

INGESTA MODERADA DE ALCOHOL Y PRUEBA DEL ETILÓMETRO

Evolución de la concentración de etanol en aire espirado tras consumo moderado de alcohol siguiendo el rito social; factores asociados con esta evolución y con la percepción de mareo y de incapacidad de conducción tras dicho consumo

Jesús Barquín Sanz y Juan de Dios Luna del Castillo¹

Profesores titulares de Derecho Penal y de Estadística e Investigación Operativa, respectivamente. Universidad de Granada

BARQUÍN SANZ, Jesús y LUNA DEL CASTILLO, Juan de Dios. Ingesta moderada de alcohol y prueba del etilómetro: Evolución de la concentración de etanol en aire espirado tras consumo moderado de alcohol siguiendo el rito social; factores asociados con esta evolución y con la percepción de mareo y de incapacidad de conducción tras dicho consumo. *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología* (en línea). 2005, núm. 07-15, p. 15:1-15:58. Disponible en internet: <http://criminet.ugr.es/recpc/07/recpc07-15.pdf> ISSN 1695-0194 [RECPC 07-15 (2005), 4 nov]

RESUMEN: El presente trabajo expone con exhaustividad los resultados de un experimento realizado con 119 voluntarios que ingirieron dosis moderadas de vino (tres copas) junto con alimentos y se sometieron, a intervalos regulares, a la prueba del etilómetro.

Algunos de los hallazgos y confirmaciones más significativos fueron la relativa celeridad en la ab-

sorción del etanol a estas dosis moderadas (picos de concentración entre los 15 y los 30 minutos posteriores a la ingestión), la notoriamente menor capacidad de metabolización de las mujeres frente a los hombres, y de las personas con menor IMC frente a quienes tienen un IMC más alto.

Una conclusión relevante es que, a las dosis ingeridas, los hombres no corren un riesgo significativo de superar la etanolemia prohibida por las normas, a diferencia de las mujeres, entre las cuales un porcentaje significativo alcanzó o sobrepasó los límites legales.

PALABRAS CLAVES: Delitos contra la seguridad del tráfico, conducción bajo la influencia, etanolemia, prueba del etilómetro, consumo moderado de alcohol, etanol.

Fecha de recepción: 17 agosto 2005

Fecha de publicación: 4 noviembre 2005

¹ El presente trabajo constituye una exposición exhaustiva de los resultados de una investigación dirigida por el Prof. Jesús Barquín Sanz que se ha realizado en el marco del Proyecto de investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología (BJU 2003-08499) "Delitos contra la seguridad del tráfico: Análisis dogmático, criminológico y político criminal". El investigador principal de este proyecto es el Prof. Lorenzo Morillas Cueva.

Una selección de los resultados más relevantes de este mismo estudio ha sido objeto de publicación casi simultánea en *Cuadernos de Política Criminal* (véase Barquín & Luna, 2005).

SUMARIO: 1. ETILÓMETRO, CONSUMO DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS Y ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN: INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS. 1.1. Dos ideas inexactas que se suelen tener como ciertas. 1.1.1. Primera suposición infundada: Con dos o tres copas basta normalmente para superar el límite de lo prohibido en el etilómetro. 1.1.2. Segunda suposición infundada: Más del 30% de los conductores fallecidos en accidente manejan el vehículo con tasas de etanol en sangre superiores a las legalmente prohibidas. 1.2. Relevancia jurídica, administrativa y penal, de la prueba del etilómetro. 1.3. Alcotest 7410 como instrumento para la determinación del grado de impregnación alcohólica de una persona. 1.4. Tolerancia y márgenes de error en la prueba del etilómetro. 1.5. Composición del grupo, ficha de trabajo y descarte de algunas mediciones. 1.6. Tratamiento de la información imprecisa. 1.7. Método estadístico. 2. INDIVIDUOS Y VARIABLES. 2.1. Descriptiva de los individuos de la muestra. 2.2. Diferencia según sexo de las diferentes variables del estudio. 3. RESULTADOS DE LA PRUEBA DEL ETILÓMETRO. 3.1. Análisis de la evolución de la concentración de etanol en aire espirado en las dos primeras horas tras la ingesta. 3.1.1. Evolución por tiempo, datos globales. 3.1.2. Evolución temporal, por sexo. 3.1.3 Variables cualitativas. 3.1.4. Variables numéricas. 3.1.5. Análisis multivariante. 3.2. Análisis para el desbordamiento de los límites legales de la concentración de etanol en aire espirado, en al menos una de las medidas realizadas. 3.2.1. Análisis para el límite de 0,25 unidades. 3.2.2. Análisis para el límite de 0,15 unidades. 4. PERCEPCIONES AUTODECLARADAS. 4.1. Análisis de la percepción de mareo tras la ingesta de alcohol. 4.2. Análisis de la percepción declarada acerca de si la ingesta de alcohol le ha afectado para la conducción. 5. RESUMEN DE RESULTADOS MÁS RELEVANTES. 5.1. Individuos y variables. 5.2. Prueba del etilómetro: evolución temporal. 5.3. Prueba del etilómetro: superación de los límites legales. 5.4. Percepciones subjetivas. 6. CONCLUSIÓN: REFLEXIONES Y VALORACIONES. BIBLIOGRAFÍA CITADA. AGRADECIMIENTOS.

1. ETILÓMETRO, CONSUMO DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS Y ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS

Para realizar el presente estudio, 119 personas voluntarias de ambos sexos consumieron tres copas de vino junto con algunos alimentos sólidos, reproduciendo las circunstancias de consumo social de una comida o cena ligera, o de unas tapas o raciones, acompañada por dicha moderada cantidad de vino. Tras la ingestión, todos ellos se sometieron a la prueba del etilómetro, a través de mediciones cada 15 ó 30 minutos a lo largo de dos horas. También reportaron sus percepciones subjetivas en cuanto a sensación de mareo y evaluación de si se encontraban en condiciones de conducir un vehículo con seguridad.

En el experimento se han reproducido las condiciones reales en que se pone en práctica la prueba del etilómetro con respecto a personas que consumen una cantidad moderada de bebidas alcohólicas conforme a ritos socialmente normalizados. Por ello, para la determinación de la impregnación etílica se han empleado etilómetros de aire espirado de la misma marca y sometidos a exactamente los mismos controles de calibración y revisión a los que recurren las fuerzas y cuerpos de seguridad pública.

Todos los datos y mediciones han sido procesados mediante análisis estadístico. Antes de entrar en la descripción y análisis de los resultados, pasamos a detallar los fundamentos del estudio y la metodología empleada.

1.1. Dos ideas inexactas que se suelen tener como ciertas

1.1.1. Primera suposición infundada: Con dos o tres copas basta normalmente para superar el límite de lo prohibido en el etilómetro

En relación con el etilómetro, el consumo de bebidas alcohólicas y los accidentes de circulación, una idea extendida entre el conjunto de la población es que bastan un par de consumiciones de bebidas alcohólicas para dar “positivo” en la prueba del etilómetro, esto es, para alcanzar los 0,25 mg de etanol por litro de aire espirado que constituyen el nivel prohibido en España para la generalidad de los conductores.² A ello contribuyen ciertas campañas de las autoridades: por ejemplo, la Dirección General de Tráfico ha venido distribuyendo cientos de miles de cartonillos de divulgación desde la entrada en vigor en 1999 del RD 2282/1998, de 23 de octubre, que estableció las actuales tasas máximas de alcohol en sangre o en aire espirado permitidas por la ley. En ellos se indica de manera expresa que tanto un hombre de 70 kg como una mujer de 60 kg alcanzarán normalmente (“datos aproximados”, se dice en el folleto) la tasa de 0,25 mg/l de etanol en aire espirado si ingieren dos latas de cerveza o dos vasos y medio (100 ml cada uno) de vino.³

A extender la aceptación de estos clichés contribuyen ciertos recursos electrónicos de cada vez más generalizada difusión, como son ciertas páginas de internet, incluso dependientes de instituciones de prestigio. Por ejemplo, a lo largo del tiempo en que se inició el presente estudio (2003) y hasta las fechas inmediatamente anteriores a su versión definitiva (primera mitad de 2005), la *Universitat de Barcelona*, en colaboración con el *Consorci Sanitari de Barcelona* y la *Agència de Salut Pública*,⁴ venía ofreciendo un simulador de etilómetro que, para consumos de tres vasos pequeños de vino da el equivalente a 0,27 miligramos de etanol por litro de aire espirado en un hombre de 80 kg y de 0,42 mg/l en una mujer de 59 kg, pesos ambos que tomamos

² Junto a este nivel prohibido con carácter general para los conductores de automóviles, motos y ciclomotores, coexiste una tasa específica de 0,15 mg/l para los permisos especiales (camiones, autobuses y minibuses, transporte escolar, etc.) y para todos los conductores noveles de toda clase de vehículos durante los dos primeros años desde que le fuera concedido el permiso o licencia. En el presente trabajo hemos tomado en cuenta ambos límites a los efectos del estudio estadístico, como se verá más adelante.

³ Véase Martín Uclés (2003: 95). Se trata de una información que, por lo demás, se repite una y otra vez en los medios de comunicación.

⁴ Véase <http://www.ub.es/siae/alcohol/castella/calculadora-cast.htm> (dada la volatilidad de las URLs, es posible que con el tiempo cambie la ubicación de esta página o que incluso desaparezca). Simuladores equivalentes pueden encontrarse en otras páginas de internet: véase también, por ejemplo, el de <http://www.stradanove.net/crash/etilometro/>, cuyos resultados son algo más matizados que los de la Universidad de Barcelona. En ambos casos, téngase en cuenta que las cifras suministradas por los simuladores están expresadas en gramos de etanol por litro de sangre que –siguiendo el módulo de conversión habitualmente empleado en España-, han de convertirse en miligramos por litro de aire espirado dividiendo por 2000. Por ejemplo, 0,5 g : 2000 = 0,00025 g, o sea 0,25 mg.

como referencia en este momento porque, como puede verse más adelante en la tabla 4, se corresponden con la media de los individuos de uno y otro sexo participantes en nuestro estudio.⁵

Por otra parte, en los controles aleatorios de alcoholemia los agentes encargados de realizarlos suelen preguntar al conductor invitado a pasar por ellos si ha bebido alcohol antes de conducir; como es lógico, la diversidad de respuestas es grande, pero hay un estereotipo que se repite con cierta frecuencia: el reconocimiento de haber bebido, aunque sólo un poco, no más de dos o tres copas de vino o cervezas acompañando la comida. No es raro, por su parte, que un porcentaje de los conductores sancionados (vía administrativa) o condenados (vía penal) por superar el índice legal de alcoholemia, afirme haber ingerido tan sólo esa cantidad moderada de bebidas alcohólicas.⁶

Cierto que no hace falta forzar mucho la imaginación para aventurar que un porcentaje de esas personas no están siendo exactas, sino que van quitándole importancia a la verdadera entidad de su ingesta alcohólica, o llanamente mintiendo.⁷ Pero si sumamos ese dato al ya citado de las campañas públicas que sugieren que la ingestión de tales cantidades de bebidas alcohólicas provocan una etanolemia superior a los límites permitidos, parece razonable que, *a priori*, en cualquier persona que practique la costumbre social de consumir dos o tres de copas de vino o cervezas acompañando la comida o el tapeo surja el temor de encontrarse con un control de alcoholemia y dar positivo en él.⁸ Todo parecería indicar que una persona en tales circunstancias probablemente habrá incorporado a su cuerpo una concentración de etanol superior a lo que las normas estiman incompatible con una conducción segura y, por lo tanto, estaría cometiendo una infracción, ya administrativa, ya penal, en función de las circunstancias del hecho.

Ahora bien, la precedente estimación no venía a casar con ciertas mediciones realizadas por nosotros de manera informal en el marco de actividades prácticas con los estudiantes de la Universidad de Granada. En efecto, algunos ensayos no controlados

⁵ Más adelante, en la tabla 9, puede comprobarse que las medias obtenidas en nuestro estudio son muy inferiores a las tasas orientativas que proporcionan estos recursos electrónicos: 0,106 para hombres y 0,217 para mujeres.

⁶ En no pocas ocasiones, el simple e ingenuo reconocimiento por el conductor de haber bebido, pero “sólo un par de copas de vino con la comida” o “alguna cerveza” es tomado en consideración en la jurisdicción penal para cofundamentar la estimación de un delito de conducción bajo la influencia de bebidas alcohólicas, incluso aunque se confiese con absoluta inconcreción, como señala Olmedo (2001: 684-685; véase asimismo Rodríguez, 2003:66.) Así: STS 89/1988, de 9 mayo 1988 (“uno o dos vasos de vino”), SSTS 23 septiembre 1987, 9 diciembre 1987, 20 noviembre 2002, SAP Barcelona 22 mayo 1998 (ARP 1998/2708). Para una selección de la vigente normativa penal y la jurisprudencia reciente, véase Barquín (2002:109ss).

⁷ Una de las escasas frases hechas que encierran una aplastante verdad es la que recuerda que una mentira no deja de serlo por mucho que se la reitere. Pero no debemos obviar el poder sugestivo que tiene la repetición de una falsedad. En concreto, el hecho de que los agentes de la autoridad y los responsables judiciales se encuentran a diario con casos en los que personas con índices de alcohol muy por encima de los límites legales juran no haber ingerido más allá de un par de copas, ejerce de manera difusa una cierta influencia en los operadores policiales y judiciales.

⁸ Algunos pensarán que es bueno que exista este temor aunque sea infundado. No podemos estar de acuerdo: somos partidarios de la transparencia de la información por razones de principio, pero también de oportunidad: no son pocos los casos en que conductoras y conductores que temen dar positivo en una prueba de etilómetro protagonizan peligrosas maniobras para rehuirlas, por ejemplo, cambiando el asiento incluso en marcha con otra persona que en ese momento no conduce. Las anécdotas que coleccionan los agentes son inacabables, algunas de ellas documentadas en los hechos probados de las resoluciones judiciales.

realizados en el contexto de cursos de licenciatura en derecho y de actividades prácticas en el Instituto Andaluz Interuniversitario de Criminología de la Universidad de Granada nos hacían sospechar que la correlación apuntada por los documentos oficiales podría no ser exacta y que, en la realidad, de la ingestión de dos o tres consumiciones de bebidas alcohólicas siguiendo el rito social del aperitivo, la comida o la cena, no se derivaría una probabilidad tan alta de que las tasas de impregnación alcohólica superasen lo permitido para la conducción.

Por otra parte, de la abundante literatura científica sobre el tema se desprenden dos datos que animaban particularmente a perseverar en una investigación como la presente:

a) La mayor parte de los ensayos se suelen realizar con grupos reducidos de personas a las que se les suministra etanol en condiciones no homologables a las del consumo cotidiano socialmente aceptado⁹ (o, sencillamente, no en condiciones similares a la del consumo de alcohol en la vida real).¹⁰

b) Los resultados publicados y tomados como referencia habitual en las revisiones y las obras generales sobre la materia no son del todo coincidentes con los que íbamos obteniendo en las primeras mediciones. Por ejemplo, los picos de absorción habitualmente reportados para la ingesta de alcohol con alimentos sólidos se suelen situar en diversos momentos temporales a partir de los 60 minutos,¹¹ mientras que en nuestras pruebas los datos apuntaban consistentemente desde el principio a entre los 15 y los 30 min. Más adelante expondremos una explicación que creemos plausible de estos resultados.

Así que decidimos dar un paso adelante y someter a pruebas controladas a grupos más amplios de voluntarios, para intentar comprobar con rigor nuestra hipótesis de partida de que la impregnación alcohólica esperable para un consumo moderado de alcohol siguiendo el rito social no alcanza en la mayoría de los casos las tasas legalmente prohibidas.

1.1.2. Segunda suposición infundada: Más del 30% de los conductores fallecidos en accidente manejan el vehículo con tasas de etanol en sangre superiores a las legalmente prohibidas

No son los recién comentados los únicos territorios del ámbito relativo al alcohol y la conducción en que la imagen promovida por las autoridades y por los medios de comunicación viene acompañada de una sesgada o ambigua difusión de estadísticas. Llama mucho la atención el que los medios repitan año tras año la cantinela de que la influencia del alcohol está presente en el treinta y tantos o cuarenta por ciento de los

⁹ O consistían en recopilaciones de datos procedentes de casos reales, como en los estudios de Jones y Andersson (1996a y 1996b).

¹⁰ Sobre la importancia, desde el punto de vista criminológico, que tiene el desarrollar estos estudios en condiciones lo más cercanas posible a la vida real, en lugar de bajo circunstancias artificiales o diseñadas *ad hoc*, véase por ejemplo Brown y James, 1998:141. Otros relevantes estudios realizados en situaciones de consumo social: Jones y Neri 1991, Shajani y Dinn 1985, Stowell y Stowell 1998, Winek *et al.* 1996.

¹¹ Si bien no siempre. Por ejemplo, Jones 1984 reportó una mayoría de picos en los 30 minutos posteriores a la finalización de la ingesta.

accidentes con víctimas, basándose de manera invariable en datos estadísticos que consideramos mal interpretados.

Tomemos como ejemplo la Memoria de Análisis Toxicológico de las Muertes en Accidente de Tráfico 2003 realizada por el Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses, última publicada durante la elaboración del presente estudio. Como sucede regularmente con estos documentos, ha sido objeto de amplia divulgación y comentario en la prensa escrita, audiovisual y electrónica, medios que han insistido de forma reiterada en el dato del altísimo porcentaje (superior al 30%) de conductores muertos en accidente que superaban la tasa de alcoholemia legalmente prohibida.¹² De la Memoria en cuestión se deriva, en efecto, que en torno al 32% de los análisis a conductores fallecidos en accidente superaban el límite legal de etanolemia (0,5 g/l para coches y motos en general, 0,3 g/l para autobuses y camiones, entre otros), pero hay un dato muy relevante que nunca se menciona: tanto en éste como en otros informes equivalentes, sólo se toman en cuenta los conductores fallecidos que han sido efectivamente investigados, es decir, aquéllos de los que el médico forense que practicó la autopsia solicitó un análisis de etanolemia. Esto significa que existe un filtro previo que elimina un porcentaje alto de casos en los que los datos disponibles para el forense llevan a éste a descartar *a priori* la presencia de etanol en la sangre del conductor.

En la Memoria 2003 no consta cuál es el porcentaje, sobre el total de los conductores fallecidos, de los que fueron sometidos al mencionado análisis toxicológico específico *post mortem*. No obstante, la cifra de conductores investigados puede ponerse en relación con el número total de conductores fallecidos en accidente de circulación en dicho año, según el Anuario de Accidentes 2003 de la Dirección General de Tráfico, cifra que ronda las 3200 personas. Puesto que el número de conductores analizados en la Memoria 2003 es de 1621, parece lógico estimar que las cifras reales no son tanto las ampliamente difundidas cuanto estas mismas divididas por aproximadamente dos. O sea, cabe suponer que un porcentaje en el entorno del 16% de los conductores fallecidos en accidente superan la tasa prohibida de impregnación alcohólica.¹³ Y ello sin perder de vista que no en todos los casos el conductor fallecido es responsable del accidente.

Estos cálculos, productos de una lectura atenta y no superficial de las estadísticas, se ven reforzados si recurrimos a otras memorias equivalentes, como la del Laboratorio de Toxicología del Instituto Anatómico Forense de Madrid, “Alcoholemia en las víctimas de accidentes de tráfico de la Comunidad de Madrid. Años 1996 a 2000”.¹⁴ En ésta, los resultados fueron que el 44% de los conductores analizados presentaban alcoholemia igual o superior a 0,5 g/l (0,25 mg/l en aire espirado), pero es muy importante retener que sólo fueron analizados el 37% de las víctimas mortales, dado que en el 63% de los casos restantes el médico forense que practicó la autopsia judicial no

¹² Por mencionar el diario de mayor difusión, véase el titular de la página 28 de la edición nacional de *El País*, 6 enero 2005: “El alcohol, la curva más peligrosa de la carretera. El 32,7% de los conductores muertos en accidente durante 2003 superaba la tasa permitida de 0,5 gramos por litro de sangre”.

¹³ Resultados similares se obtienen si se aplican estos criterios a la Memoria Análisis Toxicológico de Muertes en Accidentes de Tráfico 2002 del INT y el Anuario Estadístico Accidentes 2002 de la DGT.

¹⁴ El texto completo de este informe puede consultarse en Alhambra y Segura, 2001:716ss.

estimó necesario solicitar el análisis de etanol en sangre. El 44% del 37% equivale en realidad, de nuevo, a en torno a un 16% de los conductores fallecidos en accidente de tráfico durante ese período en la Comunidad de Madrid.

