

CASCOS PARA MOTOCICLISTAS: REVISIÓN INSTITUCIONAL, LEGAL, DE MERCADO Y TÉCNICA SOBRE SU SEGURIDAD



CORPORACIÓN FONDO DE PREVENCIÓN VIAL

**CASCOS PARA MOTOCICLISTAS: REVISIÓN
INSTITUCIONAL, LEGAL, DE MERCADO
Y TÉCNICA SOBRE SU SEGURIDAD**

Bogotá, D.C., 2014

Autores:

CLAUDIA PUENTES RIAÑO

Directora de Comunicaciones, Pedagogía y Relaciones Institucionales
Corporación Fondo de Prevención Vial

RAMÓN MADRIÑÁN RIVERA

Abogado con maestría en derecho internacional económico, especialista en obstáculos técnicos al comercio y regulación de producto

ANDRES FELIPE RAMÍREZ LÓPEZ

MSc. Mechanical Engineering. Especialista en dinámica de componentes mecánicos. Especialista en ensayos dinámicos de materiales

CORPORACIÓN FONDO DE PREVENCIÓN VIAL

ALEXANDRA ROJAS LOPERA

Directora Ejecutiva

SALOMÉ NARANJO LUJÁN

Directora de Investigaciones

MAURICIO PINEDA RIVERA

Director de Ingeniería y Control

DIEGO RAMÍREZ BELTRÁN

Analista de Comunicaciones

LILIA CADENA GARCÍA

Jefe de Prensa

Agradecimientos:

*A todo el equipo directivo y técnico de
Cesvi Colombia*

Al Icontec

A la firma Ipsos Napoleón Franco

A la firma Conecta

Tabla de contenido

1. Introducción	1
2. Análisis institucional, legal, técnico y de infraestructura disponible para evaluación de la calidad y los requisitos de seguridad de los cascos	6
2.1 Elementos necesarios de los sistemas de evaluación de la seguridad de productos	6
2.2 Referentes a nivel mundial de los elementos necesarios de los sistemas de evaluación de la seguridad de cascos	9
2.3 Análisis de elementos necesarios de los sistemas de evaluación de la seguridad de cascos en Colombia.....	13
3. Estructura del mercado de cascos en Colombia.....	20
3.1 ¿Qué piensan, qué sienten y qué saben sobre los cascos los consumidores? Resultados de la primera exploración cualitativa en consumidores de cascos	20
3.2 ¿Cómo es el mercado de cascos en Colombia? Resultados del estudio cuantitativo de oferta y demanda	23
3.2.1 Análisis cuantitativo de la demanda y oferta de cascos	24
3.2.2 ¿Cuáles marcas de cascos usan los motociclistas colombianos?	25
3.2.3 ¿Cuánto cuesta un casco en Colombia?	26
3.2.4 Otros aspectos interesantes del proceso de venta	27
4. Análisis de la realidad	29
4.1 Diseño experimental	29
4.1.1 Tamaño y tipo de muestra utilizada	29
4.1.2 Ensayos.....	30
4.1.2.1 Ensayo de resistencia al solvente	31
4.1.2.2 Ensayo de absorción de energía.....	31
4.1.2.3 Ensayo de penetración.....	32
4.1.2.4 Ensayo protector de barbilla.....	32
4.1.2.5 Ensayo de efectividad del sistema de retención.....	33
4.1.2.6 Ensayo de resistencia del sistema de retención.....	33
4.1.2.7 Ensayo de penetración del visor.....	33
4.1.3 Secuencia de ensayos para realizar	34
4.2 Máquinas utilizadas para los ensayos	35
4.2.1 <i>Impact Twin-wire</i>	35
4.2.2 Equipo para eficiencia del sistema de retención	37
4.2.3 Equipo para resistencia del sistema de retención	38
4.2.4 Equipo de ensayo de penetración del visor.....	38
4.3 Calibración de equipos y protocolo de pruebas	38
5. Resultados de la verificación técnica de los cascos	39
5.1 Resultados generales	39
5.2 Resultados – Ensayo de solvente.....	40
5.3 Resultados – Ensayo de absorción de energía	40
5.4 Resultados – Ensayo de penetración	41
5.5 Resultados – Ensayo de barbilla	41

5.6 Resultados – Ensayo de efectividad (<i>roll off</i>)	42
5.7 Resultados – Ensayo de resistencia del sistema de retención	42
5.8 Resultados – Ensayo de protector del visor	43
6. Conclusiones	44
7. Recomendaciones	48
ANEXO I	53
ANEXO II	64
ANEXO III	67
ANEXO IV	72
ANEXO V	73
Bibliografía	79
Glosario	80

Abreviaturas y acrónimos

AOTC	Acuerdo de la OMC sobre obstáculos técnicos al comercio
BM	Banco Mundial
CAN	Comunidad Andina de Naciones
CE	Sello de conformidad de la ECC
CEN	Centro Europeo de Normalización
CFR	Código de Regulaciones Federales de Estados Unidos de América
DIAN	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
DOT	Departamento de Transporte de Estados Unidos de América
E	Marca de certificación automotriz de la ECE
EA	Acreditación Europea
ECC	Comunidades Económicas Europeas
ECE	Consejo Económico para Europa de la UN
END	Especificación normativa disponible
EPI	Equipo de protección individual
FIA	Federación Internacional del Automóvil
FIAF	Fundación FIA
FMVSS	Regulación de la NHTSA sobre vehículos y equipo de seguridad
CFPV	Corporación Fondo de Prevención Vial
GRSP	Asociación para la Seguridad Vial Global
Icontec	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
INMLCF	Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses
MCIT	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia
MPS	Ministerio de la Protección Social de Colombia
MTR	Ministerio de Transporte de Colombia
NHTSA	Administración Nacional de Seguridad de Tráfico por Carretera de Estados Unidos de América
NTC 4533	Norma Técnica Colombiana
NTDB	Banco Nacional de Datos sobre Trauma de Estados Unidos de América
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONAC	Organismo Nacional de Acreditación de Colombia
OTC	Obstáculos técnicos al comercio
PEC	Procedimiento de evaluación de la conformidad
POLFA	Policía Fiscal Aduanera de Colombia
RNTT	Régimen Nacional de Tránsito Terrestre de Colombia
RT	Reglamento técnico
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia
UN	Naciones Unidas
USC	Código de Estados Unidos de América
VUCE	Ventanilla única de comercio exterior

Lista de figuras

Figura 1	4
Figura 2 Establecimiento de procesos privados de evaluación de requisitos en esquemas propietarios	8
Figura 3 Establecimiento de procesos de evaluación de requisitos en esquemas regulados	9
Figura 4	24
Figura 5	26
Figura 6 Zonas de impacto en el ensayo de absorción de energía.....	31
Figura 7 Secuencia de ensayos para realizar	35
Figura 8 <i>Impact-twin-wire</i> adaptada para el ensayo de absorción de energía.	36
Figura 9 <i>Impact-twin-wire</i> adaptada para el ensayo de penetración.	36
Figura 10 <i>Impact-twin-wire</i> adaptada para el ensayo de protector de barbilla.....	37
Figura 11 Máquina utilizada para los ensayos de eficiencia del sistema de retención.....	37
Figura 12 Máquina utilizada para los ensayos de resistencia del sistema de retención.	38
ANEXOS	
Figura 1 Simplificación de un casco en funcionamiento.....	54

Lista de tablas

Tabla 1	Principales referentes técnicos en materia de cascos de seguridad para motociclistas.....	10
Tabla 2	Ensayos realizados en las normas técnicas comparadas.....	11
Tabla 3	Resumen de niveles de exigencia para los ensayos de prioridad alta.....	12
Tabla 4	Cuadro comparativo de IC disponible en Colombia para la realización de ensayos.....	17
Tabla 5	25
Tabla 6	Ficha técnica de la muestra utilizada.....	30
Tabla 7a	Velocidades de impacto según el tipo de tope utilizado.....	31
Tabla 7b	Velocidades de impacto según el tipo de tope utilizado	31
Tabla 8	Nuevas exigencias según la lista de las pruebas recomendadas.	49
Tabla 9	Comparaciones entre número de golpes en cada prueba.	49
Tabla 10	Distribución del desempeño de las referencias estudiadas según la NTC 4533.	52

ANEXOS

Tabla 1	Ensayos de prioridad alta presentes en los estándares mundiales.	56
Tabla 2	Clasificación de fenómenos dinámicos.	57
Tabla 3	Clasificación de cada ensayo según la tasa de deformación.	58
Tabla 4	Tipos de topes y zonas de impacto para el ensayo de absorción de energía.....	58
Tabla 5	Velocidades de impacto requeridas y criterios de aceptación para el ensayo de absorción de energía.....	58
Tabla 6	Valores de CP y niveles de exigencia para el ensayo de absorción de energía.	59
Tabla 7	Parámetros, valores de CP y niveles de exigencia para el ensayo de penetración.	60
Tabla 8	Parámetros para el ensayo de penetración.....	60
Tabla 9	Parámetros, valores de CP y niveles de exigencia para el ensayo de eficiencia del sistema de retención.....	61
Tabla 10	Parámetros, valores de CP y niveles de exigencia para el ensayo de penetración.....	62
Tabla 11	Resumen de niveles de exigencia para los ensayos de prioridad alta.	62



1. Introducción

La Corporación Fondo de Prevención Vial es una alianza público privada cuyo objetivo es la protección de la integridad y la vida de quienes a diario se movilizan en Colombia. Trabaja en todos los frentes que conforman un sistema de movilidad seguro: infraestructura, comportamiento humano, institucionalidad y calidad de equipo, y vehículos para la movilidad. Desde su creación, hace 18 años, el Fondo de Prevención Vial revisa y estudia permanentemente los desarrollos internacionales para mejorar la seguridad vial.

Internacionalmente, la seguridad vial comenzó a ser particularmente estudiada y promovida desde el año 2004 cuando la Organización Mundial de la Salud escogió el tema como lema para el Día Mundial de la Salud¹. El reconocimiento de la importancia y magnitud de la seguridad vial como un tema de salud pública se consolidó con la publicación del “Informe mundial sobre prevención de traumatismos causados por el tránsito” (Organización Mundial de la Salud, 2004), con las distintas cumbres ministeriales sobre el tema² y por supuesto con la Declaración Mundial de la Década de Acción por la Seguridad Vial en 2010³.

A la par que los organismos internacionales han reconocido la importancia de la seguridad vial comenzaron a publicar una serie de manuales, documentos y recomendaciones para facilitar que quienes trabajan en seguridad vial puedan beneficiarse del conocimiento y aplicar sin dilaciones los aprendizajes de otros países. Las organizaciones internacionales han sido muy enfáticas en recomendar acciones para fomentar el uso obligatorio del casco para motociclistas, como una de las principales líneas de acción para mejorar la seguridad vial⁴.

Estas organizaciones internacionales se dieron a la tarea de publicar manuales para tomadores de decisiones y responsables de la política pública de manera que se ejecutaran las acciones consideradas como prioritarias, entre ellos el manual que fomenta el uso de cascos para motociclistas.

El uso del casco disminuye el riesgo y la gravedad de los traumatismos en caso de choque en 72% y reduce hasta en 39% las probabilidades de muerte. Por supuesto también aminora los riesgos de incapacidad y los tiempos de recuperación luego de un choque. Para la sociedad reduce los costos de atención de salud (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

El casco cumple tres funciones: en primer lugar, reduce la desaceleración del cráneo mediante la disminución del impacto interno del choque entre el cráneo y el cerebro. El material interior del casco debe disipar la energía generada por el choque y así reducir la fuerza que recibe el cráneo. En segundo lugar, el casco debe lograr que la fuerza de impacto no se concentre únicamente en el cráneo, sino que el impacto se reparta en áreas más grandes del cuerpo. En tercer lugar, previene el contacto directo entre el cráneo y cualquiera que sea el objeto del choque (suelo, vehículo).

A nivel internacional, se promueve la recomendación de hacer obligatorio el uso del casco y vigilar el cumplimiento de las condiciones de seguridad de los mismos, toda vez que es una medida que de manera directa resuelve buena parte del problema de letalidad y severidad en los choques de tránsito. El documento cita casos exitosos como los de Nueva Zelanda y Malasia, para mencionar algunos (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

1. Organización Panamericana de la Salud, 2008. Tomado de “Cascos, OMS” pág. XV.

2. La primera cumbre global de Ministros sobre Seguridad Vial se celebró en Moscú en 2009. Se han llevado a cabo varias cumbres regionales en Europa, África, América.

3. En marzo de 2010 la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la Resolución 64/255 mediante la cual se proclamó la Década de Acción en Seguridad Vial. Esta proclamación fue el resultado de un trabajo intenso que incluyó organizaciones internacionales y un gran liderazgo de parte del sector privado, en particular del *Global Road Safety Partnership*.

4. El “Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito” recomienda aplicar medidas concretas para prevenir los choques en la vía pública, reducir al mínimo los traumatismos y sus consecuencias y evaluar las repercusiones de estas medidas. Posteriormente documenta intervenciones que han probado ser efectivas a bajo costo y son consideradas como buenas prácticas. El uso del casco es una de ellas. Otras son el establecimiento de leyes que exijan el uso de equipo de protección como cinturones de seguridad y sillas de retención de menores; definición e imposición de límites de velocidad; definición e imposición de límites de alcoholemia; gestión adecuada de la infraestructura y el mejoramiento de los dispositivos de seguridad en los vehículos.



En Colombia es desafortunado el aumento en las cifras anuales de los accidentes de tránsito con víctimas mortales en los que se ven involucrados motociclistas. Desde 2009 los motociclistas han comenzado a representar cerca del 40% de las personas muertas en choques de tránsito y en algunas ciudades llega incluso a ser el 60% de las víctimas⁵. Análisis hechos por la CFPV muestran que cerca del 40% de estos fallecidos presentó trauma craneoencefálico⁶. Si bien con la información disponible es imposible determinar si estas muertes se habrían podido evitar o no, sí llama la atención la magnitud de la problemática, en especial porque en Colombia el uso del casco para motociclistas es obligatorio desde 1998⁷.

La prevalencia del trauma craneoencefálico entre los motociclistas, si bien el uso del casco es obligatorio, llevó a la CFPV a seguir indagando sobre la problemática y las causas detrás de estas lesiones. En 2010 se inició un estudio para medir en 13 ciudades del país el uso del casco y se encontró que más del 95% de los motociclistas lo llevaba puesto⁸.

Por otra parte, eran constantes las consultas a la CFPV sobre si cierto modelo de casco era reglamentario o no. Las autoridades locales, responsables por la vigilancia y control del cumplimiento de las normas de tránsito, tenían dudas sobre cuáles cascos eran permitidos y cuáles no, así como sobre su papel en determinar si un casco era reglamentario o no. En algunos municipios las personas comentaban que las autoridades las multaban por llevar cierto tipo de casco (p.e. el casco conocido como 'beisbolero' que puede ser seguro para motociclistas o puede ser diseñado para otros propósitos, por ejemplo deportivos). Determinar si un casco cumple con todos los requisitos del reglamento técnico a simple vista es imposible tanto para el comprador como para las autoridades de tránsito. Estas dudas evidenciaron la necesidad de tener la total claridad sobre qué vigila cada autoridad: quién vigila el producto y quién vigila su uso. Como se verá más adelante en el presente documento, el estudio legal mostró que las autoridades de tránsito son las obligadas a vigilar el porte adecuado del casco pero no son las encargadas de determinar la conformidad del casco frente a las normas técnicas que regulan su seguridad.

Lo que la CFPV observaba era un mercado con total asimetría de información en contra de los compradores y a favor de vendedores, fabricantes y comercializadores. Claramente para los compradores es imposible a simple vista diferenciar un casco que tenga el nivel de calidad requerido para protegerlo de un trauma craneoencefálico de uno que no lo tenga. Un mercado adecuado debe poder entregar al comprador información cierta que le permita diferenciar niveles de calidad y seguridad y así formarse una idea sobre su propia disposición a pagar⁹.

Romper estas asimetrías de información no sólo es importante para los consumidores, quienes empiezan a tener mejores herramientas para determinar las condiciones de seguridad y calidad de los cascos, lo cual protege sus intereses y derechos. Adicionalmente, el hecho de contar con un mercado que opere sin asimetrías de información le permite a las marcas comerciales cumplir su función diferenciadora, se posibilita el control de las mismas frente a posibles falsificaciones y, por ende, se reduce la competencia desleal en el mercado de cascos.

En síntesis, la situación de Colombia refleja gran incertidumbre pues de una parte el uso del casco es obligatorio y efectivamente es usado por la mayoría de los motociclistas; pero de otra parte, cerca del 40% de las

5. Información tomada de análisis hechos por la CFPV a partir de información del IMLCF. En 2012 los motociclistas representaron el 42% de los muertos. En ciudades como Neiva fueron el 60% de los fallecidos.

6. A partir de las bases de datos provistas por el INMLCF se hizo este análisis.

7. La primera norma que hizo obligatorio el uso del casco a nivel nacional fue la Resolución 3606 de 1998 expedida por el Ministerio de Transporte. Anteriormente se habían expedido otras normas para hacer obligatorio su uso pero tenían alcance local. Un ejemplo de estas fue el Decreto Municipal 309 de 1996 expedido por el municipio de Manizales, Caldas.

8. El estudio se hizo en 13 ciudades del país mediante observaciones realizadas con equipos digitales que luego fueron procesadas. No se analizó que el casco estuviera adecuadamente abrochado.

9. Ver Akerlof, George A., *The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism*, (*El Mercado de los "Limonos": Incertidumbre sobre la Calidad y el Mecanismo de Mercado*). *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 84, No. 3 (Aug., 1970), pp. 488-500.

fatalidades de motociclistas refleja trauma craneoencefálico y lo que se percibía entre las autoridades y los mismos motociclistas era una gran confusión sobre qué productos eran adecuados o reglamentarios y cuáles no; así como a qué autoridad le corresponde la vigilancia y control de las condiciones mínimas de seguridad de los cascos.

Ante ese panorama, la CFPV tomó la decisión de estudiar a profundidad todos los aspectos que pudieran conducir a un amplio y extendido uso de cascos para motociclistas con el nivel de calidad y seguridad necesario para prevenir traumas y con total claridad sobre la institucionalidad necesaria para asegurar que los cascos que se comercialicen en el mercado tengan la capacidad para proteger adecuadamente a quienes los usan.

El estudio tuvo tres frentes de trabajo que hoy están concluidos y que son el insumo para la estructuración del presente documento. Estos frentes fueron:

- a. análisis institucional, legal, técnico y de infraestructura disponible para evaluación de la calidad y los requisitos de seguridad de los cascos;
- b. estudio profundo del mercado tanto desde el punto de vista de la demanda y los consumidores, como desde el punto de vista de la oferta;
- c. verificación técnica de las condiciones físicas de los cascos frente a estándares. Lo anterior, con el propósito de contar con un diagnóstico suficiente de la realidad de la seguridad de los cascos para motociclistas en Colombia.

El primer frente de trabajo en iniciarse fue el institucional y legal. Un estudio de la CFPV comenzó por identificar y ubicar la normativa asociada a los cascos para motociclistas en Colombia, las características que estos deben tener y la arquitectura institucional disponible en el país para asegurar a los compradores que los productos disponibles en el mercado están a la altura de los estándares legalmente definidos¹⁰. Como se verá en detalle más adelante, este estudio evidenció que en Colombia el uso del casco es obligatorio a nivel nacional desde 1998, que además existe la obligación de regular tales elementos de seguridad mediante la ley 769 de 2002 y en 2004 el Ministerio de Transporte expidió la resolución 1737, en la cual se precisan los requisitos técnicos y los ensayos de laboratorio requeridos para su demostración. No obstante, se observó que el reglamento técnico requiere de algunos ajustes y que la infraestructura de la calidad disponible en el país resulta insuficiente para la evaluación técnica de los cascos de seguridad. Además, se encontró que a diferencia de otros reglamentos técnicos la resolución 1737 de 2004 no facultó expresamente a autoridad alguna para la vigilancia y control en el mercado nacional para los cascos de motociclistas.

Adicionalmente, esta fase del estudio analizó la infraestructura de la calidad disponible en el país para verificar los requisitos de seguridad de los cascos. Para ello verificó la disponibilidad de los servicios de certificación y ensayos para cascos de motocicleta en el país, por organismos de certificación y laboratorios de prueba, y encontró que el país sólo tiene capacidad de realizar el 50% de las pruebas establecidas en el Reglamento Técnico.

El segundo frente de trabajo fue el conocimiento del mercado de cascos buscando un diagnóstico desde los compradores (la demanda) como desde la oferta. Este frente se trabajó primero con un estudio cualitativo y luego se estableció un diagnóstico más preciso con herramientas cuantitativas.

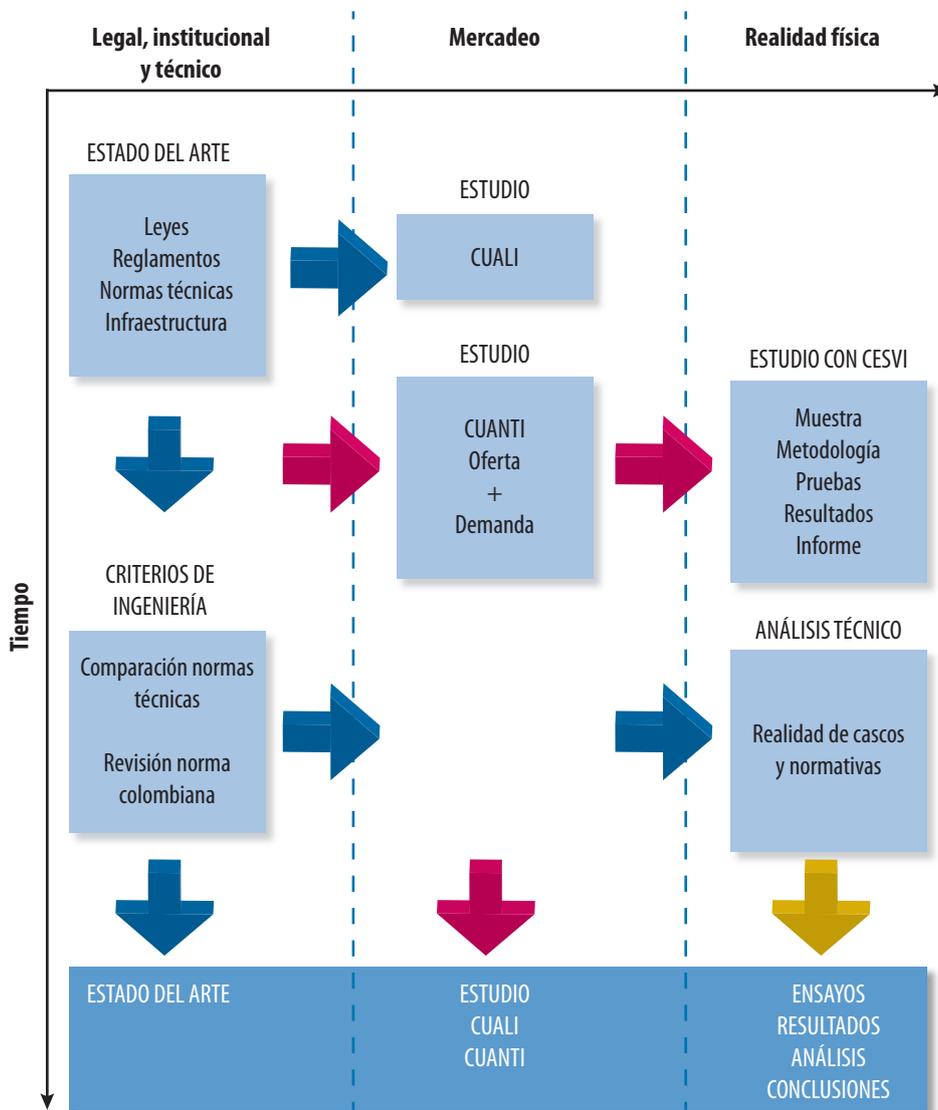
El componente cualitativo indagó qué piensan los motociclistas sobre los cascos, cuáles son los criterios de compra, qué papel desempeña la percepción de seguridad vial en la selección y compra de un casco, entre otros. A partir de los resultados se diseñó la investigación cuantitativa posterior.

10. Ver Madriñán Rivera, Ramón, Mapa general y estado del arte en la regulación de productos para la seguridad vial, (i.e. cascos, elementos de visibilidad, carrocerías y sistemas de calificación global de la seguridad de vehículos de pasajeros), Corporación Fondo de Prevención Vial, Bogotá D.C., marzo 1 de 2011.

La investigación cuantitativa tuvo como objeto conocer la composición de los cascos que usa la gente en Colombia y la oferta en términos de marcas, precios, referencias y determinar la lista de las referencias que deberían ser llevadas al laboratorio. La primera fase fue un estudio de la demanda que permitió identificar patrones de compra y concentración de lugares en los que se adquieren los cascos. A partir de esta información se desarrolló la fase de investigación de la oferta. El resultado permitió, entre otras cosas, llegar a una lista de marcas, modelos y lugares de compra que pudieran ser una muestra de referencia sobre la cual hacer la comparación entre los cascos y los estándares técnicos.

El tercer frente de trabajo fue hacer un estudio técnico con base en pruebas físicas sobre una muestra de referencia de cascos para motociclistas, adquiridos en establecimientos de comercio y en la calle. Para el desarrollo del estudio se contrató la firma Cesvi Colombia, que desarrolló un laboratorio de pruebas y fue montado con equipos especializados provistos por la empresa Cadex Inc., líder mundial en el desarrollo de maquinaria para ensayos de cascos, con el objetivo de acreditar el mismo en un futuro.

Figura 1



Todos los elementos estudiados han aportado información valiosa para establecer un diagnóstico y proponer acciones que eleven la protección efectiva a los motociclistas y reduzcan sustancialmente el número de víctimas por choques de tránsito que ocurren cada año.

Este documento aporta valiosa información de diagnóstico y recomendaciones y es una clara contribución para lograr salvar cada vez más vidas y hacer el sistema de movilidad en Colombia más seguro.

La conclusión de este estudio es que la sola expedición de la normativa relativa a la obligatoriedad en el uso del casco y el reglamento técnico que determina sus características de calidad y seguridad no han sido suficientes para la seguridad de los motociclistas en la medida en que los cascos que están disponibles en el mercado, en su mayoría, no ofrecen los niveles de seguridad solicitados en la norma. Si bien el comportamiento humano ha cambiado y la gran mayoría (en ciudades principales, casi la totalidad) de los motociclistas usan habitualmente el casco, la seguridad del producto es insuficiente frente a la norma. Es necesario que más allá de la obligatoriedad vía norma, que ya cumple 16 años, la política pública actúe en todos los eslabones requeridos para que la realidad responda al objetivo y desarrolle aspectos como la infraestructura de evaluación, pero sobre todo, la capacidad de hacer vigilancia y control sobre los productos que buscan ser ofrecidos en el mercado.

Las recomendaciones contenidas al final del documento están orientadas a que el Estado logre romper las asimetrías de información en contra de los consumidores y les facilite que en el mercado se ofrezcan productos que cumplan con mínimos de seguridad. Esto es fundamental para que Colombia logre una reducción sustancial en las muertes y heridas en choques de tránsito.

Así mismo, este estudio es un aporte metodológico que puede ser usado para que el Estado analice la política pública que debe desarrollarse frente al equipo y vehículos para la movilidad como son equipos para el transporte de carga, motocicletas, vehículos para el transporte de pasajeros, y por supuesto, sus partes y componentes.

2

2. Análisis institucional, legal, técnico y de infraestructura disponible para evaluación de la calidad y los requisitos de seguridad de los cascos

La presente sección desarrolla los principales aspectos relativos al contexto legal e institucional del mercado de cascos de seguridad para motociclistas en Colombia. Para ello, el capítulo inicia con el análisis de los elementos necesarios de los sistemas de evaluación de la seguridad de productos y presenta los elementos constitutivos del esquema de evaluación estatal, que generalmente se utilizan cuando se necesita que el producto cumpla con ciertos requisitos de carácter obligatorio. También presenta los esquemas de evaluación necesarios para el desarrollo de esquemas propietarios de carácter privado, los cuales son de carácter voluntario. El capítulo muestra la necesidad de contar con referentes técnicos apropiados, infraestructura de la calidad, esquemas suficientes y efectivos de control y de verificación de los productos.

Expuesto lo anterior, el estudio analiza los principales referentes técnicos disponibles mundialmente para la evaluación de la seguridad de cascos para motociclistas. Para ello, se presentan las principales normas técnicas y regulaciones para la evaluación de la seguridad de los cascos utilizadas por los estados o por particulares técnicamente especializados. Con base en dicho análisis se plantean las equivalencias técnicas de algunos de los requisitos establecidos en tales referentes técnicos.

El capítulo termina con el análisis de elementos necesarios de los sistemas de evaluación de la seguridad de cascos en Colombia. Para ello, se analiza la disponibilidad de servicios de certificación de productos y mecanismos de control de la regulación en el mercado y los puertos de entrada al país, así como la disponibilidad de laboratorios que puedan llevar a cabo las pruebas de seguridad exigidas para los cascos. Según esto, el análisis evidencia deficiencias de diversa índole en los componentes propios del esquema de evaluación de la seguridad de cascos para motociclistas.

2.1. Elementos necesarios de los sistemas de evaluación de la seguridad de productos

Como se señaló en la introducción, un mercado funciona adecuadamente cuando entrega a los consumidores información cierta que les permita diferenciar entre distintas calidades (lo que incluye las condiciones de seguridad de un producto), de forma tal que puedan formarse una idea sobre su propia disposición a pagar.

Normalmente, frente a productos de mejor calidad los consumidores están dispuestos a pagar más. Cuando no es posible diferenciar entre distintas calidades, es decir, cuando existen asimetrías de información en el mercado sobre la calidad de los productos, los vendedores de productos de menor calidad aprovechan la desinformación de los consumidores y venden sus productos a los compradores como si fueran de buena calidad. Ante la imposibilidad de vender productos de mejor calidad a precios más altos que los de los productos de menor calidad, los vendedores de los mejores productos salen del mercado, lo que reduce aún más la calidad percibida por los consumidores, con lo cual nuevamente bajan los precios, y con ello, salen del mercado productos de mejor calidad que, de existir adecuada información a los consumidores, se mantendrían en el mercado¹¹.

