

En dicho documento, con el objeto de determinar el área de visión, no sólo varían los ángulos en el plano vertical (up y down), llevándolos hacia abajo, resultando entonces un área, si bien de iguales dimensiones, ubicada en una posición más baja (ver Tabla II) que la que se obtendría empleando los documentos SAE J903 ó FMVSS 104 (para estos dos documentos, las condiciones en referencia al porcentaje mínimo que el sistema limpiaparabrisas debe limpiar del área de visión, así como también los ángulos necesarios para definir el área de visión, son exactamente iguales), sino que también, establece una diferenciación para el porcentaje mínimo que el sistema limpiaparabrisas debe limpiar del área de visión, según el ómnibus posea un parabrisas enterizo o sea de vidrio repartido. A continuación se transcribe la citada tabla, con los valores correspondientes para el área A.

Tabla II. Área a ser limpiada o barrida (Fuente: SAE J198).

Vidrio Área A	Mín. a barrer	Ang. Left	Ang. Right	Ang. Up	Ang. Down
Enterizo	80%	18°	56°	6°	9°
Repartido	65%	18°	56°	6°	9°

La configuración del ensayo puede observarse en las Figura 1 (plan view o vista en planta) y en la Figura 2 (side view o vista lateral), extractadas del documento SAE J903 [1].

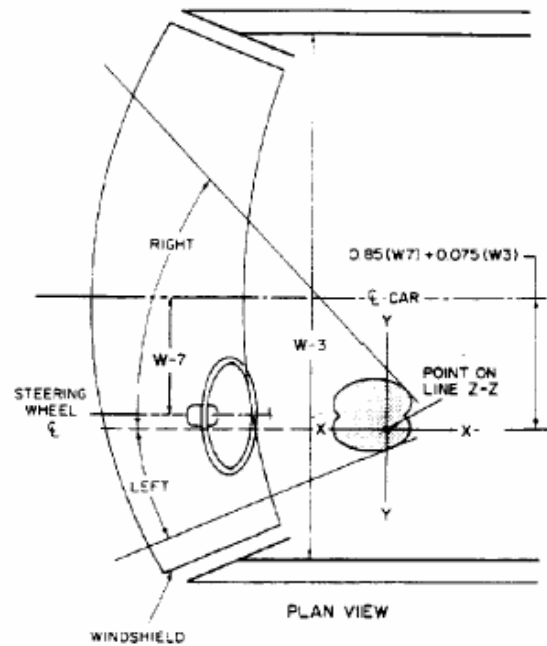


Fig. 1: Esquema del ensayo de área de visión, en la vista en planta según documento SAE J903.

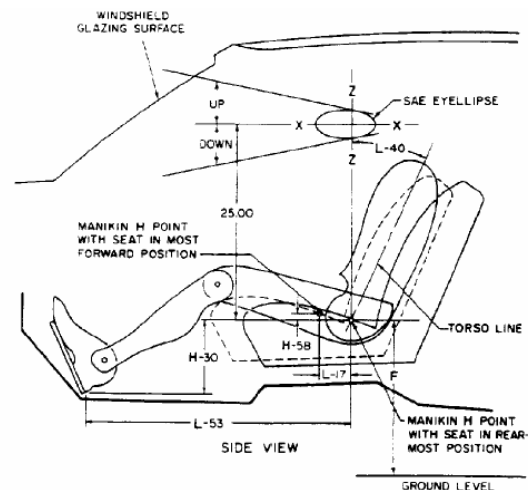


Fig. 2: Esquema del ensayo de área de visión, en la vista lateral según documento SAE J903.

El equipo denominado Tangenciómetro (ver Fig. 3), permite definir sobre el parabrisas el área de visión. Para ello, dispone de un láser montado sobre un sistema de dos grados de libertad (GL) angulares, con el cual, y en forma secuencial, se establecen los cuatro límites del área de visión sobre el parabrisas (en la figura siguiente y tomando como referencia el interior del vehículo, se observan sobre el parabrisas, los límites inferior e izquierdo).



Fig. 3: Montaje del Tangenciómetro y marcado del área de visión.

Como ya se comentó antes, este sistema simula la mirada del conductor, y tal como se recomienda en los documentos SAE J903 [1] y SAE J941 [2], la mirada se representa por un par de elipsoides usados para describir la distribución estadística de la ubicación de los ojos (en el documento SAE J903 [1] se indica que deben emplearse aquellas dimensiones correspondientes al percentil 95%), cuyas tres dimensiones principales (largo X, ancho Y y alto Z), dependen del largo de la corredera longitudinal de la butaca del chofer (Lc). En la tabla siguiente se transcriben las dimensiones de los elipsoides dadas en el documento SAE J941 [2] para el percentil 95%.

Tabla III. Longitudes de los ejes de los elipsoides izquierdo y derecho (Fuente: SAE J941).

Lc (mm)	Longitud eje X (mm)	Longitud eje Y (mm)	Longitud eje Z (mm)
> 133	206,4	60,3	93,4
1 - 133	173,8	60,3	93,4

Los ángulos de visión mencionados en la tabla I, deben resultar tangentes a los elipsoides. El equipo materializa tal situación mediante el grado de libertad longitudinal-lineal, por el cual, se ubica

el sistema de dos grados de libertad angulares que soporta el láser (centrado en el equipo), a una distancia tal del centro de los elipsoides, que una vez girado el láser al ángulo deseado, se obtiene la tangente buscada. Dado que el equipo basa su principio de funcionamiento en la materialización de tangentes a los elipsoides, se lo ha denominado Tangenciómetro.