A los autores del presente estudio no se les escapa que un 16% sigue siendo un porcentaje muy alto y no pretenden en absoluto minimizar la entidad de la tragedia, no por repetida menos espantosa, que suponen los accidentes de circulación. Tampoco tenemos datos para poner en duda la relevancia de la ingestión de bebidas alcohólicas como factor causal de accidentes de tráfico. Al contrario, estudios en los que ha participado alguno de los autores de éste demuestran que la correlación entre conducción bajo la influencia y la accidentalidad no es una suposición sino una realidad, bien que no con una relevancia tan desmesurada como se le suele atribuir.¹⁵

Esta segunda creencia falsa, a diferencia de la primera, no es objeto de experimentación en el presente trabajo, pero hemos creído útil traerla a colación y, en cierto sentido, desenmascararla, porque viene a incidir en el mismo ámbito de oscurantismo mezclado con alarmismo en el que se opera en relación con la ingesta baja o moderada de bebidas alcohólicas. A nuestro modo de ver, para enfocar un problema con seriedad e intentar atajar eficazmente sus causas, es preciso partir de un conocimiento exacto y no de cifras alimentadas por la -quizá bienintencionada, aunque errada- voluntad de poner en guardia a la población. Resulta comprensible que se desee llamar la atención de la comunidad hacia una sangría cotidiana de muertos y lesionados con la que, se diría, nos hemos acostumbrado a convivir sin darle mayor importancia. Mas insistimos en que, en una sociedad abierta y madura, debe rehuirse el atajo de las exageraciones y de las medias verdades, y no sólo por razones de principio: también por eficacia y pragmatismo.¹⁶

1.2. Relevancia jurídica, administrativa y penal, de la prueba del etilómetro

Dados la naturaleza y el alcance del presente trabajo, prescindiremos en este apartado de la prolijidad al uso en los estudios dogmático-penales. Pero es preciso retener algunas ideas y piezas de información fundamentales que pasamos a enumerar de forma sucinta:

a) En nuestro derecho coexisten la infracción administrativa de conducir con una tasa de etanolemia (etanol en sangre) superior a la permitida y la infracción penal (delito) de conducción bajo la influencia de bebidas alcohólicas¹⁷.

¹⁵ Véase ampliamente Redondo, Luna et al. (2001), así como Lardelli, Luna et al. (2003), trabajos en los que, entre otras cuestiones, se mide el efecto del consumo de alcohol en la probabilidad de accidentarse. Como en ellos se puede apreciar, el riesgo del consumo excesivo de alcohol para accidentarse y, sobre todo, para verse implicado en una colisión, es un factor muy relevante, mas no tan *determinante* como se suele publicitar.

¹⁶ En el ámbito del derecho penal, un ejemplo reciente de los efectos perversos de la llamada *separación acus-tica* (Dan-Cohen 1984) -o, desde otra perspectiva, la *teoría dialéctica de la unión* de la que Roxin es el más conspicuo valedor- lo constituye la disociación entre penas formalmente impuestas en las sentencias y su efectivo cumplimiento que, por ejemplo, hacía (y hace aún en algunos casos) que personas condenadas a cientos o miles de años de prisión por una sucesión de violaciones o asesinatos cumplieran no más de 15 ó 18 años como máximo. Con independencia de una, para nosotros irrenunciable, perspectiva compasiva acerca de los condenados a prisión, creemos que esta clase de soluciones político-criminales basadas en el ocultismo no son beneficiosas a medio y largo plazo para la confianza de los ciudadanos en su sistema de justicia.

¹⁷ O de otras drogas que no son objeto del presente trabajo; véase art. 379 CP.

b) Ambas infracciones son incompatibles entre sí, en virtud del principio *ne bis in idem*; esto es, una misma persona no puede ser sancionada tanto por la vía administrativa como por la vía penal en relación con una única situación de conducción tras consumir bebidas alcohólicas.

c) La vía penal tiene preferencia sobre la infracción administrativa: si se aprecia delito en una conducta, decae el expediente sancionador abierto por ese mismo hecho de conducción.

d) La infracción administrativa de tráfico consiste en conducir con un determinado grado de impregnación de alcohol etílico en sangre, a cuyos efectos la prueba del etilómetro es, por lo general, necesaria y suficiente. En cambio, el delito del art. 379 CP consiste (por lo que ahora nos interesa) en la conducción bajo la influencia de bebidas alcohólicas,¹⁸ para probar lo cual ni resulta imprescindible¹⁹ ni basta con acreditar una etanolemia por encima de los niveles prohibidos. Ahora bien, la prueba del etilómetro tiene gran importancia en el ámbito penal, por dos motivos principales, uno de carácter negativo y otro de carácter positivo.

e) En sentido negativo, porque constituye una garantía de impunidad, tanto penal cuanto administrativa, cuando el resultado es inferior a los límites legales.

f) En sentido positivo, porque en la práctica cotidiana de la justicia criminal la prueba del etilómetro es extraordinariamente importante y determina que, por encima de ciertos niveles, la condena sea muy probable,²⁰ sobre todo si la medición del etilómetro viene acompañada del reconocimiento por el conductor de que ha bebido algo de alcohol, aunque sea poca cosa lo que admita haber consumido, o por la apreciación por el agente de la autoridad de síntomas de intoxicación etílica.

Por lo demás, en el día a día de nuestra administración de justicia las conformidades son una realidad muy frecuente, con especial incidencia en los procesos por delitos contra la seguridad del tráfico. Pues bien, sería cerrar los ojos a la realidad no darse cuenta de que un motivo decisivo para el alto porcentaje de aceptación del delito y de la pena correspondiente en asuntos de conducción bajo la influencia del alcohol se debe a la constancia en autos del incontestable resultado de las mediciones realizadas con el etilómetro evidencial, además de la hoja de 'diagnóstico' firmada por los agentes denunciante.

g) Lo anterior conecta con el dato de que en el ámbito penal tiene gran importancia, además del ya señalado reconocimiento de haber bebido alguna clase de bebida alcohólica, este diagnóstico del grado de intoxicación de los conductores por parte de los miembros de las fuerzas y cuerpos de seguridad.²¹ Pero Sullivan et al. (1987) pusieron de manifiesto, y otros trabajos ulteriores han corroborado, que no existe una correla-

¹⁸ Véase extensamente al respecto la STC 111/1999, de 14 de junio, así como abundante jurisprudencia penal, de las audiencias provinciales en su mayor parte.

¹⁹ Véanse, entre otras, las SSTs (Sala 2ª) 14 julio 1993, 9 diciembre 1994,

²⁰ Véase STS (Sala 2ª) 11 junio 2001: "a partir de determinada impregnación alcohólica en la sangre queda superado el límite penalmente permisible (...) cuando se superan los 1,20 g de alcohol por 1000 cc de sangre".

²¹ Por ejemplo, entre otras muchas, la STS (Sala 2ª) 20 noviembre 2002, en la que se cita como uno de los fundamentos de la apreciación del delito, junto a la prueba de alcoholemia en sangre de 0,99 g/l, el diagnóstico "clínico" del agente: "huele a alcohol y su mirada no es normal".

ción significativa entre los signos aparentes de intoxicación etílica, incluso apreciados por personal clínico especializado, y la tasa efectiva de impregnación alcohólica. Dichos estudios refuerzan la importancia de la prueba de etilómetro como indicio supremo de la conducción bajo la influencia de bebidas alcohólicas. Parece procedente, pues, cuestionar semejante papel de los agentes de la autoridad, ya que se trata de una tarea para la que se necesita una formación de la que carecen y que, incluso cuando es realizada por expertos, resulta sumamente insegura.

h) Por último, cabe resaltar que al derecho penal le interesan los niveles bajos de alcoholemia asociados a una ingesta moderada de bebidas alcohólicas por dos motivos particularmente: porque la detección de un consumo, incluso pequeño, de alcohol es relevante en un fenómeno de tanta relevancia penal como los accidentes con muertos o heridos; y porque, desde los puntos de vista social y jurisprudencial, el sentido de los tiempos es la criminalización del hecho consistente en conducir bebido. Formalmente y como se ha dicho, los únicos límites que garantizan de manera estable la irrelevancia penal de una conducta en el ámbito penal son los mismos que delimitan lo injusto en el ámbito administrativo sancionador. Ciertamente es que en la vía penal se añade el requisito material de conducir bajo la influencia. También sabemos, sobre todo en lo que ahora interesa, que se suelen exigir niveles de alcoholemia del doble o más de lo permitido para remitir un asunto a la jurisdicción penal. Pero esto último no es algo que se derive de la redacción del tipo y el criterio podría eventualmente ser modificado sin cambio legal alguno.

1.3. Alcotest 7410 como instrumento para la determinación del grado de impregnación alcohólica de una persona

En principio, las prestaciones y la seguridad del etilómetro evidencial (Dräger Alcotest 7110) empleado por lo común por las fuerzas y cuerpos de seguridad son superiores a las del etilómetro manual (Dräger Alcotest 7410) que empleamos finalmente para la toma de mediciones. La principal ventaja del etilómetro evidencial, a los efectos de la presente investigación,²² habría sido su capacidad para detectar el etanol en boca de manera automática, permitiendo descartar mediciones en las que se produzca la interferencia de etanol volátil procedente de las mucosas y las cavidades del tracto superior del aparato respiratorio e incluso del aparato digestivo con el procedente del aire alveolar. No obstante, la probabilidad de tales interferencias puede ser reducida al niveles inapreciables mediante el sencillo expediente de dejar transcurrir quince minutos desde la última ingesta alcohólica hasta la primera medición (Gullberg, 1992).

Después de algunas pruebas preliminares en las que comprobamos que las mediciones realizadas por uno y otro aparato en diversos sujetos y con diversos niveles de impregnación etílica eran básicamente coincidentes, optamos por emplear el etilómetro manual, digital o –en la jerga de los agentes– ‘pequeño’ (Alcotest 7410), ya que el etilómetro evidencial plantea algunos problemas de agilidad en el uso: es lento (tarda

²² Tiene otra gran ventaja desde el punto de vista jurídico-procesal que en nuestro caso era irrelevante: las mediciones son comunicadas mediante un boletín o tique impreso que el propio aparato suministra.

más en ofrecer la lectura y en quedar de nuevo operativo para la siguiente medición) y exige de la persona que realiza la prueba un mayor esfuerzo y concentración, ya que debe espirar por el tubo de manera continua una cantidad superior a dos litros de aire, mientras que, en el caso del etilómetro manual, basta con aproximadamente un litro.

1.4. Tolerancia y márgenes de error en la prueba del etilómetro

En nuestra legislación y en nuestra práctica policial y procesal hay dos principales fuentes de tolerancia o de establecimiento de márgenes que dejan una cierta holgura en la real vigencia de las tasas prohibidas de etanolemia de 0,5 y 0,3 g/l.

a) La primera es la correspondiente al error técnico admisible en los aparatos de medida actualmente utilizados: los ya mencionados etilómetro digital Dräger Alcotest 7410 y etilómetro evidencial Dräger Alcotest 7110. Ya los respectivos folletos de indicaciones técnicas de estos aparatos advierten sobre tales márgenes de error, establecidos en el apartado 5.1.2 de la norma UNE 26.443 y que, para concentraciones inferiores a 0,40 mg de etanol en aire espirado, consisten en 0,0032 mg/l. La Dirección General de Tráfico así lo ha reconocido en su Instrucción 02/S 61, de 15 de abril de 2002,²³ de modo que sólo los resultados respectivamente superiores a 0,282 mg/l y 0,182 mg/l (o sea 0,29 y 0,19 mg/l, dado que los etilómetros están graduados a intervalos de 0,01 mg/l) son considerados como infracción. En otras palabras y refiriéndonos a la generalidad de los conductores, no superan a efectos prácticos la tasa prohibida quienes arrojan un resultado en el etilómetro de 0,25, 0,26, 0,27 ó 0,28 mg/l.²⁴

b) La segunda se refiere al módulo de conversión de etanol en aire espirado a etanol en sangre que es expresamente utilizado por la normativa vigente en España²⁵ y, en consecuencia, por nuestros tribunales: 2000 a 1, es decir que 0,25 miligramos de etanol por litro de aire espirado se consideran equivalentes a 500 mg/l, es decir, 0,5 gramos de etanol por litro de sangre. Ésta es una elección basada en criterios pragmáticos y de uniformidad con otros países²⁶ que no se corresponde con el estado actual de la investigación científica, dado que los estudios más fiables avalan una equivalencia media menos favorable para el conductor bebido, del orden de 2300 o incluso 2400 a 1.²⁷

²³ Para más detalles sobre esta instrucción y sobre la graduación de las infracciones en vía administrativa en función del resultado arrojado por el etilómetro, véase Martín Uclés (2003:92-93).

²⁴ Puesto que no se trata de una decisión de oportunidad, sino fundada en razones objetivas de orden técnico, entendemos que la eficacia del criterio contenido en esta instrucción no se agota en el ámbito competencial de la DGT, sino que debe ser asumido igualmente en los demás ámbitos jurisdiccionales y administrativos: ayuntamientos, comunidades autónomas, orden judicial penal.

²⁵ Art. 20 del Reglamento General de Circulación, según redacción vigente desde el 7 de mayo de 1999 (Real Decreto 2282/1998, de 23 de octubre): "No podrá circular por las vías (...) el conductor de vehículos con una tasa de alcohol en sangre superior a 0,5 gramos por litro, o de alcohol en aire espirado superior a 0,25 miligramos por litro. Cuando se trate de vehículos destinados al transporte de mercancías (...) los conductores no podrán hacerlo con una tasa de alcohol en sangre superior a 0,3 gramos por litro, o de alcohol en aire espirado a 0,15 miligramos por litro (...)"

²⁶ Bien que no con todos: de hecho, la *ratio* en algunos estados de los Estados Unidos –por ejemplo, Wisconsin desde hace más de 20 años (Harding y Field, 1987)- es 2100 a 1 (0,5 g/l en sangre se alcanzan con 0,24 mg/l en aire) y en el Reino Unido de 2300 a 1 (0,22 mg de alcohol por litro de aire alveolar equivaldrían a una etanolemia de 0,5 g/l).

²⁷ Véase el amplio estudio de Jones y Andersson (1996b), basado en la comparación de las pruebas realizadas

De la combinación de los dos factores de error recién expuestos, se generan amplios márgenes de tolerancia frente a la situación que se daría si no se aceptara la relevancia de los errores de medición y se siguiera el criterio estricto de una ratio 2300:1 ó 2400:1. En tal caso, habría que sancionar a los conductores que dieran una cifra superior a 0,21 mg/l en la prueba del etilómetro, frente a 0,29 mg/l, que es la medición actualmente tomada como referencia.

Nuestra opinión es sin duda favorable a la observación y el mantenimiento de semejantes márgenes, dado que confieren garantías a la prueba. Gracias a ellos, se puede tener una razonable confianza en que, quien es denunciado por conducir superando los límites de alcohol, lleva verdaderamente en sangre tasas de etanol que superan con claridad lo permitido. Piénsese que los errores de medición de los aparatos técnicos y los márgenes de variabilidad personal de equivalencia entre etanol en aire espirado y etanolemia (etanol en sangre) no son hipótesis metafísicas ni entelequias, sino hechos comprobados de manera fehaciente: por más que sea cierto que una proporción no pequeña de las personas que arrojen la cifra de 0,22 a 0,28 mg/l (aire) en la medición con un aparato Dräger Alcotest tendrán una etanolemia igual o superior a 0,50 g/l, no lo es menos que otras de entre ellas no alcanzarán esta última cifra, ya sea por variabilidad personal en cuanto a la equivalencia aire/sangre, ya sea por el margen de error en la medición, ya sea por ambas causas conjuntamente. A los principios y garantías del derecho sancionador, tanto penal como administrativo, repugna la idea de castigar indiscriminadamente. Y en este caso es sencillo discriminar, recurriendo a los márgenes de tolerancia que, con sólido fundamento técnico en este caso, son tenidos en cuenta por nuestro ordenamiento jurídico.

1.5. Composición del grupo, ficha de trabajo y descarte de algunas mediciones

Se adoptó como unidad convencional de medida una que consideramos responde razonablemente a la costumbre social de tomar unas consumiciones de bebidas alcohólicas de media-baja graduación alcohólica (cerveza “rubia”, esto es tipo pilsen) o mediana graduación alcohólica (vino de mesa blanco o tinto) acompañando la ingestión de alimentos sólidos. Las consumiciones a las que nos referiremos en ocasiones a lo largo del estudio como “dosis” consisten, cada una de ellas, en el equivalente en contenido de etanol de un vaso de 25 cl (2,5 dl) de cerveza pilsen de calidad estándar

a 800 individuos detenidos por conducir bajo la influencia del alcohol en Suecia. Basándose en los resultados de estudios anteriores al recién mencionado, Alhambra y Segura (2001: 561) se pronuncian a favor de establecer la *ratio* en 2280:1. No obstante, ha de subrayarse que estas cifras muestran a su vez una horquilla de entre 200 y 280:1 en más o en menos, lo cual puede ser atribuido en buena medida a la variabilidad interpersonal. No obstante, Villanueva (2004:890) da por “exacta” la proporción 2000:1.

Incidentalmente, apuntemos que otro factor de discordancia en cuanto a la correspondencia entre etanolemia por análisis directo de sangre y etanol en aire espirado responde a que, en la fase de absorción, la concentración puede ser notablemente mayor en sangre arterial (que es con la que se corresponde el aire espirado) que en sangre venosa. Por eso hay a veces grandes divergencias en los análisis realizados en fase preabsortiva. Véase Alhambra y Segura (2001: 564).

con una graduación de 4,5%. Como la densidad del alcohol etílico es 0,78 gr/cm³, estamos hablando de 2,5 x 0,78 x 4,5, o sea, de aprox. 8,8 gr de etanol por cada dosis.²⁸

Por motivos de elección cultural y pragmáticos,²⁹ pero sobre todo por razones de certeza en cuanto a la fiabilidad del contenido alcohólico,³⁰ optamos por utilizar vino. En concreto, dispusimos del suficiente número de botellas de vino blanco (Calvente 2002, moscatel, 12° alc.), vino rosado (Viña Dauro, 13° alc.) y vino tinto (Calvente Crianza 2001, 13° alc. y Señorío de Nevada 2000, 12,5° alc.). En el caso del vino con graduación de 12%, cada consumición fue de 9,4 cl (0,94 dl x 0,78 x 12 = 8,8 gr aprox de etanol). En caso de vino a 12,5%, cada consumición contenía 9 cl (0,9 dl x 0,78 x 12,5 = 8,8 gr aprox de etanol). Mientras que, en los vinos con graduación de 13%, cada dosis fue de 8,7 cl.

Las personas que accedieron como voluntarios a intervenir en el trabajo de campo eran en todos los casos jóvenes (más adelante, en el estudio estadístico, se detallan las edades) con buena salud aparente, sin antecedentes conocidos de enfermedad hepática ni de ninguna otra clase que previsiblemente hubiera podido alterar los resultados de las pruebas. En su mayor parte, alumnos de los primeros años de la licenciatura en derecho, si bien hubo un pequeño grupo de policías locales recién ingresados y en proceso de formación. El número total de las personas que intervinieron a lo largo del tiempo en que se desarrolló la toma de pruebas asciende a unas ciento cincuenta, cada una de las cuales participó una sola vez; por lo tanto, cada medición reflejada se refiere a una persona diferente. A cada voluntaria y voluntario se le tomaron un mínimo de 6 mediciones a lo largo del tiempo (15, 30, 45, 60, 90 y 120 min. después de apurar la última copa de vino). En muchos casos se tomaron otras adicionales (a los 75 y a los 150 min.), pero por razones de homogeneidad en el tratamiento de los datos se ha prescindido de tales mediciones.

Las sesiones duraban en total en torno a las tres horas o tres horas y media y en cada una de ellas intervinieron entre 10 y 30 personas voluntarias. En una fase preliminar, se hicieron diversas mediciones que ulteriormente fueron descartadas para centrarnos

²⁸ Contrátese con el enfoque de otros estudios pertenecientes al mismo ámbito cultural, como el de López Frías et al. (2001: 742), donde: a) por una parte las dosis o consumiciones tomadas como referencia no se unifican en cuanto a su contenido en etanol; b) se asume un contenido de etanol inexacto (por demasiado grande; 14 g) en las medidas de cerveza habitualmente consumidas por la población. En cambio, Deery y Love (1996:818) consideraban una dosis estándar el contenido de 285 ml de cerveza.

En cualquier caso, sobra comentar que las pautas de consumo de bebidas alcohólicas son muy variables. Cuando identificamos la ingesta de vino o cerveza junto con comida como "rito social", no se nos oculta que en otros ámbitos culturales, incluso muy cercanos, el consumo de alcohol puede estar asociado más bien a la ingesta sin alimentos sólidos.

²⁹ Elección cultural, porque los autores del presente estudio son partidarios del consumo moderado de vino como parte de la dieta mediterránea, tanto por sus efectos beneficiosos sobre el organismo como por la convicción (sujeta por supuesto a revisión en tanto que investigaciones sólidas puedan llegar a rebatirla) de que la satanización y proscripción absoluta de una práctica tan enraizada en nuestra sociedad desde hace milenios como es el consumo de estas bebidas acarrearán más inconvenientes que hipotéticas ventajas.

³⁰ Contábamos con la colaboración de algunas prestigiosas bodegas del entorno, dispuestas a suministrar las botellas necesarias. Sus enólogos nos garantizaban la precisión de la graduación alcohólica de los vinos consumidos, asunto no secundario: Véase Logan *et al.* 1999, donde se ponen de manifiesto la frecuente ausencia de exactitud de las indicaciones de las etiquetas de bebidas alcohólicas sobre el contenido en alcohol de las mismas. Téngase en cuenta, por lo demás, que la normativa vigente permite un desfase de hasta 0,5° alc. entre el contenido real y el indicado en la etiqueta, de modo que nos interesaba reducir al máximo esa posible fuente de inexactitud.

en el contexto que ofrecía mayor correspondencia con el fenómeno social que se pretendía investigar: si el consumo moderado de bebidas alcohólicas con alimentos según las normas socialmente aceptadas, cuantificado convencionalmente en tres copas de vino con comida, acarrea un riesgo significativo de superar las tasas legalmente permitidas de concentración de etanol en sangre o en aire espirado. Así, hemos prescindido a efectos del presente trabajo los datos obtenidos de diversos grupos de personas que se sometieron a las siguientes pruebas:

1. Consumo de tres dosis sin ingestión de alimentos: Este grupo evidenció, tanto para hombres como para mujeres, resultados significativamente más altos, superiores en torno a un 50% a los obtenidos con carácter global en el presente estudio. Esto es consistente con otros estudios que de manera invariable lo han venido estableciendo desde que ya Mellanby lo señalara en 1920,³¹ pero hemos descartado desarrollar los resultados comparativos debido a la manifiesta desproporción en el tamaño de la muestra: sólo 8 personas, la mitad de un grupo de 16 que participaron en total ese día, de las cuales 8 ingirieron las tres dosis con comida (y cuyos datos, por tanto, han sido incorporados, junto a los de otras 111 personas, al presente estudio) y otras 8 las ingirieron con el estómago vacío.