Lo anterior resulta de especial importancia si el mercado es uno en el cual los consumidores, como es el caso de los cascos en Colombia, están obligados a comprar, como cuando las normas legales mandan impera-

11 Ver Akerlof, George A., *The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism*, (El Mercado de los "Limonos": Incertidumbre sobre la Calidad y el Mecanismo de Mercado). The Quarterly Journal of Economics, Vol. 84, No. 3 (Aug., 1970), pp. 488-500.

tivamente el uso de un elemento de seguridad, ya que la demanda espera que los bienes que se encuentran compelidos a adquirir y a utilizar, tienen un desempeño adecuado de acuerdo con las normas aplicables y el Estado, que obliga a comprar los productos, asume la responsabilidad de la vigilancia.

El rompimiento de las asimetrías de información en los mercados se puede lograr a través de esquemas voluntarios u obligatorios. Por lo general, los voluntarios se adelantan bajo esquemas propietarios de entidades públicas o privadas que se materializan en marcas comerciales, artículos especializados, marcas o sellos de certificación, etc.¹²; mientras los obligatorios requieren de la intervención estatal y pueden ir más allá de la información de calidad o seguridad del producto, inclusive pueden llegar hasta la prohibición de su importación o comercialización cuando el producto regulado no cumple con los requisitos mínimos impuestos de seguridad o de prevención de engaño a los consumidores¹³. No obstante, las posibilidades de la regulación tienden a ser limitadas a unas características mínimas de seguridad del producto o de prevención de engaño a los consumidores, mientras que las voluntarias pueden revisar un espectro más amplio de condiciones de calidad y seguridad¹⁴. En los países en donde funcionan mejor los mercados, por lo general, confluyen ambos tipos de esquemas.

Para desarrollar y posteriormente para poder controlar de manera efectiva las condiciones de seguridad de un producto y así poder romper las asimetrías de información sobre la calidad o seguridad de los mismos, se requiere que existan instituciones, instrumentos e información de orden técnico disponibles y adecuadamente articulados mediante los cuales: a) se establezcan los requisitos técnicos de calidad o seguridad de un producto; b) se pueda asegurar mediante pruebas técnicas y otras evaluaciones (confiables, representativas, replicables y comparables) que el producto cumple con los requisitos señalados anteriormente; c) se logre comprobar que a su ingreso al país o en el mercado los productos cumplen con dichos requisitos técnicos. A estos instrumentos para la evaluación de la calidad y seguridad se les conoce como “Infraestructura de la calidad” o “IC”¹⁵.

La IC está compuesta por tres componentes esenciales:

1. El desarrollo y expedición de referentes técnicos, dentro de los cuales se encuentran:
 - a. La normalización técnica o estandarización, a través de las cuales se emiten las normas y guías técnicas de carácter voluntario para productos, personas y procesos, por una parte, y
 - b. por la otra, la regulación técnica, mediante la cual los gobiernos prescriben requisitos técnicos y procedimientos obligatorios para evaluar los requisitos mandatorios de un producto.
2. La determinación de la conformidad de los productos para establecer que los mismos se encuentran de conformidad con la norma o reglamento técnico, incluidas las calibraciones de los equipos de medición, conocidos en su conjunto como “evaluación de la conformidad”¹⁶.
3. Las instituciones y procedimientos de control de la calidad y seguridad de los productos y de sus respectivas evaluaciones, en su producción, ingreso al mercado o en el mercado mismo.

12. Las voluntarias también pueden ser el fruto de un mercado donde los compradores favorecen los productos de ciertas características sobre otros o están dispuestos a pagar un precio mayor por ellos.

13. Ver OMC, Artículo 2 del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio.

14. Ídem.

15. Véase PTB, La infraestructura de la calidad en casi 5 minutos, 2009, Braunschweig, Alemania.

16. Por su parte la evaluación de la conformidad se divide en dos grandes grupos, la acreditación o autorización de quienes adelantan la evaluación y, la propia de las actividades de evaluación de los productos y procesos. La evaluación de un producto puede ser, según se haya definido en su referente técnico, de: certificación o registro del producto, verificación o control del producto, ensayo del producto o de calibración de los instrumentos de medición. A su vez, la calibración de instrumentos debe hacerse con base en instrumentos de medición calibrados y trazables a patrones internacionales. Ver CONPES 3446 de 2006.

No debe olvidarse que los elementos señalados anteriormente tienen instituciones y referentes por seguir a nivel regional, andino, panamericano e internacional.

En materia de certificación de equipo y vehículos en general, debe considerarse que la seguridad de los mismos se predica siempre frente a unas características que obran en referentes técnicos (normas o reglamentos técnicos), conducentes a la protección de la vida y salud de los motociclistas y de terceros, y la protección del ambiente. Para el caso de motocicletas los referentes técnicos permiten que los conductores puedan contar con motocicletas y elementos de seguridad que disminuyen las probabilidades de accidentes, la gravedad de las heridas o disminución de la posibilidad de una fatalidad en caso de presentarse una colisión.

En adición a la los referentes técnicos, para la evaluación de motocicletas y de sus elementos de seguridad, es necesario contar con laboratorios de ensayo que prueben si el producto se encuentra de conformidad con el referente técnico establecido para ello, tal es el caso de las máquinas de impacto para el ensayo de cascos de seguridad.

Adicionalmente, como ya se señaló, si el esquema de rompimiento de las asimetrías es impuesto mediante regulación estatal, esta requiere de una autoridad de control en el mercado (y si se quiere, en frontera), que vigile el cumplimiento de la regulación por los diferentes agentes del mercado. A su vez, el organismo que realice el control precisa de laboratorios idóneos y competentes para realizar su misión. Todo ello sin perjuicio de que su labor se pueda apoyar en esquemas de evaluación de reconocimiento internacional. Cada referente técnico requiere de su propia infraestructura de la calidad; diferentes referentes técnicos requieren de diversos procedimientos de evaluación de la conformidad.

En todo caso, cualquier esquema requiere normas técnicas (consideradas individualmente o como base de reglamentos técnicos), la disponibilidad de laboratorios de ensayo y de un esquema de vigilancia de la regulación o de la marca de certificación. Es importante recordar que la ausencia de alguno de estos elementos, como la inexistencia de laboratorios, hace inoperante el proceso de evaluación técnica en su conjunto.

En la Figura 2 se indica el proceso de evaluación para efectos privados bajo esquemas propietarios. La Figura 3 indica el proceso aplicable para la regulación de producto por parte del Estado.

Debe señalarse que los dos esquemas de evaluación de productos, público –generalmente obligatorio– y privado –generalmente voluntario–, no son excluyentes entre sí sino complementarios. Es más, en aquellos países en los cuales los mercados funcionan de manera más adecuada, corresponden a aquellos en los cuales los productos se evalúan bajo ambos esquemas. A manera de ejemplo, en Alemania el Estado cuenta con esquemas de evaluación de productos regulados cuya fuente de regulación proviene de la Unión Europea, mientras la organización privada de consumidores Stiftung Warentest realiza pruebas a los mismos, y presenta los resultados a los consumidores mediante su revista mensual y su página web¹⁷.

Figura 2 Establecimiento de procesos privados de evaluación de requisitos en esquemas propietarios.



17. Véase página www.test.de. Visitada el 26 de diciembre de 2013.

Figura 3 Establecimiento de procesos de evaluación de requisitos en esquemas regulados.



2.2. Referentes a nivel mundial de los elementos necesarios de los sistemas de evaluación de la seguridad de cascos

En materia de equipo de seguridad y vehículos los referentes a nivel mundial se desarrollan en dos epicentros principales: Estados Unidos de América y Europa. Es cierto que otros países como Corea del Sur y Japón han realizado algunos referentes en la materia, así como algunas entidades privadas como Snell¹⁸ que ha elaborado un esquema propietario para determinar la seguridad de cascos para motociclistas, o BSI¹⁹ que desarrolló una norma técnica para ser administrada bajo el sistema ISO.

En la actualidad no existe un único organismo de normalización de equipo y vehículos aceptado en todo el mundo. No obstante, por capacidad técnica, de investigación y desarrollo, y el tamaño de sus mercados los grandes centros para la elaboración de estándares y resoluciones técnicas para la calidad y seguridad de equipo y vehículos en el mundo son el Departamento de Transporte de Estados Unidos de América, conocido como DOT, y el grupo de trabajo 29 de la UNECE²⁰, también conocido como WP.29, el cual establece las resoluciones técnicas que posteriormente son adoptadas para vehículos y equipo para toda Europa y otras partes del mundo.

Es importante destacar que recientemente se han armonizado algunas regulaciones de vehículos. En el foro de la UNECE, con la concurrencia de Estados Unidos, se han elaborado referentes técnicos armonizados

18. La Snell Memorial Foundation es una organización sin ánimo de lucro, establecida en 1957 tras la muerte de Pete "William" Snell. La Fundación ha sido líder en seguridad de cascos tanto en Estados Unidos como en el resto del mundo, por más de 50 años. La Snell Memorial Foundation se ha dedicado a liderar la protección de conductores que requieren de cascos de seguridad, a través de investigación científica y médica, desarrollo de normas de carácter técnico y brindando educación pública sobre la materia.

Snell es una entidad independiente de los fabricantes de cascos. No hay representante de los fabricantes en la Junta Directiva de Snell. El nombre y el adhesivo de Snell en cada casco certificado se han convertido en símbolos de aseguramiento de la protección para la cabeza.

19. Las normas BSI son emitidas por el organismo de normalización inglés, denominado British Standards Institute.

20. La UNECE es un organismo de Naciones Unidas. La División de Transporte de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, UNECE, ha sido la secretaría técnica del Foro Mundial para la armonización de reglamentos para vehículos (WP.29) por más de 50 años. Adicionalmente, la sección de Innovaciones del Transporte y Regulación de Vehículos sirve como secretaría técnica del Comité Administrativo para coordinación de trabajo y de los Comités Administrativos y Ejecutivos de los tres acuerdos administrados por el Foro Mundial. El primero de estos acuerdos, codificado como E/ECE/324 y E/ECE/TRANS/505, corresponde a la Adopción de requisitos técnicos uniformes para vehículos sobre ruedas, equipos y partes que pueden ser utilizados en vehículos sobre ruedas y las condiciones del reconocimiento recíproco de aprobaciones otorgadas con base en esos requisitos. Los países firmantes del acuerdo se obligan a hacer obligatorio el cumplimiento de cada regulación individual que suscriben, que se anexan como parte del acuerdo raíz. Los países firmantes del acuerdo no se obligan a suscribir la totalidad de los reglamentos anexos del acuerdo, pero los que suscriban se les convierten en obligatorios. De otra parte, el acuerdo suscrito en 1958, modificado finalmente en 1995 para promover la participación de países no miembros de UNECE, está establecido para que los firmantes puedan emitir aprobaciones de tipo o certificaciones de tipo y, se comprometen y están legalmente obligados a reconocer las aprobaciones de tipo o certificados de tipo emitidos por otros países firmantes del mismo reglamento y reconocer la auto-certificación como una modalidad alternativa para la evaluación de conformidad de los reglamentos. Actualmente 47 estados han suscrito el acuerdo inicial. Los reglamentos adoptados bajo este acuerdo, se conocen como reglamentos UNECE y en vigencia se encuentran 121 actualmente.

para algunos aspectos de seguridad de los vehículos. A estos referentes técnicos se les denomina “Regulaciones técnicas globales” o “GTR”. Infortunadamente, la adopción de las regulaciones globales no es automática y a la fecha los dos grandes bloques sólo han adoptado dos de los catorce estándares desarrollados como parte de su normativa interna.

En todo caso, las autoridades de los países más desarrollados (americanas, europeas, japonesas, etc.) trabajan en la elaboración de los referentes técnicos para los vehículos y sus equipos de seguridad, determinan un proceso de registro (homologación) con base en pruebas creíbles y verificables técnicamente, desarrollan campañas de comprobación/verificación y se preocupan por contar con laboratorios propios o de terceros para asegurar su control.

En consecuencia, lo que hace que una persona conozca con certeza que lo que se comercializa en el mercado es seguro, va de la mano de los referentes técnicos (normas y reglamentos técnicos) y de la infraestructura de la calidad disponible para evaluar los productos y determinar su conformidad frente a los referentes técnicos. Es más, cuando se utilizan referentes técnicos de aceptación internacional y se cuenta con sistemas de evaluación internacionalmente aceptados, se pueden reconocer para el mercado nacional los resultados de las evaluaciones desarrolladas en otros países.

En lo relativo a la seguridad de productos, como los cascos para motociclistas, el primer punto a analizar es cuáles son los referentes técnicos desarrollados mundialmente para evaluar la seguridad de dicho producto.

En materia de cascos de seguridad para motociclistas en el mundo, como se muestra en la Tabla 1, se distinguen cuatro referentes técnicos o normas técnicas como las más relevantes:

1. El estándar No. 218 (FMVSS 218) del Departamento de Transporte de Estados Unidos de América (DOT/ FMVSS).
2. La resolución R22 de la UNECE, que se utiliza en la Unión Europea (UNECE/ EN).
3. La norma técnica BS 6658 Type A, norma técnica del Instituto Británico de Normas Técnicas (BSI 6658)²¹.
4. La norma privada M2010 de la Fundación In Memoriam de William Snell M2010 (Snell M2010).

Tabla 1 Principales referentes técnicos en materia de cascos de seguridad para motociclistas.

Snell M2010	DOT 218	BS 6658 Type A	Regulación 22 Rev. 5 (ECE R 22.05)
• País: Estados Unidos	• País: Estados Unidos	• País: Inglaterra	• Región: Unión Europea
• Libre cumplimiento	• Obligatorio cumplimiento	• Obligatorio cumplimiento	• Obligatorio cumplimiento
• U. Actualización: 2010	• U. Actualización: 2001	• U. Actualización: 1985	• U. Actualización: 2005

Fuente: Cesvi Colombia 2013.

En Colombia, el Icontec cuenta con la norma técnica para los cascos para motociclistas (NTC 4533). La norma técnica de cascos para motociclistas se encuentra vigente desde el año 1998. Analizada la Norma Técnica

21. Véase la página <https://www.gov.uk/motorcycle-helmet-law>. Visitada el 26 de diciembre de 2013. De acuerdo con la información que se obtiene del Gobierno del Reino Unido, los cascos para motociclistas deben cumplir con uno de los siguientes referentes técnicos: BS 6658:1985 y llevar la marca “BSI 6658”, la Regulación UNECE 22.05 o cumplir a la norma técnica de otro estado miembro del Área Económica Europea que ofrezca el mismo nivel de protección de la norma BS 6658:1985 y lleve la marca correspondiente a la norma utilizada.

Colombiana NTC 4533 de 1998²², se encuentra que la misma es una traducción, con algunos ajustes menores, de la norma británica BS 6658²³.

La norma técnica para los cascos para motociclistas (NTC 4533) contiene prescripciones relevantes para la seguridad vial, tales como los requisitos y ensayos para la absorción de energía del casco o los relativos a la evaluación de la efectividad del sistema retención del mismo, para mencionar sólo algunos. En adición, la norma contiene otros requisitos que pueden considerarse de interés para el bienestar de los consumidores, pero que no son esenciales para la seguridad vial, como es el caso del protector de barbilla.

Las normas anteriores, que han sido adoptadas en varios países del mundo, coinciden en solicitar varios ensayos y es posible determinar algunos como de alta prioridad para la seguridad vial. En otros aspectos relativos a la comodidad y otras condiciones de seguridad diferentes a la protección del cráneo, las normas difieren entre sí y pueden considerarse como pruebas de baja prioridad para efectos de la seguridad vial. En la Tabla 2 se presenta un resumen de los ensayos exigidos por cada uno de los cuatro referentes normativos. De izquierda a derecha se describen las normas según la cantidad de ensayos de prioridad alta que exige dicha norma. Según la tabla, la norma técnica regulatoria Snell M2010, de cascos para deportes competitivos en Estados Unidos, es la que realiza más ensayos de prioridad alta²⁴, seguido de la NTC 4533, de la DOT y de la R22. Al analizar los ensayos de prioridad media/baja, la norma técnica de la DOT²⁵ y la Snell M2010 son las que presentan una menor cantidad de ensayos. Vale la pena recalcar que la norma NTC 4533, es la que presenta la mayor cantidad de ensayos tanto de prioridad alta como de prioridad media/baja.

Tabla 2 Ensayos realizados en las normas técnicas comparadas.

	Ensayo	Snell M2010	NTC 4533	DOT	R22
Ensayos de prioridad alta Ensayos para evaluar la resistencia del casco enfocada a evitar la transferencia de energía al cráneo	Absorción de energía	Sí	Sí	Sí	Sí
	Efectividad del sistema retención (<i>Roll off</i>)	Sí	Sí		Sí
	Resistencia del sistema de retención	Sí	Sí	Sí	Sí
	Protector de barbilla	Sí	Sí		
	Penetración	Sí	Sí	Sí	
	Penetración visor	Sí			

Continúa

22. Es importante señalar que la resolución 1737 de 2004 transcribe la NTC 4533, pero elimina los requisitos y los ensayos de impacto oblicuo, lo cual será objeto de análisis con posterioridad.

23. British Standards Institute, Protective Helmets for Vehicle Users. Londres, 1985.

24. Establecida en 1957 tras el deceso de Pete “William” Snell M2010, la Snell M2010 Memorial Foundation ha sido una entidad líder en seguridad de cascos en Estados Unidos. Por más de 50 años, la Snell M2010 Memorial Foundation, una organización sin ánimo de lucro, se ha dedicado exclusivamente a liderar la protección a través de investigación científica y médica, desarrollo de normas y educación pública. Snell M2010 es una entidad independiente de los fabricantes de cascos. No hay representantes de los fabricantes en la Junta Directiva de Snell M2010. En 1997, el laboratorio de California de la Snell M2010 Memorial Foundation recibió la aprobación de la Asociación Americana de Acreditación de Laboratorios (A2LA) respecto de pruebas de cascos bajo la Guía 25 de ISO/IEC, actualmente ISO/IEC 17025:2005. (“Requerimientos Generales para la Competencia de Laboratorios de Calibración y Pruebas”). El alcance de la acreditación de la A2LA incluye todas las pruebas cubiertas en las normas de cascos de bicicleta, motocicleta, carreras de carros, deportes no motorizados y carreras de arnés. La acreditación confirma que el laboratorio de California de la fundación tiene la capacidad de realizar las pruebas Snell M2010 y tiene el control de calidad necesario para asegurar la precisión y validez de los resultados de pruebas de Snell M2010.

25. Debe considerarse que en Estados Unidos de América no existe norma federal que obligue al uso del casco. No obstante, su uso es obligatorio en algunos estados de la Unión Americana.

Continuación

Ensayos de prioridad media/baja

Ensayos enfocados a evaluar características secundarias de uso relacionadas con el desempeño de componentes del casco destinados a aspectos como el uso, ergonomía y visibilidad

Remoción	Sí	
Deslizamiento barboquejo	Sí	Sí
Resistencia de las hebillas	Sí	Sí
Res. sistema de retención sin barboquejos	Sí	
Res. desenganche inercial	Sí	
Durabilidad mecanismo fácil liberación	Sí	Sí
Impacto oblicuo	Sí	Sí
Rigidez	Sí	Sí
Calidad visor	Sí	Sí

Fuente: Cesvi Colombia 2012.

Debe recordarse que las diferencias entre las normas no sólo se encuentran en los requisitos de las pruebas requeridas por cada una de ellas, sino también en los procedimientos de evaluación de la conformidad establecidos respectivamente y en los grados de exigencia para considerar que se aprueban las pruebas. Como un complemento importante a este estudio, en el Anexo I se presenta un estudio denominado “Comparación técnica entre la norma técnica colombiana de cascos para motocicletas y otros estándares mundiales”. Dicho estudio define cuáles de los ensayos son comparables con los de la norma técnica colombiana y cuáles no dentro de una perspectiva cuantitativa. Dentro de los ensayos que son comparables, se determina la posibilidad de aceptación o no de los resultados que se obtienen de los ensayos de las otras normas. En lo que respecta a los ensayos que no son comparables mecánicamente, este estudio no permite arrojar conclusiones sobre su equivalencia.

El Anexo I concluye que la norma técnica colombiana, que como se indicó es una traducción de la norma técnica inglesa, tiene diferentes exigencias frente a las regulaciones europea y americana, así como respecto de la norma técnica propietaria Snell M2010. En la Tabla 3 se presentan las comparaciones cuantitativas obtenidas.

Tabla 3 Resumen de niveles de exigencia para los ensayos de prioridad alta.

	(100% = a la prueba más exigente) (NC = no comparable)			
	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
Absorción de energía				
Primer impacto	96.1%	100%	52.9%	74.9%
Segundo impacto	--	100%	82.5%	82.6%
Penetración				
Primer impacto	--	100%	100%	66.7%
Segundo impacto	--	--	--	100%
Protector de barbilla				
Primer impacto	--	NC	--	NC
Eficiencia del sist. retención				
Primer impacto	100%	40.0%	--	53.0%
Resistencia del sist. retención				
E ₁ primer impacto	91.7%	65.7%	NC	100%
E ₂ primer impacto	65.0%	--	--	100%
E ₁ segundo impacto	--	--	--	100%
E ₂ segundo impacto	--	--	--	100%

Fuente: A. Ramírez, *Comparación técnica entre la norma técnica colombiana de cascos para motocicletas y otros estándares mundiales*. Ver Anexo I.

2.3. Análisis de elementos necesarios de los sistemas de evaluación de la seguridad de cascos en Colombia

Como se indicó en la sección 2.1, para poder desarrollar y posteriormente controlar de manera efectiva las condiciones de seguridad de un producto y así poder romper las asimetrías de información sobre la seguridad del mismo, se requiere que existan instituciones, instrumentos e información de orden técnico disponibles y adecuadamente articulados mediante los cuales: a) se establezcan los requisitos técnicos de calidad o seguridad de un producto; b) se asegure mediante la realización de pruebas técnicas y otras evaluaciones que el producto se encuentra de conformidad con los requisitos de seguridad señalados, y c) se pueda comprobar que a su ingreso al país y en el mercado los productos cumplen con dichos requisitos técnicos.

En esta sección se analiza cada uno de los elementos del sistema que incluye las normas y la infraestructura de la calidad disponible actualmente en Colombia, con el propósito de determinar si las normas aplicables a los cascos de motocicleta son verificables y controlables en la práctica.

En 1998 el Ministerio de Transporte expidió la resolución 3606 de 1998, mediante la cual estableció el uso del casco en todo el territorio nacional. En dicho acto administrativo de carácter general, el Ministerio de Transporte hizo obligatorio que el casco cumpliera con la norma técnica colombiana, expedida por el Icontec NTC 4533. Dicha resolución fue posteriormente modificada por la resolución 2436 de 1999, mediante la cual se estableció *“... el uso obligatorio del casco protector correctamente asegurado a la cabeza mediante las correas de quijada o barboquejo o cualquier otro sistema de retención, por parte del conductor y pasajero de las motocicletas para transitar dentro del territorio nacional”*, dejando constancia de la incidencia de las lesiones craneoencefálicas entre las lesiones por accidente de tránsito.

Con posterioridad, la Ley 769 de 2002, en su artículo 96, estableció para la movilización de motocicletas, motociclos y mototriciclos, que quien los conduce podrá llevar un acompañante en su vehículo, el cual también deberá utilizar casco. Adicionalmente, el artículo 94 de dicha ley señaló las facultades en cabeza del Ministerio de Transporte para regular el uso del casco, el cual indica que: *“Los conductores y los acompañantes cuando hubieren, deberán utilizar casco de seguridad, de acuerdo como fije el Ministerio de Transporte.”*

No obstante, la definición de casco contemplada en el artículo 2 de la Ley 769 de 2002, fue más allá y estableció características técnicas a los cascos al atarla a la norma técnica colombiana NTC 4533, sin distinguir para qué uso eran -motocicletas, bicicletas o vehículos de alta competencia. La norma legal es clara al permitir sustituciones o modificaciones en la norma técnica. Dicha definición legal establece que para *“...la aplicación e interpretación de este código, se tendrán en cuenta las siguientes definiciones: ... Casco: Pieza que cubre la cabeza, especialmente diseñada para proteger contra golpes, sin impedir la visión periférica adecuada que cumpla con las especificaciones de las normas Icontec 4533 ‘Cascos Protectores para Usuarios de Vehículos’; o la norma que la modifique o sustituya”*²⁶.

Sobre este punto es importante considerar que el Legislador al haber establecido requisitos técnicos para los cascos, dicha disposición se entiende como un “Reglamento Técnico”, a luz de las normas del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio²⁷, las Decisiones Andinas y otras normas internacionales aceptadas por Colombia. Igualmente, debe indicarse que el Código de Tránsito y Transporte de Colombia solamente estableció los requisitos para los cascos, pero no estableció los procedimientos

26. Véase Ley 769 de 2002. Nótese cómo la Ley hace referencia a la norma técnica colombiana. Cfr. Ver Decisión Andina 562, la cual obliga a que las referencias a norma técnica en un reglamento técnico deben hacerse a la versión vigente en una fecha o año determinado. Para otras dificultades encontradas en la NTC 4533, véase el Anexo II. La norma del Icontec ha sido actualizada en dos ocasiones. No obstante, de conformidad con lo establecido por la Decisión Andina 562, se obliga a todas las entidades a revisar cada cinco años el reglamento técnico. La resolución 1737 debió ser objeto de revisión en los años 2008 y 2013, pero ello no ocurrió.

27. Véase Ley 170 de 1993.

para evaluar tales requisitos (“procedimientos de evaluación de la conformidad”), ni los documentos que productores e importadores deben obtener para demostrar su conformidad con el Reglamento Técnico (“demostración de la conformidad con el RT”)²⁸.

En el año 2004²⁹, el Ministerio de Transporte expidió la resolución 1737, por medio de la cual citando la definición de cascos y las facultades del numeral 2 del Decreto 2053 de 2003 para “...expedir las normas de carácter general y de carácter técnico, que regulen los temas de tránsito, transporte y su infraestructura...”, se emitió el reglamento técnico para cascos, haciendo claridad sobre cuáles requisitos de la NTC 4533 son aplicables y estableciendo los procedimientos de evaluación de la conformidad y determinando, de manera general, que para demostrar la conformidad de los cascos se requiere de un certificado de un Organismo de Certificación Acreditado.

En el año 2008, el artículo 96 de la Ley 769, sería modificado por el artículo 3 de Ley 1239 de 2008, el cual prescribe que el artículo 96 quedará así: “Artículo 96. Normas específicas para motocicletas, motociclos y mototriciclos. Las motocicletas se sujetarán a las siguientes normas específicas: ...

2. Podrán llevar un acompañante en su vehículo, el cual también deberá utilizar casco y la prenda reflectiva exigida para el conductor.

...

5. El conductor y el acompañante deberán portar siempre en el casco, conforme a la reglamentación que expida el Ministerio de Transporte, el número de la placa del vehículo en que se transite, con excepción de los pertenecientes a la fuerza pública, que se identificarán con el número interno asignado por la respectiva institución.

...”³⁰.

La resolución 1737 de 2004 se basa en la norma técnica para los cascos para motociclistas (NTC 4533) del Icontec³¹, la cual se encuentra vigente desde el año 1998. Dicha norma desarrolla los requisitos y métodos de prueba para los cascos protectores para usuarios de vehículos.

Analizada la Norma Técnica Colombiana NTC 4533 de 1998, se encuentra que la misma es una traducción, con algunos ajustes menores, de la norma británica BS 6658 (British Standards Institution, Protective Helmets for Vehicle Users. Londres, 1985)³².

La norma establece requisitos de carácter voluntario en cuestión de³³:

- Materiales: señala los requisitos de duración de los mismos y de su contacto con la piel.

28. Esta norma legal no fue objeto de notificación internacional de conformidad con lo establecido en el artículo 2.9.2 del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial de Comercio, o del artículo 3 de la Decisión Andina 419 de 1997. Nótese igualmente que al no existir certificado de conformidad, los cascos entran importados al país sin la exigencia de registro de importación.

29. Una segunda resolución, numerada bajo el número 3600, se encarga de hacer obligatoria la NTC 5239 “Cascos para ciclistas y para usuarios de monopatinos y patines de ruedas”, estableciendo los requisitos y que para su cumplimiento se requiere de un certificado de conformidad expedido por un organismo de evaluación de la conformidad acreditado. Ninguna de estas dos resoluciones fue objeto de notificación internacional de conformidad con lo establecido en el artículo 2.9.2 del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial de Comercio, o del artículo 3 de la Decisión Andina 419 de 1997.

30. Con lo anterior, se le extendió al Ministerio de Transporte facultad para regular los cascos para motocicleta para hacer que incluyan una marca con la placa de la motocicleta o, si el casco es de una autoridad, la marcación con el número interno de la entidad respectiva. Como dicho requisito fue incorporado en la resolución 1737 de 2004, la norma legal viene a asegurar la legalidad de ese punto de la mencionada resolución.

31. Icontec, NTC 4533 y NTC 5239. La versión actual de la Norma Técnica de Cascos para Motociclistas es la NTC 4533:2003-12-19.

32. BSI 6658, Protective Helmets for Vehicle Users. Londres, 1985.

33. La norma también incluye tablas y figuras para el apoyo de los anteriores métodos de evaluación.

- **Construcción:** define la extensión de la coraza, la no existencia de elementos agudos dentro del casco, el sistema de retención del casco, sus correas y elementos de fijación, las medidas mínimas de visión periférica y los espacios o mecanismos de protección de los ojos.
- **Desempeño:** Se determinan los requisitos de absorción al choque de la coraza, la necesidad de pasar el ensayo de penetración, la efectividad del sistema de retención, el mecanismo de fácil liberación de la correa, la resistencia al impacto oblicuo, el protector de barbilla y la resistencia a la rigidez.
- **Inflamabilidad,** el cual es opcional
- **Marcación o rotulado:** este punto incluye la obligación de indicar el número y fecha de la NTC 4533 y el tipo de casco; el año y trimestre o el lote de fabricación; el nombre marca o licencia del fabricante; el país de origen del casco; la talla o medidas del casco, la designación de modelo; el número de certificación de la prueba de inflamabilidad –de haberse realizado– y otras relevantes.
- **Etiquetas de información a los usuarios:** con advertencia sobre uso, necesidad de cambio después de un accidente, no alteración de la estructura, cuidado del casco, etc.