Los desplazamientos longitudinales del sistema que soporta el láser se calculan en un sistema CAD. En la Figura 4, se muestra el esquema de cálculo correspondiente a la geometría a ser usada cuando el largo de la corredera longitudinal de la butaca del conductor es  $L_c > 133\text{mm}$ .

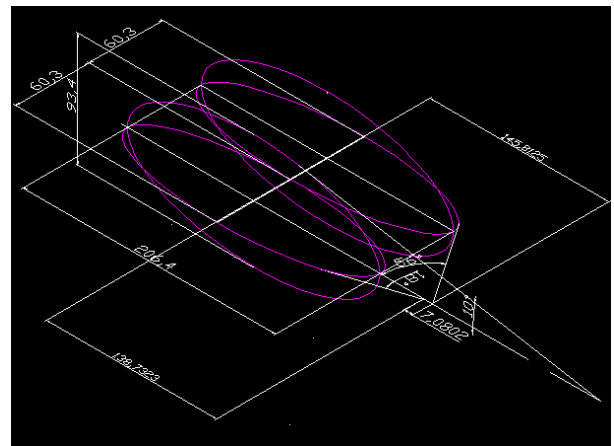


Fig. 4: Esquema de cálculo de desplazamientos del soporte láser de dos GL, en un sistema CAD.

El trabajo en campo consiste en establecer el área de visión, definir el área de barrido que produce el sistema limpiaparabrisas y determinar la posición relativa de ambas áreas. Con los datos obtenidos, se procede a efectuar en un sistema CAD, el esquema correspondiente para poder calcular así, la relación porcentual existente entre ambas áreas. En la Figura 5 se muestra un caso, a modo de ejemplo.

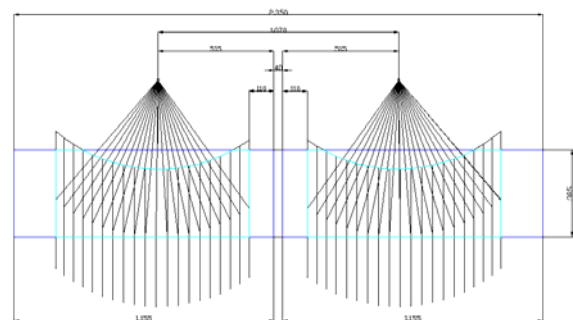


Fig. 5: Áreas de visión y de barrido correspondiente a un vehículo ensayado.

## Resultados

De los trabajos realizados en campo, con el objeto de mostrar, a modo de referencia, los valores obtenidos, en la tabla IV se presentan los valores correspondientes a la relación porcentual promedio entre el área de barrido y el área de visión, con su desvío estándar  $\sigma$  (%) asociado, para un total de 26 vehículos ensayados (los valores corresponden a la determinación del área A), obtenidos ellos por aplicación del documento FMVSS 104 (estos resultados serían iguales, en el caso de aplicar el documento SAE J903).

Tabla IV. Valores medidos promedios referidos a la relación área de barrido y área de visión según FMVSS 104<sup>[4]</sup> (Fuente: INTI-MECANICA).

Área	% promedio medido	Desvío estándar $\sigma$ (%)
A	73,6	$\pm 12,8$

A manera de comparación, en el caso de emplear el documento SAE J198, los valores medidos para el área A, diferenciados según se trate de ómnibus con vidrio enterizo o repartido, se presentan en la tabla V.

Tabla V. Valores medidos promedios referidos a la relación área de barrido y área de visión según SAE J198<sup>[3]</sup> (Fuente: INTI-MECANICA).

Vidrio Área A	% promedio medido	Desvío estándar $\sigma$ (%)
Enterizo	80	$\pm 10$
Repartido	76,1	$\pm 11,6$

## Conclusiones y recomendaciones

- Se ha diseñado y construido un equipo (tangenciómetro), que permite establecer y medir en forma eficaz la denominada área de visión en parabrisas. Posee la flexibilidad necesaria para poder ser aplicado indistintamente a autos, camionetas, ómnibus etc., o utilizado según los requisitos de SAE J903 [1], SAE J198 [3] o FMVSS 104<sup>[4]</sup>.

- La aplicación del documento SAE J198 mejora la relación área de barrido y área de visión, dado que al posicionar el área de visión en una zona más baja del parabrisas, para igual área de barrido del sistema limpiaparabrisas, produce un incremento de la citada relación.

- Los sistemas limpiaparabrisas del tipo pantógrafo (de doble brazo), mejoran significativamente el área de barrido.

## Referencias

- [1] SAE Recommended Practice J903, Passenger Car Windshield Wiper Systems, 1999.
- [2] SAE Recommended Practice J941, Motor Vehicle Drivers' Eye Locations, 2002.
- [3] SAE Recommended Practice J198, Windshield Wiper Systems, Trucks, Buses and Multipurpose Vehicles, 2000.
- [4] Federal Safety Standards, FMVSS 104.

Para mayor información contactarse con:  
Martinez Kraemer, Daniel – [mkraemer@inti.gov.ar](mailto:mkraemer@inti.gov.ar)