2. Hubo un grupo que ingirió cervezas en lugar de vino. Hemos considerado seriamente la posibilidad de sumarlos al estudio, ya que la cantidad total de alcohol ingerido era la misma que la de los demás participantes en las pruebas. Finalmente lo hemos descartado sobre la base de los autores que sugieren una velocidad sensiblemente distinta de asimilación y metabolización del etanol según la concentración de alcohol etílico en la bebida ingerida (Alhambra y Segura, 2001:554) y a fin de preservar la homogeneidad de los resultados globales.

3. Por último, también se descartaron los resultados, muy interesantes, de un grupo que ingirió, con alimentos, cuatro dosis y media. Salvo en un caso, los resultados evidenciaron tasas de impregnación alcohólica por debajo del límite legal estándar de 0,25 mg/l, pero hay que tener en cuenta que su perfil quizás estuviera particularmente sesgado por el hecho de que todos fueran hombres que a su vez, dentro del grupo general de voluntarios, se habían prestado especialmente a someterse a la ingestión de dosis más altas, además de tener una complejión física y un IMC medios bastante por encima de la media del grupo examinado en el presente estudio.

Dado que el trabajo de campo se desarrolló en diversas sesiones a lo largo de un año, entre mayo de 2003 y mayo de 2004, la ficha de trabajo sufrió algunas correcciones menores a lo largo de este tiempo, pero en esencia y con apenas variaciones, su contenido venía a ser el siguiente:

³¹ Las fuentes son, en efecto, consistentes –y los datos empíricos que hemos obtenido hasta ahora lo confirman– en cuanto a que la ingestión de alimentos sólidos es un medio eficaz para ralentizar la absorción del etanol por el organismo y, por tanto disminuir tanto la tasa de etanolemia cuanto los efectos del alcohol etílico sobre la conducta. Además, cuanto más moderado es el consumo de alcohol, mayor es en términos porcentuales la diferencia entre ingerirlo “a palo seco” o con comida.

Igualmente, el consumo de agua junto a la ingesta de bebidas alcohólicas también parece tener un efecto moderador, en cuanto disminuye el gradiente de concentración en las membranas gástricas. Sobre estas cuestiones, véase Alhambra y Segura, 2001: 553-554.

ETILÓMETRO		(Tres dosis con alimentos)		Fecha
Apellidos: _____		Nombre: _____		
Edad: _____	Altura: _____	Peso: _____	Tel.: _____	
Posee permiso conducción motos o ciclomotores: SI NO		Posee permiso conducción coches: SI NO		
Conduce habitualmente motos o ciclomotores: SI NO		Conduce habitualmente coches: SI NO		
Qué bebidas alcohólicas y en qué cantidad suele tomar un día habitual entre semana: (ejemplo: una copa de vino con la comida y dos cervezas con la cena): _____				
Qué bebidas alcohólicas y en qué cantidad suele tomar un día habitual de fin de semana: (ejemplo: tres cañas y dos combinados de ginebra con cola): _____				
1ª D. (: a :)		2ª D. (: a :)		3ª D. (: a :)
15 min. _____	(:)			30 min. _____
45 min. _____	(:)			60 min. _____
90 min. _____	(:)			120 min. _____
OBSERVACIONES (¿se ha sentido mareada/o en algún momento?, ¿considera que está en condiciones de conducir?; por favor, describa sus sensaciones):				

Cuadro 1. Ficha de recogida de datos

La ingestión de vino se producía conforme a una pauta común para todos los intervinientes: las tres dosis o consumiciones se ingerían a lo largo de un período total de 25/30 min., en tres tandas sucesivas de 8/10 min. durante las cuales se instaba a los partícipes para que fueran bebiendo a un ritmo parejo mientras consumían bocadillos y otros alimentos sólidos no especialmente contundentes hasta terminar cada uno su vaso que, al final, nos entregaban vacío. A partir de este momento, comenzaba a contar el tiempo y, a intervalos primero de 15 min. y después de 30 min. (con un margen de variación de 2 min. en más o en menos), los participantes iban desfilando para soplar en el etilómetro Dräger 7410 preparado al efecto. Siempre dispusimos de dos aparatos manuales del modelo mencionado y, al principio, realizábamos la medición con ambos de manera consecutiva. Pero la constatación de que las diferencias, o bien no existían o bien eran ínfimas nos llevó a adoptar un criterio de eficacia y hacer soplar a los voluntarios tan sólo en uno de ellos cada vez. Sólo si el resultado se revelaba llamativamente alto o bajo según nuestras expectativas, realizábamos una medición con el segundo etilómetro. En todos los casos, hubo coincidencia entre ambos etilómetros, bien que con el pequeño margen de error ya apuntado, que nunca superó los 0,02 mg/l.

Es de interés señalar que en las primeras sesiones se llevaron las mediciones más allá de los 120 minutos que son el límite temporal máximo reflejado en nuestro análisis estadístico. De nuevo las razones fueron sobre todo pragmáticas: se hacía difícil e incómodo para las personas voluntarias seguir participando en la toma de muestras más

allá de las tres horas o tres horas y media que duraba cada sesión, dado que tenían que trabajar o asistir a otras clases y un buen porcentaje de ellas se marchaba, provocando huecos. También se tuvo en cuenta la comprobación de que no había ninguna anomalía en los resultados obtenidos a los 150 minutos, ya que la curva de metabolización seguía al ritmo esperable, dadas las mediciones precedentes.

1.6. Tratamiento de la información imprecisa

En la ficha de trabajo arriba reproducida se puede observar que, frente a una mayoría de datos directamente numéricos (edad, altura, mediciones con el etilómetro, paso del tiempo, etc.) o bien de respuesta alternativa sí/no (posesión de permiso y conducción habitual de diferentes clases de vehículos), hay un par de preguntas cuyas respuestas exigían un cierto grado de tratamiento y sistematización a fin de hacerlas homogéneas y para permitir su procesamiento estadístico.

En primer lugar, las respuestas acerca del hábito de consumo de bebidas alcohólicas, tanto en un día normal entre semana cuanto en un día de fin de semana. Para la normalización de estos datos, se idearon cinco grupos numerados del 1 al 5, por orden creciente de cantidad de alcohol, los cuales se corresponden con lo siguiente:

- 1.- No bebe nada o menos del equivalente a una dosis.
- 2.- Una o dos dosis.
- 3.- Tres o cuatro dosis.
- 4.- Cinco a siete dosis.
- 5.- Ocho o más dosis.

Téngase en cuenta que esta clasificación es estimativa y aproximada, máxime dado que se trata de datos de autoencuesta no comprobados.

En segundo lugar, las observaciones descritas, en ocasiones de manera prolija, por los diferentes individuos de la muestra, acerca de sus propias sensaciones de mareo y de capacidad para conducir, fueron al cabo simplificadas en respuestas alternativas sí/no. Todas aquellas personas que reconocieron haberse sentido mareadas o fuertemente acaloradas o eufóricas en algún momento de la prueba fueron incluidas en el grupo del “sí”, quedando fuera de él sólo quienes declaraban no haber notado efectos o tan sólo una incidencia nimia. De modo similar se trataron las descripciones de cada uno acerca de su propia capacidad para conducir.

1.7. Método estadístico

Para alcanzar los objetivos del estudio se llevó a cabo un estudio estadístico que se puede dividir en los siguientes procesos:

1º) Un análisis descriptivo de las diferentes variables recogidas en los individuos de la muestra atendiendo a la distribución de frecuencias de las mismas y a medidas básicas de resumen, cuando fueron oportunas, como medias, medianas, percentiles, rangos y desviaciones típicas.

2º) Para conocer la relación entre el sexo y las diferentes variables consideradas en

el estudio se llevó a cabo el estudio estadístico dividido en dos tipos de análisis: Cuando la variable era categórica se estudió su relación con el sexo mediante el análisis de la tabla de contingencia oportuna con el test exacto de Fisher (en tablas 2x2) o la generalización del test exacto de Fisher (en el caso de tablas rx); cuando la variable era cuantitativa se llevó a cabo la comparación de medias para muestras independientes empleando el test de la t de Student, puesto que en ninguna variable encontramos desviaciones importantes de la normalidad.

3º) Para estudiar la evolución a lo largo del tiempo de la concentración de etanol en aire espirado y llevar a cabo el análisis del diseño de medidas repetidas, se empleó la metodología de los modelos GEE para el tiempo y cada una de las variables presentes en el estudio y los contrastes *a priori* oportunos para llevar a cabo las comparaciones que nos parecían relevantes; la metodología se empleó para estudiar la posible interacción entre cada una de las variables y el tiempo así como para obtener el modelo multivariante, en el que se pusieron de manifiesto los efectos significativos de las variables más importantes (Hardin y Hilbe 2003).

4º) Para estudiar las variables que se asociaban con que en algunos de los instantes en que se midió el etanol en aire espirado desbordara el límite de 0,25 se modeló el problema mediante la regresión logística exacta (Agresti 1993), obteniéndose estimadores de las “odds ratio” de cada una de las categorías de las variables presentes en el modelo frente a una categoría de referencia. En este caso, como en otros posteriores, el modelo final propuesto se obtuvo realizando un proceso en dos fases: en la primera se construyó un modelo para cada una de las variables consideradas por separado frente a la variable de respuesta (Modelo 0); la segunda, la construcción de un modelo multivariante en el que se incluyeron, en un primer momento, todas las variables que dieron significativas, o estuvieron cerca, en el paso anterior y del que fueron eliminándose variables que no aportaban suficiente información hasta quedarnos con el modelo definitivo (Modelo II). Para el punto de corte del 0,15 se llevó a cabo el mismo análisis.

5º) Para analizar la asociación de las diferentes variables tanto en el caso de la sensación de mareo como en el caso de la percepción de incapacidad de conducción, se llevó a cabo un análisis como el descrito en el apartado anterior.

Para llevar a cabo el análisis estadístico que se ha citado se emplearon los siguientes paquetes estadísticos: SPSS 12.05, STATA 8.1 y LogXact 4.

2. INDIVIDUOS Y VARIABLES

2.1. Descriptiva de los individuos de la muestra

Se dispone de una muestra de 119 voluntarios con el perfil antes descrito. De entre ellos 50 son mujeres lo que supone un 42% de los individuos de la misma. Disponían de carné de conducir motos 62, lo que representa el 52,1% de los individuos de nuestra muestra; conducen de hecho, motos o ciclomotores con cierta frecuencia 33, es decir el

27,7% de la muestra. Con respecto a la conducción de coches, 73 (61,3%) disponían del carné y 63 (52,9%) conducían efectivamente coches.

Con respecto al consumo de alcohol a continuación aparece el patrón de consumo diario y de fin de semana de los individuos de la muestra.

	Fr	%	% acum.
0 dosis	68	57,1	57,1
1-2 dosis	42	35,3	92,4
3-4 dosis	8	6,7	99,2
5-7 dosis	1	0,8	100,0
Total	119	100,0	

Tabla 1. Patrón de consumo de bebidas alcohólicas en un día habitual entre semana

	Fr	%	% acum.
0 dosis	5	4,2	4,2
1-2 dosis	13	10,9	15,1
3-4 dosis	39	32,8	47,9
5-7 dosis	39	32,8	80,7
8 o más dosis	23	19,3	100,0
Total	119	100,0	

Tabla 2. Patrón de consumo de bebidas alcohólicas en un día habitual de fin de semana

Como se observa, el patrón de consumo diario entre semana es de un consumo bajo de alcohol puesto que el 92,4% de los individuos de la muestra ingieren 2 consumiciones³² o menos de alcohol al día, mientras que el fin de semana el consumo es mucho mayor ya que, por ejemplo, el 52,1% de los individuos de la muestra consumen 5 dosis o más en un día de fin de semana.³³ Después se verán las diferencias entre los patrones de consumo por sexo.

Tras la prueba, 63 (52,9%) personas se sintieron mareadas en algún momento y 24 (20,2%) consideraron que la dosis de alcohol ingerida les había afectado en su capacidad de conducción; en los apartados siguientes veremos las asociaciones de estas dos variables con diferentes variables que podrían estar condicionándolas.

³² Recordemos que el contenido de alcohol de cada dosis o consumición lo hemos establecido convencionalmente en un vaso de 250 cl. de cerveza pilsen de 4,5° alc. o cantidad equivalente en cualquier otra bebida alcohólica; en la práctica, las pruebas se hicieron con vino.

³³ Estos datos son consistentes con los obtenidos a mediados de los años 1990, también en Granada aunque entre estudiantes más jóvenes, por López Frías et al. (2001: 743). Se confirma, pues, un cambio cultural que la observación intuitiva parece sugerir claramente: el deslizamiento del consumo de bebidas alcohólicas hacia unas pautas discontinuas, con nula o escasa ingesta entre semana y consumo moderado a alto durante el fin de semana.

Con respecto a las variables numéricas la tabla adjunta da una serie de medidas de resumen que representan bien sus distribuciones, pudiendo afirmarse a la vista de ellas:

a) Para la edad, la media es de 21,7 años, siendo el percentil 25, 20 años de edad y el percentil 75, 22 años, por lo que aunque el máximo valor sea 31 años la gran mayoría de la muestra se encuentra entre 19 y 22 años, es decir un rango de edad reducido, correspondiente con la forma en que se hizo la elección de la misma.

b) La talla tiene una media de 1,75 m, y el 75% de los individuos de la muestra miden 1,82 m o menos. Para el peso las cifras son una media de 71,5 kg y un percentil 75 de 80 Kg.

c) Para el IMC, la mediana se sitúa en 22,5, parecen por tanto delgados, y el percentil 75 es de 25,4. Si consideramos el punto de corte en 26 como el límite del sobrepeso, el 16% de nuestra muestra desbordaría esa cantidad como aparece en la distribución de frecuencias que aparece tras las medidas de resumen.

		edad	talla	peso	IMC
n		119	119	119	119
Media		21,7	1,749	71,2	23,10
Desv. Tip.		2,98	,0935	13,88	3,149
Mínimo		19	1,57	45	17,6
Máximo		31	1,96	110	36,6
Percentiles	25	20,0	1,670	60,0	20,76
	50	21,0	1,750	73,0	22,53
	75	22,0	1,820	80,0	25,38

Tabla 3. Medidas de resumen de las diferentes variables numéricas

2.2. Diferencia según sexo de las diferentes variables del estudio

A continuación figura una tabla en la que aparecen las medidas de resumen de las diferentes variables numéricas del estudio.

		N	Media	Desv. Tip.	Mínimc	Máximc	F _{exp}	g.l.	P
edad	H	69	22,8	3,39	19	31	28,402	1;117	<0,001
	M	50	20,1	1,13	19	23			
	Total	119	21,7	2,98	19	31			
talla	H	69	1,807	0,0675	1,67	1,96	139,601	1;117	<0,001
	M	50	1,668	0,0572	1,57	1,80			
	Total	119	1,749	0,0935	1,57	1,96			
peso	H	69	79,9	9,70	55	110	148,054	1;117	<0,001
	M	50	59,0	8,60	45	87			
	Total	119	71,2	13,88	45	110			

		N	Media	Desv. Tip.	Mínimc	Máximc	F _{exp}	g.l.	P
IMC	H	69	24,50	2,812	18,6	36,6	43,974	1;117	<0,001
	M	50	21,17	2,526	17,6	28,1			
Total		119	23,10	3,149	17,6	36,6			

Tabla 4. **Descriptivos según sexo para las variables numéricas de la muestra**

En todas las variables hay diferencias significativas entre hombres y mujeres. En nuestra muestra la media de la edad de los hombres es significativamente mayor que la media de la edad de mujeres, si bien esto no implica ningún hallazgo relevante, sino que se debe a la forma de elegir la muestra. Para la talla, el peso y el IMC la media de los hombres es significativamente mayor que la de las mujeres como ocurre en la población general y serán datos que habrá que considerar cuando se aborden los estudios de la evolución de la curva de etanol.

En la tabla 5 aparecen las distribuciones de las variables categóricas según el sexo.

De ella se desprende que hay diferencias significativas en todos los casos entre los hombres y las mujeres, dato muy relevante pues pone de manifiesto que las diferencias que encontremos más adelante en relación con determinadas variables pueden ser debidas al sexo del individuo más que a dichas variables de por sí; en cualquier caso haremos ahora un comentario algo más detallado.

Para la conducción de motocicletas, el porcentaje de hombres que tienen el carné de moto (75,36%) es significativamente superior al porcentaje de mujeres que tienen ese carné (20%); esa diferencia se extiende a la conducción de motos dónde el porcentaje de hombres que lo hacen (39,13%) es significativamente superior al de mujeres (12%). Con respecto a la conducción de coches los resultados son análogos, pues para la posesión del permiso, los porcentajes en hombres y mujeres son de un 79,71% y un 36% respectivamente, siendo en la conducción de los mismos de un 73,91% y de un 24% respectivamente. Por tanto con respecto a la conducción de vehículos el porcentaje de varones que realizan con cierta frecuencia esta actividad es significativamente superior al porcentaje de mujeres, dato que será relevante en el análisis de las curvas correspondientes.

		sexo				
		H		M		
		Fr	%	Fr	%	P
permiso de motos	N	17	24,6	40	80,0	P<0,005
	S	52	75,4	10	20,0	
	Total	69	100,0	50	100,0	
conduce motos	N	42	60,9	44	88,0	P<0,005
	S	27	39,1	6	12,0	
	Total	69	100,0	50	100,0	
permiso de coches	N	14	20,3	32	64,0	P<0,005

		sexo				P
		H		M		
		Fr	%	Fr	%	
	S	55	79,7	18	36,0	
	Total	69	100,0	50	100,0	
conduce coches	N	18	26,1	38	76,0	P<0,005
	S	51	73,9	12	24,0	
	Total	69	100,0	50	100,0	
Bebe un día entre semana	0 dosis	31	44,9	37	74,0	P<0,005
	1-2 dosis	29	42,0	13	26,0	
	3-4 dosis	8	11,6	0	0,0	
	5-7 dosis	1	1,5	0	0,0	
	8 o más dosis	0	0,0	0	0,0	
	Total	69	100,0	50	100,0	
Bebe un día fin de semana	0 dosis	3	4,4	2	4,0	P<0,005
	1-2 dosis	5	7,3	8	16,0	
	3-4 dosis	15	21,7	24	48,0	
	5-7 dosis	28	40,6	11	22,0	
	8 o más dosis	18	26,1	5	10,0	
	Total	69	100,0	50	100,0	
¿Se siente mareada/o?	N	48	69,6	8	16,0	P<0,005
	S	21	30,4	42	84,0	
	Total	69	100,0	50	100,0	
¿Afectada/o conducción?	N	62	89,9	33	66,0	P<0,005
	S	7	10,1	17	34,0	
	Total	69	100,0	50	100,0	

Tabla 5. Descriptivos según sexo para las variables categóricas de la muestra

Para el consumo de alcohol encontramos diferencias significativas entre hombres y mujeres;³⁴ en la ingesta entre semana, el porcentaje de mujeres que no consumen alcohol (74%) es significativamente superior a dicho porcentaje en los hombres (44,9%); en el caso del fin de semana las distribuciones, como se puede ver en la tabla, son muy diferentes, pero el punto de corte que más los diferencia está más alto; en efecto, el porcentaje de mujeres que beben en el fin de semana más de 5 dosis (32%) es significativamente inferior a tal porcentaje entre los hombres, 66,7%. Es decir los hombres consumen más alcohol por término medio que las mujeres y por tanto podría ser un factor subyacente a los resultados posteriores.³⁵

³⁴ Datos de nuevo consistentes con los de López Frías et al. (2001: 743).

³⁵ Los dos factores más relevantes que inciden en la variabilidad personal acerca de la tasa de etanolemia del grado de afección psicomotora, son la tolerancia y la susceptibilidad individuales. La tolerancia se debe al

Aunque después se hará un estudio más detallado de las variables que hacen referencia a la percepción del estado del individuo tras la prueba, digamos al menos que en las mujeres el porcentaje de las que se sienten mareadas es mucho mayor que en los hombres y que la percepción de tener la capacidad de conducción afectada es también significativamente mayor en las mujeres que en los hombres.

Difieren por tanto los hombres y las mujeres en características básicas que es de suponer deben afectar a la evolución de la concentración de etanol en aire espirado, por lo que parece imprescindible un análisis multivariante.

3. RESULTADOS DE LA PRUEBA DEL ETILÓMETRO

Los resultados del análisis de la prueba se presentarán desglosados en cuatro partes: 1) Análisis de la evolución en las dos primeras horas de la concentración de etanol en aire espirado. 2) Análisis del valor máximo alcanzado, en las dos primeras horas, de la concentración de etanol en aire espirado. 3) Análisis de la evolución, en las dos primeras horas, del hecho de sobrepasar el límite de etanol legalmente establecido. 4) Análisis de si un individuo sobrepasa o no, en las dos primeras horas tras la ingesta, el límite legalmente establecido. Cada uno de estos análisis será comentado con detalle, obteniéndose, en cada caso, las consecuencias oportunas.