En lo relativo a ensayos, la norma establece los métodos de prueba para:

- Envejecimiento de los materiales
- Extensión de la coraza y visión periférica
- Radios mínimos para los materiales termoplásticos
- Acondicionamiento con solventes
- Acondicionamiento de ensayo
- Ensayo de absorción al choque
- Ensayo de penetración
- Ensayo de efectividad del sistema de retención
- Ensayo para la resistencia de la retención con correas
- Ensayo para el deslizamiento del barboquejo
- Ensayo para la resistencia de los sistemas de retención sin barboquejo
- Ensayo para la resistencia del desenganche inercial del mecanismo de fácil liberación o hebilla
- Ensayo de durabilidad del mecanismo de fácil liberación
- Ensayo de impacto oblicuo
- Ensayo del protector de barbilla
- Ensayo de rigidez
- Ensayo para inflamabilidad

Con relación a la norma debe indicarse que con respecto a las normas del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial de Comercio, el Icontec no estableció normas específicas de diseño y, por ello, los cascos pueden ser abiertos o cerrados (esto es, contar con protección para la quijada). En igual sentido, la protección al impacto está normalizada bajo el parámetro del desempeño del casco y por lo tanto no establece un diseño específico del casco, salvo que se refieran a la coraza o a las medidas de visión periférica.

Es importante señalar que la resolución 1737 de 2004 transcribe la NTC 4533 reenumerando los literales que identifican las pruebas y elimina los requisitos y los ensayos de impacto oblicuo.

En materia de evaluación de la conformidad, la resolución acepta todos los tipos de evaluación que se permiten acreditar ante el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC bajo la norma ISO 17067. De una revisión de las acreditaciones solicitadas, la gran mayoría de organismos de certificación de producto coincide en acreditar los métodos de evaluación más sencillos y los más robustos. No obstante, no existe unanimidad en el procedimiento de certificación que se pretenda adelantar para los cascos, permitiéndose entre otros, los métodos de revisión de modelo y tipo, sin ningún seguimiento en producción o en el mercado de los cascos por parte de los evaluadores de la calidad.

Además de especificar los requisitos que el casco debe cumplir en materia de seguridad, para ingresar al mercado o ser importados, los cascos deben contar con certificado de evaluación de la conformidad expedido por un organismo de certificación de producto acreditado bajo el alcance de cascos de motocicleta.

En materia de certificadores de producto el país cuenta con varios organismos acreditados para certificar producto. En particular, se encuentran acreditados³⁴:

- B.V.Q.I. Colombia Ltda.
- Certificaciones Técnicas S.A.S- Certécnica
- Conportuario Ltda.
- Cotecna Certificadora Services Ltda.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – Icontec
- S.G.S. Colombia S.A.

En Colombia la infraestructura de la calidad disponible para la evaluación de la conformidad de cascos de motocicleta es limitada. Según información recibida de ONAC en el país existe un solo laboratorio acreditado para realizar algunos de los ensayos de la norma técnica NTC 4533³⁵. Dicho laboratorio es el Laboratorio de Pruebas de Impacto S.A. de la ciudad de Medellín³⁶.

Los servicios de evaluación acreditados por Impacto S.A. no cubren la totalidad de la norma técnica colombiana. Los ensayos acreditados por el laboratorio son los de:

- Absorción de energía
- Estabilidad
- Retención
- Penetración
- Rigidez
- Extensión de la coraza y visión periférica (verificación)

34. Ver www.onac.org.co. Visitado el 28 de febrero de 2011.

35. Debe recordarse que de conformidad con el decreto 323 de 2010, el ONAC es la única fuente de información válida en materia de acreditación de laboratorios y otros organismos de evaluación de la conformidad. Ver www.onac.org.co. Visitado el 26 de febrero de 2011.

36. Por ser un organismo de evaluación acreditado, ha tenido que demostrar su independencia, capacidad técnica y financiera. Ello quiere decir que su independencia debió ser revisada al momento de su acreditación. El laboratorio funciona en la misma dirección de Induscascos. Lo anterior, genera normalmente dificultades de orden práctico, en particular para que la competencia realice las pruebas de sus productos o para que acepte que su independencia no ha sido comprometida.

De otra parte, Cesvi Colombia posee un laboratorio en proceso de acreditación que tiene las capacidades para evaluar cascos con base en la norma técnica colombiana, estas son:

- Absorción de energía
- Estabilidad
- Retención
- Barbilla
- Penetración
- Acondicionamiento de solvente
- Penetración del visor

En la Tabla 4 se presenta de manera comparada las capacidades de uno y otro laboratorio respecto de la norma técnica colombiana. Se debe tener en cuenta que la numeración de los literales en el reglamento técnico cambia, lo que dificulta la coordinación entre la norma técnica y el reglamento técnico.

Tabla 4 Cuadro comparativo de IC disponible en Colombia para la realización de ensayos.

Ensayo	Apéndice NTC 4533	Cesvi Colombia	Lab. impacto
Absorción de energía	F	Sí	Sí
Estabilidad	H	Sí	Sí
Retención	I	Sí	Sí
Barbilla	P	Sí	--
Penetración	G	Sí	Sí
Deslizamiento del barboquejo	J	--	--
Resistencia de las hebillas	N	--	--
Res. del sistema de barboquejos	K	--	--
Res. desenganche inercial	M	--	--
Durabilidad mecánica fácil liberación	N	--	--
Rigidez	Q	--	Sí
Impacto oblicuo	No RT	--	--
Extensión coraza y visión periférica	B	--	Sí
Acondicionamiento de solvente	E	Sí	--
Penetración del visor	No NTC 4533	Sí	--

Fuente: ONAC, Cesvi.

Para los restantes seis ensayos incluidos en el reglamento técnico no existe ningún laboratorio acreditado.

En consecuencia, queda evidenciado que en Colombia no existe ningún laboratorio con capacidad para realizar todos los ensayos contemplados por la Norma Técnica Colombiana, y que son los mismos respecto de los cuales se basa la Resolución 1737 de 2004, que contempla el reglamento técnico de cascos en el país.

Debe recordarse que de conformidad con numeral 9 del artículo 2 de la Resolución 3742³⁷, determina que los reglamentos técnicos de producto deben asegurar que: *“La metodología para la Evaluación de la Conformidad es compatible con infraestructura disponible o que podría hacerse disponible, de manera razonable, en un tiempo prudencial”*.

Como se expuso anteriormente, en la actualidad no existe ningún laboratorio que pueda adelantar la totalidad de las pruebas exigidas por el Ministerio de Transporte. Igualmente, no es posible realizar la totalidad de las pruebas disponibles en el país. En consecuencia, después de 16 años de vigencia, el reglamento técnico de cascos es un buen ejemplo de que no se ha logrado cumplir cabalmente con la regla citada y por ello debería actualizarse el reglamento con base en la infraestructura de la calidad disponible en el país.

En lo relativo al control por parte de las autoridades, la resolución 1737 de 2004 no identifica la entidad encargada de efectuar la vigilancia y el control de tales reglamentos técnicos y por ende de tal producto.

Para el caso de la resolución 1737 de 2004, al no indicar el Ministerio de Transporte, que el reglamento técnico sería vigilado por la Superintendencia de Industria y Comercio, dicha entidad no contaría con la atribución para realizar actividades de inspección y vigilancia sobre dichos productos, ni adelantar investigaciones para sancionar a quienes violen los reglamentos técnicos de cascos³⁸.

De conformidad con lo expuesto, la SIC no tiene una competencia residual para el control de RTs, sino que asume competencia para el control de dichas regulaciones, en la medida en el RT determine que su control ha sido asignado expresamente.

Desde la expedición del decreto 2153 de 1992, la SIC sólo tiene facultad para vigilar los RTs que le sean asignados expresamente, por lo que al no estar expresamente señalado en el texto de la resolución 1737 su “asignación” al control de los RTs, no puede asumir competencia para vigilar el cumplimiento de los mismos. Por ello, dicha resolución lleva 16 años sin ninguna vigilancia ni control hacia los cascos que se venden en el mercado.

Adicionalmente, como de conformidad con lo establecido en el artículo 2 del Decreto 2373 de 2008³⁹, la manera para implantar el control en frontera de los productos sujetos a RT que requieren de un certificado de conformidad de tercera parte, es mediante la aprobación de la SIC en el proceso que se adelanta a través de la VUCE. Al no tener la SIC el control del RT, dicha autoridad no puede realizar la revisión de certificados y, con ello, se pierde la posibilidad del control en frontera de los cascos.

No obstante, en el año 2012 el marco legal cambió con la entrada en vigencia del Estatuto del Consumidor (Ley 1480 de 2011), en el cual se brinda a la Superintendencia de Industria y Comercio facultad para el control de reglamentos técnicos que no hayan sido atribuidos a otra autoridad. Adicionalmente, con la entrada en vigencia del Código de Procedimiento Administrativo y Contencioso Administrativo, se estableció un procedimiento para solucionar asuntos de conflictos negativos de competencia, como el presente.

De otra parte, el régimen de control en frontera de la VUCE regulado por el decreto 3273 de 2008 se encuentra atado a las entidades de control internas, por lo que al no ser competente la SIC para vigilar los RTs de

37. El decreto 2630 de 2001 elevó a rango de Decreto Presidencial la resolución 3742 de 2001.

38. Es importante recordar que de conformidad con lo prescrito en el numeral 15 del artículo 1 del decreto 1687 de 2010 (pero ello viene establecido así desde el decreto 2153 de 1992), la SIC podrá: *“15. Imponer, previas explicaciones, de acuerdo con el procedimiento aplicable, las sanciones que de acuerdo con la ley sean pertinentes por violación de las normas sobre protección al consumidor, por incumplimiento de aquellos reglamentos técnicos cuya vigilancia se le haya asignado expresamente, así como por la inobservancia de las instrucciones que imparta en desarrollo de sus funciones.”*

39. El artículo 2 del Decreto 2373 de 2008 prescribe: *“Las importaciones de los productos sometidos al cumplimiento de reglamento técnico que exija exclusivamente la presentación del certificado de conformidad de tercera parte, requerirá de la obtención del registro o licencia de importación ante el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Para la obtención del registro o licencia de importación, la Superintendencia de Industria y Comercio - SIC verificará que el documento de evaluación de la conformidad cumpla con los requerimientos del respectivo reglamento técnico, a través de la Ventanilla Única de Comercio Exterior - VUCE, de acuerdo con lo dispuesto en el Decreto 4149 de 2004 o en las disposiciones que lo modifiquen, adiciónen o sustituyan.”*

cascos, a dichos productos se les exige de tener que pasar por el proceso de licencia previa y revisión por parte de la SIC de los certificados de conformidad dentro del sistema electrónico de la VUCE y, con ello, se pierde la posibilidad de contar con la policía fiscal aduanera (POLFA) para que revise la existencia del etiquetado en los cascos importados si así se quisiera. Sin perjuicio de lo expuesto, la DIAN ha realizado ejercicios de control aduanero de cascos de motocicleta argumentando la posibilidad de ejercer las facultades propias del Estatuto Aduanero.

Con base en lo anterior, es posible concluir que ante los hechos de ausencia de posibilidades de verificación técnica y de autoridad de control de la resolución 1737, los consumidores tienen un total desconocimiento de las condiciones de seguridad reales cuando deciden sobre el casco de protección por adquirir. Es más, el desconocimiento es de tal magnitud que lleva a que las marcas comerciales no sirven de referente para los consumidores (ver Capítulo 3). Lo anterior haría que inclusive a los dueños de las marcas les convenga que los consumidores reciban mejor información sobre los cascos.

En conclusión, en Colombia existe un reglamento técnico que pretende dar seguridad a los motociclistas sobre los cascos de seguridad que adquieren. No obstante, el Estado no tiene claridad sobre los aspectos para regular y sus implicaciones.

Adicionalmente, ante las múltiples limitaciones de orden legal, técnico y de vigilancia y control el mismo resulta inocuo para los consumidores, lo cual se respalda con los análisis que siguen a este capítulo. Debe recordarse que una intervención en el mercado que no es adecuada o efectiva permite el engaño a los consumidores, con el agravante de que da a entender a los compradores que ellos no deben sopesar la seguridad de lo que adquieren, en razón a que el Estado ya lo ha hecho. En la actualidad ninguno de los dos está evaluando con detenimiento la seguridad de los cascos.

Si lo que se quiere es contar con certeza sobre la seguridad de todos los componentes, las inversiones para realizar en personal e infraestructura serán cuantiosas para el Estado. Una opción más razonable sería la de revisar el reglamento técnico y reducir sus alcances a los elementos de importancia para la seguridad vial que pueden evaluarse en el país. Por el momento, el reglamento técnico resulta ser en exceso copioso y, por ello, muy costoso de cumplir, evaluar y vigilar. Dicho en otras palabras, el reglamento técnico es inoperante. Su ajuste es necesario para hacerlo más efectivo y menos costoso de cumplir, evaluar y vigilar en puerto y en el mercado.

En materia de infraestructura de la calidad, el reglamento técnico cuenta con seis organismos de certificación acreditados; no obstante, no hay claridad sobre cuál es el método o métodos de evaluación que estos deben adelantar para asegurar la evaluación realizada a los cascos. Sería ideal que el organismo de certificación tenga que revisar lo que pasa con los cascos después de que salen del muelle o de la fábrica.

En materia de ensayos para realizar la certificación inicial o para adelantar las pruebas legales para ejercer el control por parte del Estado sobre la seguridad de los cascos, el país no cuenta con la posibilidad de adelantar todas las pruebas exigidas. En realidad, entre los diferentes laboratorios establecidos sólo es posible adelantar las más importantes para la seguridad vial.

No existe entidad para el control estatal con el propósito de hacer cumplir el reglamento técnico de cascos en el mercado nacional, lo cual se hace necesario ajustar. No obstante, como el reglamento técnico es especialmente exigente en las pruebas de: a) protección de la barbilla, que no es una prueba esencial y que tampoco es posible realizar a los cascos abiertos, lo que la hace innecesaria, y b) es excesivamente exigente en la prueba de resistencia del sistema de retención. Se hace necesario ajustar el reglamento técnico antes de iniciar el cumplimiento de este tipo de obligaciones. No sobraría solicitar al Icontec que inicie el proceso de revisión de la norma técnica que se utiliza como base del reglamento técnico.

3

3. Estructura del mercado de cascos en Colombia

En Colombia la mayor parte de los motociclistas usan casco^(Corporación Fondo de Prevención Vial, 2012). Sin embargo, para entender el estado del mercado fue muy importante conocer con mayor detalle la visión de los consumidores en torno al casco, la motivación para su uso, los criterios tenidos en cuenta a la hora de elegir uno, su disposición a pagar, las marcas líderes del mercado, los canales de información utilizados por los motociclistas para informarse sobre qué cascos comprar. Así mismo, era necesario establecer una descripción del mercado desde el lado de la oferta: cómo se venden los cascos, a qué precios se ofrecen, qué informan los vendedores, qué marcas están disponibles, entre otros aspectos.

La cantidad de información que era preciso recolectar, así como el amplio desconocimiento del tema en el país, hizo necesario establecer en una primera fase un estudio cualitativo exploratorio para poder decantar los temas que debían ser incluidos en un estudio cuantitativo con representatividad de la realidad. Esta fase exploratoria se realizó con una metodología cualitativa y dejó en evidencia que los consumidores tienen muy poca información sobre los cascos y que el mercado tiene una importante proporción de informalidad. Se encontró, además, que no existe un liderazgo claro de marcas ni modelos. La informalidad que se percibió en el mercado de cascos indicó que el uso de ciertas fuentes tradicionales para establecer participaciones de marcas en el mercado era inapropiado en este caso.

Las fuentes tradicionales, como pueden ser las series estadísticas de comercio exterior, la información reportada a la DIAN o al DANE y otras fuentes formales eran insuficientes para lograr un entendimiento de la realidad del mercado de cascos. Por lo anterior, se tomó la decisión de diseñar una metodología cuantitativa sobre fuentes primarias: encuestar a los motociclistas y revisar los cascos que portaban, así como los etiquetados de los mismos.

La descripción del mercado de cascos contenida en este estudio contempla fuentes tanto del lado de la demanda (los motociclistas) como del lado de la oferta (almacenes y distribuidores de cascos). Las principales fuentes de información son un estudio cualitativo y una profundización cuantitativa a nivel nacional.

3.1. ¿Qué piensan, qué sienten y qué saben sobre los cascos los consumidores? Resultados de la primera exploración cualitativa en consumidores de cascos

Tal como se describió anteriormente, los resultados contenidos en el presente numeral corresponden a las observaciones hechas con metodologías cualitativas respecto a los hábitos de uso de la motocicleta, el rol del casco para los motociclistas y los atributos que ellos buscan en el producto (casco) para elegirlo⁴⁰. El desarrollo de esta exploración cualitativa estuvo a cargo de Ipsos Napoleón Franco, firma de amplia experiencia contratada por la CFPV para el efecto.

El primer aspecto que salta a la vista es que los motociclistas, mayoritariamente hombres, tienen una relación totalmente emocional con su modo de transporte. Se refieren a su moto como si fuera un ser humano, incluso con apodos cariñosos; manifiestan que le dedican horas específicas de la semana para su cuidado y que le dan prioridad sobre personas reales como sus madres, parejas o amigos.

Movilizarse en motocicleta los hace sentirse parte de un colectivo: los moteros. A ellos consideran sus amigos aun si no los conocen personalmente. Describen una solidaridad de cuerpo entre quienes se desplazan en moto.

40. Estudio del uso del casco en motociclistas. Agosto de 2011. Ipsos Napoleón Franco. Cualitativo. Muestra 6 focus: 3 de hombres y 3 de mujeres. Bogotá, Montería y Cali.

Las primeras y principales asociaciones que hacen de la moto son con el riesgo, la velocidad, el vértigo y la adrenalina. Todas estas emociones son identificadas como positivas, como deseables y como las ventajas de conducir una motocicleta^(lpsos). Describen como placentera la sensación de tener control sobre una máquina de gran potencia. Este sentimiento coincide con hallazgos hechos en otros estudios en los que la falta de control sobre el sistema de movilidad se sustituye con la sensación de control sobre la máquina. El problema es que esa sensación de control con frecuencia se traduce en justificación para transgredir las normas de tránsito, como una demostración de superioridad (o control) sobre la norma⁴¹.

Desde el punto de vista de los motociclistas, las dos principales ventajas del uso de la moto son el ahorro en tiempo y en dinero. La manera de lograr ahorros de tiempo se describe como la capacidad de adelantar entre los carros, la posibilidad de escapar de los trancones incluso usando los andenes peatonales y por supuesto la comodidad que brinda el transporte individual frente al transporte colectivo. Los ahorros en dinero son descritos como menores gastos en gasolina, estacionamiento, peajes (comparado con carros) y en algunos casos como ahorros frente a los pasajes del transporte público⁴². Es paradójico que lo que para los motociclistas es considerado como ventaja es un problema para la seguridad vial, la movilidad y el bienestar general.

Cuando se les invita a pensar en las desventajas del uso de la motocicleta, la principal es el peligro que corren; de hecho es casi la única que mencionan. Sin embargo, este riesgo lo describen como externo, no atribuible a los propios comportamientos, no asociado a las características de la motocicleta sino a la poca responsabilidad de otros en las vías, p.e. conductores de automóviles. Lo desafortunado de esta manera de ver el peligro es que mientras este se considere externo, también se consideran externos los cuidados o acciones para mitigarlo, como responsabilidad de los demás. Otra desventaja, también externa, es el clima (lluvia o sol intenso).

Justamente este locus de control externo explica en parte el poco interés que le dan los motociclistas al casco y a su proceso de selección, como se describe más adelante.

En la medida en que responsabilizan a terceros por los riesgos, justifican y describen como habituales acciones como subir a los andenes peatonales, pasar entre carros sin respetar los carriles (zigzag), tomar calles en contravía, entre otras.

Se indagó sobre medidas de protección y las primeras descripciones y más detalladas están relacionadas con los cuidados para la motocicleta como lavado frecuente, revisión mecánica, mantenimiento, entre otras. Este mantenimiento, más que una obligación, lo describen como un ritual, como parte del vínculo emocional entre los dueños y su medio de transporte. Uno de los participantes expresó que “una moto es como tener un hijo o como tener otra mujer”. En términos de las medidas de protección al conducir mencionan manejar a la defensiva, mantener una distancia adecuada frente a los carros, llevar las luces encendidas.

Al pedirles que describan los implementos de seguridad para la protección de su integridad mencionan como necesarios el casco y el chaleco. Los consideran necesarios porque la normativa así lo exige. Sin embargo, en esta descripción también es evidente que la motivación no es una decisión personal sino externa: “uno piensa más en la multa, no tanto en la seguridad”; “yo lo uso pero por la seguridad del bolsillo” (haciendo alusión a que no usar casco implica el pago de una multa); “por ley nos toca usar casco”.

Respecto a los implementos de seguridad, las respuestas se pueden clasificar en tres grupos:

1. Implementos de seguridad obligatorios por la norma: uso de casco y chaleco, especialmente después de las 6 p.m.

41. Ver “Primer Estudio de Comportamiento y Seguridad Vial”; CFPV, junio de 2010. 36 municipios en 3 regiones. 1304 entrevistas.

42. En efecto, para una persona que realice cuatro viajes o más en transporte público, es posible que el costo de los pasajes en transporte público sea superior a la cuota diaria y los gastos asociados al uso de la moto como el costo de combustible.

2. Implementos de seguridad opcionales: tales como gafas, guantes y chaquetas, reportado principalmente por hombres en Bogotá.

3. Otros implementos de seguridad: como rodilleras, coderas, guantes, botas y chaquetas antirraspones.

La normatividad, el control policial, pero principalmente el peso de la multa es lo que les determina el uso o no uso de los implementos de seguridad, por ello en las respuestas aparece como obligatorio el casco y chaleco en la noche.

La investigación indagó sobre el rol que los motociclistas le dan al casco y se encontró que lo más importante es que este les permite tener estilo, diferenciarse entre el grupo, incluir toques que reflejen su identidad, seguir la moda o apartarse de ella. Lo que más valoran de un casco es su estética, más que su capacidad de protegerlos. Usarlo les genera sentimientos de seguridad, confianza, tranquilidad y protección.

Entre los aspectos negativos asociados al uso del casco describen que es incómodo, que limita la capacidad de comunicarse con los demás, que despeina y que da calor.

Consistente con los hallazgos descritos, al investigar sobre los criterios de selección de los motociclistas a la hora de comprar un casco se observó: a) diseño, b) precio, c) que cumpla con la norma y d) seguridad. El criterio diseño es el que manifiestan de manera espontánea y con mayor insistencia y hace referencia a las alternativas de color, comodidad y que guarde relación con la motocicleta (si la motocicleta es de alta gama así debe ser el casco, pero si la moto es de bajo precio no están dispuestos a comprar un casco costoso).

El precio es la segunda variable que tienen en cuenta para elegir un casco. Fue muy llamativo el hecho de que la mayor parte de las personas que participaron en el estudio declararon haber pagado cerca de COL\$40.000 por su casco (menos de US\$20). Describen que en el mercado se consiguen cascos en un amplio rango de precios que va desde los COL\$20.000 hasta COL\$1.000.000. El bajo precio declarado por las personas indica la baja disponibilidad a pagar y el bajo valor que asignan al casco. Justifican el primer rango de precios, en el desgaste que tiene el casco y en su alta frecuencia de robo.

El tercer criterio que mencionaron los entrevistados fue que el casco cumpla con la norma o fuera “reglamentario”. Estas afirmaciones evidencian que los motociclistas saben de la existencia de cierta regulación aunque desconocen su alcance y contenido. En particular, manifiestan que no compran cascos abiertos sin soporte en el cuello, similares a los que se usan en el béisbol (*skullcap*) pues ellos no los consideran reglamentarios.

El criterio de la seguridad que puede ofrecer el casco a quienes lo usan no se mencionó espontáneamente por ninguno de los entrevistados y fue inducido por los investigadores. No es un atributo que se considere relevante y los compradores afirman que son los vendedores quienes saben acerca de la calidad de los productos que venden. Asumen que en el mercado sólo se comercializan cascos seguros. En este aspecto consideran que el Estado revisa el mercado y saca de circulación los productos que no cumplen. Los entrevistados se muestran muy desinformados y usan frases como “yo no sé exactamente qué es lo que define la seguridad”; “uno se imagina que el material con el que están elaborados es resistente”.

En términos del proceso de compra mismo, los entrevistados indicaron que los lugares preferidos son aquellos en los que los precios no son fijos y se admite negociación. Estos lugares suelen ser informales. Su mayor fuente de información sobre qué casco comprar son sus pares: otros motociclistas o amigos. Invierten poco tiempo en la escogencia, entre 5 y 30 minutos. Confían en lo que el vendedor describa sobre las alternativas de cascos a la hora de comprar.

Al momento de compra los motoristas prefieren adquirir los cascos en lugares referenciados por otros amigos con moto, usualmente informales y reconocen encontrar alta dispersión en los precios, pero el espacio para la negociación y el regateo es amplio. Significativamente importante para los efectos de este estudio es que tanto hombres como mujeres saben de la existencia de muchas empresas proveedoras de cascos; sin embargo, no conocen las diferencias en materiales y niveles de seguridad entre los cascos que se ofertan en el mercado.

En el caso de un segundo casco para parrillero o acompañante indican que compren uno de menos calidad, que incluso esté rayado o desgastado, porque lo que importa es que la policía no los pare. Esto indica que los niveles de seguridad varían si el casco es para ellos o para el acompañante. En el caso de los niños, indicaron que la norma no es clara, por lo que la mayoría de las veces le ponen al niño parrillero el casco de acompañante, indistintamente si se acopla a sus medidas o no.

En esta fase de investigación cualitativa fue llamativo encontrar que los compradores no tienen marcas definidas ni asocian de manera clara atributos con marcas. Ni siquiera los atributos que valoraron como el diseño y el precio están asociados con marcas específicas del mercado. Este aspecto fue incluido como un tema para profundizar dentro de la investigación cuantitativa que se describe posteriormente.

Se encontró que los motociclistas invierten más en un casco para el dueño de la moto y llevan uno adicional para cuando llevan pasajeros. Al segundo casco no le prestan ninguna atención ni cuidado. Indican que no tienen claro cuándo deben cambiarlo y que pueden pasar años sin hacerlo. De nuevo, la motivación del cambio es más estética: “lo cambia uno cuando ya lo ve muy rayado”.

Finalmente, se encontró que existen muchas excusas para no usar el casco como el calor, trayectos cortos, saber que no hay autoridad cerca. Esto es consistente con que la motivación para su uso no es una convicción intrínseca sino es externa (locus de control externo).

En síntesis, la exploración cualitativa entre motociclistas evidenció una relación con su moto principalmente emocional, en la que el riesgo y la adrenalina que surge del peligro son parte de las ventajas de ser motociclistas. La posibilidad de accidentarse es vista como un problema del que otros son responsables. El uso del casco no está motivado por convicciones internas sino porque la norma así lo impone. Al elegir el casco, el diseño y el precio son las variables determinantes y la seguridad no aparece como criterio importante en la decisión. La disposición a pagar por un casco es muy baja.

Los hallazgos confirman que el mercado de cascos está definido por una altísima asimetría de información en contra de los consumidores, como lo describe la teoría referida en el numeral 2.1. En este mercado no es posible para los consumidores diferenciar la buena calidad de la mala, por lo tanto la disposición a pagar se construye a partir de una percepción de calidad promedio. En este tipo de mercados la teoría económica anticipa que los bienes de mejor calidad terminan saliendo del mercado.

Estos hallazgos fueron el insumo principal para el diseño del estudio cuantitativo que se expone a continuación.

3.2. ¿Cómo es el mercado de cascos en Colombia? Resultados del estudio cuantitativo de oferta y demanda

En el desarrollo del estudio para establecer la calidad de los cascos para motociclistas en Colombia el siguiente paso fue el conocimiento profundo del mercado de cascos en el país, tanto desde el punto de vista de la demanda como una primera aproximación desde la oferta. A partir de la exploración cualitativa y las observaciones informadas de la CFPV existía la percepción de que el mercado de cascos no era un mercado en el que primara la formalidad y por esta razón se optó por una metodología que indagara más allá de las fuentes de información oficiales, como pueden ser las cuentas nacionales y los registros de la DIAN o el DANE. Se eligió entonces una metodología que tomara como fuente primaria a los motociclistas y se diseñó una muestra suficientemente amplia, aunque sin conocer el tamaño del universo no es posible establecer su nivel de representatividad estadística.

El componente cuantitativo de este estudio se desarrolló en dos fases. La primera estuvo orientada a conocer la demanda: lugares de compra, precios, marcas, tipos de cascos, entre otros. La segunda fase, desarrollada a partir de la primera, fue una exploración a la oferta para confrontar algunos de los hallazgos hechos en la pri-

mera fase así como para entender el proceso de venta e información a los consumidores. Uno de los resultados de este estudio cuantitativo fue la lista de marcas de cascos y lugares de compra usada para efectuar el estudio físico de los cascos. Para el desarrollo de este componente la CFPV contrató a la firma Connecta.

Dicho estudio se desarrolló en dos fases. La primera tuvo como objeto general conocer la demanda actual de cascos en términos de marcas, para definir cuáles se deben llevar al laboratorio, procurando identificar a nivel de demanda: a) lugares de compra; b) marcas y referencias de uso por parte de los motociclistas; c) tipos de cascos y d) precios de compra.