3.1. Análisis de la evolución de la concentración de etanol en aire espirado en las dos primeras horas tras la ingesta

3.1.1. Evolución por tiempo, datos globales

En la tabla siguiente aparecen los niveles medios de las concentraciones de etanol en los 6 momentos temporales en los que se midió.

t	n	media	sd
15	119	0,180	0,0757
30	119	0,176	0,0738
45	119	0,167	0,0755
60	119	0,158	0,0725
90	119	0,131	0,0698
120	119	0,105	0,0667

Tabla 6. Concentración de etanol en aire espirado en los diferentes tiempos

‘entrenamiento’ progresivo por la repetida consumición, mientras que la susceptibilidad se refiere a la configuración genética y circunstancias personales de cada individuo (véase Alhambra y Segura, 2001: 676-677; acerca de la tolerancia en alcohólicos, es clásico el trabajo de Perper *et al.* 1986). Dada la composición del grupo de sujetos del presente estudio, cabe suponer que las diferencias interindividuales responden fundamentalmente, en casi todos los casos, a razones de susceptibilidad. La tolerancia parece más relevante en trabajos realizados sobre pacientes con problemas de alcoholismo. Lo que, de nuevo, alerta sobre el posible sesgo de aquellos estudios médicos orientados a personas con problemas de salud o legales (véase, por ejemplo, Clardy 2004).

Hecho el test de comparación de las concentraciones entre tiempos se encontró que era significativo, $P < 0,0001$; hechas las comparaciones de todos los tiempos con los 15 minutos en todos los casos se obtuvo significación ($P < 0,001$), salvo a los 30 minutos; por ello podemos decir que, a esta dosis, por término medio el nivel más alto se consigue entre los 15 y los 30 minutos y que luego va cayendo de manera progresiva conforme aumenta el tiempo.

En la literatura disponible, los picos de concentración suelen establecerse más tarde, entre los 45/90 minutos (Jones *et al.* 1991, Barron *et al.* 1992, Kechagias *et al.* 1999), pero vienen referidos a ingestas alcohólicas superiores a la cantidad elegida como objeto de la investigación en nuestro caso. Trabajando con una cantidad moderada, el metabolismo del etanol actúa de manera más progresiva y eficaz, absorbiendo buena parte del etanol consumido mientras se aporta más etanol, de modo que las fases preabsortiva y postabsortiva se superponen.³⁶ Además, la cantidad de etanol inicialmente metabolizada en el llamado *first pass effect*, viene a ser una constante, de modo que esta especie de franquicia de entrada incide más en términos porcentuales sobre consumos bajos que sobre consumos altos de bebidas alcohólicas.³⁷

En la gráfica 1 se ve el fenómeno que acabamos de describir. Lo que se ajusta a ese descenso es una recta con la ecuación $C_t = 0,1971 - 0,0007t$ lo que nos dice que conforme pasa un minuto la concentración de etanol en aire espirado desciende de media 0,0007 unidades (mg/l), lo cual equivale a 0,042 mg/l por hora en términos de etanol en aire alveolar; o sea, un coeficiente de eliminación de 94 mg de etanol/litro de sangre/hora, calculado utilizando la relación entre concentración de etanol en aire espirado y etanolemia calibrada no según la práctica de los tribunales en 2000:1, sino en 2280:1, que es lo que establecen recientes estudios científicos (Alhambra y Segura, 2001:561). No obstante, cabe aducir que un amplio estudio realizado en Suecia por Jones y Andersson (1996b) sugiere incluso que esta relación es del orden 2400:1, en cuyo caso, el coeficiente medio obtenido sería de 101 mg/l/h.³⁸

A primera vista, sorprenden estos resultados, en cuanto se apartarían de los coeficientes habitualmente manejados en el ámbito de la ciencia forense, que suelen superar los 130 mg/l/h (Barron *et al.*, 1992) e incluso llegan hasta los 190 mg/l/h (Jones y Andersson, 1996a). Pero en realidad, la disparidad de resultados no ha de sorprender tanto, por varias razones de importancia:

1. Nuestras mediciones no se realizan exclusivamente en fase de eliminación,³⁹ sino que la mayor parte de ellas se producen en fase mixta de absorción-eliminación, de las

³⁶ La imposibilidad de identificar una fase netamente preabsortiva impide, a su vez, discriminar la relación entre etanolemia y etanol en aire espirado en cada una de ellas. Véase Alhambra y Segura (2001:561), quienes se apoyan en Widmark (1931).

³⁷ Véase, por ejemplo, Brown y James, 1998:141, quienes obtuvieron un metabolismo *first pass* medio del 58% en un experimento con consumo moderado a alto de etanol a través de cervezas con graduación del 4,8% alc.

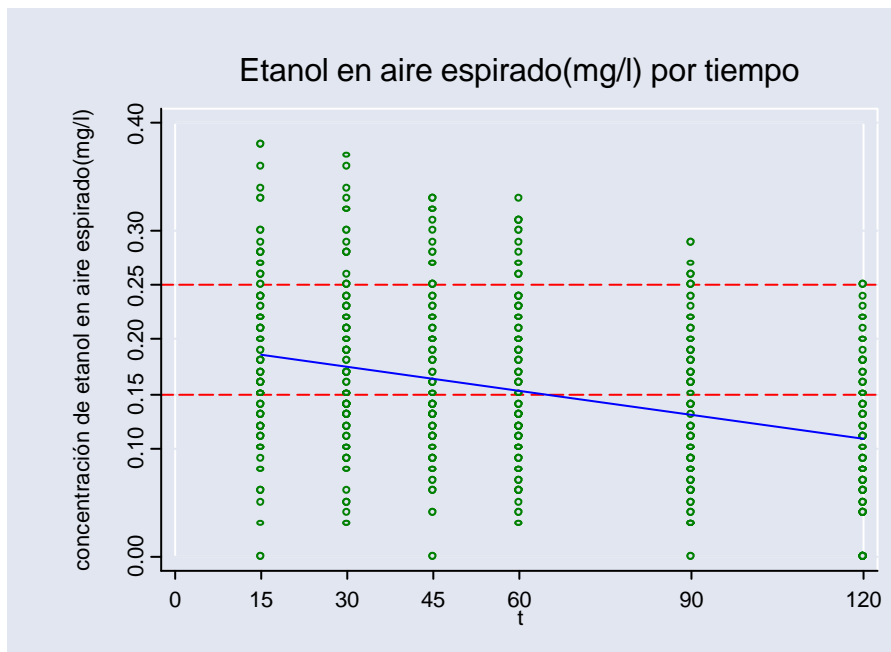
³⁸ Recuérdese lo antes apuntado (nota 26) acerca de 2100:1 e incluso 2300:1 como relación tomada como referencia en otros países.

³⁹ Como sucede, por ejemplo, cuando el etanol es suministrado mediante una inyección o, en menor medida, cuando se ingiere en ausencia de comida sólida.

cuales la tercera se suele establecer en un período de 75 a 90 minutos desde que se produce la ingestión de alcohol con comida sólida. De hecho, si prescindimos de las primeras mediciones y nos limitamos a calcular el coeficiente de eliminación en la última hora: entre los 60 y los 120 minutos, la media de eliminación se establece en 0,053 mg/litro de aire espirado/h, lo que equivale a 121 mg/litro de sangre/h (*ratio* 2100:1) o 127 mg/l/h (*ratio* 2400:1). Sigue sin coincidir plenamente con los coeficientes señalados, pero ya está tan lejos; no obstante, hay otro factor muy importante, que comentamos a continuación.

2. La eliminación del alcohol es no lineal y responde a una cinética de primer orden en la que la velocidad de eliminación es directamente proporcional a la concentración (Holford 1987): mayor coeficiente (velocidad de eliminación más rápida) a tasas altas de impregnación, menor coeficiente cuando la etanolemia es baja. Este dato hace que los resultados obtenidos sean coherentes con la moderada cantidad de alcohol ingerida y con las relativamente bajas tasas de impregnación etílica de nuestro estudio.

La gráfica a 1, que aparece a continuación, muestra cómo es la evolución de la concentración en el tiempo, con la recta ajustada (que es la función que mejor responde al supuesto) y con las medias de los diferentes tiempos, para el conjunto de los individuos.



Gráfica 1. Concentración de etanol en aire espirado por tiempo

3.1.2. Evolución temporal, por sexo

Dada la disparidad de resultados por sexo, en la tabla 7 representamos los datos re-

feridos a la evolución de la concentración de etanol en aire espirado, para hombres y mujeres tomados por separado.

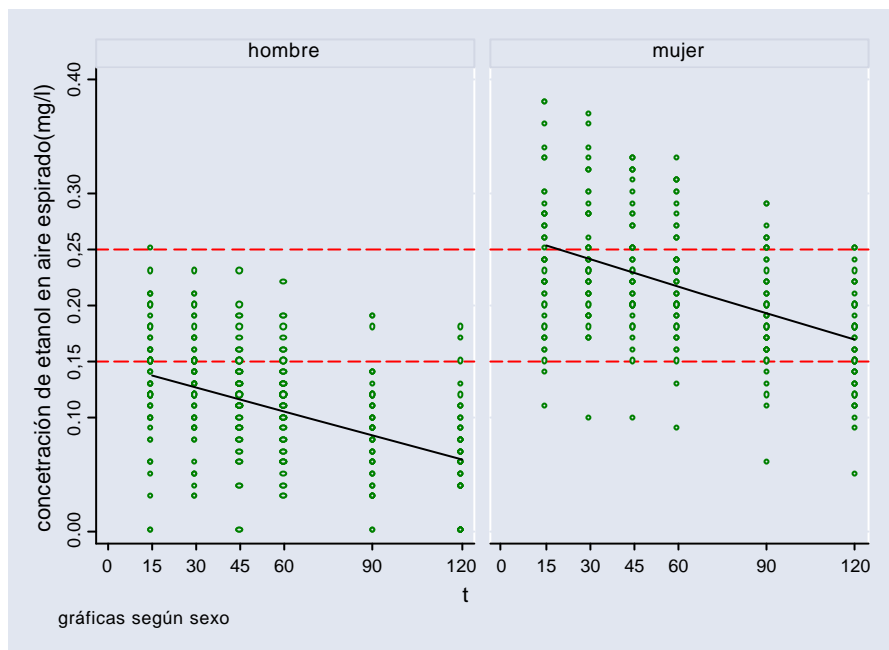
t		sexo	
		hombres	mujeres
15'	n	69	50
	media	0,135	0,241
	desv. típ.	0,0495	0,0609
30'	n	69	50
	media	0,129	0,242
	desv. típ.	0,0432	0,0549
45'	n	69	49
	media	0,117	0,237
	desv. típ.	0,0416	0,0532
60'	n	69	50
	media	0,109	0,224
	desv. típ.	0,0394	0,0519
90'	n	69	50
	media	0,085	0,195
	desv. típ.	0,0404	0,0478
120'	n	69	50
	media	0,062	0,164
	desv. típ.	0,0421	0,0458

Tabla 7. **Concentración de etanol en aire espirado en los diferentes tiempos, por sexo**

Las curvas de eliminación por sexo se muestran en la tabla 8, y se representan en la gráfica 2, ambas a continuación. En la gráfica 2 aparecen por separado las mediciones por tiempo de hombres y mujeres. Obsérvese cómo tanto los mínimos como los máximos como la recta ajustada ponen de manifiesto importantes diferencias. Llama particularmente la atención cómo ni uno sólo de los hombres, en ni una sola de las mediciones, superó la tasa establecida como prohibida para la generalidad de la población en 0,25 mg/l. Más adelante efectuaremos el análisis detallado de los resultados en función de si se sobrepasan o no los límites legales de 0,25 y 0,15 mg/l.

Hombres	$e_t = 0,14872 - 0,00071t$
Mujeres	$e_t = 0,26389 - 0,00078t$

Tabla 8. **Curvas de evolución de la concentración de etanol en aire espirado en hombres y en mujeres**



Gráfica 2. Evolución, en hombres y mujeres, de la concentración de etanol en aire espirado

Como se ve, las pendientes de ambas curvas son similares,⁴⁰ lo que diría que en las condiciones en las que trabajamos tenemos una eliminación de etanol por unidad de tiempo parecida en hombres y en mujeres. Conviene reparar no obstante en que la altura en el origen difiere fuertemente y ello debido a que las mujeres empiezan de un nivel más alto que el de los hombres. Esto salta a la vista en la comparación de las representaciones incluidas en la gráfica 2, de evolución de la concentración en hombres y mujeres.

3.1.3. Variables cualitativas

Veamos ahora cómo cambian los niveles de la concentración de etanol en aire espirado en función de las diferentes variables. Los resultados para las variables cualitativas aparecen en la tabla 9, siendo n el total de las mediciones realizadas, que incluyen cada una de las tomas de datos sobre cada uno de los individuos. Sobre los resultados de esta tabla estableceremos los comentarios oportunos.

⁴⁰ Aunque ligeramente más pronunciada en el caso de las mujeres, lo que está en línea con estudios que arrojan coeficientes de eliminación más rápidos en mujeres que en hombres: Dubowski 1985, Jones y Andersson 1996a. Como quiera que las mujeres tienden a tener tasas más altas de etanolemia, el hallazgo anterior parece, a su vez, coherente con la cinética de primer orden que caracteriza la eliminación del etanol en el organismo humano: a mayor concentración, mayor velocidad de eliminación.

		concentración de etanol			
		n	Media	Desviación típica	P
sexo	H	414	0,106	0,0496	P<0,001
	M	299	0,217	0,0596	
permiso motos	N	341	0,183	0,0754	P<0,001
	S	372	0,125	0,0676	
cond. motos	N	515	0,159	0,0777	P=0,113
	S	198	0,137	0,0728	
perm. coches	N	275	0,189	0,0712	P<0,001
	S	438	0,130	0,0715	
cond. coches	N	335	0,189	0,0734	P<0,001
	S	378	0,121	0,0650	
bebe entre sem.	0 dosis	407	0,161	0,0832	P=0,038
	1-2 dosis	252	0,152	0,0654	
	3-4 dosis	48	0,097	0,0457	
	5-7 dosis	6	0,062	0,0402	
	8 o más dosis	0	.	.	
bebe fin sem.	0 dosis	30	0,108	0,0544	P<0,001
	1-2 dosis	78	0,168	0,0838	
	3-4 dosis	234	0,190	0,0772	
	5-7 dosis	233	0,133	0,0641	
	8 o más dosis	138	0,124	0,0681	

Tabla 9. Variación de los niveles de etanol según diferentes factores

En primer lugar diremos que, por término medio, los hombres dan niveles de etanol en aire espirado menores que los de las mujeres, $P<0,001$; si se observan los valores en la tabla se ve que la diferencia entre las medias es de 0,111 unidades a favor de los hombres, así como que la media entre las mujeres dobla la media entre los hombres.

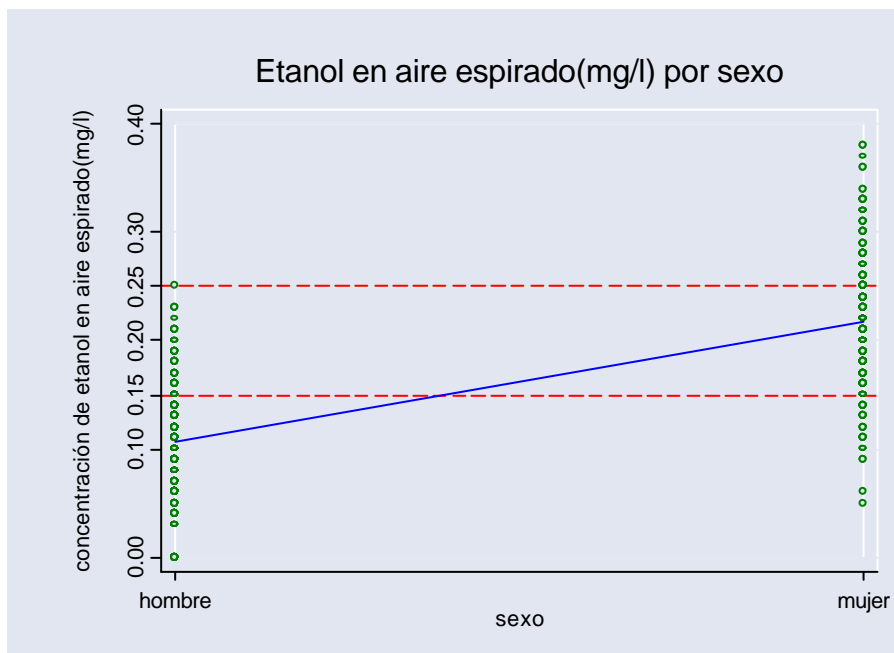
De la misma manera, ocurre que en promedio los que poseen permiso de conducir motos dan niveles significativamente inferiores de etanol en aire espirado que los que no poseen tal permiso; como ya se ha visto, el tener carné de conducir motos está fuertemente asociado con el hecho de ser varón, por ello habrá que ver en un análisis multivariante si el efecto del permiso de conducir motos es independiente del sexo del individuo o por el contrario si, cuando se considera el sexo, pierde ya su efecto.

Para la conducción de motos no se encuentran diferencias significativas, $P= 0,113$. Sin embargo, como se puede ver en la tabla, tanto para la posesión del permiso de conducir coches como para la conducción de los mismos hay diferencias significativas claras, en el sentido de que los que presentan la categoría 'sí' tienen un nivel medio de etanol en aire espirado menor que los que presentan la categoría 'no'; el comentario anteriormente hecho sobre el análisis multivariante es aplicable también ahora.

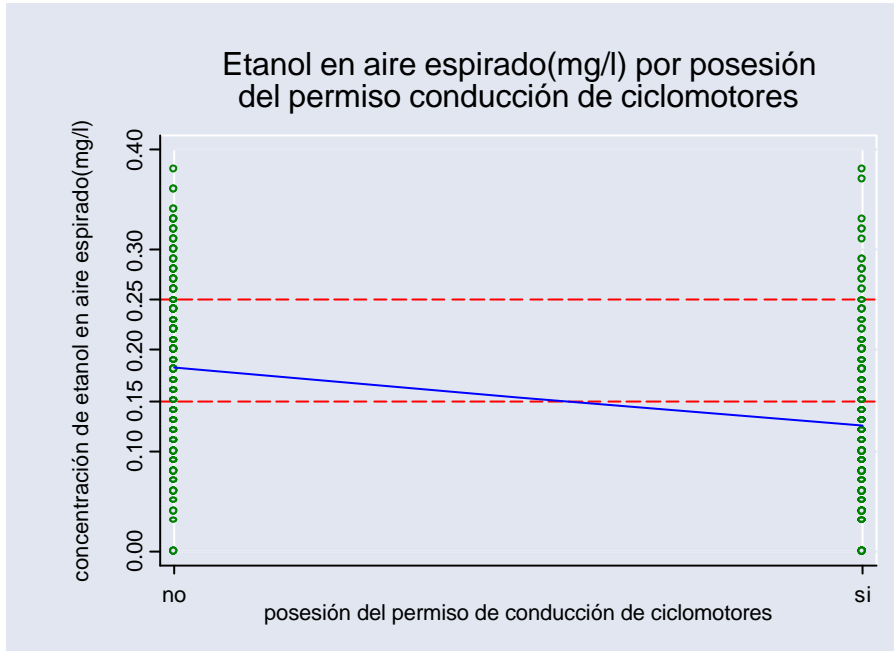
Con respecto al consumo de alcohol diario hay diferencias significativas entre los diferentes niveles, $P < 0,001$; realizando las comparaciones por parejas encontramos que los que beben más de 2 dosis diarias dan niveles medios de etanol en aire espirado significativamente inferiores a los que consumen dos o menos dosis diarias. Con respecto al consumo de alcohol en el fin de semana, también hay diferencias significativas entre los diferentes niveles, $P < 0,001$; sin embargo, cuando se hacen las comparaciones por parejas, las diferencias que se detectan son del grupo 3-4 dosis que muestra niveles significativamente superiores a los demás grupos, lo que habla de una relación que no parece lineal sino curvilínea, lo que se tendrá en cuenta en análisis posteriores. Como ya se ha dicho a lo largo de este párrafo, al estar fuertemente asociadas estas variables con el sexo, es posible que el efecto que las mismas muestran no sea un efecto puro de ellas sino un efecto debido al sexo, por ello se reitera la necesidad de un análisis multivariante.

Para todas las variables se consideró la presencia de la interacción con el tiempo, es decir si las diferentes variables mostraban efectos distintos para los diferentes tiempos encontrándose que ninguna de las interacciones era significativa, $P > 0,10$, lo que nos permite afirmar que el efecto de la variable es constante para cada uno de los tiempos.