El conocimiento de la demanda en la primera fase se hizo mediante encuestas hechas a 1.608 personas en ocho ciudades del país. La muestra fue ponderada de acuerdo con la información de la Encuesta de Calidad de Vida 2010 del DANE⁴³. Las ciudades en las que se llevaron a cabo las encuestas fueron Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Pereira, Montería y Villavicencio. De esa muestra el 43% era personas entre 25 y 40 años; el 24% entre 18 y 24 años y el 23% entre los 35 y 44 años de edad. Por nivel socioeconómico la muestra se distribuyó así: 15% del estrato 5; 30% del estrato 4; 30% del estrato 3 y 25% del estrato 2. De la muestra, el 77% correspondió a hombres y el 23% restante a mujeres.

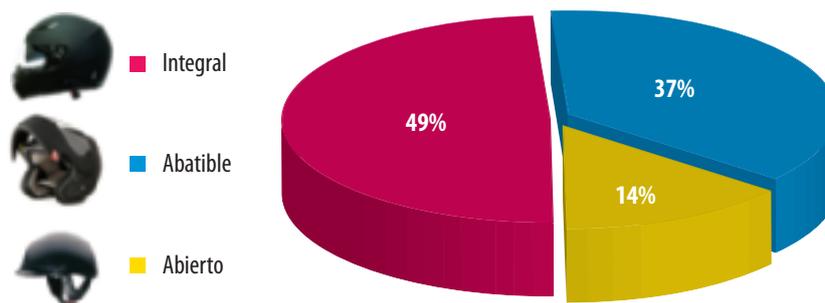
Los resultados de estas encuestas fueron procesados y referenciados en los mapas de las ciudades para identificar sitios de compra. Estas zonas fueron posteriormente visitadas en desarrollo de la segunda fase del estudio cualitativo. Metodológicamente, para el desarrollo de esta fase se visitaron 124 almacenes y 34 lugares en la calle en Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga, Pereira, Montería y Villavicencio con clientes simulados o incógnitos, para los efectos del levantamiento de información.

3.2.1. Análisis cuantitativo de la demanda y oferta de cascos

El 100% de los motociclistas encuestados tiene al menos un casco y el 82% dos cascos. Lo usan principalmente cuando van a trabajar (63%) y llama mucho la atención que apenas un 8% de los encuestados afirma que se coloca el casco para cualquier ocasión, siempre que use la moto. El 49% de los encuestados usa casco integral, el 37% casco abatible y el 14% cascos abiertos (ver Figura 4). En Villavicencio y Barranquilla es donde más se emplean cascos integrales, 78 y 76% respectivamente.

Estas diferencias marcadas en el tipo de casco que se emplea, de acuerdo con los resultados de la fase cualitativa del estudio, permiten generar la hipótesis de que aspectos como el clima o el trabajo constante de la policía enfocada en hacer cumplir la norma sobre el uso de cascos abiertos, son los factores que más pesan a la hora de utilizar determinado casco.

Figura 4



43. Se encuestaron 1.608 personas en las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Pereira, Montería y Villavicencio. Las personas fueron de estratos 2, 3, 4 y 5. Las encuestas se llevaron a cabo de manera personal luego de selección aleatoria en diversos puntos de las ciudades. Dentro del proceso de la encuesta se hizo una revisión física del casco que llevaban los motociclistas.

A la pregunta de dónde compraron su casco, si en un almacén o en la calle, el 71% afirmó haberlo adquirido en un almacén, el 11% en la calle y el 17% lo recibió regalado. El porcentaje de compra en la calle sube a 42% en Cali, a 28% en Montería y a 23% en Bucaramanga. La ciudad en la que hubo más compras en almacenes fue Bogotá (83%) y menos compras en la calle (3%). Cabe resaltar que la definición de almacén que se usó en la investigación fue cualquier lugar que tuviera un techo y una puerta. Por no ser el énfasis de la investigación ni en la fase de estudio de la demanda ni de estudio de la oferta se indagó sobre la formalidad de los almacenes. La definición de “calle” era por supuesto, los lugares sin techo ni puerta.

Tabla 5

	Almacén	Calle	Regalado	Base
Bogotá	83%	3%	15%	1.888
Medellín	63%	8%	28%	461
Cali	39%	42%	19%	447
Barranquilla	67%	21%	12%	238
Bucaramanga	63%	23%	13%	117
Pereira	66%	6%	27%	68
Montería	40%	28%	31%	56
Villavicencio	83%	5%	12%	76

Se le pidió a los encuestados la dirección del lugar donde compraron su casco y a partir de estas respuestas se pudieron identificar los lugares que concentran mayor actividad comercial en torno a las motocicletas. Cada ciudad tiene zonas en las que existe cierta concentración de ventas y servicios asociados con las motocicletas. En algunas ciudades hay concentración de almacenes mientras que la venta de calle está dispersa (Medellín), en otras hay concentración de ventas callejeras y dispersión de almacenes (Bogotá) y finalmente hay ciudades que tiene concentración de ambos tipos de negocios (Barranquilla).

3.2.2. ¿Cuáles marcas de cascos usan los motociclistas colombianos?

En términos de marcas⁴⁴, la investigación encontró que existe una altísima dispersión en las marcas de cascos que compran los motociclistas. Este hallazgo también fue consistente con lo encontrado en la fase cualitativa. La marca más mencionada fue Shaft (12%) y luego 12 marcas que representaron el 43% de las respuestas. El 44% mencionó otras marcas, cada una con una participación de menos del 1% del total de las respuestas. El 3% dijo no saber la marca de su casco. Sólo en Bucaramanga y Medellín se identificó una marca líder (Shaft, 58 y 49% respectivamente).

El 65% de los encuestados manifestó que compró su casco hacía un año o menos. Los cascos más nuevos están en Barranquilla y Bucaramanga, ciudades en las que los cascos de menos de un año son el 75 y 72% respectivamente.

Al revisar la oferta de cascos también se encontró una amplia dispersión de marcas con un leve liderazgo de Shaft y de ICH. Sólo en Medellín y en Bucaramanga se observó un liderazgo fuerte de la marca Shaft, presente en el 22 y 25% de los puntos de venta analizados. En las demás ciudades no hay un liderazgo contundente y la oferta varía entre ciudades. En los puntos de venta no hay exclusividad de marcas y por el contrario se ofrecen muchas. Shaft es la marca que más ofrecen los puntos de venta, en especial los almacenes (15%). En la calle, de lo reflejado en este estudio, la marca que más se oferta es Tech (12%) pero sin tener un liderazgo claro tampoco.

44. No estuvo dentro de los objetivos de este estudio verificar la autenticidad de las marcas, ni en los cascos que llevaban los motociclistas ni en los cascos ofrecidos por los vendedores. Lo expresado en este documento corresponde a lo manifestado por los encuestados.

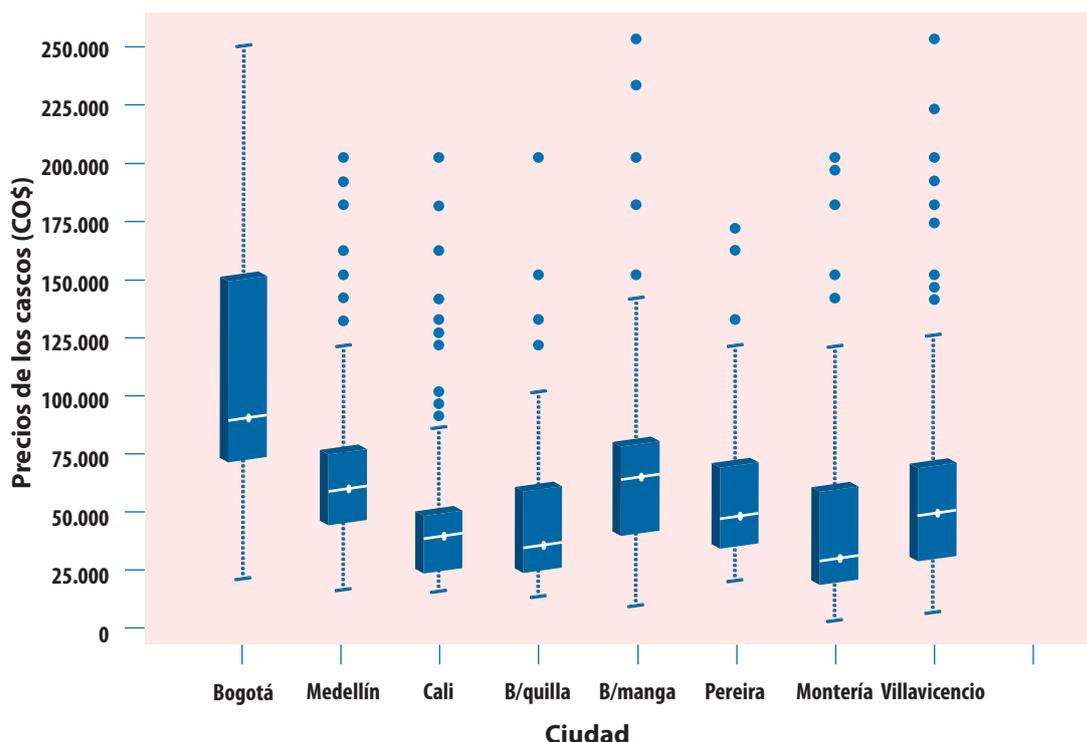
3.2.3. ¿Cuánto cuesta un casco en Colombia?

El estudio cuantitativo precisó las cifras descritas por los motociclistas en la exploración cualitativa. Se encontró que en promedio se paga por un casco COL\$70,000. La ciudad que tiene una mediana de precio más alta es Bogotá en donde en promedio los encuestados pagaron COL\$99.000. El precio más alto coincide que Bogotá es la ciudad en la que más cascos se compraron en almacenes. Cuando se excluyen los cascos de Bogotá, el precio promedio en el país cae 35% y es apenas de COL\$45,000.

Consistentemente, las ciudades en las que se pagó menos por los cascos también son las ciudades que tienen los mayores porcentajes de cascos comprados en la calle. El precio promedio en Cali fue de COL\$38.000, en donde el 42% de los cascos fueron adquiridos en la calle; en Montería el precio promedio fue de apenas COL\$30.000 (28% comprados en la calle) y el precio promedio en Barranquilla fue COL\$35.000 (23% comprados en la calle).

Figura 5

Total	Bogotá	Medellín	Cali	B/quilla	B/manga	Pereira	Montería	V/cencio
Mediana	\$99.000	\$60.000	\$38.000	\$35.000	\$70.000	\$47.000	\$30.000	\$55.000



Los hombres pagaron más por sus cascos (COL\$75.000) que las mujeres (COL\$45.000). Las personas de mayor estrato no pagaron más por los cascos que compraron. Las personas de estrato 3 fueron quienes más pagaron por los cascos, COL\$70.000 y las de estratos más altos pagaron entre COL\$60.000 y COL\$65.000 en promedio. Este hallazgo confirma la baja disposición a pagar por los cascos, disposición que no está relacionada con la capacidad de pago.

Los entrevistados más jóvenes (entre 18 y 24 años) fueron quienes más pagaron en promedio por los cascos, COL\$73.000 y quienes menos pagaron son los que están entre los 35 y 44 años de edad (COL\$50.000).

Como era de esperarse, las personas que compraron en almacén pagaron en promedio más por sus cascos que quienes compraron en la calle. Los cascos en almacén costaron en promedio COL\$70.000, más del doble del promedio de lo pagado en la calle (COL\$32.000).

Los cascos abatibles se pagaron a un precio promedio (COL\$80.000) superior al de los cascos integrales (COL\$60.000) y al de los cascos abiertos (COL\$40.000).

Los precios declarados por los encuestados evidencian una amplia dispersión de precios en el mercado, mismo que no está segmentado por marcas o precios. Se encontró que cascos de una misma marca tienen rangos de precios amplios, como fue el caso de la marca Tech que tuvo precios entre los COL\$7.000 y los COL\$60.000. En muchos casos el límite superior del precio fue más del 100% del límite inferior en la misma marca de casco.

En la fase de revisión de la oferta también se consultaron los precios a los que se ofrecen los cascos en puntos de venta (almacenes y calle). En la investigación se registraron los primeros precios ofrecidos y no se hizo ningún proceso de negociación (regateo) con los vendedores. El precio promedio encontrado en la oferta fue de COL\$91.000, el precio promedio de la oferta en almacén fue COL\$98.000 y el promedio de la oferta en la calle fue de COL\$70.000.

La ciudad en la que el precio solicitado era mayor fue Bogotá, con un precio promedio de COL\$132.000 y la ciudad con el precio más bajo fue Barranquilla (COL\$54.000).

No es clara la razón por la cual existe esta dispersión de precios entre ciudades y, más aún, entre calle y almacén, incluso en la misma marca. Una alternativa puede ser la posibilidad de negociación con el vendedor o que parte de la mercancía pueda ser falsificada o no estar cumpliendo con todas las obligaciones fiscales y aduaneras (contrabando). La diferencia en el valor promedio de un casco obtenido en un almacén o en la calle se puede presentar por estos factores: la diferencia en la capacidad de negociación (regateo) entre la calle y el almacén; la posibilidad de que el casco ofrecido sea falsificado.

Se preguntó si el precio es negociable y el 71% de los vendedores dijo que sí (79% en la calle) y el resto dijo que eran precios fijos. En Pereira fue en donde un mayor porcentaje de vendedores estuvo dispuesto a negociar (84%).

3.2.4. Otros aspectos interesantes del proceso de venta

Como se describió anteriormente, el estudio cualitativo evidenció que los compradores están ampliamente desinformados y que una de sus mayores fuentes de información son justamente los vendedores, en especial respecto a las características técnicas de los cascos.

A partir de este hallazgo, en el proceso de análisis cuantitativo de los puntos de venta se incluyeron preguntas para revisar el rol del vendedor como asesor técnico para sus clientes.

Se preguntó a los vendedores sobre el material en que están hechos los cascos que ofrecen. Las respuestas evidenciaron que además de los compradores, los vendedores desconocen ampliamente el producto que ofrecen. Las principales respuestas fueron “fibra” (14%), “no sé” (14%), “pasta” (10%), “plástico” (7%), “fibra de vidrio” (7%). La respuesta “no sé” fue casi el 20% para la marca más conocida, Shaft, y llegó hasta el 26% para la marca SPD. Es claro que este tipo de respuestas no obedece al conocimiento detallado del producto sino a nombres de materiales que se nombran de manera genérica.

Los consumidores también asumen que los vendedores saben indicar cuáles cascos cumplen con la normativa colombiana y por lo tanto esa pregunta se formuló en el estudio. Llama la atención que los vendedores abiertamente afirman que el 10% de los cascos que ofrecen no cumple con la norma. La respuesta más alta está asociada con la marca Eko, el 22% de los vendedores afirmó que esa marca no cumple con el estándar reglamentario.

El último resultado de la fase cualitativa de la investigación de mercado fue una lista de marcas, referencias y lugares de compra que pudieran asimilarse a una muestra robusta para ser comprada y sometida a las pruebas físicas de laboratorio.

En síntesis, en la fase cuantitativa de la investigación, en la que se indagó tanto en la demanda como en la oferta, se encontró de nuevo una gran dispersión de marcas y precios, siendo el precio promedio más alto el que se encuentra en Bogotá y el más bajo en Montería. Causa preocupación el alto porcentaje de cascos comprados en la calle, 17% como promedio nacional pero llega al 40% en ciudades como Cali. Estos mercados están caracterizados por su informalidad y es casi imposible lograr el cumplimiento de las condiciones reglamentarias o la exigibilidad en caso de que incumplan los niveles mínimos de calidad y protección esperados.

La investigación del mercado de cascos en Colombia muestra que los compradores están totalmente expuestos a las asimetrías de información y no tienen herramientas para diferenciar los cascos de buena calidad, con capacidad de protegerlos, de aquellos de mala calidad. Esta situación se exagera por el poco interés que tienen los motociclistas por informarse acerca de la calidad de los cascos que compran. A diferencia de otros mercados, en el de cascos las marcas no sirven como señal de calidad, no construyen atributos de seguridad y no tienen un posicionamiento frente a los consumidores.

Es un mercado ampliamente informal y las mismas marcas se consiguen en almacenes y en la calle. Esta situación facilita la venta de artículos de mala calidad y dificulta su trazabilidad. Ciertamente es una oportunidad para poder impulsar cascos que cumplan con estándares mínimos de calidad y de efectividad en el cumplimiento de su rol de proteger la vida de los motociclistas.

4. Análisis de la realidad

En lo relativo a la seguridad de cascos para motociclistas, el primer punto para analizar es cuáles son los referentes técnicos desarrollados mundialmente para evaluar la seguridad de los mismos. Como se mostró en el capítulo 2, en el mundo se distinguen cuatro referentes técnicos de cascos que incluyen las exigencias de seguridad acordadas en los respectivos comités técnicos como necesarias para proteger a los motociclistas: DOT FMVSS 218, UNECE R22.05, BS 6658 Type A y la Snell M2010. Por otro lado, en Colombia el Icontec cuenta con la norma técnica para los cascos para motociclistas (NTC 4533), que es una traducción, con algunos ajustes menores, de la norma británica BSI 6658 Type A, por lo cual se utilizó como referente de este estudio la NTC 4533 en cambio de la BSI 6658 Type A. Además, la NTC 4533 es la base del reglamento técnico colombiano.

Como se mostró en el capítulo 2, la Tabla 2 presenta los diferentes ensayos que se incluyen en cada uno de los cuatro estándares mundiales. En la misma tabla se enmarcan los seis primeros ensayos, los cuales están presentes en la mayor cantidad de referentes mundiales. Debido a esto se definió que estos seis primeros ensayos son los de prioridad alta y centro de estudio de este trabajo.

A partir de eso, es importante definir cuáles de los estándares expuestos es más o menos exigente que otro en cada uno de los ensayos. Para ello se realizó una comparación entre los estándares para algunos ensayos de prioridad alta en términos de aceptabilidad. Los ensayos estudiados fueron aquellos determinados como obligatorios por parte del Reglamento Técnico que se basa en la NTC 4533. El estudio detallado se encuentra en el Anexo I de este documento, donde se encontró que el estándar ECE R22.05 presenta ensayos relativamente exigentes, con la particularidad de ser ensayos de un solo impacto por ensayo. Por el contrario, el estándar NTC 4533 también exige ensayos igualmente exigentes, pero con la particularidad que en muchos de ellos se requieren dos impactos por prueba. También se observó que el estándar Snell M2010 se concentra en presentar ensayos exigentes para absorción de energía y penetración, resultado coherente con el objetivo principal del estándar que es cascos seguros para cascos que se usen en competencias de motocicletas. Por último, el estándar DOT FMVSS 218 es el estándar de mayor simplificación: se concentra en tres pruebas pero los niveles de aceptación de la prueba son exigentes.

4.1. Diseño experimental

A partir de estos resultados, se diseñó una metodología para conocer el desempeño de cascos nacionales.

4.1.1. Tamaño y tipo de muestra utilizada

Al definir el tamaño y el tipo de muestra para utilizar en las pruebas descritas anteriormente, se usó el resultado del estudio de mercado hecho por la firma Conecta descrito en el numeral 3. Dicha firma realizó un estudio del mercado colombiano de cascos, tanto de la oferta como de la demanda de los mismos. A partir de esto, Conecta listó los cascos usados con mayor frecuencia en el país. Esta lista fue entregada a Cesvi Colombia⁴⁵ para comprar dichos cascos.

La Tabla 6 presenta la ficha técnica de la muestra utilizada en este estudio, donde la lista detallada de cada una de las referencias se encuentra en el Anexo V.

45. En este estudio no se verificó la autenticidad de las marcas descritas por la lista entregada por Conecta.

Tabla 6 Ficha técnica de la muestra utilizada.

Tamaño	
Cantidad de marcas evaluadas	28
Cantidad de referencias evaluadas	36
Cantidad de cascos por referencia	6
Total de cascos evaluados	216
Distribución según el tipo de casco	
Cascos integrales	58%
Cascos abatibles	33%
Cascos abiertos	8%
Distribución según el precio	
Porcentaje de cascos < \$40.000	19%
Porcentaje de cascos entre \$40.000 y \$70.000	42%
Porcentaje de cascos entre \$70.000 y \$110.000	14%
Porcentaje de cascos entre \$110.000 y \$220.000	17%
Porcentaje de cascos > \$220.000	8%
Distribución según marcaje	
No presenta	41%
DOT	28%
ECE R22.05	20%
NTC 4533	8%
Otro	3%
Distribución según lugar de compra	
Almacén	55,1%
Calle	44,9%

4.1.2. Ensayos

Los ensayos para realizar fueron aquellos de prioridad alta, es decir, los más relevantes para la protección craneoencefálica definidos en la Tabla 4, donde los mismos estuvieron regidos bajo la Norma Técnica Colombiana 4533, a excepción del ensayo de penetración del visor, el cual no está incluido en la NTC 4533. Para este ensayo se usó la norma técnica Snell M2010.

Los ensayos escogidos para este estudio fueron los siguientes:

1. Ensayo de resistencia al solvente
2. Ensayo de absorción de energía
3. Ensayo de penetración
4. Ensayo de protector de barbilla
5. Ensayo de efectividad del sistema de retención
6. Ensayo de resistencia del sistema de retención
7. Ensayo de penetración del visor

A continuación se describe cada uno de los ensayos.

4.1.2.1. Ensayo de resistencia al solvente

El propósito de este ensayo es conocer la capacidad de la pintura del casco para ser removida por un solvente. El solvente utilizado es una mezcla 50:50 de volumen de iso-octano y tolueno. Cuando un casco no aprueba este ensayo, el solvente afecta la calidad de la pintura del casco.

4.1.2.2. Ensayo de absorción de energía

El propósito de este ensayo es conocer la capacidad de un casco de absorber energía en un choque. La absorción de energía se determina por la desaceleración del casco cuando se suelta en una guía de caída libre e impacta sobre un tope de acero.

El casco debe ser montado en una horma, la cual debe cumplir con la norma BS EN 960 en los tamaños A, E, J o M. Un transductor de aceleración (instrumento para medir aceleración) se monta en el centro de gravedad de la horma (el transductor de desaceleración debe resistir 2.000 g de impacto sin dañarse). La horma se monta en un carro móvil. El carro se suelta en una guía sin fricción de caída libre para chocar contra un tope. El tope debe ir sujeto a una base rígida de 500 kg como mínimo. La superficie superior de la base debe ser un plato de acero de mínimo 25 mm de espesor con un área mínima de 0.1 m².

Para este ensayo se utilizan dos tipos diferentes de topes: 1) tope plano y 2) tope hemisférico. Dependiendo del tipo de tope, la velocidad de impacto debe ser diferente, como se expone en la Tabla 7a. La altura de donde se deja caer la horma está directamente relacionada para cumplir con las velocidades de impacto expuestas en la tabla.

Tabla 7a Velocidades de impacto según el tipo de tope utilizado.

	Primer impacto	Segundo impacto
Plano	6.5 m/s	4.6 m/s
Hemisférico	6.0 m/s	4.3 m/s

El ensayo completo debe ser con seis especímenes de la misma referencia, donde el tipo de tope para utilizar depende de su acondicionamiento previo, como se expone en la Tabla 7b.

Tabla 7b Velocidades de impacto según el tipo de tope utilizado.

	Acondicionamiento		
	Frío	Calor	Agua
Hemisférico	Casco 1	Casco 3	Casco 5
Plano	Casco 2	Casco 4	Casco 6

Cada casco debe ser ensayado en tres zonas diferentes de impacto, como se muestra en la Figura 6. Se desarrollan dos impactos en la misma zona utilizando el mismo tope. Si es necesario, el casco puede ser ajustado en la horma después del primer impacto para asegurar que el segundo impacto sea en el mismo sitio. En cada impacto se utiliza una altura de caída tal que el casco golpee el tope a la velocidad especificada en la Tabla 7a, con una tolerancia de +0.15 m/s, -0.0 m/s.

Figura 6 Zonas de impacto en el ensayo de absorción de energía.



Se debe medir la velocidad de impacto. Se registra la desaceleración de la horma contra tiempo y se registra la máxima desaceleración registrada; si esta en cada uno de los dos impactos es menor a 306 g, el casco aprueba el ensayo. Una referencia aprueba el ensayo si todos los seis cascos registran menos de 306 g en cada uno de los impactos.

Cuando un casco no aprueba este ensayo, quiere decir que el cráneo recibe gran parte de la energía en un accidente, con el riesgo de generar lesiones graves en el cráneo individuo.

4.1.2.3. Ensayo de penetración

El objetivo de este ensayo es medir la capacidad del casco de proteger al usuario de la penetración de objetos duros.

Se suelta un punzón sobre la parte más alta del casco y si el punzón alcanza la cabeza simulada, se considera que el casco no cumple con este ensayo.

Se debe utilizar un bloque hemisférico de madera dura con un inserto de metal en la parte superior del bloque de madera, el cual debe montarse sobre una base rígida. Se asegura el casco fuertemente con correas al bloque de madera. Se monta un punzón con la punta hacia abajo, de tal manera que se pueda soltar en una guía sin fricción y caer sobre el centro del inserto de metal. El punzón y el inserto de metal se conectan entre sí de tal manera que cualquier contacto eléctrico entre ellos es indicado. El punzón debe tener características específicas de dureza y geométricas.

El punzón debe elevarse a una altura de $2\text{ m} \pm 5\text{ mm}$ (medidos de la punta del punzón al punto de impacto) y se deja caer sobre el casco. Este procedimiento se debe realizar dos veces en sitios diferentes de la parte superior del casco a una distancia mínima de 75 mm uno del otro. Se registra si hay o no contacto entre el punzón y el inserto de metal suave del bloque de ensayo. Si es necesario, después de cada impacto se restablece la superficie plana del metal suave.

Los cascos seguros impiden que el punzón los atraviese por completo y aprueban el ensayo. Los que no lo aprueban son los que exponen a la persona a recibir el impacto de objetos extraños.

4.1.2.4. Ensayo protector de barbilla

El objetivo de este ensayo es conocer en un casco el grado de protección de la barbilla. Esta prueba no aplica para los cascos abiertos. La desaceleración de un punzón golpeando en el protector de barbilla es una medida del grado de protección de barbilla del casco a los golpes.

Debe utilizarse un equipo sólido para sujetar una horma especial para este ensayo. La horma debe cumplir con la norma BS EN 960. Esta debe ser dispuesta de tal forma que la parte más alta de la barbilla forme un ángulo de 28° por debajo de la horizontal. El casco debe ser montado sobre la horma, donde la parte trasera de la coraza del casco recibe soporte adicional de un bloque de caucho vulcanizado natural (bajo el estándar BS 1154) de $23\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$. Un punzón de masa de $5.0\text{ kg} + 0.2\text{ kg} - 0.0\text{ kg}$, con una superficie de impacto plana de $130\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ de diámetro, se deja caer libremente desde una altura de $2.5\text{ m} \pm 0.005\text{ m}$ (medidos desde la cara del punzón hasta el punto más alto del protector de barbilla) para impactar la zona de la barbilla del casco. El punzón debe ir instrumentado con un transductor de aceleración cuyo eje de sensibilidad está dentro de 5° de la vertical. Se registra la máxima desaceleración del punzón y se examina el protector de barbilla y su revestimiento para verificar algún daño.

Un buen casco es el que disipa la energía del choque evitando que esta se transmita a la quijada.

Aunque suene paradójico, el protector de barbilla se puede incluso romper como mecanismo de disipación de energía.

El casco que no aprueba este ensayo, aunque no se rompa, hace que la energía del choque la reciba la quijada del individuo

4.1.2.5. Ensayo de efectividad del sistema de retención

El objeto de este ensayo es medir la capacidad del casco de mantenerse en el lugar apropiado y sobre la cabeza cuando hay un choque.

El casco se monta firmemente en una horma modificada, donde el casco es sometido a una carga de choque tangencial hacia delante en la corona del casco, simulando la tendencia inercial del casco de salirse de la cabeza por el frente de la cara del usuario cuando este sufre un accidente.

La horma utilizada debe cumplir con la norma BS EN 960 tamaño G. La horma debe quedar rígidamente montada, con la cara hacia abajo, y su eje vertical central inclinado hacia abajo 45° con respecto a la horizontal. Se debe montar el casco en la horma modificada y asegurar con el sistema de retención hasta comprimir la barbilla $5\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$. El casco debe tener una circunferencia interna mínima de 580 mm y una longitud interna de 204 mm. Una masa de $4.0\text{ kg} + 0.2\text{ kg} - 0.0\text{ kg}$ debe dejarse caer libremente. La masa se conecta a un gancho por una correa de $0.9\text{ m} \pm 0.1\text{ m}$ de longitud, la cual puede elongarse hasta 18 mm como máximo cuando se somete a una carga de tensión de 1.000 N. El gancho debe ir sujetado al borde de la parte superior del casco. La masa se deja caer libremente para hacer que el casco intente salir de la horma de forma rotacional. Si el casco se sale de la horma, no aprueba el ensayo. El casco que no aprueba este ensayo es el que se desacomoda dejando al individuo sin protección y totalmente expuesto al momento del choque.

4.1.2.6. Ensayo de resistencia del sistema de retención

El objetivo de este ensayo es medir la resistencia del sistema de retención e incluye: las correas, los cierres y los broches.

Una carga descendente se aplica a las correas del sistema de retención para caracterizar su resistencia. Se registran las elongaciones máximas y residuales.

Abajo de la posición del barboquejo del sistema de retención, una barra guía debe ser montada en guías que la mantienen en posición vertical, permitiendo un movimiento vertical sin fricción. El extremo superior de la barra lleva dos rodillos horizontales paralelos de libre rotación, cada uno de $12.5\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ de diámetro y $76.0\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ de separación entre sus centros. Este arreglo se considera la aproximación a la estructura de la barbilla humana. Una pesa de $10\text{ kg} + 0.25\text{ kg} - 0\text{ kg}$ debe dejarse caer a una altura mínima de $750\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ para que jale toda la estructura que simula la barbilla humana. La masa debe ir en una barra guía, la cual incluyendo accesorios, debe pesar $7.0\text{ kg} + 0.0\text{ kg} - 0.25\text{ kg}$. Se lee y se ajusta el cero en el dispositivo de medida de la extensión inicial debida al peso de la barra y sus accesorios. Se deja caer el peso y se lee el punto máximo de la elongación total y, mientras el peso descansa en el tope, se lee y se ajusta el cero del dispositivo de medida de la extensión residual. Sin modificar el casco o el barboquejo, se eleva el peso y se repite el impacto. Se lee la elongación total y mientras el peso descansa en el tope se registra la elongación residual.