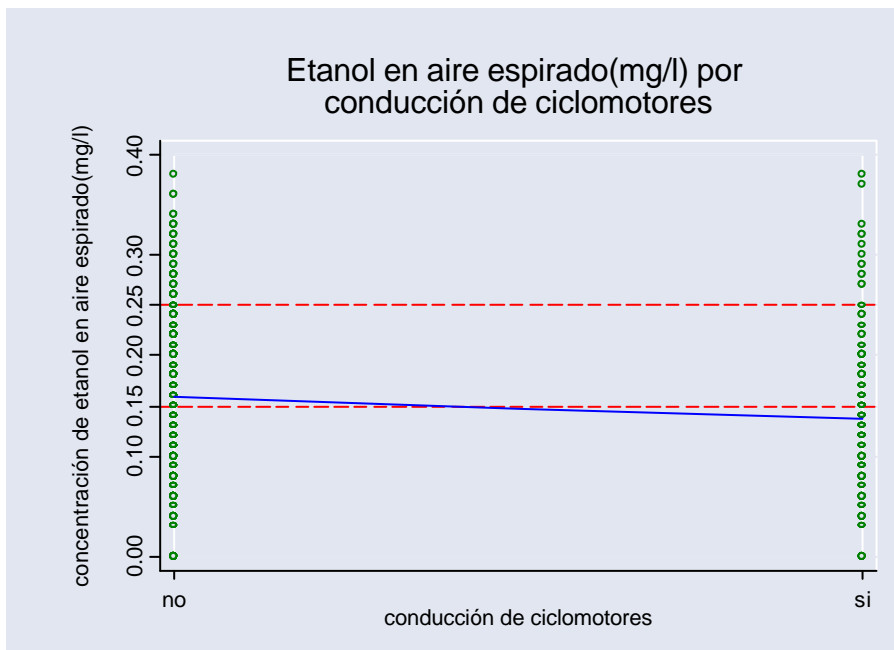
Con objeto de que sea más fácil entender cómo es la evolución de la concentración de etanol en aire espirado, para cada una de estas variables presentamos a continuación (gráficas 3 a 9) las nubes de puntos de estas variables con dicha concentración.



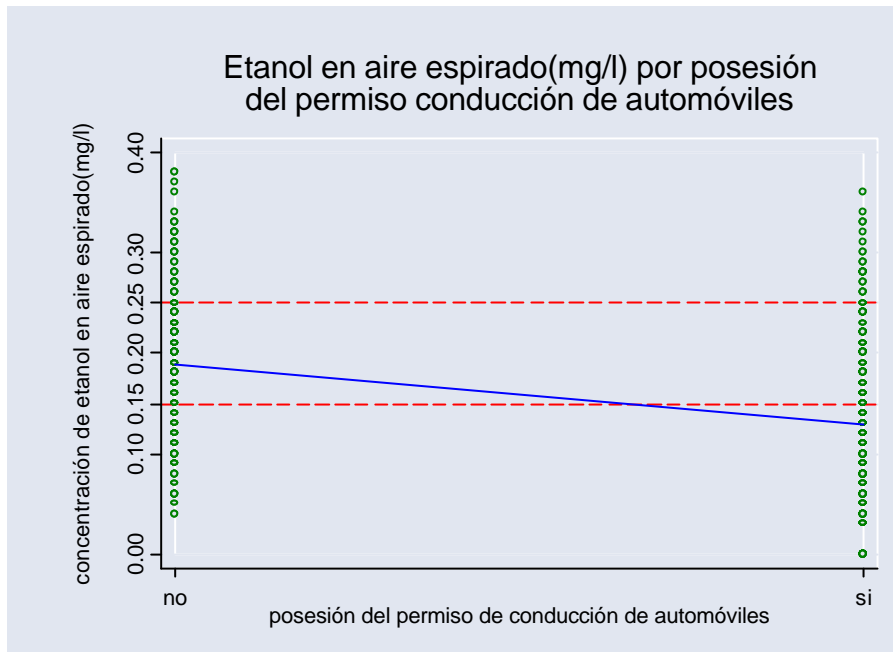
Gráfica 3. Concentración de etanol en aire espirado según sexo



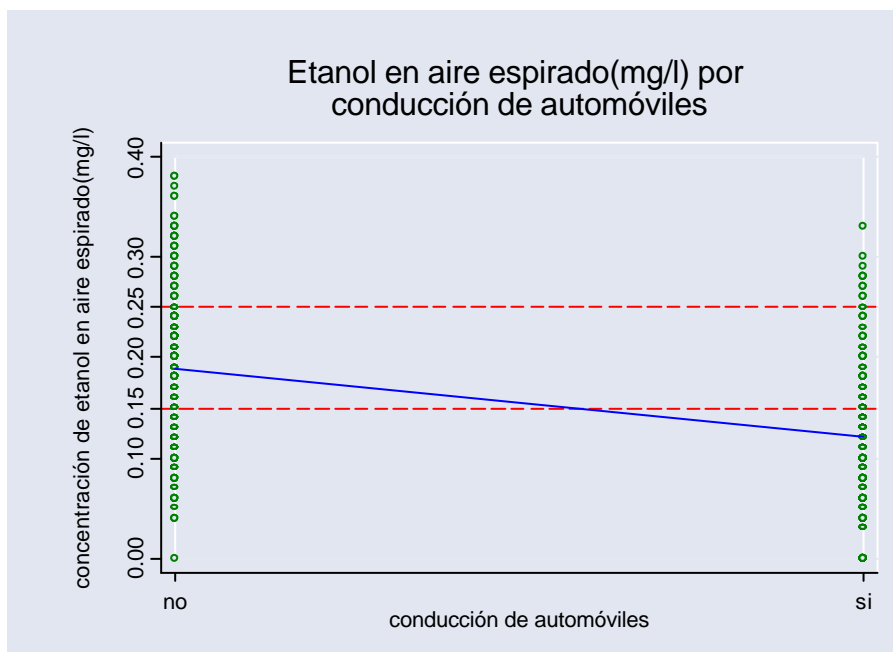
Gráfica 4. Según posesión del permiso de conducción de motos o ciclomotores



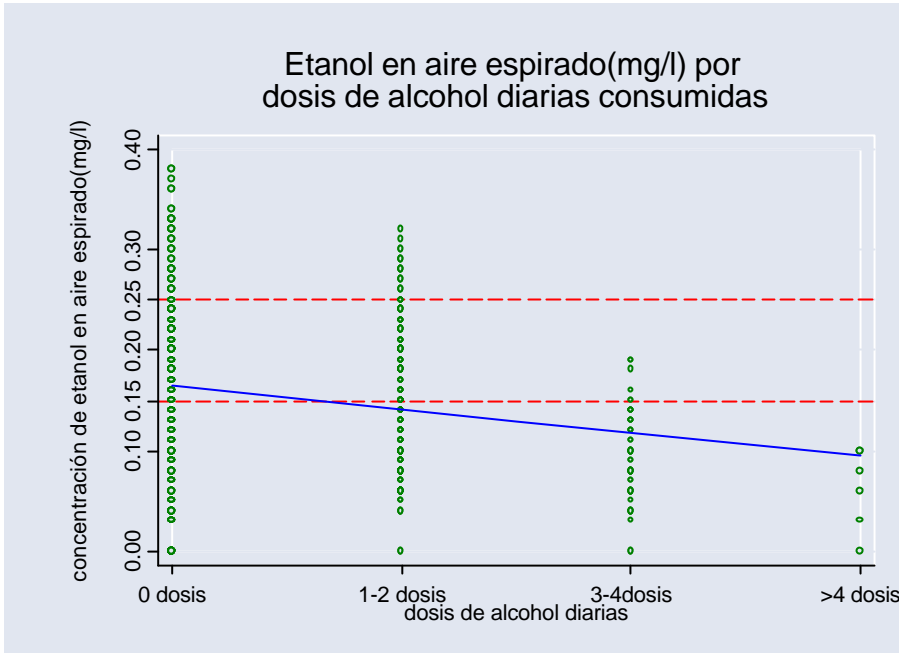
Gráfica 5. Según conducción habitual de motos o ciclomotores



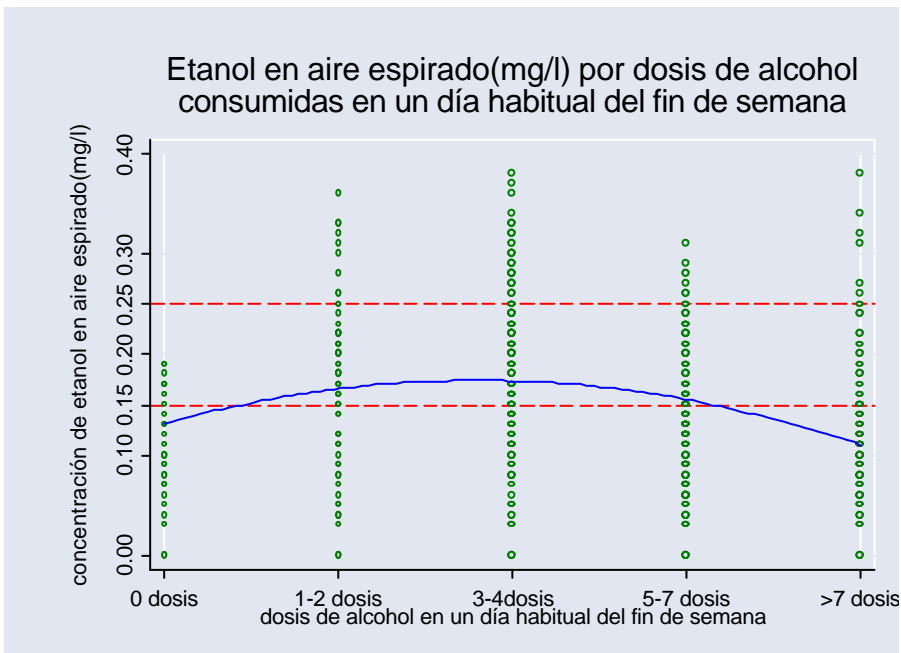
Gráfica 6. Según posesión del permiso de conducción de automóviles



Gráfica 7. Según conducción habitual de automóviles



Gráfica 8. Según consumición cotidiana de bebidas alcohólicas entre semana



Gráfica 9. Según consumición de bebidas alcohólicas en un día de fin de semana

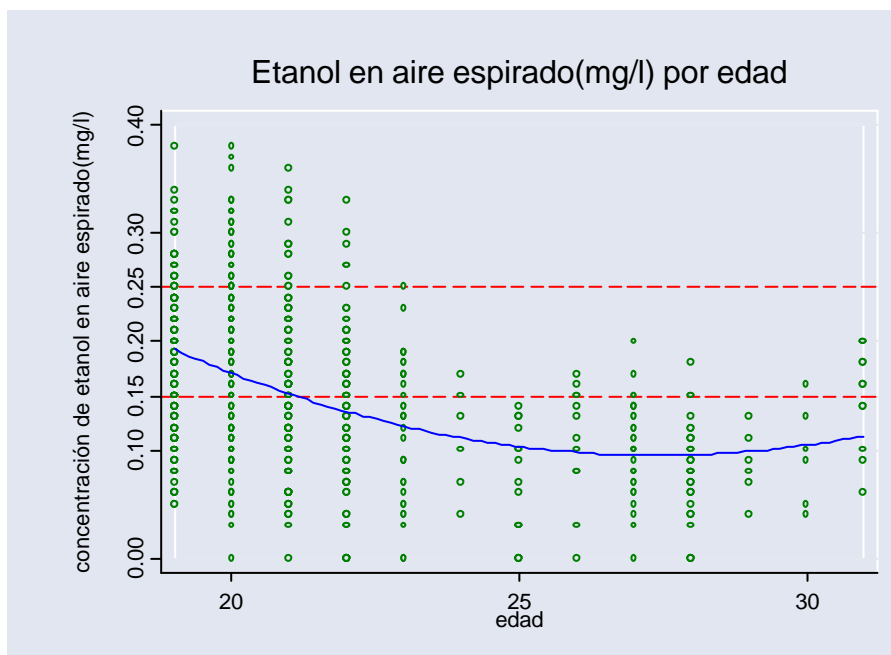
3.1.4. Variables numéricas

Con respecto a las variables numéricas a continuación se muestran, en la tabla 10, los coeficientes de correlación calculados para ellas y si eran o no significativas.

Variable	edad	talla	peso	IMC
r	-0,4222	-0,7009	-0,7814	-0,5995
Signif.	0,000	0,000	0,000	0,000
texp	-5,08	-10,72	-13,66	-8,17

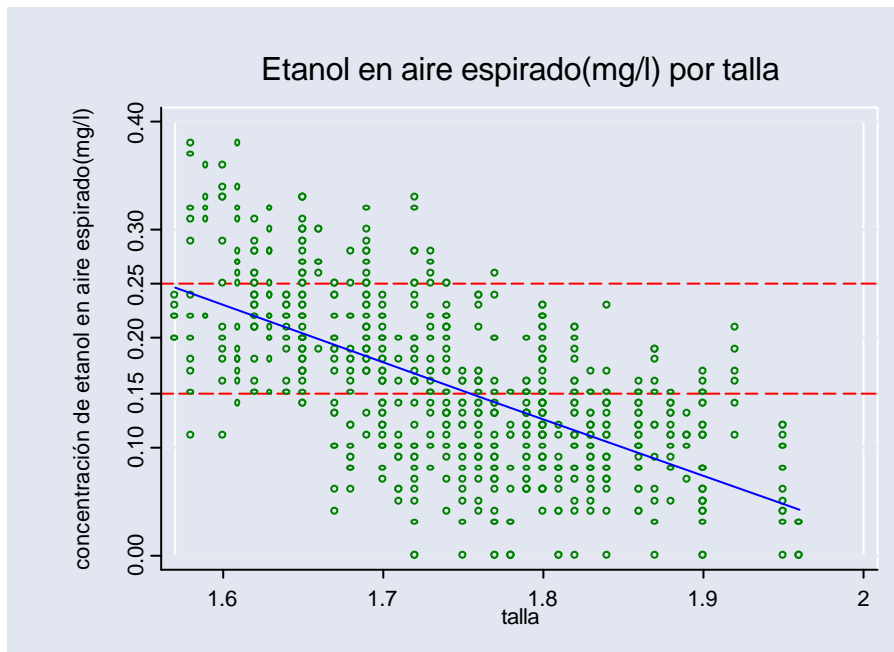
Tabla 10. Correlaciones con diferentes variables

Como se ve, la edad está significativamente asociada con la concentración de etanol en aire espirado y lo está de manera negativa para observarse que, a mayor edad, menor concentración de etanol en aire espirado; no obstante, si se observa la gráfica 10, se puede ver que la relación no parece lineal, hecho que puede verse condicionado por que la gran mayoría de los individuos de nuestra muestra están entre los 19 y los 22 años de edad, habiendo menos –y casi todos hombres- a mayores edades. Por tanto en principio podríamos concluir que la edad tiene un efecto sobre la concentración de etanol en aire espirado en el sentido de que, conforme aumenta la edad, la concentración disminuye, aunque no parece hacerlo de manera lineal; en cualquier caso, esta afirmación será verificada sometiendo ese efecto al control del sexo del individuo, que como hemos visto está asociado con la edad.

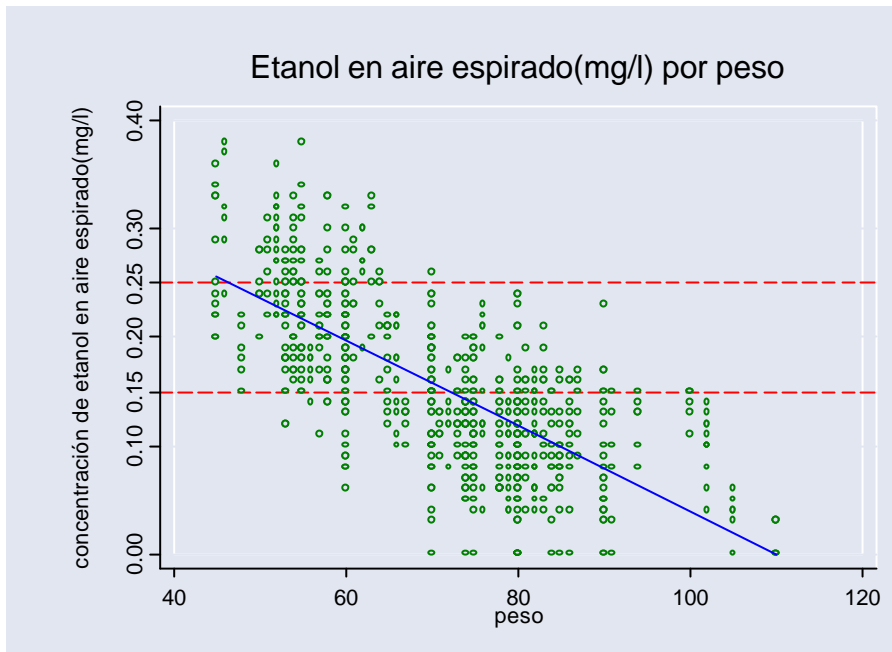


Gráfica 10. Concentración de etanol en aire espirado por edad

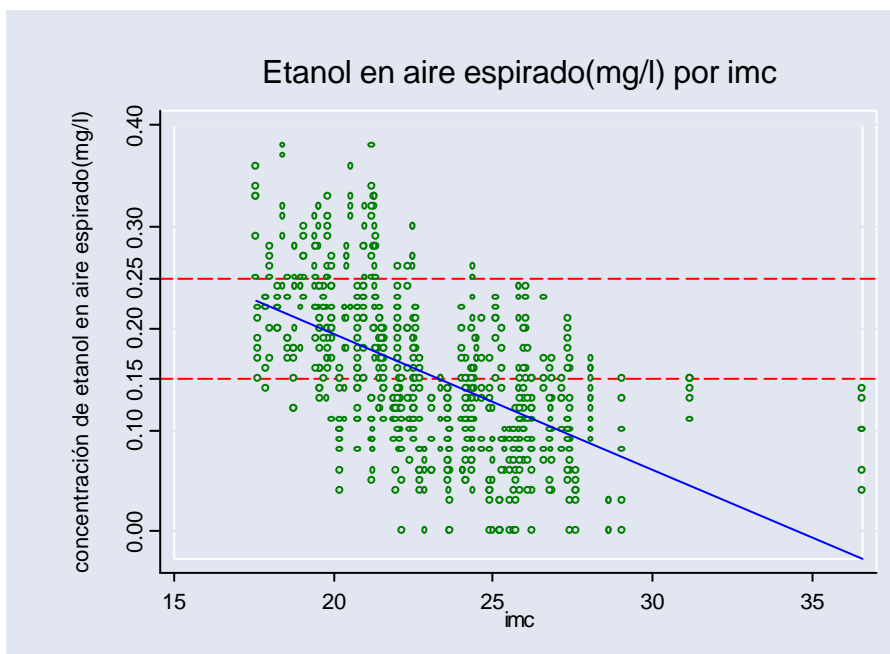
Con respecto a las tres variables que representan el tamaño corporal, se ve que las correlaciones de cada una de ellas con la concentración de etanol en aire espirado son muy altas y todas claramente significativas; además el sentido de la relación es de tipo negativo; es decir, conforme aumenta la variable, menor es el valor de la concentración de etanol en aire espirado.



Gráfica 11. Concentración de etanol en aire espirado por talla (m)



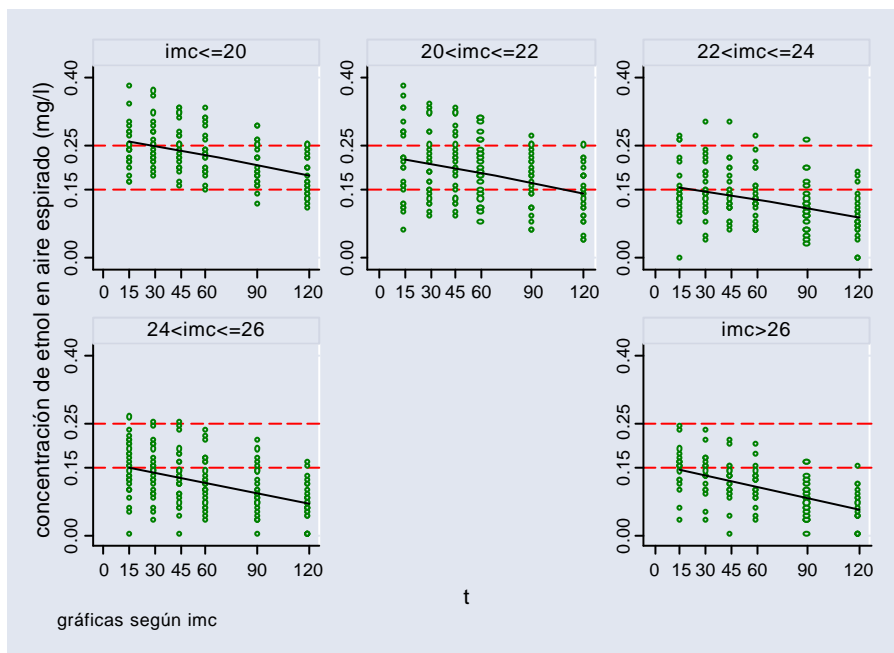
Gráfica 12. Concentración de etanol en aire espirado por peso (kg)



Gráfica 13. Concentración de etanol en aire espirado por IMC

Como las tres variables representan tamaño corporal, la relación es parecida. La que se ha usado con más frecuencia es el índice de masa corporal que conjuga simultáneamente la talla y el peso. Una vez más repetiremos que al estar fuertemente asociadas estas variables con el sexo del individuo, posiblemente ocurra que su efecto no sea neto sino que sea el efecto del sexo, de ahí que más adelante procedamos a un análisis multivariante.

En cuanto a la interacción entre IMC y tiempo, en la gráfica 14 representamos de manera combinada las nubes de puntos correspondientes a diferentes grupos de IMC (menor de 20, entre 20 y 22, entre 22 y 24, entre 24 y 26 y mayor de 26), según las diferentes mediciones por tiempo. Puede observarse de manera nítida un paulatino desplazamiento hacia debajo de los puntos, así como de la recta ajustada.



Gráfica 14. Concentración de etanol en aire por tiempo, según grupos de IMC

3.1.5. Análisis multivariante

Hecho el análisis bivalente de cada una de las variables, pasemos a un análisis de tipo multivariante en el que se considere simultáneamente la relevancia de los diferentes factores. En este análisis se incluyeron el tiempo, el sexo, la edad, el índice de masa corporal, la posesión del carné de conducir de motos y la conducción efectiva de ellas, la posesión del carné de conducción de automóviles y su conducción efectiva, así como el consumo de alcohol diario y en fines de semana. Los resultados globales del modelo aparecen en la tabla 11 adjunta.

	Coef.	z	P
t	-0,0007	-34,03	P<0,001
sexo	0,0918	8,65	P<0,001
perm mot	0,0092	0,84	0,402
cond mot	0,0112	1,14	0,253
perm aut	0,0023	0,16	0,870
cond aut	-0,0181	-1,23	0,219
bebe dia	0,0061	0,94	0,345
bebe fse	-0,0036	-0,84	0,400
edad	-0,0012	-0,76	0,447
IMC	-0,0051	-3,59	P<0,001
cons	0,1120	1,57	0,116

Tabla 11. **Coefficientes del modelo multivariante que relaciona la concentración de etanol en aire espirado con las diferentes variables**

En esta tabla se puede ver que sólo hay tres variables que muestran una asociación significativa con la concentración de etanol en aire espirado: el tiempo, el sexo del individuo y el IMC del mismo; es decir cuando se controla por el efecto de las diferentes variables las demás variables pierden, o disminuyen, su efecto de manera que podríamos decir que el efecto encontrado en los análisis bivariantes no es independiente del efecto del sexo, del tiempo y del IMC. Con respecto al tiempo, variable que debía aparecer en el modelo por la forma en que se realizó la experiencia, muestra un efecto claro y significativo en el sentido de descender la concentración en aire espirado de etanol conforme pasa el tiempo, concretamente de nuestro modelo se puede decir que, por término medio, por cada minuto que pasa, la tasa de etanol citada descende en 0,00074 unidades. El sexo mantiene un efecto claro y significativo en el sentido de que las mujeres tienen tasas de etanol significativamente superiores a las de los hombres, concretamente, en promedio, la tasa de etanol de las mujeres es 0,092 unidades mayor que la de los hombres, y esto simplemente por ser mujeres independientemente de las características que presenten (por ejemplo independientemente de su edad, de su IMC, o de si consumen más o menos alcohol en el fin de semana).

Por último, procede reseñar que el índice de masa corporal muestra un efecto claro y significativo en el sentido de que a mayor IMC menor concentración de etanol en aire espirado y eso independientemente del sexo del individuo de su edad o de su consumo diario de alcohol. Por tanto los tres predictores independientes de la concentración de etanol en aire espirado son: el tiempo desde que se hizo la ingesta de alcohol (conforme pasa el tiempo descende de manera lineal dicha concentración), el sexo del individuo (las mujeres tienden, por término medio, a tener cifras de etanol más altas que los hombres, por supuesto a igualdad de dosis de alcohol consumida) y el IMC (en el sentido de que cuanto mayor es el IMC menor es la concentración referida).

Llama la atención que, finalmente, una vez realizado el análisis multivariante, la costumbre de beber a diario o en los fines de semana no se ha revelado como variable

significativa, a pesar de que la literatura médica acredita que el hábito de consumo de bebidas alcohólicas favorece la rapidez de la eliminación, porque el sistema metabólico de los microsomas hepáticos⁴¹ se encontraría inducido.⁴²

3.2. Análisis para el desbordamiento de los límites legales de la concentración de etanol en aire espirado, en al menos una de las medidas realizadas

A continuación se hará un análisis detallado sobre de qué factores depende la probabilidad de desbordar el límite legal establecido en al menos una de las medidas realizadas, cosa que se hará para los dos límites establecidos, 0,25 y 0,15 mg de etanol por litro de aire espirado, seleccionados por tratarse respectivamente de las referencias que se utilizan en nuestro derecho como límite de lo tolerado en cuanto a conducción habiendo ingerido bebidas alcohólicas.

A fin de evaluar con mayor precisión los resultados de nuestro estudio, convendrá que se lean sin olvidar lo dicho más arriba acerca de la tolerancia por los márgenes de error de los aparatos de medición, que hace que los límites reales sean 0,19 y 0,29 mg/l a efectos prácticos. Esto hace que la probabilidad de “dar positivo” en un control de alcoholemia con etilómetros tras realizar una consumición según el rito social de hasta tres copas de vino con la comida sea menor incluso que los resultados arrojados por el presente estudio.

3.2.1. Análisis para el límite de 0,25 unidades

En la tabla 12 aparecen los porcentajes de individuos que desbordan el límite de 0,25 al menos una vez según los caracteres cualitativos presentes en el estudio así como el nivel de significación alcanzado en la comparación de esos porcentajes.

		¿pasa al menos una vez del límite de 0,25?				P
		no		si		
		Fr	%	Fr	%	
sexo	H	69	100,00	0	0,00	P<0,001
	M	27	54,00	23	46,00	
	Total	96	80,67	23	19,33	
perm motos	N	39	68,42	18	31,58	0,002
	S	57	91,94	5	8,06	
	Total	96	80,67	23	19,33	
cond motos	N	66	76,74	20	23,26	0,118
	S	30	90,91	3	9,09	

⁴¹ Véase Alhambra y Segura, 2001: 634. Para una explicación de este mecanismo de inducción del MEOS, véase Alhambra y Segura (2001:566-567).

⁴² La explicación debe de residir en el perfil de los individuos de nuestra muestra, sobre todo su edad: véase nota 35.

		¿pasa al menos una vez del límite de 0,25?				
		no		si		
		Fr	%	Fr	%	P
	Total	96	80,67	23	19,33	
perm autos	N	32	69,57	14	30,43	0,018
	S	64	87,67	9	12,33	
	Total	96	80,67	23	19,33	
cond autos	N	38	67,86	18	32,14	0,001
	S	58	92,06	5	7,94	
	Total	96	80,67	23	19,33	
bebe diario	0 dosis	51	75,00	17	25,00	0,258
	1-2 dosis	36	85,71	6	14,29	
	3-4 dosis	8	100,00	0	0,00	
	5-7 dosis	1	100,00	0	0,00	
	8 o más dosis	0	0,00	0	0,00	
	Total	96	80,67	23	19,33	
bebe fin sem	0 dosis	5	100,00	0	0,00	0,007
	1-2 dosis	9	69,23	4	30,77	
	3-4 dosis	25	64,10	14	35,90	
	5-7 dosis	36	92,31	3	7,69	
	8 o más dosis	21	91,30	2	8,70	
	Total	96	80,67	23	19,33	

Tabla 12. Individuos que desbordan el límite de 0,25 mg/l. Variables cualitativas

Para el sexo hay diferencias significativas muy claras en el porcentaje de personas que desbordan al límite de 0,25, $P < 0,001$, concretamente obsérvese que entre los hombres no hay ninguno que desborde el límite de 0,25 mientras que entre las mujeres lo hacen el 46%; es decir las mujeres tienen una probabilidad claramente mayor de desbordar el límite de 0,25 que los hombres.

Los que no tienen permiso de conducir motos tienen una mayor probabilidad de desbordar el límite (31,58%) que los que tienen carné de moto (8,06%), $P = 0,002$. La conducción de motos no da lugar a diferencias significativas entre los porcentajes de individuos que desbordan el límite, $P = 0,118$. Para la posesión del carné de coche encontramos diferencias significativas, $P = 0,018$, en el sentido de que, entre los que poseen tal carné, el porcentaje de los que desbordan el límite es de 12,33% mientras que entre los que no lo poseen desbordan el límite un 30,43%. Resultado análogo, pero más significativo, $P < 0,001$, se obtiene para la conducción de coches en el sentido de que los que no conducen coches la probabilidad de desbordar el límite es mayor (32,14%) que entre los que conducen coches, 7,94%. Para el consumo entre semana de alcohol no hay diferencias significativas, $P = 0,258$. Sin embargo, el consumo de alcohol

en el fin de semana sí muestra una asociación clara con el desbordar el límite de 0,25, $P=0,007$, en el sentido de que las personas que consumen más de 4 dosis de alcohol en el fin de semana tienen una menor probabilidad de desbordar el límite que las personas que consumen 4 o menos dosis de alcohol en el fin de semana. Una vez más insistamos en que estas significaciones pueden ser debidas a la asociación de dichas variables con el sexo, por lo que deberemos usar análisis multivariantes a fin de comprobar si, tras controlar por el sexo, el efecto se mantiene.

Para el caso de variables numéricas, edad, talla, etc., se han llevado a cabo comparaciones de medias cuyos resultados aparecen en la tabla 13.

	¿pasa al menos una vez del límite de 0,25?						
	no			si			P
	n	Media	Desviación típica	n	Media	Desviación típica	
edad	96	22,1	3,16	23	20,0	0,95	$P<0,001$
talla	96	1,770	0,0870	23	1,650	0,0470	$P<0,001$
peso	96	74,8	12,72	23	56,0	5,88	$P<0,001$
IMC	96	23,73	3,108	23	20,48	1,594	$P<0,001$

Tabla 13. Individuos que desbordan el límite de 0,25 mg/l. Variables numéricas

En todos los casos hemos encontrado diferencias significativas entre medias de individuos que desbordan el límite e individuos que no desbordan el límite; en el caso de la edad, la edad media de los que desbordan el límite es significativamente inferior a la edad media de los que no desbordan el límite; para el caso de las tres variables que representan el tamaño corporal las diferencias son en el sentido de que los individuos que desbordan el límite tienen un nivel medio de dichas variables significativamente inferior al de los individuos que no desbordan el límite. Obsérvese, como dato significativo, que la media de las tres variables de tamaño corporal entre quienes superan el límite de 0,25 es asimismo inferior a la media de esas mismas variables entre el conjunto total de las mujeres: altura 1,650 m frente a 1,668 m, peso 56 kg frente a 59 kg, IMC 20,48 frente a 21,17. En todo caso, el comentario hecho antes acerca de la necesidad de la aplicación del análisis multivariante es aplicable ahora.

Por consiguiente, se llevó a cabo un análisis multivariante mediante regresión logística exacta para ver de qué factores dependía el desbordar el límite de 0,25; los resultados de tal ajuste aparecen en la tabla 14, en la que aparecen los resultados para el análisis bivariante (Modelo I) y para el análisis multivariante propiamente dicho (Modelo II); en este último se consideraron todas las variables que dieron significativas en el análisis bivariante y se fueron eliminando del modelo multivariante aquellas que no aportaban ninguna información significativa ($P>0,20$) con lo que nos quedamos con el modelo final en el que las variables presentes sí que eran claramente significativas.

El modelo demuestra que la únicas variables que dieron claramente significativas fueron el sexo y el índice de masa corporal, si bien éste cortado en la mediana de la muestra con objeto de que se pudiera ajustar un modelo. Observando los resultados de la tabla

podemos afirmar que el sexo está asociado con el hecho de sobrepasar el límite de 0,25 en el sentido de que las mujeres tienen 32,24 veces más probabilidad de sobrepasar ese límite, al menos en una medida, que los hombres; ha de tenerse en cuenta que esto es así independientemente del IMC (la otra variable presente en el modelo) que tenga el individuo. Con respecto al IMC, las personas con un IMC por debajo de 22,5 tienen 8,92 veces más probabilidad de desbordar el límite de 0,25 que los que tienen un IMC mayor que esa cantidad y eso tanto si son hombres como si son mujeres. De estos resultados se puede concluir que el punto de corte de 0,25, siempre a la dosis que se les ha administrado a los integrantes del experimento, se alcanza más fácilmente por las mujeres que por los hombres y también en los que tienen un menor IMC (por debajo de 22,5). No es por tanto una medida “neutral” sino que determinados estratos de la población, por pertenecer a ellos, la desbordan más fácilmente que los que no pertenecen a esos estratos.

Hecho el ajuste merece un comentario el tamaño extraordinariamente grande de las *odds ratio* que salen ajustadas en el modelo; esos tamaños tan elevados, y que seguramente están sobreestimando el efecto de las variables, se deben a la escasez de individuos en algunas categorías. Por ejemplo, hombres que desborden el 0,25 no ocurría en ningún caso; tal escasez hizo que no se pudieran ajustar modelos por procedimientos tradicionales y que hubiera que emplear la regresión logística exacta, pero los valores obtenidos seguramente son mayores que los reales, dándose una sobreestimación. En otras palabras, el efecto de las diferentes variables es manifiesto y sin duda significativo pero muy probablemente no es tan fuerte como se ha obtenido, puesto que esos resultados están muy influenciados por la escasez de casos en algunas categorías.

Variable	Cat. Ref.	Cat. Riesgo	Modelo I			Modelo II		
			\hat{O}	IC (95%)		\hat{O}	IC (95%)	
			\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}		\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}	
Sexo	Hombre	Mujer	79,29	13,13	$+\infty$	32,24	4,95	$+\infty$
Permiso Motos	Sí	No	5,19	1,68	19,41	----	----	----
Conduce Motos	Sí	No	3,01	0,80	17,00	----	----	----
Permiso Coches	Sí	No	3,08	1,11	9,01	----	----	----
Conduce Coches	Sí	No	5,42	1,75	20,27	----	----	----
Bebe ent. semana	3 ó más dosis	Menos de 3 dosis	3,21	0,48	$+\infty$	----	----	----
Bebe fin de sem.	5 ó más dosis	Menos de 5 dosis	5,19	1,68	19,41	----	----	----
Edad	>22 años	22 ó menos	7,72	1,73	71,68	----	----	----
IMC	>22.5	22.5 ó menos	37,39	5,57	1607,57	8,92	1,04	429,28

Tabla 14. Límite 0,25. Análisis bivalente (Mod. I) y análisis multivariante (Mod. II)

3.2.2. Análisis para el límite de 0,15 unidades

En la tabla 15 aparecen los porcentajes de individuos que desbordan el límite de 0,15 al menos una vez según los caracteres cualitativos presentes en el estudio así como el nivel de significación alcanzado en la comparación de esos porcentajes.

		¿pasa al menos una vez del límite de 0,15?				P
		no		si		
		Fr	%	Fr	%	
sexo	H	45	65,2	24	34,8	P<0,001
	M	1	2,0	49	98,0	
	Total	46	38,7	73	61,3	
perm motos	N	14	24,6	43	75,4	0,003
	S	32	51,6	30	48,4	
	Total	46	38,7	73	61,3	
cond motos	N	34	39,5	52	60,5	0,835
	S	12	36,4	21	63,6	
	Total	46	38,7	73	61,3	
perm autos	N	10	21,7	36	78,3	0,004
	S	36	49,3	37	50,7	
	Total	46	38,7	73	61,3	
cond autos	N	12	21,4	44	78,6	P<0,001
	S	34	54,0	29	46,0	
	Total	46	38,7	73	61,3	
bebe diario	0 dosis	21	30,9	47	69,1	0,006
	1-2 dosis	17	40,5	25	59,5	
	3-4 dosis	7	87,5	1	12,5	
	5-7 dosis	1	100,0	0	0,0	
	8 o más dosis	0	0,0	0	0,0	
	Total	46	38,7	73	61,3	
bebe fin sem	0 dosis	2	40,0	3	60,0	0,022
	1-2 dosis	3	23,1	10	76,9	
	3-4 dosis	9	23,1	30	76,9	
	5-7 dosis	18	46,2	21	53,9	
	8 o más dosis	14	60,9	9	39,1	
	Total	46	38,7	73	61,3	

Tabla 15. Individuos que desbordan el límite de 0,15 mg/l. Variables cualitativas

Para el sexo hay diferencias significativas muy claras en el porcentaje de personas

que desbordan al límite de 0,15, $P < 0,001$, concretamente obsérvese que entre los hombres hay un 34,78% que desborda el límite de 0,15 mientras que entre las mujeres lo hacen el 98%; es decir las mujeres tienen una probabilidad mayor (casi el triple) de desbordar el límite de 0,15 que los hombres. Los que no tienen permiso de conducir motos tienen una mayor probabilidad de desbordar el límite (75,44%) que los que tienen carné de moto (48,39%), $P = 0,003$. La conducción de motos no da lugar a diferencias significativas entre los porcentajes de individuos que desbordan el límite, $P = 0,835$. Para la posesión del carné de coche encontramos diferencias significativas, $P = 0,004$, en el sentido de que entre los que poseen tal carné el porcentaje de los que desbordan el límite es de 50,68% mientras que entre los que no lo poseen desbordan el límite un 78,26%. Resultado análogo, pero más significativo, $P < 0,001$, se obtiene para la conducción de coches, en el sentido de que entre los que no conducen coches la probabilidad de desbordar el límite es mayor (46,03%) que entre los que conducen coches, 78,57%. Para el consumo diario de alcohol no hay diferencias significativas, $P = 0,006$, en el sentido de que los que beben más de dos dosis diarias tienen una menor probabilidad de desbordar el límite del 0,15 que los que beben esa cantidad o menos. El consumo de alcohol en el fin de semana sí muestra una asociación clara con el desbordar al límite de 0,15, $P = 0,022$, en el sentido de que las personas que consumen más de 4 dosis de alcohol en el fin de semana tienen una menor probabilidad de desbordar el límite que las personas que consumen 4 o menos dosis de alcohol en el fin de semana. De nuevo, hay que apuntar que estas significaciones pueden ser debidas a la asociación de dichas variables con el sexo, de ahí la necesidad de análisis multivariantes que comprueben si el efecto se mantiene tras controlar por el sexo.

Para el caso de variables numéricas, edad, talla, etc., se han llevado a cabo comparaciones de medias cuyos resultados aparecen en la siguiente tabla.

	¿pasa al menos una vez del límite de 0,15?						
	no			si			P
	n	Media	Desviación típica	n	Media	Desviación típica	
edad	46	22,4	3,20	73	21,2	2,76	0,0460
talla	46	1,810	0,0710	73	1,710	0,0820	$P < 0,001$
peso	46	81,5	10,17	73	64,6	11,80	$P < 0,001$
IMC	46	24,800	2,9430	73	22,030	2,8000	$P < 0,001$

Tabla 16. Individuos que desbordan el límite de 0,25 mg/l. Variables numéricas

En todos los casos hemos encontrado diferencias significativas entre medias de individuos que desbordan el límite e individuos que no desbordan el límite; en el caso de la edad, la edad media de los que desbordan el límite es significativamente inferior a la edad media de los que no desbordan el límite, aunque las diferencias no parecen muy fuertes; para el caso de las tres variables que representan el tamaño corporal las diferencias son en el sentido de que los individuos que desbordan el límite tienen un nivel medio de dichas variables significativamente inferior al de los individuos que no

desbordan el límite. El comentario hecho antes acerca de la necesidad de la aplicación del análisis multivariante es aplicable ahora.

Como se ha dicho anteriormente, se llevó a cabo un análisis multivariante mediante regresión logística exacta para ver de qué factores dependía el desbordar el límite de 0,15; los resultados de tal ajuste se muestran en la tabla 17, en la que aparecen los resultados para el análisis bivariante (Modelo I) y para el análisis multivariante propiamente dicho (Modelo II); en este último se consideraron todas las variables que dieron significativas en el análisis bivariante y se fueron eliminando del modelo multivariante aquellas que no aportaban ninguna información significativa ($P > 0,20$) con lo que nos quedamos con el modelo final en el que las variables presentes sí que eran claramente significativas. Como se ve en este modelo, la única variable que dio claramente significativa, fue el sexo. Observando los resultados de la tabla podemos afirmar que el sexo está asociado con el hecho de sobrepasar el límite de 0,15 en el sentido de que las mujeres tienen 88,50 veces más probabilidad de sobrepasar ese límite, al menos en una medida, que los hombres. De estos resultados se puede concluir que el punto de corte de 0,15, siempre a la dosis que se les ha administrado a los integrantes del experimento, se alcanza más fácilmente por las mujeres que por los hombres. Por tanto, determinados estratos de la población, por el mero hecho de pertenecer a ellos, la desbordan más fácilmente que los que no pertenecen a esos estratos.

Por lo demás, los comentarios anteriormente hechos para el efecto de la escasez de individuos en algunas categorías, son en buena parte aplicables ahora, por lo que el efecto del sexo parece muy claro pero seguramente no será del tamaño que hemos estimado sino menor.

Var.	Cat.Ref.	Cat. Riesgo	Modelo I			Modelo II		
			\hat{O}	IC(95%)		\hat{O}	IC(95%)	
			\hat{O}	\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}	\hat{O}	\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}
Sexo	Hombre	Mujer	88,50	13,44	3781,48	88,50	13,44	3781,48
Permiso Motos	Sí	No	3,24	1,41	7,78	----	----	----
Conduce Motos	Sí	No	0,88	0,34	2,15	----	----	----
Permiso Coches	Sí	No	3,47	1,42	9,05	----	----	----
Conduce Coches	Sí	No	4,24	1,80	10,58	----	----	----
Bebe diario	3 o más dosis	Menos de 3 dosis	14,84	1,88	681,65	----	----	----
Bebe fin de semana	5 o más dosis	Menos de 5 dosis	3,24	1,41	7,78	----	----	----

Var.	Cat.Ref.	Cat. Riesgo	Modelo I			Modelo II		
			\hat{O}	IC(95%)		\hat{O}	IC(95%)	
			\hat{O}	\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}	\hat{O}	\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}
Edad	>22 años	22 años o menos	1,94	0,84	4,49	----	----	----
IMC	>22.5	22.5 o menos	5,34	2,22	13,69	----	----	----

Tabla 17. Límite 0,15. Resultados para el análisis bivalente (Modelo I) y para el análisis multivariante (Modelo II)

4. PERCEPCIONES AUTODECLARADAS

4.1. Análisis de la percepción de mareo tras la ingesta de alcohol

En la tabla 18 aparecen los cruces entre los diferentes factores del estudio y el hecho de que el individuo se sienta mareado. En esa tabla se han presentado las diferentes variables cuantitativas de manera categorizada, con objeto de poder usarlas en modelos multivariantes, dada la escasez del tamaño muestral.