El casco no aprueba este ensayo cuando el sistema de retención se rompe o se elonga lo suficiente como para que el casco no sujete adecuadamente.

4.1.2.7. Ensayo de penetración del visor

El objetivo de este ensayo es verificar la capacidad del visor de retener elementos externos a alta velocidad. Aunque este ensayo no está incluido en la NTC 4533 hace parte del estudio ya que otras normas lo consideran como relevante, y además, la NTC 4533 describe que el uso de protección ocular, bien sean gafas o visor, es de uso obligatorio.

El visor del casco es impactado por un objeto duro a una velocidad considerable con el propósito de conocer la capacidad del visor de resistir impactos comunes en el mismo.

El casco es dispuesto de forma vertical, donde se le dispara en tres ocasiones un perdigón de metal. El perdigón debe tener un diámetro de 5.5 mm. La velocidad de impacto debe ser de 500 km/h. Aunque no está regulado en el estándar Snell M2010, el perdigón es comúnmente acelerado con sistemas de aire comprimido.

La distancia entre cada impacto debe ser de 80 mm lineales. Un casco aprueba este ensayo si ninguno de los tres perdigones atraviesa por completo el protector del visor.

Un buen casco es aquel cuyo visor impide la penetración de objetos extraños que puedan impactarlo a alta velocidad.

A partir de esta selección de ensayos se determinó la siguiente secuencia de ensayos

4.1.3. Secuencia de ensayos para realizar

Se determinó que la secuencia de ensayos más apropiada debería ser la siguiente:

1. Acondicionamiento (solvente y acondicionamiento ambiental)
2. Ensayo de absorción de energía
3. Ensayo de penetración
4. Ensayo de protector de barbilla
5. Ensayo de eficiencia del sistema de retención
6. Ensayo de resistencia del sistema de retención
7. Ensayo de penetración del visor

Esta secuencia asegura cumplir la NTC 4533 con un ensayo adicional (ensayo de penetración del visor).

De cada referencia se compraron siete ejemplares, seis fueron objeto de ensayo y uno fue guardado como contra-muestra. Los seis ejemplares fueron sometidos a la prueba de resistencia al solvente.

Para los siguientes ensayos se hizo un proceso de acondicionamiento: dos fueron sometidos a alta temperatura, dos a baja temperatura y dos cascos sumergidos en agua.

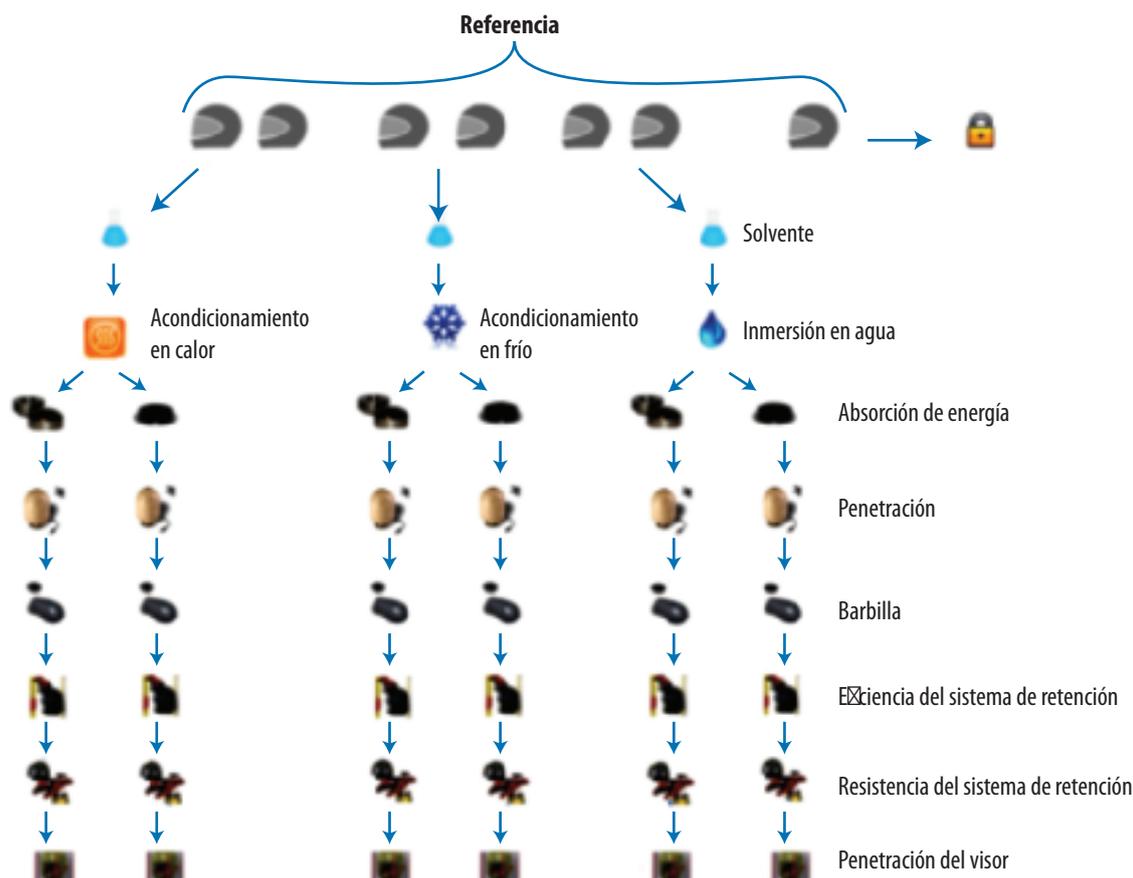
A continuación del respectivo tipo de acondicionamiento, los cascos fueron ensayados en el ensayo de absorción de energía, donde de cada pareja de cascos acondicionados, uno fue ensayado contra un tope plano y otro contra un tope hemisférico.

Luego del ensayo de absorción de energía, los seis cascos fueron ensayados con la siguiente secuencia:

- Ensayo de penetración.
- Ensayo de protector de barbilla.
- Ensayo de efectividad del sistema de retención.
- Ensayo de resistencia del sistema de retención.
- Ensayo de penetración del visor

La Figura 7 presenta la secuencia dispuesta para una referencia utilizada en el presente estudio.

Figura 7 Secuencia de ensayos para realizar.



4.2. Máquinas utilizadas para los ensayos

Para la realización de los ensayos expuestos anteriormente, se contrató el Centro de Experimentación en Seguridad Vial, Cesvi Colombia. Cesvi Colombia adecuó todo un laboratorio para poder realizar dichas pruebas con equipos especializados provistos por la empresa canadiense Cadex Inc. Esta empresa es una empresa líder mundial en el desarrollo de maquinaria para pruebas de cascos.

A continuación se describe cada uno de los equipos:

4.2.1. Impact Twin-wire

Conocida como máquina de doble guaya (*Impact-twin-wire*), se utiliza para realizar los ensayos de absorción de energía, de penetración y de barbilla. Se usan diferentes accesorios en la máquina para cada uno de los ensayos. Para este estudio se empleó el modelo 100 A de 1.000 kg.

La Figura 8 presenta los accesorios utilizados para los ensayos de absorción de energía, donde se puede observar la guía de impacto (1), el brazo para la horma (2), el tope (3), el velocímetro (4) y la secuencia de comandos manual (5). Como se nombró, la horma debe estar instrumentada con un transductor de aceleración, donde los datos del mismo son adquiridos y registrados por un sistema de adquisición dispuesto por el fabricante. Las características mecánicas, tanto de los accesorios como de los instrumentos y del sistema de adquisición utilizados para este ensayo, además de las características dimensionales de la máquina, se describen en el Anexo III.

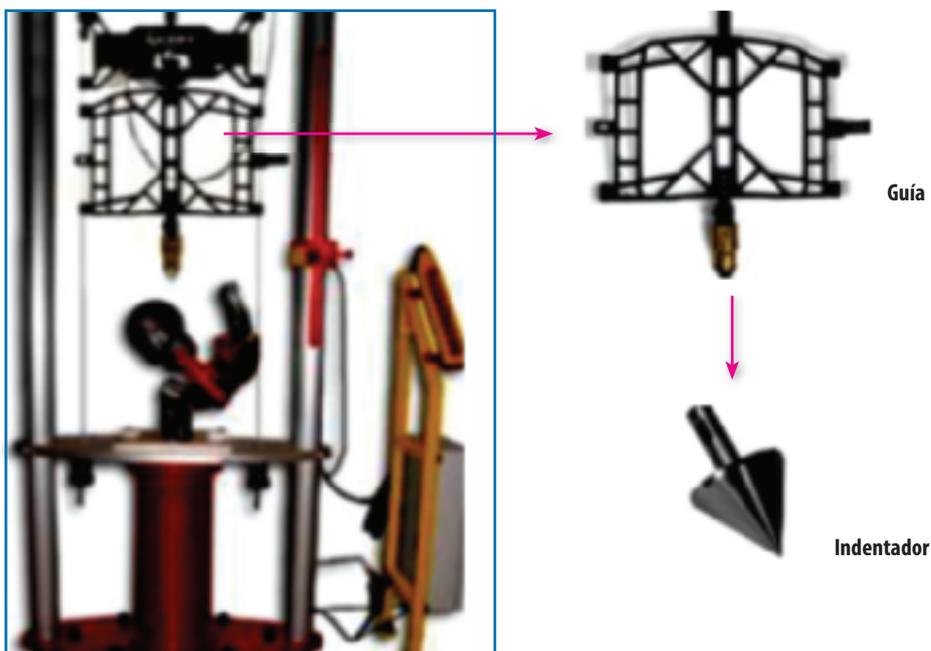
Figura 8 *Impact-twin-wire* adaptada para el ensayo de absorción de energía.



Tomada de www.cedexinc.com

La Figura 9 presenta los accesorios utilizados para los ensayos de penetración en la *Impact-twin-wire*, donde se puede observar la guía especial para dirigir el indentador o punzón. Como se indicó, la horma utilizada en este ensayo debe tener un inserto de metal para formar un circuito que permita identificar cuándo el casco es penetrado por completo por el indentador. Las características mecánicas, tanto de los accesorios como de los instrumentos y del sistema de adquisición utilizados para este ensayo, además de las características dimensionales de la máquina, se describen en el Anexo III.

Figura 9 *Impact-twin-wire* adaptada para el ensayo de penetración.



Tomada de www.cedexinc.com

La Figura 10 presenta los accesorios utilizados para los ensayos de protector de barbilla en la *Impact-twin-wire*. Para este caso se debe utilizar una adaptación para la horma, como un soporte extra de caucho en la parte trasera del casco, como se muestra en la figura. Las características mecánicas, tanto de los accesorios como de los instrumentos y del sistema de adquisición utilizados para este ensayo, se describen en el Anexo III.

Figura 10 *Impact-twin-wire* adaptada para el ensayo de protector de barbilla.



Tomada de cadexinc.com

4.2.2. Equipo para eficiencia del sistema de retención

Equipo diseñado para evaluar la efectividad de los barboquejos del sistema de retención de cascos mediante la aplicación de un momento torsional, el cual hace que el casco intente salir por la parte frontal rotando hacia adelante.

Figura 11 Máquina utilizada para los ensayos de eficiencia del sistema de retención.



Tomada de cadexinc.com

La Figura 11 presenta la máquina utilizada para los ensayos de eficiencia del sistema de retención, donde las características mecánicas de los accesorios utilizados como también las propiedades dimensionales de la máquina, se presentan en el Anexo III.

4.2.3. Equipo para resistencia del sistema de retención

Equipo diseñado para evaluar la resistencia de los barboquejos del sistema de retención de cascos. Comprende el sistema que describe la NTC 4533 para simular la quijada de una persona. La Figura 12 presenta la máquina utilizada para los ensayos de resistencia del sistema de retención, donde las elongaciones máximas y residuales son adquiridas mediante un sistema de adquisición de posicionamiento. El Anexo III contiene todas las características dimensionales de esta máquina, además de las características del sistema de adquisición.

Figura 12 Máquina utilizada para los ensayos de resistencia del sistema de retención.



Tomada de www.cedexinc.com

4.2.4. Equipo de ensayo de penetración del visor

Para este ensayo se utilizó un arma de aire comprimido para disparar el perdigón a la velocidad requerida por el estándar Snell M2010, además de un medidor de velocidad para chequear la velocidad de impacto del perdigón.

4.3. Calibración de equipos y protocolo de pruebas

El fabricante de las máquinas dispone un protocolo de calibración de las máquinas de forma automática mediante una herramienta especial del *software*. Esta calibración es recomendada hacerla periódicamente. Para este caso en particular, Cesvi Colombia elaboró un protocolo de calibración, donde el mismo debe hacerse cada 50 ensayos realizados.

Por otra parte, la secuencia descrita en el numeral 4.1.2 fue realizada bajo las condiciones dadas por la NTC 4533, y la Snell M2010 (solamente para el ensayo de penetración del visor), donde el protocolo de pruebas realizado se describe detalladamente en el Anexo IV.

5

5. Resultados de la verificación técnica de los cascos

Como se ha explicado a lo largo de este documento, en Colombia es obligatorio el uso del casco para proteger la vida de los motociclistas pero lograr esa protección implica tener unas condiciones técnicas definidas en un estándar, una infraestructura de verificación de la calidad y un esquema de vigilancia y control. En el marco de este estudio, la CFPV llevó a cabo un proceso de verificación técnica de los cascos. Se realizaron las pruebas descritas en el capítulo 4 y los resultados se presentan en este capítulo.

La investigación refleja un mercado definido por la informalidad y por la baja vigilancia y control. Los resultados de las pruebas físicas en laboratorio no son nada alentadores para la seguridad de los motociclistas y reflejan la necesidad de modernizar toda la infraestructura de la calidad requerida para la evaluación de los cascos para motociclistas, empezando por la norma misma. Es necesario poder desarrollar toda la infraestructura de pruebas, trazabilidad y por supuesto vigilancia y control.

A continuación se presentan los resultados de las pruebas realizadas.

5.1. Resultados generales

Ninguna de las referencias estudiadas aprobó todas las pruebas incluidas en el protocolo. Cabe recordar que el protocolo de pruebas de este estudio es un subconjunto de todas las pruebas incluidas dentro de la norma técnica colombiana que incluye ocho pruebas más. Por lo tanto no es posible concluir que los cascos que pasen el protocolo de pruebas de este estudio cumplan con el reglamento técnico colombiano (resolución 1737 de 2004 de MTR), pero lo que sí es posible afirmar es que los que no pasen alguna de las pruebas de este protocolo (excepto la prueba del visor) tampoco cumplirían con dicho reglamento técnico.

El resultado es desalentador en lo referente a la seguridad de los cascos pero también es una invitación para revisar si los requisitos mínimos exigidos realmente están bien diseñados para cumplir razonablemente con la tarea de establecer un mínimo de seguridad para los motociclistas. A continuación se describen los resultados de cada una de las pruebas y se mencionan aquellas en las que el equipo investigador considera que el reglamento técnico puede modernizarse y centrarse en los aspectos más sensibles para proteger la vida de quien usa un casco.

Como se mencionó anteriormente, ninguna referencia aprobó las siete pruebas hechas a los seis ejemplares de cada una. El mejor resultado del estudio físico lo obtuvieron tres referencias que aprobaron seis de las siete pruebas realizadas. Otras cinco referencias aprobaron cinco de los siete ensayos. Estas ocho referencias se consideraron casos de desempeño superior en la muestra y representan el 22% del total de referencias estudiadas.

Ninguna de las referencias estudiadas falló en todos los ensayos. Siete referencias pasaron apenas uno de los ensayos y en casi todos los casos fue el del uso del solvente. Apenas 14 referencias aprobaron dos de los siete ensayos a los que fueron sometidas. Estas 21 referencias se consideraron cascos de desempeño inferior en la muestra y representan el 58% del total de la muestra estudiada.

El estudio permitió encontrar características comunes tanto en los cascos de desempeño superior como en los de desempeño inferior.

Los mejores cascos cuestan más. A esta conclusión se llega pues los cascos de desempeño superior tienen un precio promedio de COL\$281.212, precio muy superior al promedio de precio de la muestra (COL\$112.833) y al promedio de compra nacional (COL\$70.000). En el mismo sentido, los cascos con desempeño inferior tuvieron un precio promedio de COL\$50.000, mucho más bajo que los promedios mencionados.

Los cascos que se venden en almacenes tuvieron un mejor desempeño que los cascos comprados en la calle. De los cascos de desempeño superior el 75% fue comprado en almacén, un porcentaje muy superior al porcentaje de la muestra comprado en almacén (55%). De los cascos de desempeño inferior el 67% fue comprado en la calle.

Los cascos abiertos son los de menor desempeño. Entre las referencias consideradas dentro del grupo de desempeño superior no se incluyó ninguna referencia de cascos abiertos pues fallaron cinco ensayos o más. El 75% de los cascos superiores es integral y el 25% restante abatible.

La muestra comprada para realizar este estudio incluyó 38% de cascos de fabricación nacional, de acuerdo con su etiquetado⁴⁶. Esto quiere decir que en el estudio se probaron 14 referencias de fabricación colombiana y sólo una tuvo un desempeño superior.

Dentro del grupo de cascos de desempeño inferior el 52% indicaba ser hechos en Colombia. Entre los cascos de fabricación colombiana 11 de las 14 referencias estudiadas (78%) tuvieron un desempeño inferior.

El casco colombiano con desempeño superior tuvo un precio de COL\$110.000. Entre los cascos de desempeño superior fue el de menor precio, lo que evidencia un buen valor para quien lo compre. En promedio, los cascos colombianos tuvieron un precio promedio en el mercado de COL\$47.000, cifra menor incluso al promedio de precio de los cascos de desempeño inferior.

5.2. Resultados - Ensayo de solvente

El 97,2% de las referencias evaluadas aprobó el ensayo de solvente. Sólo una referencia no lo aprobó aunque cinco de seis de sus ejemplares pasaron la prueba.

5.3. Resultados - Ensayo de absorción de energía

Este es uno de los ensayos más relevantes dentro de la investigación por su importancia para la seguridad vial. Como se mencionó en el numeral 4.1.2.2, este ensayo mide la capacidad del casco de disipar la energía que surge de un choque de manera que el cuerpo absorba la menor cantidad posible de energía.

El 63,8% de las referencias no aprobó este ensayo. Es más, el 29% de las referencias no aprobó ninguno de los seis impactos.

Este ensayo consta de dos impactos en cada una de las tres zonas del casco. El 97,7% de los cascos pasó el primer impacto en la zona A, zona posterior del casco. El 62% de los cascos pasó los dos impactos.

El 58,8% de los cascos aprobó el primer impacto en la zona B, zona lateral. El 54% aprobó ambos impactos.

La zona C, frontal, fue la zona de menor desempeño de los cascos: apenas el 45,8% de los cascos pasó el primer impacto. El 44% de los cascos aprobó los dos impactos.

Este resultado evidencia que muchos de los cascos que se consiguen en el mercado no tienen el desempeño adecuado en cuanto a la absorción de energía se refiere.

En términos del reglamento técnico para cascos, la evaluación muestra que el segundo impacto en cada una de las zonas hace innecesariamente exigente la prueba. El primer impacto determina en realidad la capacidad de disipar energía del casco y el segundo impacto no está siendo relevante pues los cascos que pasan el

46. Este estudio no revisó la veracidad de la información contenida en el etiquetado y no se descarta la posibilidad de que los cascos que se consiguen en el mercado sean originales o por el contrario sean falsificaciones de marcas originales.

primero, normalmente también pasan el segundo (más del 90%). La tendencia internacional, evidenciada en los protocolos de pruebas de las demás normas analizadas (ver Anexo I numeral de comparaciones) ha eliminado los segundos impactos y se limita al primer impacto en cada una de las zonas⁴⁷.

Por supuesto, eliminar los segundos impactos también reduce los costos de evaluación, algo muy importante dada la incipiente cultura de evaluación evidenciada en Colombia.

5.4. Resultados - Ensayo de penetración

El 69,4% de las referencias estudiadas no aprobó este ensayo. El 54% de los cascos sometidos al ensayo no pasó ninguno de los dos impactos. El 6% de los cascos aprobó el primer impacto y falló en el segundo y sólo 87 ejemplares (de 216) pasaron los dos impactos.

De estos resultados se desprende la posibilidad de que los ensayos reglamentarios incluyan solamente el primer golpe pues es evidente que el segundo impacto no está agregando mayor información.

Esto es consistente con los protocolos de pruebas de otros estándares que este estudio usa para comparar como Snell M2010 y DOT FMVSS218. Estas otras normas sólo incluyen un solo golpe en el ensayo de penetración.

Por supuesto, estos resultados también ratifican la necesidad de mejorar la seguridad de los cascos disponibles en el mercado colombiano.

5.5. Resultados - Ensayo de barbilla

El 77,8% de las referencias estudiadas no aprobó el ensayo de barbilla. En este ensayo el casco recibe un golpe en la zona de barbilla y se analizan tres criterios. El primero es la aceleración que deja pasar a quien lo usa, que es un criterio totalmente cuantitativo. El 66% de los cascos evaluados pasó este criterio.

Existe un segundo criterio que es la deformación del casco. La norma colombiana no incluye criterios cuantitativos sino que este criterio se evalúa con el criterio cualitativo del evaluador. El 42% de los cascos pasó este criterio. Cabe anotar que es deseable que los materiales se deformen e incluso se rompan al recibir el impacto pues este es el mecanismo que tienen los materiales para disipar la energía de un golpe y evitar que esta lesione a quien lleva el casco.

El tercer criterio que se tiene en cuenta en este ensayo es el estado del relleno del casco con posterioridad al impacto. El 63% de los cascos pasó este criterio, que según la norma, también se evalúa con criterios cualitativos del evaluador.

Entre las normas internacionales usadas para comparar la norma colombiana sólo la norma Snell M2010 incluye un ensayo de barbilla. Sin embargo, el criterio de aprobación es totalmente distinto; no mide aceleración, no usa criterios cualitativos y se centra en la medición de la deflexión del protector de barbilla. Cabe anotar que la norma Snell M2010 está diseñada para medir seguridad de los cascos para competencia de motocicletas en las que, dada la alta velocidad a la que circulan, los cascos son más exigidos si llega a ocurrir un choque.

Tal vez el uso de cascos para competición sea lo que explique que la norma Snell M2010 sea la única que incluye este ensayo. Aun así, la norma colombiana no sólo la incluye sino que el criterio de aprobación es mucho más exigente: bajo el protocolo vigente en Colombia, la masa se lanza de una altura cuatro veces mayor que la descrita en la norma Snell M2010 de manera que la fuerza aplicada al casco termina siendo dos veces mayor.

47. Motorcycle helmets – A state of the art review, F. A. O Fernandes, R. J. de Sousa. Accident analysis and prevention University of Aieiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal, 7 march 2013.

Este ensayo es obligatorio en el reglamento técnico colombiano y por ende implica que los cascos que no lo pasen no cumplen con el RT. Dado que el ensayo consta de un golpe en la barbilla, este no aplica para los cascos abiertos pues no tienen barbilla. Esto puede interpretarse como que los cascos abiertos no son admitidos por la normativa colombiana y sin embargo representan los cascos que usa el 14% de la población.

El equipo investigador recomienda que la modernización del reglamento técnico elimine este ensayo o al menos lo simplifique. Este ensayo eleva los costos de evaluación y como ya se ha dicho es necesario reducirlos para promover una mayor cobertura de las evaluaciones.

La existencia de este ensayo genera confusión sobre el grado de seguridad mínimo reglamentario que deben ofrecer los cascos que se comercializan en Colombia. En el RT deben incluirse solamente las pruebas mínimas indispensables para verificar la seguridad del casco y su capacidad para proteger a quien lo usa. Si la prueba de barbilla es esencial para la seguridad de los motociclistas, entonces TODOS los cascos la deberían cumplir. No es el caso de los cascos abiertos que por definición no pueden ser sometidos a este ensayo pues no tienen barbilla. Para que el reglamento sea consistente, si se mantiene esta prueba, se deben sacar del mercado los cascos abiertos.

Visto de otra manera, si esta prueba no es esencial para la protección craneoencefálica de los motociclistas y por lo tanto es posible que se comercialicen como reglamentarios los cascos abiertos, entonces es necesario eliminar la prueba del RT. Si se deja la prueba en el RT y se exceptúan de ella los cascos abiertos, el RT sería discriminatorio, por ser más exigente con los demás cascos.

5.6. Resultados - Ensayo de efectividad (*roll off*)

Este ensayo también tiene una altísima importancia para verificar la seguridad que el casco ofrece a quien lo usa. Busca determinar la capacidad del casco de mantenerse en la cabeza de la persona en caso de choque. Por supuesto, de nada sirve un casco muy resistente a los impactos si al momento de recibir el impacto se ha salido de la cabeza de la persona o se ha desacomodado de modo que pierde la efectividad de la protección.

El 75% de las referencias no aprobó este ensayo.

Al contrario de lo que sucede en otros ensayos, en esta prueba muchas de las normas tomadas como referente son más exigentes que el RT colombiano.

Por ejemplo, la norma ECE R22.05, usada como referente técnico en Europa, tiene un grado de exigencia del doble con respecto al RT colombiano (ver Anexo I). El criterio de aceptación también es más riguroso pues sólo admite una rotación de 30° mientras que el RT de Colombia apenas verifica que no se salga de la cabeza.

Esto muestra la imperiosa necesidad de elevar la seguridad de los cascos que se ofrecen en el mercado colombiano.

Debe notarse que aun bajo un referente menos exigente como el colombiano, los cascos que se comercializan en este mercado no logran aprobar este ensayo.

5.7. Resultados - Ensayo de resistencia del sistema de retención

En la misma línea del ensayo de efectividad (*roll off*), este ensayo mide la capacidad del casco de resistir la fuerza generada por el choque y mantenerse en la cabeza del motociclista. Este ensayo mide la resistencia de elementos como los broches o cierres, el ajuste de las correas al casco mismo, entre otros elementos.

El 97,2% de las referencias no aprobó este ensayo. El 77,3% de los cascos no pasó el primer ensayo.

El protocolo incluido en el RT colombiano incluye dos impactos al sistema de retención y mide la elongación y la recuperación de los materiales. Es decir, tiene dos impactos y dos criterios de aceptación en cada uno de ellos.

Por el contrario, la ECE R22.05 sólo incluye un impacto y en este mide los dos criterios. La Snell M2010 usa un solo impacto y mide un solo criterio.

Estas comparaciones muestran que el RT colombiano es inusualmente exigente y no es claro que este mayor grado de exigencia se traduzca en mejores niveles de seguridad para los motociclistas (para entender las comparaciones, ver el Anexo I).

El equipo investigador recomienda simplificar este ensayo y dejarlo de un solo impacto, como es la tendencia evidenciada en las normas internacionales analizadas. De los cascos que no pasaron esta prueba, el 80% falló en el primer impacto, lo que muestra que el segundo impacto no agrega información de mayor valor y por ende puede prescindirse de él.

5.8. Resultados - Ensayo de protector del visor

Este es el único ensayo incluido en este estudio que no está dentro del RT colombiano. Se realizó considerando la importancia del visor en la protección de la cara, única parte de la cabeza no protegida por el resto del casco. También, porque en el proceso de investigación se identificó que muchos motociclistas rempazan solamente el visor cuando el casco comienza a deteriorarse.

Los resultados confirman la necesidad de contar con visores de mejor calidad: el 36,1% de las referencias estudiadas no aprobó este ensayo, resultado muy desfavorable si se tiene en cuenta que los cascos estudiados fueron todos nuevos sin ningún deterioro.

6. Conclusiones

El uso de la motocicleta en Colombia como en muchos países del mundo ha crecido de manera sostenida, en especial en los últimos 10 años. A la par con su mayor protagonismo dentro de la movilidad, infortunadamente los motociclistas también han incrementado su participación dentro de las víctimas mortales de los choques de tránsito. En la actualidad más del 40% de quienes fallecen cada año en choques de tránsito viajaba en motocicleta. De ellos, cerca del 40% sufrió lesiones craneoencefálicas. Es decir, del total de fallecidos cada año, alrededor del 16% correspondió a motociclistas con trauma craneoencefálico.

Esta problemática no es solamente colombiana. Las organizaciones internacionales, como la Organización Mundial de la Salud, han identificado que para atacar este problema es necesario promover el uso del casco para motociclistas. Es así como en sus documentos de acciones sugeridas la instauración de una normativa que haga obligatorio el uso del casco aparece como una de las principales prioridades.

En Colombia el uso del casco es obligatorio desde 1998, además, en 2003 se expidió un reglamento técnico que regula los cascos como producto.

La regulación de un producto se considera necesaria cuando defiende o protege la seguridad de los usuarios y cuando estos solos no pueden procurarse grados similares de seguridad. Sin embargo, la regulación sólo puede cumplir su objetivo cuando cuenta con todos los elementos de un sistema de evaluación de los productos. Esto incluye la determinación de un referente técnico, la disponibilidad de infraestructura técnica para adelantar las evaluaciones, certificadores e inspectores técnicos, laboratorios de ensayo y calibración, la acreditación de evaluadores y la vigilancia y control del reglamento técnico por parte del Estado.

La regulación de cascos en Colombia ha sido inoperante según lo encontrado en todas las fases del presente estudio. La regulación de producto, próxima a cumplir 16 años, no ha logrado traducirse de manera que en el mercado se comercialicen cascos seguros.