		¿mareado?				P
		N		S		
		Fr	%	Fr	%	
sexo	H	48	69,6	21	30,4	P<0,001
	M	8	16,0	42	84,0	
	Total	56	47,1	63	52,9	
permiso motos	N	17	29,8	40	70,2	P<0,001
	S	39	62,9	23	37,1	
	Total	56	47,1	63	52,9	
conducción motos	N	35	40,7	51	59,3	0,039
	S	21	63,6	12	36,4	
	Total	56	47,1	63	52,9	
permiso autos	N	15	32,6	31	67,4	0,015
	S	41	56,2	32	43,8	
	Total	56	47,1	63	52,9	
conducción autos	N	19	33,9	37	66,1	0,010
	S	37	58,7	26	41,3	
	Total	56	47,1	63	52,9	
bebe un día entre semana	0 dosis	28	41,2	40	58,8	0,004

		¿mareado?				P
		N		S		
		Fr	%	Fr	%	
	1-2 dosis	19	45,2	23	54,8	
	3-4 dosis	8	100,0	0	0,0	
	5-7 dosis	1	100,0	0	0,0	
	8 o más dosis	0	0,0	0	0,0	
	Total	56	47,1	63	52,9	
bebe un día de fin de semana	0 dosis	1	20,0	4	80,0	0,003
	1-2 dosis	5	38,5	8	61,5	
	3-4 dosis	12	30,8	27	69,2	
	5-7 dosis	20	51,3	19	48,7	
	8 o más dosis	18	78,3	5	21,7	
	Total	56	47,1	63	52,9	
¿pasa al menos una vez del límite de 0,25?	no	55	57,3	41	42,7	P<0,001
	si	1	4,4	22	95,7	
	Total	56	47,1	63	52,9	
¿pasa al menos una vez del límite de 0,15?	no	34	73,9	12	26,1	P<0,001
	si	22	30,1	51	69,9	
	Total	56	47,1	63	52,9	
edad	hasta 21 años	30	39,5	46	60,5	0,036
	más de 21 años	26	60,5	17	39,5	
	Total	56	47,1	63	52,9	
IMC	hasta 22,5	16	28,1	41	71,9	P<0,001
	más de 22,5	40	64,5	22	35,5	
	Total	56	47,1	63	52,9	

Tabla 18. Percepción de mareo según las diferentes variables

Como se ve en la tabla, todas las variables consideradas están asociadas con el sentirse mareado o no. Concretamente, se puede afirmar que el sexo del individuo está asociado con la presencia del mareo en el sentido de que las mujeres tienen una mayor probabilidad de sentirse mareadas (84,00%) que los hombres (30,43%). De la misma manera, para la posesión de carnés de conducir de ciclomotores y de automóviles se muestra la asociación con el sentirse mareado o no en el sentido de que los que tienen esos carnés tienen menor probabilidad de sentirse mareados que los que no tienen esos carnés; una vez más, como esas variables están asociadas con el sexo del individuo, habremos de ver en el análisis multivariante si el efecto de dichas variables es neto o sólo debido al sexo. La conducción de motos y de coches está asociada en los mismos

términos que la posesión de los carnés. El caso del consumo diario de alcohol es también claro, en el sentido de que los individuos que consumen más alcohol a diario, concretamente los que consumen tres o más dosis, tienen una menor probabilidad de sentirse mareado que los que no. En el caso del consumo semanal de alcohol, también los individuos que consumen más alcohol en el fin de semana, concretamente los que consumen cinco o más dosis diarias en fin de semana tienen una menor probabilidad de sentirse mareado que los que no. La edad del individuo, cortada en 21 años, muestra una asociación significativa con el sentirse mareado, $P < 0,036$, de manera que los que tienen menos de 21 años tienen una mayor probabilidad de sentirse mareados que los que tienen más de 21 años; insistamos en que la asociación puede ser debida a la relación entre edad y sexo que existe en nuestra muestra por la forma en que fue elegida. Los individuos con un IMC inferior a 22,5 tienen una probabilidad de estar mareados (71,93%) significativamente superior a la de los individuos de más de 22,5 (35,48%).

Con referencia al nivel de etanol alcanzado en aire espirado, en el que se basa la prueba del etilómetro, hay también una fuerte asociación considerando la variable consistente en saber si en algún instante se desbordó el nivel de 0,25 o no, y también en el caso de considerar el punto de corte del 0,15.

En primer lugar, si consideramos el fenómeno en el sentido de que es el nivel de etanol el que da lugar a si una persona se marea o no, que es la forma más razonable de considerarlo, es claro que si un individuo ha superado en alguna de las medidas el nivel de 0,25 es más probable que se sienta mareado (95,65%) que si eso no es así (42,71%). Aunque es así como se enfocará en el estudio multivariante, también podríamos considerar el fenómeno en el otro sentido, es decir desde la perspectiva de si la sensación de mareo predice de manera rigurosa el desbordamiento del nivel del 0,25; lo primero que hemos de decir es que, entre quienes desbordan ese nivel, el 95,7% se notan mareados, lo que habla de que la sensación de mareo es de una sensibilidad muy alta para el desbordamiento del 0,25. Esto conlleva que, cuando la persona no se sienta mareada, la probabilidad de no desbordar efectivamente el nivel del 0,25 será muy elevada: 98,2%. Es decir, el sentirse mareado tiene un alto valor predictivo negativo para desbordar el nivel de 0,25; sin embargo, cuando el individuo no ha desbordado el nivel del 0,25 la probabilidad de que no se sienta mareado, la especificidad, es de 57,3%, claramente inferior a la sensibilidad, lo que nos dará un valor predictivo positivo, probabilidad de que estando mareado el individuo desborde el nivel de 0,25, de sólo un 34,9% que es claramente muy baja.

De los cálculos anteriores se puede colegir que, si uno no se siente mareado es muy probable que no desborde el nivel del 0,25: 98,2%. Mientras que, si se siente mareado, es mucho menos probable que desborde el nivel del 0,25, sólo un 34,9%. Resumiendo, desde el punto de vista exclusivo de la vulneración formal de la ley, la regla sería: si no se siente mareado con mucha seguridad no desbordará el 0,25, por lo que podría conducir, mientras que si se siente mareado, no debería conducir porque, aunque pequeña, no es despreciable la probabilidad de desbordar el límite; con más razón, si se integra el dato de sentido común de que cualquiera que note los efectos del alcohol

debería abstenerse de conducir un vehículo.

El razonamiento hecho para el punto de corte en el 0,25 también es válido para el 0,15 salvo que ahora la sensibilidad resulta ser de un 69,9% y la especificidad de un 73,9%, que son mucho más equilibradas, dando lugar a valores predictivos positivo y negativo de 81,0% y 60,7% respectivamente. A partir de aquí se considerará el punto de corte en 0,25 porque así se consigue, con el mareo, una sensibilidad muy alta, lo que es razonable en la situación en la que nos encontramos.

Hecho el análisis multivariante, los resultados aparecen en la tabla 19, que se explica como las de los apartados anteriores. Nos centraremos en el análisis multivariante puesto que él nos muestra el efecto independiente de cada una de las variables del modelo. Al final, las únicas que han resultado significativas o cercanas a la significación han sido: el sexo que, como se ve en la tabla, muestra que las mujeres tienen una probabilidad de marearse tras las consumiciones de vino realizadas en nuestro estudio 5,20 veces mayor que los hombres, dando el intervalo de confianza entre 1,76 veces y 17,08 veces más que los hombres; el consumo de más de dos dosis de alcohol diarias condiciona claramente el sentirse mareado, en el sentido de que los individuos que beben a diario una dosis inferior a la citada tienen 6,42 veces más probabilidad de sentirse mareado que los que lo hacen así y eso, aunque no se alcanza la significación al 5%, pero es muy cercana a él, 0,0592, independientemente del sexo del individuo; por último los que han sobrepasado en algunas de las medidas el nivel de 0,25 tienen una probabilidad de sentirse mareados 7,44 veces mayor que los que no han pasado de ese límite en ninguna de las medidas, aunque tampoco se alcance la significación al 5% pero si se acerque uno a él, $P=0,0844$. Por tanto, la percepción de mareo por parte del individuo depende del sexo del mismo (las mujeres tienen mayor probabilidad de sentirse mareadas que los hombres), del consumo diario de alcohol (a mayor consumo diario de alcohol menor probabilidad de estar mareado) y del nivel de alcohol en aire espirado de manera que a mayor nivel de alcohol más probabilidad de estar mareado.

Var.	Cat.Ref.	Cat. Riesgo	Modelo I			Modelo II		
			\hat{O}	IC(95%)		\hat{O}	IC(95%)	
			\hat{O}	\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}	\hat{O}	\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}
Sexo	Hombre	Mujer	11,70	4,48	34,09	5,20	1,76	17,08
Permiso Motos	Sí	No	3,94	1,74	9,25	-----	-----	-----
Conduce Motos	Sí	No	2,53	1,03	6,43	-----	-----	-----
Permiso Coches	Sí	No	2,63	1,15	6,20	-----	-----	-----
Conduce Coches	Sí	No	2,75	1,24	6,27	-----	-----	-----
Bebe diario	3 ó más dosis	Menos de 3 dosis	16,22	2,47	+INF	6,42	0,94	+INF

Var.	Cat.Ref.	Cat. Riesgo	Modelo I			Modelo II		
			\hat{O}	IC(95%)		\hat{O}	IC(95%)	
			\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}		\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}	
Bebe fin de semana	5 ó más dosis	Menos de 5 dosis	3,39	1,51	7,86	-----	-----	-----
Edad	>22 años	22 años o menos	2,33	1,02	5,43	-----	-----	-----
IMC	>22.5	22.5 ó menos	4,59	2,01	10,95	-----	-----	-----
¿pasa del límite, 0,25, al menos una vez?	N	S	28,89	4,32	1239,48	7,44	0,84	362,46

Tabla 19. Percepción de mareo. Análisis multivariante

4.2. Análisis de la percepción declarada acerca de si la ingesta de alcohol le ha afectado para la conducción

En la tabla 20 aparecen los cruces entre los diferentes factores del estudio y el hecho de que el individuo se sienta afectado para la conducción. En esa tabla se han presentado las diferentes variables cuantitativas de manera categorizada, con objeto de poder usarlas en modelos multivariantes, dada la escasez del tamaño muestral.

		¿afectado para la conducción?					
		N		S		P	
		Fr	%	Fr	%		
sexo	H	62	89,9	7	10,1	0,002	
	M	33	66,0	17	34,0		
	Total	95	79,8	24	20,2		
permiso motos	N	41	71,9	16	28,1	0,066	
	S	54	87,1	8	12,9		
	Total	95	79,8	24	20,2		
conducción motos	N	66	76,7	20	23,3	0,21	
	S	29	87,9	4	12,1		
	Total	95	79,8	24	20,2		
permiso autos	N	33	71,7	13	28,3	0,102	
	S	62	84,9	11	15,1		
	Total	95	79,8	24	20,2		
conducción autos	N	39	69,6	17	30,4	0,012	

		¿afectado para la conducción?				P
		N		S		
		Fr	%	Fr	%	
	S	56	88,9	7	11,1	
	Total	95	79,8	24	20,2	
bebe un día entre semana	0 dosis	54	79,4	14	20,6	0,472
	1-2 dosis	32	76,2	10	23,8	
	3-4 dosis	8	100	0	0,0	
	5-7 dosis	1	100	0	0,0	
	8 o más dosis	0	0,0	0	0,0	
	Total	95	79,8	24	20,2	
bebe un día de fin de semana	0 dosis	2	40,0	3	60,0	0,011
	1-2 dosis	10	76,9	3	23,1	
	3-4 dosis	27	69,2	12	30,8	
	5-7 dosis	34	87,2	5	12,8	
	8 o más dosis	22	95,7	1	4,4	
	Total	95	79,8	24	20,2	
¿pasa al menos una vez del límite de 0,25?	No	83	86,5	13	13,5	0,001
	Si	12	52,2	11	47,8	
	Total	95	79,8	24	20,2	
¿pasa al menos una vez del límite de 0,15?	No	41	89,1	5	10,9	0,06
	Si	54	74,0	19	26,0	
	Total	95	79,8	24	20,2	
edad	hasta 21 años	59	77,6	17	22,4	0,484
	más de 21 años	36	83,7	7	16,3	
	Total	95	79,8	24	20,2	
IMC	hasta 22,5	41	71,9	16	28,1	0,066
	más de 22,5	54	87,1	8	12,9	
	Total	95	79,8	24	20,2	
¿mareado?	No	54	96,4	2	3,6	P<0,001
	Si	41	65,1	22	34,9	
	Total	95	79,8	24	20,2	

Tabla 20. Percepción declarada de sentirse afectado para la conducción

Lo primero a tener en cuenta es que el sexo está asociado con la percepción de que uno está afectado para la conducción, $P=0,002$, en el sentido de que las mujeres tienen una mayor probabilidad de sentirse así (37,00%) que los hombres (10,14%). En el caso

de la posesión del permiso de conducción de motos hay indicios de significación, $P=0,066$, en el sentido de que los que no lo poseen tienen una mayor probabilidad de sentirse afectados que los que lo poseen. Si embargo ni en el caso de la conducción de motos ni en el caso de la posesión del carné de conducir de coches hay asociación con el estar afectado para la conducción por el alcohol consumido. En el caso de la conducción de coches existe asociación con la afectación para conducir en el sentido de que las personas que conducen coches tienen una menor probabilidad de quedar afectados para la conducción que los que no conducen coches. No existe asociación, debido a la escasez de valores en algunas de las casillas, entre el consumo de alcohol diario y la afectación para conducir.

Para el consumo de alcohol en el fin de semana se ha alcanzado la significación, en el sentido de que los que beben más de 4 dosis tienen menos probabilidad de verse afectados para la conducción que los que beben esa dosis o menos. Para el caso de la edad no hemos encontrado diferencias significativas en la probabilidad de quedarse afectado para la conducción entre los que tienen más de 21 años y los que tienen hasta 21 años. Hay indicios de significación para el IMC en el sentido de que las personas que tienen más de 22,5 tienen menos probabilidad de quedar afectados para la conducción que los que están en esa cifra o por debajo. Desde luego que los que están mareados tienen una mayor probabilidad de sentirse afectados para la conducción (34,9%) que los que no están mareados (3,57%); llama la atención el hecho de que “sólo” el 34,9% de los que se sienten mareados creen que lo están hasta el punto de verse afectados para la conducción.

Para el caso de sobrepasar el límite del 0,25, nos encontramos con que los que desbordan esa cantidad tienen una mayor probabilidad de sentirse afectados (47,83%) que los que no desbordan ese límite (13,54%). Lo mismo ocurre con el límite del 0,15, lo que pasa es que las diferencias son menores pero ya no se alcanza de manera rigurosa la significación.

Discutiremos ahora la asociación entre la afectación para conducir y el sobrepasar el límite del 0,25 en algún instante; la sensibilidad de sentirse afectado para la conducción para el sobrepasar el límite del 0,25 es de un 47,8%, como se ve mucho más baja que en el caso de sentirse mareado; la especificidad es de un 86,5% que es mayor que para el caso del mareo; de otro lado, aunque la sensibilidad no es muy alta el valor predictivo negativo es decir la probabilidad de que cuando uno no se siente afectado para la conducción no se desborde el límite del 0,25, es alto ya que vale un 87,4% algo menor que para el caso del mareo; el valor predictivo positivo, es decir la probabilidad de que uno desborde el valor del 0,25 cuando uno se siente afectado para la conducción, es sin embargo baja (45,8%). Por tanto, en la afectación para la conducción se comporta de manera parecida al mareo, aunque su valor predictivo negativo, que es alto, es más bajo que el que proporciona el mareo, por tanto el síntoma del mareo sería algo mejor que la percepción que uno tenga de la afectación para conducir para predecir el desborde del límite del 0,25.

Como ya hemos dicho tantas veces, el análisis multivariante nos permitirá saber si el efecto de las variables que daban significativas en el análisis bivariante es un efecto

independiente del efecto de las diferentes variables o no. Ajustado el modelo mediante regresión logística nos encontramos con que sólo dos variables muestran una asociación clara, y significativa o cercana a la significación, con la afectación para conducir. La que da una significación clara y muestra un efecto mayor es el sentirse mareado: las personas que se sienten mareadas tienen una probabilidad 10,03 veces mayor de sentirse afectados para la conducción que los que no se sienten mareados, llegando al extremo superior del intervalo de confianza hasta 97,79, que, aún siendo una cantidad exagerada, nos habla de que la relación puede ser muy fuerte. No se alcanza significación pero puede mostrar un efecto muy grande el haber sobrepasado el límite del 0,25, $P=0,1269$, que nos indicaría que, controlando por el estar mareado, los que han desbordado, en algún instante, el valor del 0,25, tienen 2,61 veces más probabilidad de sentirse afectados para la conducción que los que no han desbordado el límite. Luego el sentirse afectado para la conducción depende de la percepción de mareo, que dependía de una serie de variables que ya no se asocian con la afectación porque su efecto se ejerce a través del mareo y, en mucha menor medida, del nivel de etanol alcanzado en desborde del valor de 0,25.

Var.	Cat.Ref.	Cat. Riesgo	Modelo I			Modelo II		
			\hat{O}	\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}	\hat{O}	\hat{O}_{inf}	\hat{O}_{sup}
				IC(95%)			IC(95%)	
Sexo	Hombre	Mujer	4,50	1,58	14,22			
Permiso Motos	Sí	No	2,61	0,95	7,78			
Conduce Motos	Sí	No	2,18	0,65	9,57			
Permiso Coches	Sí	No	2,20	0,81	6,11			
Conduce Coches	Sí	No	3,45	1,22	10,82			
Bebe diario	3 o más dosis	Menos de 3 dosis	3,39	0,51	+INF			
Bebe fin de semana	5 o más dosis	Menos de 5 dosis	4,25	1,45	14,32			
Edad	>22 años	22 años o menos	1,48	0,52	4,64			
IMC	>22.5	22.5 o menos	2,61	0,95	7,78			
¿pasa del límite, 0,25, al menos una vez?	No	Sí	5,74	1,88	17,87	2,61	0,79	8,77
¿Mareado?	No	Sí	14,21	3,20	131,59	10,03	2,05	97,79

Tabla 21. Percepción de capacidad para conducir. Análisis multivariante

5. RESUMEN DE RESULTADOS MÁS RELEVANTES

5.1. Individuos y variables

1. Aunque no era objetivo directamente perseguido por el presente estudio, merece destacarse que las autodeclaraciones de los participantes ponen de manifiesto una población joven cuyo consumo de bebidas alcohólicas está concentrado en los fines de semana, perfil que es válido tanto para mujeres como para hombres. Así, el 92% de los individuos de la muestra ingieren 2 consumiciones o menos de alcohol en un día entre semana, mientras que durante el fin de semana el consumo es mucho mayor: por ejemplo, el 52,1% de los individuos de la muestra consumen 5 dosis o más en un día de fin de semana.

2. Dentro de los anteriores parámetros, el consumo de alcohol es claramente más elevado en términos absolutos por parte de los hombres. Así, el porcentaje de mujeres que no ingieren nada de alcohol entre semana (74%) es significativamente superior a dicho porcentaje en los hombres (45%), mientras que, durante el fin de semana, el porcentaje de mujeres que beben cada día más de 5 dosis (32%) es significativamente inferior a tal porcentaje entre los hombres (67%).

3. En cuanto a la percepción subjetiva de mareo, la ingesta alcohólica realizada (tres copas de vino con comida) provocó la sensación de estar mareadas, siquiera ligeramente y en al menos algún momento durante el desarrollo del experimento a algo más de la mitad de las personas participantes, en concreto a un 53%. Hay de nuevo una notable discordancia entre mujeres (80%) y hombres (34%).

4. Preguntadas las personas intervinientes sobre si, en su percepción subjetiva, en algún momento del desarrollo de la experiencia se habían sentido tan afectadas por la ingesta alcohólica como para que su capacidad de conducir estuviera disminuida, sólo el 20% respondió afirmativamente, un 10% de los hombres y un 34% de las mujeres.

5.2. Prueba del etilómetro: evolución temporal

5. La máxima concentración de etanol medida en aire alveolar se produce, de media, entre los 15 y los 30 minutos después de la última consumición alcohólica, para después ir disminuyendo de forma paulatina. El que el pico de concentración de etanol en los fluidos corporales se produzca en este caso en un momento tan cercano al final de la ingestión de las bebidas alcohólicas es atribuible a la pequeña cantidad de alcohol etílico ingerida, a la superposición de las fases preabsortiva y postabsortiva y a la incidencia del metabolismo *first pass*.

6. Hay una marcada disparidad entre los resultados obtenidos por hombres y mujeres, tanto en cuanto a mediciones máximas y mínimas como en cuanto a las medias. Por ejemplo, la media de todas las mediciones entre los hombres fue 0,11 mg/l frente a 0,22 mg/l entre las mujeres. Las rectas ajustadas que representan el ritmo de eliminación en unos y otras tienen una pendiente similar, sólo ligeramente más inclinada en el caso de las mujeres, lo que se explica por la etanolemia más alta de éstas y por el hecho

comprobado de que la eliminación del etanol es no lineal, sino que es más veloz cuanto mayor es su concentración en sangre.