El sistema de evaluación de la seguridad requiere contar con todos sus componentes, la inexistencia de alguno de los elementos del sistema imposibilita concretar los beneficios de la regulación de producto. Este estudio evidenció que en Colombia no existe infraestructura suficiente para la evaluación para el RT de cascos. Además, no se cuenta con esquemas de vigilancia y control⁴⁸. El mismo estándar tiene debilidades de redacción y de claridad en aspectos técnicos; en conjunto, esto hace que la norma técnica sea confusa en diferentes puntos. Existen varios apartes donde la redacción presenta problemas debido a la traducción directa de la norma BSI 6658. Adicionalmente, se observan múltiples apartes donde se confunden las unidades de medición, se expresan las dimensiones en unidades incorrectas, o no se expresan las mismas. Las debilidades de la norma técnica se encuentran expresadas en detalle en el Anexo II del presente documento.

El resultado de un sistema de evaluación de la seguridad con deficiencias en varios de sus elementos técnicos y legales ha resultado en que los cascos que se comercializan en el mercado colombiano tienen un alto grado de incertidumbre para los consumidores sobre la seguridad que ofrecen y el Estado no está cumpliendo su rol como garante de un mínimo nivel de seguridad (el que describe el RT). Este estudio evidencia una larga lista de oportunidades para fortalecer todo el sistema de evaluación de la seguridad, cuya ejecución implicará una importante agenda de acciones para Colombia.

De otra parte, el estudio encontró que los motociclistas están motivados para usar el casco principalmente porque su uso es obligatorio y saben que si no lo llevan las autoridades de tránsito los pueden multar. En

48. Se han llevado a cabo algunas acciones de vigilancia a los cascos importados. Esta práctica es considerada por la normativa de comercio internacional suscrita y adoptada como propia por Colombia como discriminatoria. La vigilancia y control debe centrarse en la verificación del cumplimiento de las condiciones descritas en el RT y debe aplicarse de igual manera para los productos importados y para los producidos nacionalmente. De lo contrario podría considerarse un obstáculo técnico al comercio y una violación a la normativa.

la mayoría es débil o no hay una motivación intrínseca como podría ser la conciencia sobre la necesidad de protegerse.

Consistentemente, no ven la seguridad como un atributo importante a la hora de elegir y comprar cascos. Consideran más importantes atributos como el diseño y el precio.

Los motociclistas saben que la normativa los obliga a comprar casco y que su uso está regulado, también que el producto está regulado y debe cumplir unas mínimas condiciones de seguridad. El estudio evidenció que los motociclistas suponen que, dado que es un producto regulado, las autoridades hacen verificación y control de los cascos y que por lo tanto lo que se comercializa ya ha pasado por un filtro de revisión de calidad, lo cual, como se indicó anteriormente, no es el caso en Colombia.

Dicho de otra manera, el hecho de que el casco sea un producto regulado permite a los motociclistas relajarse frente a su responsabilidad de comprar un casco seguro pues asumen que el Estado está cumpliendo esta función. La regulación del producto induce riesgo moral en los motociclistas. Este mismo riesgo moral también se evidencia en el poco tiempo que dedican los motociclistas a informarse acerca de los cascos antes de comprarlos. Las principales fuentes de información son los vendedores. El estudio mostró que los vendedores o desconocen elementos básicos asociados con la seguridad del casco u ofrecen como “reglamentarios” cascos que no lo son. Sería interesante analizar si la conducta de los motociclistas sería más diligente en este sentido si no confiaran en la vigilancia estatal.

El estudio también concluyó que existe una baja disponibilidad a pagar por el casco la cual no está relacionada con el nivel de ingreso de los motociclistas o con el valor de sus motos. Esto obedece a que la compra no se hace por motivaciones personales o porque los motociclistas le asignan al casco el valor de proteger su cabeza sino le dan principalmente el valor de no ser sancionados.

La investigación también permite concluir que el mercado de cascos tiene alta informalidad. En promedio, el 12% de los motociclistas ha comprado su casco en la calle, incluso llega al 42% en algunas ciudades. Esta conclusión no permitió que los resultados hayan sido divulgados de acuerdo al desempeño que tuvo cada marca, pues para el equipo investigador no es posible establecer si las marcas señaladas en el etiquetado son auténticas o no.

La debilidad de este mercado también se ve reflejada en que las marcas no cumplen una labor de señal para los consumidores. Su posicionamiento no es claro, los consumidores no asocian las marcas con atributos (precio, calidad, seguridad). La distribución y la venta al detal tampoco están asociadas con marcas o segmentos de mercado (perfiles de ingreso, marcas de motocicletas). No hay ninguna marca que por su participación en el mercado pueda considerarse como un líder en el mismo.

El análisis y la comparación con criterios científicos entre diferentes estándares internacionales utilizados para la verificación de la seguridad de los cascos permiten concluir que el RT colombiano tiene grandes oportunidades para modernizarse y facilitar que se realicen los procesos de evaluación. La lista de ensayos incluidos es mucho más larga que la de la gran mayoría de los estándares internacionales que se concentran en los aspectos más relevantes para la seguridad de los usuarios⁴⁹.

En el mismo sentido, los ensayos que solicita el RT son mucho más complejos que los que solicitan la mayor parte de las normas internacionales con las que se comparó. Los segundos golpes que se requieren en los ensayos incluidos en el RT colombiano son prácticamente inexistentes en normas internacionales. Reducir los segundos golpes simplifica los ensayos y facilita la claridad en la aceptación de la prueba. Simplificar los ensayos también permite que los criterios de aceptación sean más claros y contundentes. La modernización del RT es también una gran oportunidad para Colombia, pues con un RT más simple se incrementa la posibilidad de avanzar en evaluación, vigilancia y control.

49. La norma DOT hace tres ensayos.

El estudio muestra la necesidad de que el RT esté acompañado de vigilancia y control. El análisis evidenció que el RT, expedido por el Ministerio de Transporte, no designó una autoridad para su vigilancia y control en el mercado nacional. Introducir una adecuada instancia para ello es fundamental y será más fácil lograrlo si el RT se concentra en los aspectos determinantes de la seguridad del casco.

La verificación física de los cascos hecha en el marco de este estudio permite concluir que los cascos que se consiguen en el mercado colombiano no cumplen con los requisitos de seguridad establecidos por las autoridades colombianas. Ningún casco pasó todas las pruebas, sólo el 8.3% pasó seis de las siete pruebas y el 13.9% pasó cinco de las siete pruebas efectuadas. Entre este grupo de cascos que pasaron cinco o seis de las siete pruebas efectuadas, el precio promedio de compra era de COL\$281.200 (desv: COL\$273.884) y el peso promedio de los cascos era de 1.566 g (desv: 129 g). Además, tan solo el 12.5% presentaba un etiquetado como hecho en Colombia.

Por otro lado, el 19.4% de la muestra total pasó solamente una prueba, y el 38.9% pasó dos de las siete pruebas realizadas. De este grupo de cascos, el precio promedio de compra era de COL\$50.000 (desv: \$19.750) y el peso promedio de los cascos era de 1.151 g (desv: 284 g). Además, el 52,3% presentaba un etiquetado como hecho en Colombia.

Los resultados muestran cómo el precio y peso de los cascos puede llegar a ser una señal de su desempeño en las pruebas realizadas, ya que entre mayor peso y precio, mejor rendimiento. Por otro lado, los resultados sobre los cascos etiquetados como colombianos arrojan cifras alarmantes de bajo desempeño: el 78.1%, pasó tan solo una o dos pruebas de las siete realizadas.

El objetivo de la Década de Acción por la Seguridad Vial de reducir sustancialmente el número de víctimas de los choques viales es totalmente posible de lograr. Colombia se planteó la posibilidad de reducir un 50% las víctimas en 2019 con respecto a 2009. Sin embargo, para alcanzar este objetivo es necesario aprender y asumir las lecciones que muestran las intervenciones de política pública como la obligatoriedad del uso del casco y el reglamento técnico que dictamina las condiciones de seguridad que debe cumplir un casco.

El estudio se refiere solamente a una pieza dentro de la compleja estructura de equipos y vehículos para la movilidad: el casco. Pareciera además ser una de las piezas más sencillas o al menos mucho menos compleja de lo que puede ser el entramado técnico de todo un sistema de frenado, todo el sistema de protección ante un choque (incluye *airbags*), el sistema dinámico de estabilidad de un vehículo, entre otros muchos ejemplos.

El estudio evidencia que para realmente resolver un problema identificado en la seguridad vial no es suficiente emitir leyes o normas pues este solo hecho no cambia la realidad ni es por sí mismo una solución. Es necesario que antes de tomar decisiones de política pública y plasmarlas en leyes y otras normas, se conozca el problema con mayor detalle para analizar alternativas. Así mismo, es necesario identificar cómo será aplicada la política pública que se elija, señalar los eslabones de la cadena de decisiones para tomar acciones en todos los puntos que sean necesarios de manera que el problema sea resuelto y con las instituciones y herramientas técnicas requeridas para una adecuada evaluación y control de los cascos.

Este estudio muestra que la norma por sí misma no ha logrado que los motociclistas estén adecuadamente protegidos por sus cascos, pues si bien las tasas de uso superan el 90%, los cascos del mercado, en su mayoría, no tienen las condiciones de seguridad descritas en los estándares como mínimos aceptables.

El alto uso del casco ilustra también lo inconveniente que es centrar toda la solución en pretender cambiar el comportamiento de las personas. Por supuesto que el comportamiento humano es importante en la seguridad vial pero este estudio demuestra que no es suficiente. Resolver los retos de la seguridad vial requiere una mirada como sistema, una visión holística que pueda abordar también los cuellos de botella en la institucionalidad y en los mercados. La comunicación masiva o las campañas publicitarias son insuficientes para reducir el número de víctimas. El comportamiento de la gente cambió (la evidencia es el alto uso del casco) pero la seguridad en lo que se vende aún no está a la altura de lo que se requiere.

El mismo tipo de análisis debe hacerse para mejorar la seguridad de los vehículos usados para el transporte público de pasajeros (urbano, intermunicipal, turismo, escolar, empresarial) pues cada servicio puede tener condiciones de seguridad diferentes. Por supuesto también para tener un mínimo de seguridad en carros que se usan como taxis, en los vehículos particulares, en las motos mismas y un largo etc.

Este estudio puede considerarse como un mero ejemplo que evidencia la debilidad institucional y técnica del Estado colombiano para promover niveles mínimos de seguridad en equipos y vehículos para la movilidad. Más que ser una crítica de la situación actual, el estudio incluye componentes diversos que ilustran las áreas en las que la política pública debe trabajar y los aspectos que se considera deben ser tenidos en cuenta para realmente resolver los retos de la seguridad vial.

7. Recomendaciones

Las conclusiones descritas en el capítulo anterior ilustran y evidencian una necesidad inaplazable de adelantar acciones con el objetivo de que los cascos que se venden en el mercado colombiano cumplan con mínimos de seguridad y de esta manera protejan a los motociclistas y cumplan así con el objetivo de ser un producto regulado de uso obligatorio. Así mismo, estas recomendaciones buscan que el Estado sea más efectivo en romper las asimetrías de información en contra del consumidor y poderle garantizar que los cascos que se ofrecen en el mercado han sido vigilados y se ha verificado que cumplen con los mínimos requisitos de seguridad. El mercado debe poder entregar al comprador información cierta que permita diferenciar niveles de calidad y seguridad y así formarse una idea sobre su propia disposición a pagar.

Por lo anterior, estas recomendaciones se centran en fortalecer las instituciones, instrumentos e información de orden técnico para que estén disponibles y adecuadamente articuladas, mediante las cuales se logre: a) establecer los requisitos técnicos de calidad o seguridad de los cascos; b) se pueda asegurar mediante pruebas técnicas y otras evaluaciones (confiables, representativas, replicables y comparables) que los cascos guardan conformidad con los requisitos señalados; c) se logre comprobar que a su ingreso al país o en el mercado, los cascos cumplen con dichos requisitos técnicos

La primera recomendación hace referencia a la necesidad de modernizar el reglamento técnico y simplificarlo, en particular en lo referente a las pruebas y referentes de aprobación de las mismas. Un esquema más simple será menos costoso de aplicar y permitirá que en Colombia surja infraestructura adecuada para evaluar que los cascos que se comercialicen cumplan con los estándares estipulados en el reglamento técnico. Es necesario que exista capacidad en Colombia para efectuar la totalidad de las pruebas que estén contenidas en el reglamento técnico dentro de un esquema independiente de los fabricantes y comercializadores de cascos. Así mismo, es preciso que se pueda garantizar que la totalidad de los cascos que se comercialicen en el país han pasado por un proceso de evaluación que pueda ser objeto de verificación.

Las conclusiones de este estudio llevan a recomendar la eliminación de muchas de las pruebas que están hoy incluidas en el RT que no se consideran las más relevantes para la seguridad de los motociclistas. Las pruebas deben enfocarse en el objetivo de tener un RT y es proteger la integridad de los motociclistas de la manera más eficiente posible considerando los costos de evaluación y control. Otras pruebas que puedan determinar su durabilidad o medir factores relacionados con calidad, más que seguridad, se recomienda que no hagan parte de las pruebas obligatorias. En cualquier caso vale la pena preguntarse, si los cascos no están pasando las pruebas esenciales ¿qué sentido tiene hacer las demás pruebas?

Lista de pruebas recomendadas:

- Ensayo de absorción de energía: realizar un solo impacto en cada una de las tres zonas
- Ensayo de penetración: eliminar segunda prueba
- Ensayo de protector de barbilla: eliminar
- Ensayo de *roll off*: sin modificaciones
- Ensayo de resistencia del sistema de retención: eliminar segunda prueba. Dejar sólo la elongación total como criterio de aceptabilidad, además cambiar dicho valor por 35 mm

Tabla 8 Nuevas exigencias según la lista de las pruebas recomendadas.

	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
Absorción de energía				
Primer impacto	96.1%	100%	52.9%	74.9%
Segundo impacto	--	100%	82.5%	--
Penetración				
Primer impacto	--	100%	100%	66.7%
Segundo impacto	--	--	--	--
Protector de barbilla				
Primer impacto	--	100%	--	--
Eficiencia del sistema de retención				
Primer impacto	100%	40.0%	--	53.0%
Resistencia del sistema de retención				
E ₁ primer impacto	100%	65.7%	NC	100%
E ₂ primer impacto	100%	--	--	--
E ₁ segundo impacto	--	--	--	--
E ₂ segundo impacto	--	--	--	--

Las normas técnicas internacionales más relevantes (ECE R22.05, Snell M2010, DOT FMVSS 218) coinciden en enfocarse en estas pruebas. Colombia puede seguir esa tendencia internacional. Cabe recordar que en los casi 16 años desde que existe el RT en Colombia no se ha desarrollado la infraestructura para hacer esas otras seis pruebas.

Como se señaló anteriormente, parte de la modernización del RT debe incluir la eliminación de los segundos golpes en las pruebas. Las conclusiones del estudio muestran que esos golpes no son determinantes para separar los cascos seguros de los no seguros y lo que hacen es añadir fatiga a los materiales innecesariamente.

Tabla 9 Comparaciones entre número de golpes en cada prueba.

	NTC 4533 actual	RT actual	Recomendado
Absorción de energía	2	2	1
Penetración	2	2	1
Protector de barbilla	1	1	NA
Eficiencia del sistema de retención	1	1	1
Resistencia del sistema de retención	2	2	1

Se recomienda también revisar los criterios de aceptación en cada prueba y acercarse a las tendencias mundiales. Por ejemplo, el criterio de aceptación del ensayo de impacto puede modificarse por uno más moderno, como el HIC (Head Injury Criterion), el cual asocia la aceleración lineal de la cabeza en un intervalo de tiempo con el umbral de lesiones en esta. Este índice está comenzando a ser muy utilizado a nivel mundial, ya que la función de aceleración en el tiempo es el principal criterio en vez de un valor máximo independiente al tiempo.

Por otro lado, como se muestra en el Anexo I, la tendencia de las normativas a nivel mundial es la de tener ensayos de un solo impacto, ya que se ha comprobado que los dobles impactos no evalúan la calidad del casco, por tal motivo es recomendable eliminar los segundos impactos, y sobre todo, estar en contacto con los estudios y modificaciones de las normativas de otros países con el fin de tener una normativa colombiana moderna.

En cuanto a lo primero, se recomienda también iniciar un proceso de reconocimiento de los certificados que sean equivalentes a lo exigido en Colombia. Esto con el fin de evitar que se exijan pruebas que ya se hayan hecho en sus países de origen pero también con el fin de evitar que se importen productos con certificados poco confiables. En cualquier caso, el RT debe modernizarse para promover la seguridad de los motociclistas y en ningún caso debe convertirse en un obstáculo innecesario para el comercio.

En lo relativo a lo segundo, el RT debe tener total claridad sobre los procedimientos de evaluación de la conformidad. Se recomienda evaluar la posibilidad de incluir como modo de evaluación de la conformidad los esquemas 4 o 5 de la Norma ISO/IEC 17067, esquemas que proveen acciones de vigilancia de las referencias en el mercado y en la fábrica, y si existen varias referencias, estas se muestrean de acuerdo con la norma 2859-1. Estos procedimientos también deben ser claros para los cascos que se importen.

Igualmente, es indispensable desarrollar la infraestructura para la evaluación de la conformidad acorde con los estándares y pruebas que se definan en el RT. Es necesario contar con laboratorios dotados con la maquinaria adecuada para llevar a cabo todas las pruebas de una manera confiable. Los laboratorios deben tener todas estas pruebas debidamente certificadas y deben estar acreditados. Su independencia debe ser robusta de manera que ofrezcan a los fabricantes e importadores confianza y credibilidad en sus resultados. Por supuesto, un laboratorio independiente debe estar disponible para realizar pruebas a quien las solicite y ofrecer sus servicios sin ninguna restricción.

La independencia de los laboratorios es fundamental. Para que el RT realmente tenga el impacto esperado en la seguridad vial, al menos uno de los laboratorios debe ser tan independiente que sirva como instancia de solución técnica frente a cualquier controversia.

Se recomienda que en este mismo sentido, las autoridades colombianas identifiquen los laboratorios internacionales y el reconocimiento de los resultados de la evaluación realizados en el exterior que se consideren aceptables nacionalmente. Debe existir una relación profesional clara con estas organizaciones para evitar cualquier oportunismo de parte de los intermediarios en menoscabo de la seguridad de los consumidores nacionales.

Los cambios en el RT que se proponen son sustanciales. En ese sentido, no sobra recordar la importancia de observar los procedimientos internacionales acordados en términos de notificación. No hacerlo puede hacer que el RT sea visto por otros países como un obstáculo técnico al comercio y a los intereses del Estado mismo.

Una de las conclusiones más relevantes de este estudio es la importancia de la vigilancia y control al RT. Por lo tanto, una de las recomendaciones más importantes es justamente la adecuada implementación de un esquema de vigilancia y control robusto. Sin este componente todo lo demás carece de efectividad. Se recomienda que el RT defina explícitamente la entidad competente para la vigilancia y control del mismo por parte del Estado. Dadas las fortalezas institucionales, la recomendación es que esta tarea le sea asignada a la Superintendencia de Industria y Comercio que cuenta con el conocimiento institucional para llevar a cabo este tipo de vigilancia sobre reglamentos técnicos de productos. Por supuesto que las autoridades de tránsito seguirán con la función de vigilar y controlar el uso de los cascos. Se recomienda también permitir el concurso de la DIAN en lo que corresponde a los cascos importados.

El control a los cascos que se comercializan de manera formal es mucho más sencillo porque son los fabricantes e importadores quienes pagan por las evaluaciones de manera que puedan demostrar que lo que venden cumple con el RT. Se recomienda entonces disponer de los recursos presupuestales suficientes para ejercer el control y vigilancia de los cascos que se venden en los mercados informales que, como lo muestra el estudio, en algunas ciudades representa hasta el 40% de los cascos. Esta vigilancia y control es esencial para romper las asimetrías de información. Las autoridades interesadas en la seguridad vial deben financiar las pruebas que sean necesarias también para tener información sobre los cascos del comercio informal.

Con el RT actual, en el cual el ensayo de resistencia del sistema de retención, como se encuentra actualmente, un control riguroso no sería recomendable, en razón a que se terminaría sancionando a quienes producen

o importan cascos seguros en términos internacionales. Por ello, se hace necesario corregir lo exigido antes de iniciar tales controles.

Las conclusiones de este estudio evidencian que Colombia está lejos de tener un mercado de cascos seguros en un momento en el cual hay más gente ocupándose de mejorar la seguridad vial y reducir las fatalidades. Como una manera de acelerar el cierre de la brecha entre lo que hay y el logro de un amplio cumplimiento de estándares de cascos seguros, se recomienda la publicación periódica de informes públicos de avance en los que las autoridades gubernamentales comuniquen la evolución en la situación.

El sector privado también tiene importantes oportunidades para mejorar la seguridad en el mercado de cascos. La primera recomendación es crear y posicionar marcas que los consumidores puedan identificar y relacionar con atributos de seguridad. Los fabricantes y comercializadores tienen una gran oportunidad para segmentar mejor sus mercados en términos de productos y en términos de canales de distribución. Este estudio muestra que en los mercados informales los cascos también se venden a un menor precio. Los fabricantes y comercializadores tienen una oportunidad para desarrollar marcas que, manteniendo precios atractivos, puedan competir apropiadamente con los mercados informales, comenzando por imponerse la disciplina de sólo usar canales de distribución formales.

En el mismo sentido, pueden desarrollar marcas que ofrezcan atributos diferenciadores para consumidores que estén dispuestos a pagar un poco más de lo mínimo necesario por un casco. Los almacenes también tienen una oportunidad enorme de empezar a especializarse tanto en marcas como en segmentos de mercado.

Los fabricantes e importadores formales, con los mercados actuales, tienen un enorme riesgo de que sus productos sean falsificados y comercializados con etiquetados que usan sus marcas sin que nadie haga nada al respecto. Esto es indeseable pero ofrece la oportunidad de que los privados inviertan en fortalecer en vigilancia y control privados y en colaboración con las autoridades. Se recomienda fortalecer las características del etiquetado, pero sobre todo, invertir en vigilancia y control para detectar y evitar falsificaciones y engaños a los consumidores. Consolidar canales de distribución asociados a sus marcas con acuerdos comercialmente más dinámicos (por ejemplo pactando exclusividad) puede facilitar este trabajo de defensa de la marca

Los países más exitosos en ofrecer a sus consumidores productos de buena calidad y seguridad combinan esquemas regulatorios con esquemas voluntarios. En este sentido, el Estado, mediante el uso de esquemas obligatorios adecuadamente vigilados le brinda a los consumidores la garantía de que lo que se ofrece en el mercado cumple con mínimos grados de calidad y que los productos a su disposición ofrecen información cierta. De esta manera, los consumidores pueden formarse una idea de su disposición a pagar y pueden elegir, entre elementos seguros, de acuerdo con sus propias preferencias.

Este esquema regulatorio se complementa muy bien con esquemas voluntarios como sellos privados y marcas. Los empresarios dueños de los sellos y marcas tienen todo el incentivo para vigilar y evitar que existan copias o fraude usando sus productos o distintivos. Esta vigilancia complementa el rol estatal. Los privados pueden ofrecer productos con grados de calidad y seguridad que estén por encima de los mínimos requeridos y conquistar mercados más exigentes. Si ofrecen un mayor valor para un producto con especificaciones superiores a lo exigido en la norma, también pueden conquistar a los consumidores con mayor disposición a pagar.

Como referente para la implementación de esta recomendación vale la pena revisar el ejemplo de Alemania: el Estado cuenta con esquemas de evaluación de productos regulados cuya fuente de regulación proviene de la Unión Europea, mientras la organización privada de consumidores Stiftung Warentest realiza pruebas a los mismos, cuyos resultados presenta a los consumidores mediante su revista mensual y su página web.

Finalmente, la recomendación es fortalecer toda la cadena que hace que a los consumidores se les ofrezcan cascos que cumplan con estándares mínimos de seguridad y entre los que cumplan y superen esos estándares exista una competencia adecuada en beneficio de los motociclistas. Cuando en Colombia se cuente con pro-

ductos de buena calidad se recomienda el desarrollo de una campaña de comunicación masiva que enseñe a los motociclistas cómo identificar los cascos seguros, cómo entender los etiquetados, qué lugares son confiables y qué hacer en caso de que detecten almacenes o productos que no cumplan con los estándares mínimos de seguridad. Hacer un trabajo masivo en publicidad con el estado actual de producto no hace ninguna diferencia en términos de seguridad vial pues se promovería la compra de cascos que no necesariamente ofrecen la protección que se busca.

Tabla 10 Distribución del desempeño de las referencias estudiadas según la NTC 4533.

	Lugar de compra	Peso (g)	Precio (\$)	Certificación	Tipo de casco	País
Muestra (6.5 de 7)	75% almacén 25% calle	Prom: 1566.6 Desv: 129.5	Prom: 281 212 Desv: 273 884	62.5% R22 37.5% DOT	75% integral 25% abatible	37% CHI; 25% ITA; 12.5% COL; 12.5% POR; 12.5% ESP
Muestra (1.2 de 7)	66.7% calle 33.3% almacén	Prom: 1151 Desv: 284.1	Prom: 50 000 Desv: 19 750	66,7% N/A 23.8% DOT 4.7% R22 4.7% NTC 4533	57.1% integral 33.3% abatible 9.5% abierto	52.3% COL; 38.1% CHI; 9.5% N/A
Muestra completa	55.1% almacén 44.9% calle	Prom: 1284 Desv: 311.6	Prom: 112 833 Desv: 156 689	41.67% N/A 27.78% DOT 19.44% R22 8.33% NTC 4533 2.78% INTI 0% Snell M2010	58.3% integral 33.3% abatible 8.3% abierto	38.9% CHI; 38.9% COL; 5.5% ITA; 5.5% NA; 2.8% POR; 2.8% ARG; 2.8% TAI; 2.8% ESP

ANEXO I

COMPARACIÓN TÉCNICA ENTRE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA DE CASCOS PARA MOTOCICLISTAS Y OTROS ESTÁNDARES MUNDIALES

Fondo de Prevención Vial, Bogotá, Colombia

Andrés Felipe Ramírez López

MSc, en Ingeniería, área mecánica - dinámica de componentes mecánicos

RESUMEN

El presente estudio expone un análisis comparativo entre los estándares mundiales de cascos para motociclistas más reconocidos a nivel mundial, ECE R22.05, Snell M2010, DOT FMVSS 218 y BSI 6658. Debido a que el estándar nacional (NTC 4533) está basado en el estándar BSI 6658, se estudió el estándar NTC 4533 en vez del BSI 6658. Se realizó una comparación cualitativa de los estándares, y se realizó una comparación cuantitativa entre los estándares para algunos ensayos. Los ensayos estudiados fueron los ensayos determinados como obligatorios por parte del Reglamento Técnico que regula la NTC 4533. A partir del estudio cualitativo, se encontró que los estándares mundiales comparten algunas ideas sobre la evaluación de cascos. A partir del estudio cuantitativo, se logró comparar cuantitativamente el nivel de exigencia de los ensayos estudiados para cada estándar en estudio, donde los resultados encontrados revelan una tendencia de cada uno de los estándares. Se encontró que el estándar ECE R22.05 presenta ensayos relativamente exigentes, con la particularidad de ser ensayos de un solo impacto por ensayo, en cambio el estándar NTC 4533 también presenta ensayos relativamente exigentes, pero con la particularidad de tender a presentar ensayos con dos impactos por ensayo. También se encontró que el estándar Snell M2010 se concentra en presentar ensayos exigentes para absorción de energía y penetración, resultado coherente con el objetivo principal del estándar. Por último, el estándar DOT FMVSS 218 es el estándar menos exigente en términos generales para los ensayos en estudio

Palabras clave: Cascos para motociclistas, ECE R22.05, Snell M2010, DOT FMVSS 218, NTC 4533.

INTRODUCCIÓN

Los accidentes de tránsito son la mayor causa de muertes en el mundo (WHO, 2009), donde los motociclistas son los que contribuyen en mayor medida a esta estadística. Este hecho es tan marcado que en un accidente de tránsito común, es 30% más probable morir si se está viajando en motocicleta que si se está viajando en automóvil (Lin & Kraus, 2008). Este resultado es una consecuencia de que el motociclista está protegido principalmente por su casco, en cambio cuando se viaja en automóvil se está protegido por el cinturón de seguridad, la carrocería, airbags (en algunos casos), entre otros. Por otro lado, se ha demostrado que los motociclistas tienen un mayor riesgo a presentar lesiones craneales graves y mortales durante un accidente de tránsito (COST, 2001). Todo esto hace que la función del casco de un motociclista sea de vital importancia en términos de seguridad vial para los mismos.

El avance en los últimos años sobre la eficiencia de los cascos para motociclistas ha sido tal, que se ha demostrado que los cascos actuales presentan un 37% de efectividad en prevenir lesiones mortales en motociclistas (NHTSA, 2008), y un 69% en prevenir lesiones craneales (Liu, Ivers, Norton, Boufous, Blows, & Lo, 2008). Este avance se debe a que, en las últimas décadas, los estudios sobre diseño, manufactura y ensayos en cascos para motociclistas es cada vez más intenso. Esto también ha generado un impacto en los estándares mundiales de regulación, los cuales también han avanzado en gran medida en las últimas décadas (NHTSA, 2008).

Los estándares de casco para motocicletas se crearon después de la introducción generalizada de las motocicletas en los años 40 (Fernandes & Alves de Sousa, 2013). Actualmente, los referentes mundiales más importantes con respecto a estándares técnicos de ensayos en cascos son ECE R22.05, Snell M2010, DOT FMVSS 218 y BSI 6658. En Colombia, el referente técnico es la Norma Técnica Colombiana 4533 (NTC 4533), la cual está basada en la norma técnica BSI 6658, y regulada mediante un reglamento técnico del Ministerio de Transporte Colombiano. Cada uno de estos referentes técnicos presenta diferentes ensayos, diferentes criterios de aceptación, y diferentes instrumentos entre sí. Pero la pregunta que surge es ¿cuál de estas normas es más eficiente, o es más, o menos, exigente para evaluar la eficiencia de cascos para motociclistas? Este estudio presenta una comparación cualitativa y cuantitativa de cada uno de estos referentes técnicos, con la idea de poder responder esta pregunta. Para focalizar este estudio, se tomó como referente de comparación la Norma Técnica Colombiana, para de esta forma encontrar el nivel de exigencia de la misma frente a los demás estándares mundiales. El estudio cualitativo se centró únicamente en estudiar los tipos de ensayo que se hacen en cada uno de los estándares mundiales, mientras que el estudio cuantitativo se centró en un estudio profundo sobre los criterios de aceptación, los valores de medición y la cantidad de pruebas por ensayo en cada uno de los estándares.