7. Además del tiempo transcurrido y del sexo, una tercera variable que incide de manera significativa en la concentración de etanol en aire espirado es la masa corporal del individuo, expresada a través del IMC. Cuanto mayor es el IMC, menor es la concentración de etanol en aire espirado, con independencia del resto de factores.

8. En cambio, en cuanto al resto de variables, inicialmente algunas de ellas -edad, consumo diario de alcohol, conducción habitual de automóviles- parecen influir en los resultados, pero su relevancia se descarta después de un análisis multivariante en el que se controla el efecto que cada una de las variables ejerce sobre las demás.

5.3. Prueba del etilómetro: superación de los límites legales

9. Ninguno de los hombres participantes en el experimento arrojó en ningún momento una medición superior al límite legal estándar de etanol en aire espirado, establecido para los conductores en general en 0,25 mg/l (ése es el límite formal, si bien el límite real es 0,29 mg/l, debido al margen de error de los aparatos de medición). En cambio, un 46% de las mujeres superó el umbral de 0,25 mg/l en al menos una de las mediciones.

10. Las otras variables relevantes para superar dicho límite fueron de nuevo las relativas a la masa corporal. En concreto, las personas con IMC más bajo, en torno a 20/22, evidencian una probabilidad ocho o nueve veces más alta de superar 0,25 mg/l de etanol en aire espirado que quienes tienen un IMC en torno a 23/25.

11. El otro límite legalmente relevante está situado en 0,15 mg/l para determinados conductores, entre ellos los noveles (por los mismos motivos antes comentados, el límite real es 0,19 mg/l). En este caso, a las dosis suministradas en el experimento, el sexo es la única variable significativa: un 34% de los hombres superaron esta medida en algún momento, mientras que lo hicieron el 98% de las mujeres.

5.4. Percepciones subjetivas

12. En cuanto a la sensación de mareo, además de la ya comentada diferencia entre ambos sexos (80% de las mujeres frente a 34% de los hombres), son factores relevantes el consumo diario de alcohol (a mayor consumo diario de alcohol, menos probabilidad de sentirse mareado) y el nivel de alcohol en aire espirado de manera que, a mayor nivel de alcohol, más probabilidad de sentirse mareado.

13. En cuanto a la utilidad que la sensación de estar mareada pueda tener para que una persona prediga su propia impregnación etílica en aire espirado, hay una fuerte asociación considerando la variable consistente en saber si en algún instante se desbordó el nivel de 0,25. Por un lado, como es de esperar, un nivel más alto de impregnación etílica da lugar a que una persona se maree, de modo que, si un individuo ha superado en alguna de las medidas el nivel de 0,25, es más probable que se sienta mareado (96%) que si eso no es así (43%). Por otro lado, si uno no se siente mareado es bastante

probable que no desborde el nivel del 0,25 (98%). Mientras que, si se siente mareado, es mucho menos probable que desborde el nivel del 0,25, sólo un 35%. Resumiendo, si no se siente mareado con mucha seguridad no desbordará el 0,25, por lo que podría conducir, mientras que si se siente mareado, no debería conducir porque, aunque pequeña, no es despreciable la probabilidad de desbordar el límite; con más razón, si se integra el dato de sentido común de que cualquiera que note los efectos del alcohol debería abstenerse de conducir un vehículo.

14. En cuanto a la percepción de no encontrarse en condiciones de conducir con seguridad, el análisis estadístico arroja resultados similares a los anteriores, añadiendo una fuerte y esperable correlación entre la percepción de estar mareado y la de no encontrarse en condiciones para conducir.

6. CONCLUSIÓN: REFLEXIONES Y VALORACIONES

1. El dato aplastante de que el 46% de las mujeres participantes en el experimento superaron el índice de impregnación alcohólica de 0,25 mg/l legalmente establecido con carácter general, mientras que ni uno solo (0%) de los hombres superó dicho índice, permite concluir que, cuando una persona conduce después de haber consumido estrictamente tres copas de vino con comida, el temor a “dar positivo” en la prueba de alcoholemia sólo está fundado entre las mujeres, no así entre los hombres. Por lo demás, la probabilidad de tal *positivo* se reduce significativamente si se tiene en cuenta que, debido a los márgenes de error de los aparatos de medición, no procede la denuncia por niveles inferiores a 0,29 mg/l.

2. Los tres predictores independientes de la concentración de etanol en aire espirado son: el tiempo desde que se hizo la ingesta de alcohol (conforme pasa el tiempo desciende de manera paulatina dicha concentración, por efecto del metabolismo), el sexo del individuo (las mujeres tienden, por término medio, a tener cifras de etanol notoriamente más altas que los hombres, a igualdad de dosis de alcohol consumida) y el IMC (en el sentido de que, cuanto mayor es el IMC, menor es la concentración referida).

3. Los demás factores personales son irrelevantes en lo que se refiere al presente estudio y, allí donde parecen tener un efecto, éste es debido a su asociación con alguno o algunos de los anteriores. No obstante, procede apuntar que en relación con algunos de ellos, como la edad y la costumbre de consumir bebidas alcohólicas, la relativa homogeneidad de los individuos participantes hacen necesarios estudios complementarios, más abiertos, antes de llegar a conclusiones firmes.

4. Existe una gran variabilidad personal, incluso una vez integradas las variables relevantes. El tratamiento estadístico de los datos enmascara la susceptibilidad individual (por factores genéticos, historial médico, circunstancias ambientales, etc.), que se presenta en ocasiones de manera muy marcada, incluso a igualdad de sexo y similitud de coordenadas corporales. Es decir, a pesar de que ha quedado bien establecida la correlación entre sexo y tasa de etanolemia y entre IMC y tasa de etanolemia, nos encontramos con no pocos casos en los que personas del mismo sexo y de semejantes variables de tamaño corporal ofrecen resultados muy dispares.

Por ejemplo, entre las mujeres podemos señalar la notable divergencia entre la tasa media de 0,19 mg/l (máxima de 0,22 a los 30 minutos) en las seis mediciones proporcionadas por una de las participantes -altura 1,65 m, peso 48 kg, IMC 17,6-, con la tasa media de 0,27 mg/l (máxima de 0,30 a los 15 minutos) de otra voluntaria -altura 1,65 m, peso 52 kg, IMC 19,1-. Ejemplos similares pueden encontrarse entre los hombres, incluso más evidentes. Por seleccionar sólo uno: un voluntario -altura 1,78 m, peso 80 kg, IMC 25,2- dio una media de 0,01 mg/l (máxima de 0,03 a los 30 minutos), mientras que otro -altura 1,80 m, peso 80 kg, IMC 24,7- dio una media de 0,14 mg/l (máxima de 0,21 a los 15 minutos).

Por lo tanto, los resultados del presente estudio han de manejarse con prudencia por quien quiera obtener una orientación de carácter particular.

5. La percepción subjetiva de mareo es un complemento orientativo de cierta fiabilidad a la hora de evaluar la situación en la que uno se encuentra a efectos de impregnación etflica, pero en realidad el recurso a un etilómetro bien calibrado sería la única solución fiable para saber si una persona sobrepasa el límite legalmente establecido después de haber consumido una cantidad pequeña o moderada de bebidas alcohólicas. En el actual contexto de creciente sensibilización social sobre el tema, no parece demasiado aventurado pronosticar que estos aparatos serán usados cada vez más por el conjunto de la población.

Es importante resaltar que el parámetro fundamental tomado en cuenta por la legislación para considerar una infracción por conducción bajo los efectos del alcohol es la etanolemia, expresada en gramos o miligramos de etanol por litro de sangre o de aire espirado, y no la cantidad y graduación de las bebidas ingeridas. Esto hace que un sector de la población (mujeres, personas de ligera complejión) se encuentre más expuesto a esta infracción pues, a una misma ingesta alcohólica, sus niveles corporales de etanol son más altos.

6. La expresión *tolerancia cero* apenas aporta más información que el simbolismo de una actitud justiciera y supuestamente firme, de mano dura frente a cualquier clase de delincuencia, incluso en sus manifestaciones más leves. Debido al drama cotidiano de los graves accidentes de tráfico, se viene a recurrir a ella con periódica frecuencia en el contexto del alcohol y la conducción. Aun cuando somos, por supuesto, sensibles a esta tragedia incesante, el enfoque de la tolerancia cero cuenta de entrada con nuestra antipatía. Podría considerarse razonable si se entendiera en términos estrictos, de no admitir resquicios en el control formalizado efectivo de la conducción bajo la influencia: es decir, aspirar a conseguir que por las carreteras no conduzca ni un solo individuo ebrio. Pero sucede que el objetivo de reducir a la nada la comisión de cualquier delito es inalcanzable, además de tratarse la más de las veces de una excusa, de un eslogan propagandístico, que de un fin real.

7. No nos parecería asumible una hipotética reducción a 0,00 de los límites de etanolemia a partir de los cuales se comete una infracción, sea administrativa o –mucho menos– penal. No sólo por la razón de índole técnica y garantista de que los falsos positivos se dispararían. Sino también, y sobre todo, por motivos biológicos y jurídico-sociales:

a) No hay evidencia, sino más bien lo contrario, de que unas tasas de etanolemia por debajo de las actualmente establecidas supongan un deterioro del autocontrol de los conductores ni, por tanto, un incremento suficientemente significativo del riesgo en la conducción.

b) Hay un peso y un valor social histórico en el consumo moderado de bebidas alcohólicas que está fuertemente inserto en nuestra civilización desde hace milenios. Pretender reducirlo a cero a fuerza de sanciones y penas es un objetivo inalcanzable. A nuestro juicio, incluso indeseable, por cuanto la mejor vacuna que se nos ocurre frente al exceso es el aprendizaje social y cultural en la moderación.

c) Cuando una norma es desmesurada y desproporcionadamente represiva, tiende a ser dejada de lado por quienes tienen que ponerla en práctica: si todo es *conducción bajo la influencia*, entonces nada tenderá a serlo en la práctica. Cuando las normas se elaboran sin contar con la realidad social, es ésta la que, al final, termina dándoles la espalda.

8. Aunque el concepto que configura la infracción consistente en *conducir con una tasa de etanolemia superior a la permitida* sea único y abarque tanto tasas de 0,25-0,30 mg/l (en aire espirado; o incluso a partir de 0,15 mg/l) como otras mucho más altas (0,60 ó 1,15 mg/l, por ejemplo), cualquier consideración minuciosa del problema debe basarse necesariamente en estudios específicos para los diferentes niveles de impregnación alcohólica. Unas estadísticas trágicas en cuanto al incremento del riesgo de accidente en las personas intensamente ebrias no deberían servir eventualmente para acentuar hasta el extremo el rigor en el tratamiento sancionador de la zona lindante con la sobriedad. Por el contrario, el tratamiento legal de las bajas tasas de etanolemia ha de basarse en estudios específicos (por ejemplo, como el de West *et al.* 1993, que demostró que sólo a partir de 0,5 g/l de etanolemia se produce un retraso significativo en el tiempo de respuesta del conductor). Del mismo modo, los hallazgos científicos en cuanto a las etanolemias graves y altas no pueden trasladarse sin más, mediante una regla de tres, a las leves y moderadas, sino que exigen sus propias investigaciones.

9. Conviene subrayar de nuevo que el presente experimento sólo cubre supuestos de moderada ingesta de bebidas alcohólicas por personas jóvenes y sanas que, como consecuencia de dicho consumo, se encuentran entre completamente sobrias y en los primeros estadios de acaloramiento y euforia. No pretende, por tanto, contribuir específicamente al conocimiento de los casos de etilismo agudo e ingesta desmesurada de alcohol etílico, ni los de personas con problemas médicos, ya sean o no causados por su dependencia del alcohol, ni los casos de accidentes en los que el alcohol ha jugado presumiblemente un papel relevante. Sobre estas cuestiones hay publicados muchos trabajos de interés que conviene consultar para tener una visión comprensiva de la materia.

10. Terminamos insistiendo en que son necesarios más estudios. En este artículo hemos presentado los datos obtenidos en controles y pruebas realizados a personas voluntarias, en su mayor parte estudiantes universitarios y miembros de las fuerzas y cuerpos de seguridad en proceso de formación. Tanto el número relativamente limitado de muestras (119) como el hecho de que la edad de los participantes se mueva en un

rango estrecho: entre los 19 y los 31 años, hacen imprescindible nuevos experimentos con personas adultas jóvenes que permitan confirmar los datos obtenidos, así como otros que aporten información, no disponible en éste, sobre adultos de más edad.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AGRESTI, A. (1992). "A survey of exact inference for contingency tables". *Statistical Science*, 7, 131-153.
- ALHAMBRA PÉREZ, M.P., Y SEGURA ABAD, L.J. (2001). *El alcohol: cuestiones jurídico-médicas. Aspectos civiles, penales, administrativos y laborales. Jurisdicción de menores. Valoración de la práctica médico forense*. Granada: Comares.
- BARQUÍN SANZ, J. (2002). *Casos y jurisprudencia en delitos contra la seguridad colectiva y el medio ambiente*. Granada: Comares.
- BARQUÍN SANZ, J. Y LUNA DEL CASTILLO, J.D. (2005) "Etilómetro, consumo moderado de alcohol y seguridad del tráfico". *Cuadernos de Política Criminal*. 87, 245-287
- BARRON, S.E., PERRY, J.R. Y FERSLEW, K.E. (1992). "The Effect of Ibuprofen on Ethanol Concentration and Elimination Rate". *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 37, Issue 2, mar. 1992, 432-435.
- BROWN, A.S. y JAMES, O.F. (1998). "Omeprazole, ranitidine, and cimetidine have no effect on peak blood ethanol concentrations, first pass metabolism or area under the time-ethanol curve under 'real-life' drinking conditions". *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 12 (2), Feb 1998, 141-145.
- CLARDY, D.O. (2004). "Population Pharmacokinetics of Ethanol in Drinking Drivers Using Breath Measures". *Therapeutic Drug Monitoring*. Núm. 26(4), ago. 2004, 391-400.
- DAN-COHEN, M. (1984) "Decision Rules and Conduct Rules: On Accoustic Separation in Criminal Law". *Harvard Law Review*. Núm. 97, 1984, 625.
- DEERY, H.A. y LOVE, A.W. (1996). "The effect of a moderate dose of alcohol on the traffic hazard perception profile of young drink-drivers". *Addiction*. 91(6), 815-827.
- GÓMEZ PAVÓN, P. (1998). *El delito de conducción bajo la influencia de bebidas alcohólicas, drogas tóxicas o estupefacientes*. Barcelona: Bosch.
- GULLBERG, R.G. (1992). "The Elimination Rate of Mouth Alcohol: Mathematical Modeling and Implications in Breath Alcohol Analysis". *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 37, Issue 5, sept. 1992, 1363-1372.
- HARDIN, J.W. y HILBE, J.M. (2003). *Generalized Estimating Equations*. London: Chapman & Hall.
- HARDING, P. y FIELD P.H. (1987). "Breathalyzer® Accuracy in Actual Law Enforcement Practice: A Comparison of Bloodand Breath-Alcohol Results in Wisconsin Drivers". *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 32, Issue 5, sept. 1987, 1235-1240.
- HOLFORD, N.H. (1987). "Clinical pharmacokinetics of ethanol". *Clinical Pharmacokinetics*. 1987, 13: 273-292.
- INSTITUTO NACIONAL DE TOXICOLOGÍA Y CIENCIAS FORENSES (2004). *Memoria Análisis Toxicológico Muertes en Accidentes de Tráfico Año 2003*. Descargado de la web del Ministerio de Justicia (www.mju.es), España.

- JONES, A.W. (1984). "Interindividual variations in the disposition and metabolism of ethanol in healthy men". *Alcohol*. Vol. 1, Issue 5, sept.-oct. 1984, 385-391.
- JONES, A.W., JÖNSSON K.Å. y NERI, A. (1991). "Peak Blood-Ethanol Concentration and the Time of Its Occurrence After Rapid Drinking on an Empty Stomach". *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 36, Issue 2, mar. 1991, 376-385.
- JONES, A.W. y NERI, A. (1991). "Evaluation of blood ethanol profiles after consumption of alcohol together with a large meal". *Canadian Society of Forensic Science Journal*. Vol. 24, 1991, 165-173.
- JONES, A.W. y ANDERSSON, L. (1996a). "Influence of age, gender, and blood-alcohol concentration on the disappearance rate of alcohol from blood in drinking drivers". *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 41, Issue 6, nov. 1996, 922-926.
- JONES, A.W. y ANDERSSON, L. (1996b). "Variability of the blood/breath alcohol ratio in drinking drivers". *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 41, Issue 6, nov. 1996, 916-921.
- KECHAGIAS S., JÖNSSON, K.Å., FRANZÉN, T., ANDERSSON, L. y JONES, A.W. (1999). "Reliability of breath-alcohol analysis in individuals with gastroesophageal reflux disease". *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 44, Issue 4, jul. 1999, 814-818.
- LARDELLI CLARET, P., IJUNA DEL CASTILLO, J.D. ET AL. (2003). "Association of Main Driver-dependent Risk Factors with the Risk of Causing a Vehicle Collision in Spain, 1990-1999". *Annuary of Epidemiology*. Elsevier. Vol. 13, núm. 7, August 2003, 509-517.
- LOGAN, B.K., CASE, G.A. y DISTEFANO, S. (1999). "Alcohol content of beer and malt beverages: forensic considerations". *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 44, Issue 6, nov. 1999, 1292-1295.
- LÓPEZ-FRÍAS, M. ET AL. (2001). "Alcohol Consumption and Academic Performance in a Population of Spanish High School Students". *Journal on Studies on Alcohol*. Rutgers University. Vol. 62, núm. 6, november 2001, 741-744.
- MAGRO SERVET, V. ET AL. (2002). *Guía unificadora de criterios en materia de Derecho de la Circulación penal y civil*. Madrid: La Ley.
- MARTIN UCLÉS, F. (2003). *Aspectos jurídicos y policiales de la alcoholemia*. Valencia: Tirant lo Blanch.
- OLMEDO CARDENETE, M. (2001). "Aspectos prácticos de los delitos contra la seguridad del tráfico tipificados en los arts. 379 y 380 del Código Penal", en *Los derechos humanos. Libro homenaje al Excmo. Sr. D. Luis Portero García*. Granada: Universidad de Granada, 679-700.
- PERPER, J.A., TWERSKI, A. y WIENAND, J.W., (1986). "Tolerance at High Blood Alcohol Concentrations: A Study of 110 Cases and Review of the Literature". *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 31, Issue 6, ene. 1986, 212-221.
- REDONDO CALDERÓN, J.L., IJUNA DEL CASTILLO, J.D. ET AL. (2001). "Application of the Induced Exposure Method to Compare Risks of Traffic Crashes among Different Types of Drivers under Different Environmental Conditions". *American Journal of Epidemiology*. The John Hopkins University. Vol. 153, núm. 9, 882-891.
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, I. (2003). *La conducción bajo la influencia de bebidas alcohólicas, drogas tóxicas, estupefacientes y sustancias psicotrópicas*. Granada: Comares.

- SHAJANI, N.K. y DINN, H.M. (1985). "Blood alcohol concentrations reached in human subjects after consumption of alcoholic beverages in a social setting." *Canadian Society of Forensic Science Journal*. Vol. 18(1), 1985, 38-48.
- STOWELL, A.R. y STOWELL, L.I. (1998). 'Estimation of blood alcohol concentrations after social drinking'. *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 43, Issue 1, jan. 1998, 14-21.
- SULLIVAN, J.B., HAUPTMAN, M. y BRONSTEIN, A.C. (1987). "Lack of Observable Intoxication in Humans with High Plasma Alcohol Concentrations". *Journal of Forensic Sciences*. Vol. 32, Issue 6, nov. 1987, 1660-1665.
- VILLANUEVA CAÑADAS, E. ET AL. (GISBERT CALABUIG) (2004). *Medicina Legal y Toxicología*. 6ª ed. Barcelona: Masson.
- WEST, R., WILDING, J., FRENCH, D., KEMP, R. e IRVING, A. (1993). "Effect of low and moderate doses of alcohol on driving hazard perception latency and driving speed". *Addiction*, 88, 527-532.
- WINEK, C.L., WAHDBA, W.W. y DOWDELL, J.L. (1996). "Determination of absorption time for ethanol in social drinkers". *Forensic Science International*. Núm. 77, 1996, 169-177.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se ha realizado en su mayor parte en el Instituto Andaluz Interuniversitario de Criminología de la Universidad de Granada.

El trabajo no habría sido posible sin la colaboración de ciento cincuenta estudiantes de Derecho de la misma universidad y policías locales en fase de formación de las academias de Motril y Granada que accedieron voluntariamente a participar en las tomas de datos. Antonio García Borrallo ayudó eficazmente en la toma de mediciones.

Los etilómetros y los centenares de boquillas necesarias para el correcto desarrollo de las mediciones procedían de la Jefatura de Tráfico de la Guardia Civil de Granada, cuyo jefe durante el tiempo que se desarrollaron las tomas de muestras, Capitán Francisco Álvarez, apoyó eficazmente esta investigación desde sus inicios.

A convertir la experiencia en algo más enriquecedor para los voluntarios que la mera ingestión de una solución de alcohol etílico en agua contribuyeron dos productores de vino de calidad de la provincia de Granada: las bodegas Calvente (Jete) y Señorío de Nevada (Valle de Lecrín) que, junto a Gerardo Corzo (Bodegas Mar, Motril), suministraron las botellas de vino necesarias.

A todas las personas e instituciones mencionadas, muchas gracias.