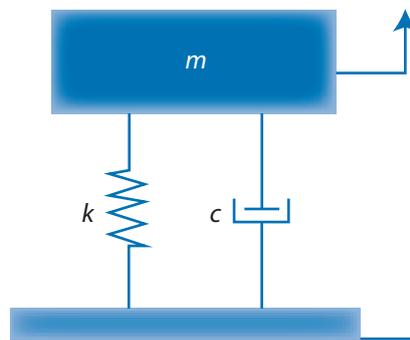
Para el presente estudio se tomaron los ensayos que se piden como obligatorios en el reglamento técnico del Ministerio de Transporte de Colombia, o definidos por este artículo como ensayos de prioridad alta, los cuales son: a) ensayo de absorción de energía (o impacto), b) ensayo de penetración, c) ensayo de protector de barbilla, d) ensayo de eficiencia del sistema de retención, y e) ensayo de resistencia del sistema de retención.

CASCOS PARA MOTOCICLISTAS

Los cascos para motociclistas son un componente mecánico donde su principal función es disipar la energía de choque cuando se tiene un accidente. Este componente mecánico está construido con diferentes materiales, y diseñado con diferentes geometrías, con la idea de cumplir óptimamente su función esencial. En términos generales, un casco es más eficiente que otro si uno de estos tiene la capacidad de absorber mejor energía que el otro, pero definir esta eficiencia no es tan sencillo. La mayor cantidad de accidentes de tránsito son diferentes, unos presentan impactos oblicuos, impactos de penetración, impactos secos, impactos frontales, impactos laterales, es decir, que un casco puede ser más eficiente que otro para un tipo de accidente, pero para otro no. Los referentes técnicos mundiales presentan diferentes tipos de ensayos; entre los más comunes se encuentran los ensayos de impacto, los ensayos de penetración, los ensayos de retención, los ensayos de rigidez, entre otros. Todos estos ensayos son ensayos dinámicos donde las propiedades disipativas y elásticas del casco son los principales factores que determinan el desempeño del mismo.

Las propiedades elásticas y disipativas de un casco están directamente relacionadas con los materiales con los cuales está construido un casco y con sus geometrías de diseño. Este componente mecánico, para lograr disipar energía de algún tipo, debe tener una masa asociada, la cual está dada por la masa del mismo casco y sobre todo por la masa de la cabeza del usuario. De esta forma, un componente mecánico funciona como un sistema dinámico completo.

Figura 1 Simplificación de un casco en funcionamiento.



La Figura 1 muestra la simplificación del funcionamiento de un casco común, donde k representa las propiedades elásticas del casco, c representa las propiedades disipativas, y m representa la masa equivalente entre la masa del casco y la masa del usuario del casco.

Estas tres propiedades (elásticas, disipativas e inerciales) son las que determinan el comportamiento del sistema a una entrada dada, por ejemplo un impacto en un accidente de tránsito. De esta forma, si se analiza la respuesta del sistema en frecuencia, existe una región donde el sistema transmite, otra donde aísla, y otra donde el sistema amplifica. La frecuencia en la cual el sistema amplifica es conocida como frecuencia natural del sistema, como se expresa en la Ecuación 1.

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

Donde ω_n es la frecuencia natural del sistema.

Aunque, como este sistema tiene propiedades disipativas relevantes, la frecuencia de amplificación está ligeramente modificada a la frecuencia natural del sistema por sus propiedades disipativas, como se expresa en la Ecuación 2.

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} \quad (2)$$

Donde ω_d es la frecuencia natural amortiguada, y ζ es el coeficiente de amortiguamiento, el cual está definido por las propiedades disipativas, elásticas e inerciales del sistema, como se expresa en la Ecuación 3.

$$\zeta = \frac{c}{2\sqrt{mk}} \quad (3)$$

Las frecuencias de excitación menores a ω_d son el rango de frecuencias donde el sistema transmite la señal de entrada, mientras que las frecuencias mayores a ω_d son el rango de frecuencias donde el sistema aísla la señal de entrada. Concretamente, la región donde el casco es capaz de transmitir, aislar o amplificar una señal cualquiera estará determinada por sus tres propiedades básicas. Para este tipo de análisis, es muy común estudiar la transmisibilidad del sistema (señal de salida/señal de entrada).

Ahora bien, el reto para los diseñadores de cascos está en que la región en la cual el casco aísla esté en la región de la frecuencia asociada a los accidentes de tránsito comunes, y de que el casco logre aislar lo suficiente en dicha región. De esta forma, existe un problema sobre cómo probar los cascos, a qué frecuencias de entrada, y con qué amplitud probar los cascos para lograr evaluar su eficiencia de operación durante un accidente de tránsito. Para ello existen varios estándares

mundiales que toman diferentes ensayos en los cuales la frecuencia y la amplitud de excitación están definidos por diferentes parámetros de cada ensayo, y la evaluación de los cascos está definida por un límite de transmisibilidad permisible.

ESTÁNDARES MUNDIALES EN ESTUDIO

En la Unión Europea, la seguridad de vehículos y de seguridad vial se rige a través del Comité de Normalización WP 29 de la Comisión de Naciones Unidas para Europa, UNECE. Dentro de este Comité Técnico, se ha desarrollado la regulación ECE R22.05, en la cual se establecen los requisitos de cascos para motociclistas. Este estándar podría considerarse como la norma más reciente y más utilizada a nivel mundial en materia de cascos para motociclistas.

En los Estados Unidos de América, la regulación sobre la evaluación de cascos no es solamente gubernamental, sino que también existe una entidad privada que realiza dichas evaluaciones. Concretamente, la regulación del Departamento de Transporte de Estados Unidos (DOT) presenta un estándar de cumplimiento obligatorio en este país (DOT FMVSS 218); por otro lado, existe una fundación privada que presenta un estándar de cumplimiento voluntario concentrado para evaluar el desempeño de cascos para motociclistas de competencia (Snell M2010). A pesar de que este último estándar es de cumplimiento voluntario es un referente muy importante a nivel mundial.

En Colombia, el Icontec es la institución que presenta la técnica para los cascos para motociclistas (NTC 4533). Esta norma está basada en la norma británica BSI 6658, la cual es un referente importante a nivel de estándares sobre cascos para motociclistas. Debido a que estas dos normas son muy similares, y a que la NTC 4533 está basada en la BSI 6658, el presente estudio sólo se refiere a la Norma Técnica Colombiana.

Ensayos en estudio

Todos los referentes técnicos mundiales, incluido el colombiano, son diferentes entre sí, pero presentan similitudes en los tipos de ensayos que se realizan en cada uno de ellos, debido a que todos estos estándares tienen como objetivo principal evaluar parámetros de seguridad en los mismos, los diseñadores de cascos están retados a crear cascos capaces de resistir un gran número de situaciones posibles de accidentes de tránsito (Fernandes & Alves de Sousa, 2013), por tal motivo, los estándares mundiales presentan algunas de estas situaciones posibles, o más probables, para evaluar cascos.

Se tomó como referencia de estudio la Norma Técnica Colombiana NTC 4533. Esta norma está regulada mediante un Reglamento Técnico del Ministerio de Transporte de Colombia, donde dicho reglamento es el que indica cuáles ensayos son de cumplimiento obligatorio y cuáles de cumplimiento voluntario. Se definieron como ensayos de prioridad alta a los ensayos que el Reglamento Técnico clasifica como ensayos obligatorios. Dichos ensayos fueron los referentes para el presente estudio, los cuales son:

- Ensayo de absorción de energía, o ensayo de impacto
- Ensayo de penetración
- Ensayo de protector de barbilla
- Ensayo de eficiencia del sistema de retención
- Ensayo de resistencia del sistema de retención.

Ensayo de absorción de energía

El ensayo de absorción de energía es un ensayo dinámico impulsivo, donde el casco se deja caer en línea recta desde una altura determinada para chocar contra una superficie rígida. La superficie rígida puede ser plana, ovalada o en escuadra, según se defina en la norma. Se mide la aceleración que transmite el casco al interior de un simulador de cabeza, *headform*, durante el choque del casco contra la superficie rígida. El criterio de aceptación del ensayo está dado por una aceleración máxima permisible que transmite del casco hacia el *headform* durante el impacto, es decir, la aceleración no disipada por el casco durante el impacto. Este ensayo es realizado en diferentes zonas del casco, frontal, lateral, posterior, y en algunos casos superior.

Ensayo de penetración

El ensayo de penetración es un ensayo dinámico destructivo, donde el casco es sujetado a una referencia, un punzón de masa considerable es dejado caer en línea recta desde una altura determinada para que choque con el casco en su parte superior. El criterio de aceptación del ensayo está dado porque el punzón no penetre por completo la parte superior del casco.

Ensayo de protector de barbilla

El ensayo de protector de barbilla es un ensayo dinámico impulsivo, donde el casco es sujetado a una referencia de tal modo que la parte del protector de barbilla queda en sentido vertical. Una masa considerable es dejada caer en línea recta para chocar contra el protector de barbilla del casco. La aceleración transmitida por el protector de barbilla hacia el interior del casco es medida. El criterio de aceptación de este ensayo está dado por una aceleración máxima permitida.

Ensayo de eficiencia del sistema de retención

El ensayo de eficiencia del sistema de retención, como su nombre lo dice, prueba la eficiencia del sistema de retención durante un accidente. El casco es sujetado a un *headform* por medio de su sistema de retención. Se deja caer una masa, la

cual está conectada al casco, para que genere un momento angular en el casco. El momento angular que se produce en el casco hace que el casco se desacomode, se salga del *headform*. El criterio de aceptación del ensayo está dado por un ángulo máximo de desacomodación del casco, o porque el casco no se salga del *headform*. El *headform* está dispuesto en un ángulo definido para que cuando la masa caiga, se genere un momento en el casco similar al que se presenta en algunos accidentes de tránsito.

Ensayo de resistencia del sistema de retención

El ensayo de resistencia del sistema de retención, como su nombre lo dice, prueba la resistencia del sistema de retención durante un accidente. El casco es sujetado sobre un soporte de forma horizontal y el sistema de retención es activado. El sistema de retención es precargado con una masa colgante. Una segunda masa se deja caer desde una altura determinada para que la misma jale impulsivamente el sistema de retención. La elongación total y residual es medida después de que la segunda masa cae. El criterio de aceptación del ensayo está dado por una elongación total permitida o por una elongación residual permitida.

COMPARACIÓN CUALITATIVA ENTRE LOS ESTÁNDARES MUNDIALES

En general, los estándares mundiales presentan el mismo concepto para evaluar la eficiencia de un casco para motociclistas, dicho concepto se concentra en (Fernandes & Alves de Sousa, 2013):

- Los cascos deben absorber energía de impacto suficiente
- Los cascos se tienen que mantener en la cabeza durante un accidente
- Los cascos deben resistir la penetración de objetos duros

Este mismo concepto hace que haya grandes similitudes entre los estándares mundiales. Esto es muy bien aceptado por los fabricantes, ya que tienen la posibilidad de vender un casco en diferentes países con diferentes regulaciones sin cambios profundos de diseños (Fernandes & Alves de Sousa, 2013). Este hecho ha sido una consecuencia de años de estudio, donde entidades privadas y públicas diferentes han avanzado de manera significativa en la evaluación de cascos para motociclistas. Pero debido a que la infraestructura vial, los límites de velocidad, y la cultura sobre comportamiento vial es diferente en cada país, los accidentes de tránsito en cada país presentan diferentes características, es decir, que las normativas evaluadoras de la eficiencia de cascos deben ser diferentes. Este hecho hace que los valores de medición entre normas, los criterios de aceptación, la cantidad de ensayos, y los mismos instrumentos sean diferentes entre estándares mundiales.

La Tabla 1 presenta los estándares mundiales en estudio con respecto a los ensayos de prioridad alta que se estudiaron en este documento, donde se puede observar cómo el ECE R22.05 es el único estándar que no presenta el ensayo de penetración, mientras que el DOT FMVSS 218 es el único estándar que no presenta el ensayo de efectividad del sistema de retención. Por otro lado, se puede observar cómo el DOT FMVSS 218 y el ECE R22.05 coinciden en no presentar el ensayo de protector de barbilla.

Tabla 1 Ensayos de prioridad alta presentes en los estándares mundiales.

	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
Impacto	X	X	X	X
Penetración	--	X	X	X
Barbilla	--	X	--	X
Efectividad	X	X	--	X
Resistencia	X	X	X	X

Mediante la tabla anterior, se puede observar cómo el estándar Snell M2010 comparte todos los ensayos con la NTC 4533. Mientras que los estándares ECE R22.05 y del DOT presentan menor cantidad de ensayos que la NTC 4533.

Con estos estándares, es posible que un mismo casco apruebe la evaluación bajo un estándar pero apruebe bajo otra. Por ejemplo, el estándar Snell M2010 argumenta que los dobles impactos en los accidentes de tránsito no son muy comunes, por tal motivo este estándar no exige doble impacto en sus ensayos (Fernandes & Alves de Sousa, 2013). Mientras que este estándar NTC 4533 presenta impactos dobles para casi todos sus ensayos.

Por otro lado, los ensayos de penetración han sido criticados (Hume, Mills & Gilchrist, 1995), debido a que la cantidad de accidentes de tránsito que involucran objetos penetrantes es extremadamente pequeña, y a que la consecuencia de este ensayo es el de fabricar cascos con una cubierta exterior muy gruesa y por lo tanto, en algunos casos, excesivamente pesados. Vale la pena resaltar que solamente los estándares Snell M2010 y NTC 4533 presentan dicho ensayo.

COMPARACIÓN CUANTITATIVA ENTRE LOS ESTÁNDARES MUNDIALES

Al entrar en detalle de cada estándar en estudio, se nota que existen pequeñas diferencias que determinan grandes diferencias en los resultados de evoluciones de cascos. Con el fin de determinar qué estándar es más exigente que otro, es ne-

cesario comparar cada uno de los diferentes ensayos en estudio frente a los otros, para ello es necesario analizar en detalle las variables, los parámetros, los criterios de aceptación y los instrumentos de cada ensayo.

En general, los ensayos que se presentan en cada uno de los estándares mundiales tiene el objetivo de caracterizar las propiedades elásticas y disipativas de los cascos. Bajo esta idea, para poder comparar los ensayos de los estándares en estudio, es necesario clasificar el fenómeno dinámico sujeto a cada ensayo en particular. La Tabla 2 presenta la clasificación de fenómenos mecánicos según (Meyers, 1994), la cual se basa en clasificar fenómenos según la tasa de deformación ($d\varepsilon/dt$) presente en los materiales durante el mismo fenómeno.

Tabla 2 Clasificación de fenómenos dinámicos.

Fenómeno	Tasa de deformación (s^{-1})
Creep y relajación de esfuerzos	$<10^{-5}$
Cuasi estático	$10^{-5}-10^{-1}$
Velocidades medias	$10^{-1}-10^3$
Alta dinámica	10^3-10^5
Alta velocidad de impacto	$>10^5$

Ya que se está hablando de ensayos para caracterizar propiedades mecánicas, es necesario que los ensayos a comparar estén clasificados en el mismo rango de tasas de deformación presentes en el ensayo.

Tomando la definición de deformación, es el cambio en la longitud con respecto a su longitud inicial, es posible conocer la deformación presente en el material de un casco a partir de algunos parámetros conocidos. La Ecuación 4 presenta la definición de deformación.

$$\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \quad (4)$$

Donde ε es la deformación presente, l_f es la longitud final y l_o es la longitud inicial.

Mediante la anterior ecuación, se puede definir que la deformación es la elongación dada en el material con respecto a su longitud inicial, como se muestra en la Ecuación 5.

$$\varepsilon = \frac{\delta}{l_o} \quad (5)$$

Donde δ es la elongación o cambio de longitud en el material.

La tasa de deformación en un material es el cambio de la deformación en el tiempo, como se muestra en la Ecuación 6, donde es posible reemplazar la Ecuación 5, como se muestra en la Ecuación 7.

$$\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (6)$$

$$\dot{\varepsilon} = \frac{d\delta}{dt} \frac{1}{l_o} \quad (7)$$

Donde t es el tiempo.

Sabiendo que la velocidad de una partícula cualquiera es el cambio de su posición en el tiempo, es posible encontrar una ecuación de la velocidad al relacionar el cambio de la posición con el cambio de la longitud del material, como se muestra en la Ecuación 8.

$$\bar{v} = \frac{d\delta}{dt} \quad (8)$$

Donde \bar{v} es el vector de velocidad.

Reemplazando la Ecuación 7 en la Ecuación 8, es posible encontrar la tasa de formación del material en función a la velocidad del fenómeno, como se muestra en la Ecuación 9.

$$\dot{\varepsilon} = \frac{\bar{v}}{l_o} \quad (9)$$

Para clasificar cada ensayo, se utilizó la Ecuación 9 como herramienta para encontrar la tasa de deformación del fenómeno involucrado, donde el criterio de clasificación fue la tasa de deformación máxima (encontrada a partir de la velocidad máxima de cada ensayo). La longitud de referencia fue tomada como la longitud de la parte del casco que asume directamente la deformación.

En la Tabla 3 se presenta la clasificación de cada ensayo para cada estándar en estudio según la tasa de deformación presente en el casco, donde se puede observar que la mayoría de ensayos están clasificados en el rango de tasas de deformación intermedias, a excepción del ensayo de resistencia del referente DOT FMVSS 218.

Tabla 3 Clasificación de cada ensayo según la tasa de deformación.

	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
Impacto	Velocidad media	Velocidad media	Velocidad media	Velocidad media
Penetración	--	Velocidad media	Velocidad media	Velocidad media
Barbilla	--	Velocidad media	--	Velocidad media
Efectividad	Velocidad media	Velocidad media	--	Velocidad media
Resistencia	Velocidad media	Velocidad media	Cuasi estático	Velocidad media

A partir de la Tabla 3, se concluye que el ensayo de resistencia del estándar DOT FMVSS 218 no es comparable con los demás ensayos de resistencia expuestos en los otros estándares mundiales.

Ensayo de absorción de energía

En el ensayo de absorción de energía, la frecuencia de excitación del ensayo está dada por el tipo de tope que se utiliza en el mismo. En la Tabla 4 se presentan los tipos de topes que se utilizan en cada uno de los estándares en estudio y se muestra cómo el único tope que es utilizado en todos los estándares es el plano, por tal motivo se utilizaron los valores de este ensayo para tope plano como herramienta de comparación.

En el ensayo de absorción de energía es común evaluar cascos en diferentes zonas (posterior, lateral, frontal y superior). La Tabla 4 presenta las zonas de evaluación que se realiza en cada uno de los estándares mundiales y se puede observar cómo el estándar ECE R22.05 es el único que evalúa cascos en la parte superior del casco.

Tabla 4 Tipos de topes y zonas de impacto para el ensayo de absorción de energía.

	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
Tipo de tope				
Plano	X	X	X	X
Hemisférico	--	X	X	X
Escuadra	--	X	--	--
Zonas de impacto				
Posterior	X	X	X	X
Lateral	X	X	X	X
Frontal	X	X	X	X
Superior	X	--	--	--

Como ya se mencionó, es común realizar dos impactos, o pruebas, por ensayo. En particular, para el ensayo de absorción de energía, la mayoría de los estándares mundiales realizan dos pruebas por ensayo. La altura de donde se deja caer el casco garantiza una velocidad requerida en la prueba. La Tabla 5 presenta las velocidades de impacto requeridas en los ensayos; tanto en el primer impacto como en el segundo, se puede observar cómo el estándar ECE R22.05 es el único que realiza un solo impacto.

Tabla 5 Velocidades de impacto requeridas y criterios de aceptación para el ensayo de absorción de energía.

	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
Velocidades de impacto				
Primer impacto	7.5 m/s	7.8 m/s	6.0 m/s	6.5 m/s
Segundo impacto	--	5.0 m/s	6.0 m/s	4.6 m/s
Aceleración de aceptación				
Pico	275 g	275 g	400 g	306 g
150 g	--	--	4 ms	--
200 g	--	--	2 ms	--
HIC	2400	--	--	--

Por otro lado, en la Tabla 5 se presentan los criterios de aceptación del ensayo de absorción de energía para cada uno de los estándares en estudio. En todos los casos se verifica la aceleración⁵⁰ máxima (o pico) transmitida al interior del *headform*. Este método ignora la duración del impacto, lo cual no es del todo correcto debido a que existe una relación directa entre la aceleración transmitida a la cabeza y la duración de la misma en términos de sufrir lesiones graves en la misma. Con el fin de mitigar este problema, en el estándar DOT FMVSS 218 también se mide el tiempo de respuesta del componente en transmitir 150 g y 200 g. Por otro lado, el estándar ECE R22.05 utiliza un término llamado criterio de lesión cefálica, HIC por sus siglas en Inglés (*Head Injury Criterion*), el cual está basado en asociar la aceleración lineal de la cabeza en un intervalo de tiempo con el umbral de lesiones en la cabeza. La Ecuación 10 presenta la expresión del HIC en función del intervalo del tiempo y la aceleración lineal transmitida (Fernandes & Alves de Sousa, 2013).

$$HIC = \left(\left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5} (t_2 - t_1) \right)_{max} \quad (10)$$

Donde a es la aceleración lineal, t es el tiempo, y t_2, t_1 es el intervalo de tiempo en estudio.

Debido a que todos los estándares miden la aceleración pico transmitida para evaluar cascos, en este ensayo se tomaron estos valores para comparar los estándares en estudio. Vale la pena aclarar, que los estándares están tratando de utilizar criterios más precisos como el HIC.

Para este ensayo en particular se tomó como criterio de comparación (CP) la transmisibilidad del sistema, la cual es la relación entre la aceleración pico permisible y la velocidad de impacto, como se presenta en la Ecuación 11.

$$CP = \frac{a_p}{v_i} \quad (11)$$

Donde v_i es la velocidad lineal de impacto, y a_p es la aceleración lineal pico permisible.

Debido a que se tomó un mismo tope para todos los estándares en estudio, es posible realizar una comparación directa debido a que la frecuencia de excitación es la misma en todos los casos. De esta forma, un estándar con valor de CP menor indica que el criterio de evaluación es más exigente que otro con un CP mayor. Esto se debe a que CP es directamente la máxima transmisibilidad permisible para cascos de cada estándar en estudio.

La Tabla 6 presenta los valores de CP para los estándares en estudio, tanto para el primer impacto como para el segundo impacto. Adicionalmente, la Tabla 6 presenta los resultados de CP normalizados con respecto al estándar en estudio más exigente, indicando el nivel de exigencia de cada estándar en cada uno de los impactos para este ensayo.

Tabla 6 Valores de CP y niveles de exigencia para el ensayo de absorción de energía.

	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
CP				
Primer impacto	36.7 g/m/s	35.2 g/m/s	66.7 g/m/s	47.1 g/m/s
Segundo impacto	--	55.0 g/m/s	66.7 g/m/s	66.5 g/m/s
Exigencia				
Primer impacto	96.1%	100%	52.9%	74.9%
Segundo impacto	--	100%	82.5%	82.6%

En la Tabla 6 se puede observar cómo el estándar Snell M2010 es el estándar más exigente tanto para el primer impacto como para el segundo. Este resultado es coherente con el objetivo del estándar, ya que la fundación Snell M2010 se centra en estudiar y evaluar cascos para competencias deportivas. Sobre el primer impacto, el estándar ECE R22.05 es muy similar al Snell M2010; el NTC 4533 es casi un 25% menos exigente en términos de transmisibilidad que el Snell M2010; por último, el DOT FMVSS 218 es 47% menos exigente en términos de transmisibilidad comparado con el Snell M2010. Sobre el segundo impacto, nuevamente el estándar Snell M2010 es el más exigente, donde los estándares DOT FMVSS 218 y NTC 4533 presentan 17% menos de transmisibilidad permisible.

Un casco está diseñado de forma tal que todas sus partes colaboren a disipar energía durante un impacto. La deformación permanente que existe en el casco durante un choque afecta directamente las propiedades disipativas del casco. Basados en esto, después de un impacto el sistema dinámico será totalmente diferente, por tal motivo es difícil comparar los estándares que utilizan dos impactos con el estándar ECE R22.0, y concluir cuál de estos es más exigente. A simple vista se puede afirmar que el estándar Snell M2010 es el más exigente, pero entre los otros tres estándares es difícil asegurar cuál es más o menos exigente.

50. En este artículo se utilizó la sigla g como término de aceleración en gravedades.

Ensayo de absorción de penetración

El criterio de aceptación de este ensayo está dado por la no penetración completa del casco en su parte superior, y debido a que todos los cascos presentan un espesor diferente en la parte superior del mismo, el criterio de comparación (CP) fue una simple comparación de la energía de impacto en cada uno de los estándares. La Ecuación 12 presenta CP como una función de la energía de impacto.

$$CP = mgh \quad (12)$$

Donde m es la masa del indentador, g es la gravedad, y h es la altura de caída.

Mediante la Ecuación 12 se encontró la energía de impacto implícita en cada uno de los estándares a partir de los parámetros indicados por cada estándar. La Tabla 7 presenta los valores de la energía de impacto implícita en cada estándar en estudio, además presenta el nivel de exigencia de cada estándar. El nivel de exigencia de cada estándar se calculó mediante la normalización de la energía de impacto implícita para cada norma con respecto al valor mayor.

Tabla 7 Parámetros, valores de CP y niveles de exigencia para el ensayo de penetración.

	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
Parámetros				
Altura del indentador	--	3 m	3 m	3 m
Masa del indentador	--	3 kg	3 kg	2 kg
CP				
Primer impacto	--	88.2 J	88.2 J	58.8 J
Segundo impacto	--	--	--	58.8 J
Exigencia				
Primer impacto	--	100%	100%	66.7%
Segundo impacto	--	--	--	100%

En la Tabla 7 se observa cómo los estándares Snell M2010 y DOT FMVSS 218 son los más exigentes para el primer impacto, mientras que el estándar NTC 4533 es 33% menos exigente que dichos estándares. Debido a que no se conoce el nivel de influencia que existe entre el primer y el segundo impacto en las propiedades elásticas y disipativas del casco, no se puede inferir sobre si el estándar NTC 4533 es más exigente que el Snell M2010 o el DOT FMVSS 218, al tomar el segundo impacto en la comparación.

Ensayo de protector de barbilla

El ensayo de protector de barbilla solo está presente en los estándares Snell M2010 y NTC 4533. En ambos, el criterio de aceptación del ensayo es diferente; para el estándar Snell M2010 el criterio de aceptación está dado por la deflexión del protector (no debe ser mayor a 60 mm), mientras que para el NTC 4533 este criterio está dado por la aceleración transmitida al interior del casco (no debe ser mayor a 300 g). Debido a esto no es posible realizar una comparación directa entre los dos ensayos presentados en cada uno de los estándares.

La Tabla 8 presenta los parámetros de cada ensayo en cada una de los estándares, donde se puede observar cómo la altura descrita por el estándar NTC 4533 es casi 4 veces mayor a la descrita por el Snell M2010. Este hecho no garantiza que el estándar NTC 4533 sea más exigente que el Snell M2010, ya que no es posible comparar la transmisibilidad del sistema en ambos casos.

Tabla 8 Parámetros para el ensayo de penetración.

	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
Parámetros				
Masa	--	5 kg	--	5 kg
Altura de caída	--	0.6 m	--	2.5 m
Criterio de aceptación	--	<60 mm	--	<300 g

Ensayo de eficiencia del sistema de retención

El ensayo de eficiencia del sistema de retención no está presente en el estándar DOT FMVSS 218. En los otros estándares, el criterio de aceptación es el mismo para el Snell M2010 y para el NTC 4533 (que el casco no se salga del *headform*), en

cambio, en el estándar ECE R22.05 este criterio es más exigente (que el casco no se desacomode más de 30° de su posición inicial). Nuevamente, esta diferencia en los criterios de aceptación presentados en cada estándar complica la comparación entre ensayos. Para simplificar el análisis, se determinó que el grado de desacomodación del casco cuando se sale del *headform* es cercano a 45°.

Tomando esta simplificación se tomó el criterio de comparación CP como la transmisibilidad del sistema, tomando como señal de entrada la energía de impacto, y la señal de salida el ángulo de desacomodación del casco. La Ecuación 13 presenta el CP utilizado para este ensayo.

$$CP = \frac{\alpha}{mgh} \quad (13)$$

Donde m es la masa del indentador, g es la gravedad, h es la altura de caída y α es el ángulo de desacomodación del casco.

En la Tabla 9 se presentan los parámetros, los valores de CP y el nivel de exigencia del ensayo de eficiencia del sistema de retención para cada estándar en estudio. Los valores de CP expuestos en la tabla indican que si dicho valor es menor, el estándar va a ser más exigente que otro que tenga un CP mayor. El nivel de exigencia fue determinado a partir de la normalización del CP con respecto a la norma más exigente.

Tabla 9 Parámetros, valores de CP y niveles de exigencia para el ensayo de eficiencia del sistema de retención.

	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
Parámetros				
Masa	10 kg	5 kg	--	4 kg
Altura masa	0.5 m	0.6 m	--	1 m
Criterio de aceptación	<30°	No sale	--	No sale
CP				
Energía de impacto	0.61 °/J	1.53 °/J	--	1.14 °/J
Exigencia				
Primer impacto	100%	40.0%	--	53.0%

En la tabla se observa cómo el estándar ECE R22.05 es el más exigente entre los estándares estudiados, mientras que el NTC 4533 y el Snell M2010 son 47% y 60% menos exigentes.

Ensayo de resistencia del sistema de retención

A partir del estudio realizado sobre la clasificación de los fenómenos dinámicos sujetos a cada ensayo en estudio, se encontró que el ensayo expuesto por el estándar DOT FMVSS 218 no es comparable con los demás ensayos.

Sobre este ensayo en particular, se exponen dos criterios de aceptación (CA), el primero está definido como una elongación máxima permisible que presenta el sistema de retención durante el ensayo, y el segundo está definido como una elongación máxima residual que presenta el sistema de retención un instante (recuperación elástica) después del ensayo. Se tomaron dos criterios de comparación para este ensayo, en ambos casos fueron criterios asociados a la transmisibilidad del sistema, tomando como señal de entrada la energía de impacto y como señal de salida los criterios de aceptación de este ensayo. Las Ecuaciones 14 y 15 presentan dichos criterios de comparación.

$$CP_1 = \frac{\delta_T}{mgh} \quad (14)$$

$$CP_2 = \frac{\delta_R}{mgh} \quad (15)$$

Donde δ_T es la elongación total permisible, δ_R es la elongación residual permisible.

La Tabla 10 presenta los parámetros, valores de CP y los niveles de exigencia del ensayo de resistencia del sistema de retención, donde el criterio nivel de exigencia (E) fue determinado a partir de la normalización de los valores de CP con respecto del CP más exigente.

Ya que las propiedades mecánicas del sistema de retención son alteradas significativamente durante un impacto como el que se expone para este ensayo, es difícil lograr inferir, para los estándares que presentan dos impactos para este ensayo, la influencia del primer impacto sobre el segundo impacto.

Tabla 10 Parámetros, valores de CP y niveles de exigencia para el ensayo de penetración.

	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
Parámetros				
Precarga	15 kg	23 kg	23 kg	7 kg
Altura primer impacto	750 mm	120 mm	--	750 mm
Masa primer impacto	10 kg	38 kg	--	10 kg
CA ₁ primer impacto	35 mm	30 mm	--	32 mm
CA ₂ primer impacto	25 mm	--	--	16 mm
Altura segundo impacto	--	--	--	750 mm
Masa segundo impacto	--	--	--	10 kg
CA ₁ segundo impacto	--	--	--	25 mm
CA ₂ segundo impacto	--	--	--	8 mm
CP				
CP ₁ primer impacto	0.47 mm/J	0.40 mm/J	--	0.43 mm/J
CP ₂ primer impacto	0.34 mm/J	--	--	0.21 mm/J
CP ₁ segundo impacto	--	--	--	0.34 mm/J
CP ₂ segundo impacto	--	--	--	0.11 mm/J
Exigencia				
E ₁ primer impacto	85.7%	100%	--	93.7%
E ₂ primer impacto	64%	--	--	100%
E ₁ segundo impacto	--	--	--	100%
E ₂ segundo impacto	--	--	--	100%

A partir de los resultados expuestos en la Tabla 10, se puede observar cómo el ensayo presentado por el estándar NTC 4533 es el más exigente en todos los ítems estudiados. Sobre el primer impacto, el estándar NTC 4533 presenta un ensayo 8% más exigente que el presentado por el ECE R22.05, y un 34% más exigente que el Snell M2010 al estudiar el CP₁. Además, el NTC 4533 presenta un ensayo 35% más exigente que el presentado por el ECE R22.05 al estudiar CP₂. Sobre el segundo impacto, el NTC 4533 es el único que presenta segundo impacto para su ensayo.

EXIGENCIA DE LOS ESTÁNDARES

Como resumen, la Tabla 11 presenta los niveles de exigencia de los ensayos de prioridad alta para cada uno de los estándares estudiados.

Tabla 11 Resumen de niveles de exigencia para los ensayos de prioridad alta.

	ECE R22.05	Snell M2010	DOT FMVSS 218	NTC 4533
Absorción de energía				
Primer impacto	96.1%	100%	52.9%	74.9%
Segundo impacto	--	100%	82.5%	82.6%
Penetración				
Primer impacto	--	100%	100%	66.7%
Segundo impacto	--	--	--	100%
Protector de barbilla				
Primer impacto	--	NC	--	NC

Continúa

Continuación

Eficiencia del sistema de retención				
Primer impacto	100%	40.0%	--	53.0%
Resistencia del sistema de retención				
E ₁ primer impacto	91.7%	65.7%	NC	100%
E ₂ primer impacto	65.0%	--	--	100%
E ₁ segundo impacto	--	--	--	100%
E ₂ segundo impacto	--	--	--	100%

Sobre el ensayo protector de barbilla, los ensayos presentados por los estándares Snell M2010 y NTC 4533 no son comparables (NC), por tal motivo no se presentan los niveles de exigencia de dichos ensayos. Además, el ensayo de resistencia del sistema de retención presentado por el estándar DOT FMVSS 218 no es comparable con los ensayos presentados por los demás estándares mundiales.

En general, el estándar ECE R22.05 presenta ensayos relativamente exigentes con la característica de presentar siempre un solo impacto para sus ensayos. El estándar Snell M2010 presenta ensayos exigentes para absorción de energía y penetración, y exigencias relativamente menores para los ensayos de eficiencia del sistema de retención y resistencia del sistema de retención. El estándar DOT FMVSS 218 presenta niveles de exigencia altos para el segundo impacto del ensayo de absorción de energía y para el ensayo de penetración. Por último, el estándar NTC 4533 presenta niveles de exigencia relativamente altos para todos los ensayos en estudio, menos el ensayo de eficiencia del sistema de retención; en particular, este estándar tiende a realizar dos impactos por ensayo, siendo el segundo impacto más exigente que el primero.

CONCLUSIONES

A partir de los estudios comparativos realizados en este trabajo, se encontró que los estándares mundiales presentan algunas tendencias hacia la evaluación de cascos para motociclistas. Al entrar en detalle, es claro que estos estándares presentan ensayos más exigentes, o menos exigentes entre sí. Por medio de los estudios cuantitativos, se logró comparar el nivel de exigencia de los ensayos de prioridad alta presentados en cada uno de los estándares mundiales.

Sobre los ensayos de prioridad alta, se encontró que el ensayo de protector de barbilla no es comparable para los estándares Snell M2010 y NTC 4533. Además, sobre el ensayo de resistencia del sistema de retención, el estándar DOT FMVSS 218 no es comparable con los ensayos presentados por los demás estándares mundiales.

Por otro lado, se encontró que, en términos generales, el estándar ECE R22.05 presenta ensayos relativamente exigentes, con la particularidad de ser ensayos de un solo impacto por ensayo. En cambio el estándar NTC 4533 también presenta ensayos relativamente exigentes, pero con la particularidad de tender a presentar ensayos con dos impactos por ensayo. Por otro lado, el estándar Snell M2010 se concentra en presentar ensayos exigentes para absorción de energía y penetración, resultado coherente con el objetivo principal del estándar. Por último, el estándar DOT FMVSS 218 es el menos exigente en términos generales para los ensayos en estudio.

El presente estudio es un aporte significativo al estudio sobre estándares de evaluación de cascos para motociclistas, en particular a la comparación entre los mismos. Las cifras y las conclusiones encontradas en este estudio son valores de ayuda tanto para diseñadores y productores de cascos, como para entidades reguladoras y supervisoras del mercado de cascos en cada país. Este trabajo puede ayudar a seleccionar qué tipos de estándares son aceptados, total o parcialmente, en algún país.

BIBLIOGRAFÍA

- COST, 3. (2001). Motorcycle Safety Helmets. Final Report of the Action, European Communities, Belgium.
- Fernandes, F. A., & Alves de Sousa, R. J. (2013). Motorcycle helmets-A state of the art review. *Accident Analysis and Prevention*, 1-21.
- Hume, A., Mills, N., & Gilchrist, A. (1995). Industrial head injuries and the performance of helmets. In: *Proceedings of IRCOBI Conference*, Switzerland.
- Lin, M., & Kraus, J. (2008). Methodological issues in motorcycle injury epidemiology. *Accident Analysis and Prevention*, 1653 -1660.
- Liu, B., Ivers, R., Norton, R., Boufous, S., Blows, S., & Lo, S. (2008). Helmets for preventing injury in motorcycle riders. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- Meyers, M. (1994). *A Dynamic Behavior of Materials*. New York: John Wiley & Sons.
- NHTSA. (2008). Occupant crash protection-Head Injury Criterion. Report No. FMVSS 208, Docket Number 69-7, Notice 17, US Department of Transportation.
- WHO. (2009). *Global Status Report on Road Safety: Time for Action*. Obtenido de The World Health Organization: www.who.int

ANEXO II

ERRORES E INCONSISTENCIAS DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4533 (primera actualización)

Fondo de Prevención Vial, Bogotá, Colombia
Andrés Felipe Ramírez López
MSc, en Ingeniería, área mecánica-dinámica de componentes mecánicos

A continuación se presentan los errores e inconsistencias de la Norma Técnica Colombiana 4355 primera actualización. Los errores e inconsistencias se basaron en problemas técnicos, y en problemas tipográficos y de redacción. Al final del presente anexo se ilustran algunos problemas generales de la norma, los cuales deben ser considerados para una futura corrección.

ERRORES TIPOGRÁFICOS Y REDACCIÓN

Numeral 5.1

“Los elementos de fijación de las viseras, visor y de las pantallas fijas en donde la protuberancia puede alcanzar 5 mm, si se separa fácilmente de la coraza bajo el efecto de un choque tangencial”

Comentario: En vez de “de las”, debería ser “de las”

Numeral 6.5

“la máxima desaceleración del punzón debe ser 300 g”

Comentario: En este caso se utiliza otro tipo de letra para denominar la gravedad al que aparece en la nota de pie de página de aclaración del uso de dicha sigla.

Numeral F2. 1

“La horma se puede rotar alrededor de una rotula central...”

Comentario: En vez de rotula debe ir rótula

Numeral F2. 1

“El transductor de desaceleración debe resistir 2000 g de impacto sin dañarse”

Comentario: La sigla para denotar la gravedad es diferente a la que se indica en la NOTA de pie de página.

Numeral F2.3

“El tope de acero plano tiene una área de impacto circular de 130 mm \pm 3 mm de diámetro, el tope hemisférico tiene una área de impacto de radio de 50 mm \pm 2 mm”

Comentario: Se debe escribir un área, no una área.

Comentario: Se entiende que el área es de 130 mm y de 50 mm, donde se debería entender que dichas medidas son del diámetro y del radio respectivamente.

Numeral F.3.1

“desde una altura establecida para producir una desaceleración de 306 g \pm 15 o 15 kN. Se registran como mínimo 3...”

Comentario: En el fragmento señalado no debería haber un punto seguido después de “15 kN”

Comentario: La sigla para denotar la gravedad es diferente a la que se indica en la NOTA de pie de página.

Numeral I.1

“na carga descendente es aplicada a las correas...”

Comentario: Debería ser “Una carga” en vez de “na carga”

Figura 10

Comentario: En vez de “Alustador” debería ser “Ajustador”

Numeral M.2

“..consiste de una lámina de acero horizontal y plana de al menos 25 mm de espesor.”

Comentario: En vez de como se presenta el fragmento anterior, debería ser redactado de la siguiente forma: “...consiste de una lámina horizontal plana de acero de al menos 25 mm de espesor.” En general hay que revisar muchos fragmentos como este que presentan el mismo problema.

ERRORES CONCEPTUALES

Numeral 5.4.1

“NOTA: El perímetro BB’ en el casco, es la línea donde la superficie exterior del casco intercepta un cono ZBB’ generado por la rotación de la línea ZB (véase la Figura 1) a través de 360 °C alrededor del eje coincidente con D eje vertical del casco.”

Comentario: Se está hablando de grados angulares, donde la expresión utilizada hace alusión a grados de temperatura. Se debe cambiar “°C” por “°”

Numeral 6.2.1

“La máxima desaceleración de la horma no debe exceder 15 kN o 306 g”

Comentario: Las unidades de N no son unidades de aceleración, puede asociarse a la fuerza ejercida por la desaceleración pero N no se puede comparar contra gravedades. Debe redactarse este párrafo para que no haya confusiones.

Numeral 6.3.2.1

“Los valores observados para la extensión dinámica y residual deben ser máximo de 32 mm y 26 mm respectivamente en el primer impacto y de 25 mm y 8 mm para el segundo.”

Comentario: La palabra extensión, ingenierilmente, es más comúnmente utilizada como elongación, y a lo que se refiere a extensión dinámica y residual es más comúnmente utilizada como elongación total y residual.

Numeral 6.3.4.1

“...el sistema no se debe liberar cuando una esfera rígida de 40 mm de diámetro haga presión con una fuerza de 100 N ± 5 N directamente en la línea de movimiento de esta parte”

Comentario: Cuando se refiere a una esfera rígida se debe especificar el material y la dureza del mismo, ya que la deformación de la misma hace variar la presión.

Numeral 6.4.1

“...no debe ser superior de 2,5 kN y su integral con el tiempo debe ser máximo de 12,5 N.s para cualquiera...”

Comentario: La integral no es con el tiempo, es en el tiempo. Es más fácil decir que el impulso asociado no debe ser mayor a 12,5 N.s

Numeral 6.6

“Las deformaciones producidas bajo carga deben ser máximo de 40 mm y las deformaciones permanentes con relación a las medidas iniciales no deben ser superiores a 15 mm...”

Comentario: La deformación es un concepto que no tiene unidades para indicar porcentualmente cuánto se elonga un material, o elemento, con respecto a su estado inicial. El término que se debería utilizar en este párrafo es de elongación.

Numeral F2.2

“El instrumento de medición debe ser capaz de medir fuerzas de 40 kN como máximo sin distorsión, en una frecuencia comprendida entre 10 Hz y 2 500 Hz, sin sufrir daños”

Comentario: Se debe mencionar a la incertidumbre del aparato en vez de referirse a “sin distorsión”, además se debe aclarar que la frecuencia que se nombra es la frecuencia de adquisición del instrumento, y se debería cambiar el término “sin sufrir daños”. Por otro lado, los términos de “sin distorsión” y “sin sufrir daños” están cambiados, el término “sin sufrir daños” debería hacer referencia a la carga máxima, y el término “sin distorsión” debería hacer referencia a la frecuencia de adquisición de la señal. En el texto están al contrario.

Numeral F.3.1

“desde una altura establecida para producir una desaceleración de 306 g ± 15 o 15 kN. Se registran como mínimo 3...”

Comentario: No se puede decir que 15 kN es una aceleración, este valor es una fuerza. Además, si se nombra la incertidumbre de la aceleración, debería nombrarse la incertidumbre de la fuerza.

Numeral F.3.4

“... se registra la desaceleración contra tiempo o la fuerza en kN.”

Comentario: Debería nombrarse qué fuerza es la que se mide, la máxima, la mínima, la RMS, o la fuerza en función del tiempo. Como está expuesto en el fragmento no se entiende qué debería registrarse para el caso de la fuerza.

Numeral G.2

“Dureza de la punta entre 45 Rockwell y 50 Rockwell.”

Comentario: Debería nombrarse la escala de la dureza de la punta, Rockwell A, Rockwell B o Rockwell C

Numeral I.1

“Las extensiones dinámicas y estáticas, así como el deslizamiento...”

Comentario: En los numerales anteriores “las extensiones dinámicas y estáticas” eran nombradas como “extensiones dinámicas y residuales”, se deberían utilizar siempre los mismos conceptos. Además, como ya se nombró, se debería decir “elongaciones totales y residuales”.

Numeral P.2

“(grupo Z, Dureza Shore 70 + 5 – 4).”

Comentario: Debería nombrarse la escala de la dureza, Shore A o Shore D.

COMENTARIOS

En varios planos, las unidades de longitud ni de ángulos son mostradas. Estas unidades deben quedar aclaradas al comienzo de la norma o expuesto en cada uno de los planos.

No se habla del mecanismo de inspección para encontrar las fallas, fracturas, rupturas u otros.

Se debe revisar la redacción de los numerales 6.3.4.3, 6.3.4.4 después de la NOTA 1, y 6.4.2.

En el Apéndice A no se mencionan los rangos de temperatura ni de humedad a los cuales se debe exponer la muestra.

Hay unos numerales en los apéndices que utilizan el punto después de la letra y en otros no, ej: F2 en vez de F.2.

En todo el texto, debería modificarse “extensión dinámica” por “elongación total”, y “extensión estática” por “elongación residual”. Los términos dinámicos y estáticos pueden ser muy confusos a nivel dinámico.

En la mayoría de apartes del texto no se especifica claramente el material que se necesita utilizar en los ensayos o en los aparatos para los ensayos.

El algoritmo presentado en el numeral N.2. no presenta claridad de cuándo se logra llegar al paso d, al parecer queda como un ciclo entre los pasos a, b, y c.

En algunas partes se menciona que los ensayos se realizan en condiciones ambientales, la presión, la humedad o la temperatura son importantes definir las para ser controladas.

ANEXO III

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES DE LAS MÁQUINAS Y CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS

EQUIPO DE *IMPACT TWIN WIRE*

Modelo: 100A – 1.000 kg

Dimensiones

Largo de la base: 0.98 m

Ancho de la base: 0.32 m

Altura: 5.58 m

Elementos utilizados para el ensayo de absorción de energía

Acelerómetro

Modelo: 44A_00_BCAB

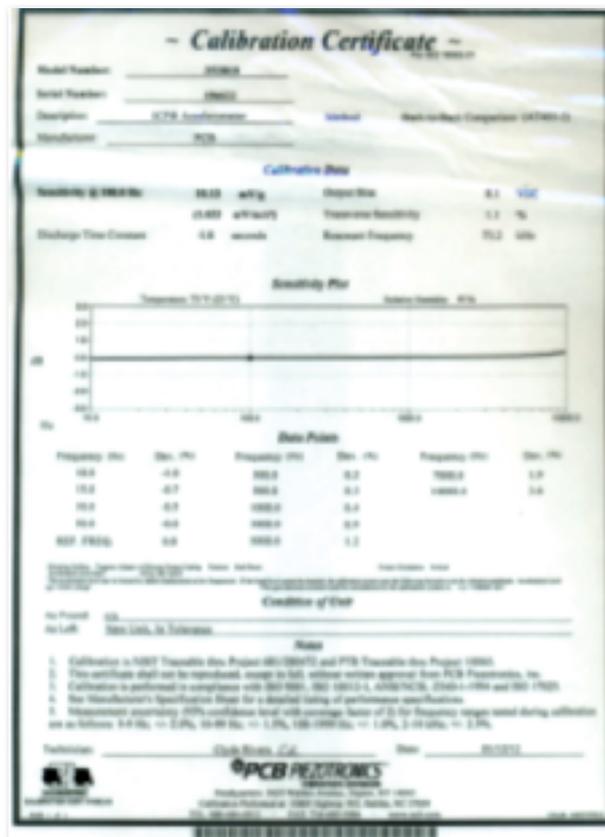
Rango de operación: ± 500 gravedades

Capacidad: 5.000 gravedades

Frecuencia natural: 72,3 Hz

Accesorios: cable de conexión, modelo 250_00_ACUA de conexión de 90°

Certificado de calibración:



Velocímetro

Dimensiones: alto 49 mm, ancho: 127 mm, ancho interno: 101 mm, largo: 154 mm, largo interno: 99 mm

Material: aluminio

Voltaje alto de salida: $5 \pm 0,2$ V

Voltaje bajo de salida: $0 \pm 0,2$

Repetibilidad: 0.005 ms

Precisión del sistema: 0.005 ms

Precisión de calibración: 0.001 ms

Certificado de calibración:

VELOCIMETER CALIBRATION REPORT

Customer Name: Coral Colombia S.A.
 Machine Number: 4475
 Calibration Date: May 28, 2012

Machine Number	Calibration Date	Calibrated By
4475	May 28, 2012	[Signature]
4475	March 28, 2012	[Signature]

Tope plano

Diámetro: 130 ± 3 mm

Espesor: 24 mm

Material: acero inoxidable

Certificado:

Certificate of Conformity
Flat Anvil

This machine has been produced with a fully automatic machining system (CNC) that creates the part in accordance with the standard.

Surface area: 130 ± 3 mm

Thickness: 24 mm

Item	Requirement	Actual	Acceptance
Surface area	130 mm	130 mm	OK
Thickness	24 mm	24 mm	OK

Company name: Coral Colombia S.A.

Machine used for inspection: CNC BROWN AND SHARPE
 SERIAL NUMBER: 1188-7182
 INSPECTION DATE: 28/05/2012

Topo hemisférico

Radio: 48 ± 1 mm

Material: acero inoxidable

Certificado:

FADEX

Certificate Of Conformity

Hemispherical Anvil

This machine has been produced with a fully automatic machining system (CNC) that creates the part in accordance with the standard



Serial Number: **C180143-02**
Manufacturing Date: **09/02/2012**

ITEM	REQUEST	TOLERANCE	ACTUAL
Radius Dimension	48 mm	± 0.05 mm	48.012 mm

Company name: Dexel Colombia S.A

MEASUREMENT FOR INSPECTION	DATE WHEN MADE
SERIAL NUMBER	1000 7100
INS. OPERATOR'S SIGNATURE	0000
INS. DATE/TIME (MM/YY)	09/02/12 09:00:00
INS. INSTRUMENT NO. (M)	1000 8100 0000

Approved by: 
Jonathan Yarnal

Elementos utilizados para el ensayo de penetración

Guía de impacto

Peso: 3.000 ± 25 g

Certificado:

FADEX

WEIGHT CERTIFICATE ACCORDING TO CUSTOMER REQUEST



Requested Weight: 3000 grams
Tolerance: ± 25 grams
Actual weight: **3000 g**
Manufacturing Date: 10/02/2012

Company name: Dexel Colombia S.A

Approved by: 
Jonathan Yarnal

Punzón:

- Dureza: $47.5 \pm 2,5$ Rockwell C
- Radio en la punta: 0.25 ± 0.1 mm
- Ángulo del punzón: $60 \pm 1^\circ$
- Certificado:



Elementos utilizados para el ensayo de protección de barbilla

Almohadilla

- Espesor: 1 in
- Diámetro: 6 in
- Dureza: 60 ± 2 Shore A
- Base: aluminio
- Diámetro de la base: 7,5 in
- Certificado:



Guía de impacto

Peso: 5.000 -0 + 200 g

Certificado:



EQUIPO PARA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RETENCIÓN

Modelo: 1001_00_ROMC

Sujetador de *Headform*: 360°

Dimensiones

Largo: 0.56 m

Ancho: 1.04 m

Altura: 1.98 m

Peso: 72.5 kg

EQUIPO PARA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE RETENCIÓN

Modelo: SB141

Dimensiones

Largo: 0.6 m

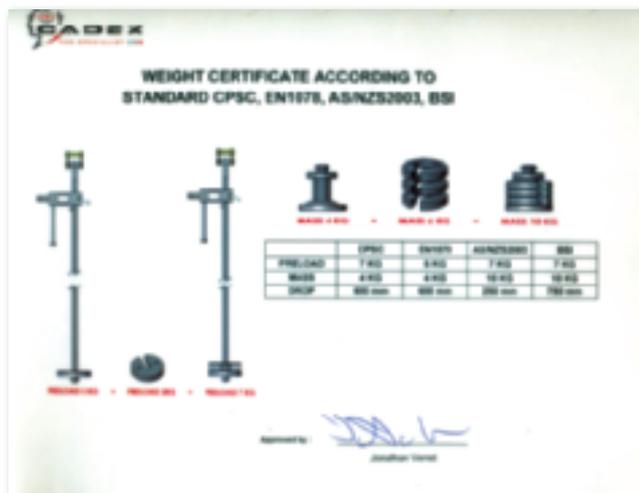
Ancho: 0.48 m

Altura: min: 1.82 m; máx: 2.06 m

Peso: 72.5 kg

Elementos utilizados para el ensayo de resistencia del sistema de retención

Guía de impacto



PROTOCOLO DE PRUEBAS

1. Compra de los cascos: se deben comprar 7 cascos por cada referencia para realizar los ensayos
2. Recepción y verificación de cada referencia de cascos, mediante el formato No. FO-LB-001
3. Etiquetado de cada casco.
 - Se realiza una etiqueta para cada referencia y cada casco, la cual contiene:
 - Marca, referencia, número de identificación de cada casco, fecha, tipo de acondicionamiento para la realización de las pruebas y código de barras.
 - Las etiquetas de los cascos se colocan en la parte lateral de cada uno para una fácil visualización.
4. Traslado de los cascos a la bodega de almacenamiento.
 - Una vez etiquetados los cascos, se procede al traslado de cada casco a la bodega de almacenamiento, la cual se encuentra dotada de *racks* etiquetados con la referencia y número de cada uno de estos.
 - Diligenciamiento del formato No. FO-LB-002 de traslado de los cascos.
 - La bodega está totalmente acondicionada para este fin, con las condiciones de almacenamiento adecuadas a temperatura ambiente no controlada.
5. Traslado de los cascos de la bodega de almacenamiento al laboratorio de cascos, y diligenciamiento del formato No. FO-LB-002 de traslado de los cascos.
6. Acondicionamiento y realización de las pruebas de ensayo de cada casco.
 - Se realiza el acondicionamiento para cada casco, el cual se encuentra detallado en la etiqueta que tiene cada uno de estos.
 - La definición y procesos de las pruebas se encuentran detallados en el capítulo 4 del documento.
7. Registro fotográfico y de video de las pruebas de ensayo.
 - Se realiza un registro fotográfico y/o de video de cada prueba sobre cada referencia de cascos, evidenciando estado inicial y final después de los ensayos.
 - Los archivos quedan ubicados en el computador del laboratorio, así como una copia magnética queda archivada y registrada en el archivo de la empresa.
8. Registro y recolección de datos.
 - Se registran y se recolectan los datos obtenidos sobre cada uno de los cascos de acuerdo con el ensayo realizado.
 - Se registran todos los datos y aspectos relevantes de las pruebas en el formato de recolección de datos.
 - El registro fotográfico se realiza antes (vista superior; frontal, laterales y posterior) y después de realizado el ensayo, todo esto para evidenciar los daños en las zonas impactadas.
 - La ruta de los registros tanto fotográfico como de video es la siguiente:
C:\Cadex\Impact\Test
9. Traslado de los cascos del laboratorio de cascos a la bodega de almacenamiento nuevamente.
 - El traslado de los cascos queda registrado en el formato No. FO-LB-002 y archivado en la carpeta AZ, la cual se encuentra ubicada en el laboratorio de cascos.
10. Custodia y preservación de los cascos.
 - Se hace la respectiva custodia y preservación de los cascos hasta el final del proyecto y durante un año más, y entregado a disponibilidad según las instrucciones del cliente. De acuerdo a esto si no hay comunicación del cliente se procede a la destrucción de las muestras después del tiempo acordado.

CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS

De las 36 referencias estudiadas en este proyecto, se muestran a continuación las características de cada una de ellas.

MARCA/MODELO	SCB HELMET/MS	AIROH HELMET / SPEED FIRE	FRM/5960
Criterio			
Referencia en la base	20	21	23
Tallas	Medium	Medium y extralarge	Extralarge
Material de coraza	No específica	Polímero	Polímero
Peso (g)	1.170	1.400	1.400
Normatividad	NTC	ECE 2205	DOT
Tipo de casco	Integral	Integral	Integral
País de procedencia	No específica	Italia	No específica
Precio	45.000	215.000	42.000
Interior removible	Sí	Sí	Sí
Ventilación	Visor y cabeza	Visor y cabeza	Visor y cabeza
Cotas	158-144-54	12-140-35	18-148-67
Almacén de compra	Chalecos Leo	Bermotos	Distrifábrica Ramírez
Dirección	Cra. 15 No. 16 - 09	Av. Carrera 19 No. 134 - 15	Calle 17 No. 14 - 20
Tipo de sitio	Calle	Almacén	Almacén

MARCA/MODELO	MRH HELMETS/F669	LAR/Z21	ROCKET FORCE/S-23
Criterio			
Referencia en la base	31	32	38
Tallas	X-Extralarge y extralarge	X-Extralarge, extralarge y small	X-Extralarge, extralarge y small
Material de coraza	ABS	No específica	No específica
Peso (g)	1.820	1.195	1.195
Normatividad	DOT	NTC	NTC
Tipo de casco	Abatible	Integral	Integral
País de procedencia	China	Colombia	Colombia
Precio	179.500	47.300	47.300
Interior removible	Sí	No	No
Ventilación	Visor y cabeza	Visor y cabeza	Visor y cabeza
Cotas	16-148-64	13-147-44	13-147-44
Almacén de compra	Cascos LAR	Cascos LAR	Cascos y Chalecos Pater
Dirección	Av. 1 Mayo No. 28-85 sur	Av. 1 Mayo No. 28-85 sur	Calle 63 No. 24-50
Tipo de sitio	Almacén	Almacén	Almacén

MARCA/MODELO	KTC GROUP/DOBLE VISOR	ICH HELMETS/K12(1)	SHAFT/SH370 TECHNO 3
Criterio			
Referencia en la base	39	A01	A02
Tallas	Medium	Large y medium	Large y medium
Material de coraza	ABS	ABS	ABS
Peso (g)	1.205	982	1.365
Normatividad	No específica	No específica	ECE 2205
Tipo de casco	Abatible	Integral	Abatible
País de procedencia	China	China	No específica
Precio	57.000	52.000	75.000
Interior removible	Sí	Sí	Sí
Ventilación	Visor y cabeza	Cabeza	Visor y cabeza
Cotas	13-142-62	14-140-45	14-141-35
Almacén de compra	Moto Impacto	Cascos LAR	Escape W
Dirección	Av. 1 Mayo No. 27 - 32	Av. 1 Mayo No. 28-85 sur	Calle 17 No. 14- 42
Tipo de sitio	Calle	Almacén	Calle

MARCA/MODELO	SHAFT/SH1100	INDUCASCO/EKO 21(1)	XECURO/XC825
Criterio			
Referencia en la base	A04	A05	A08
Tallas	Extralarge y large	No específica	Medium
Material de coraza	ABS	No específica	ABS
Peso (g)	1.450	732	1.026
Normatividad	ECE 2205	No específica	No específica
Tipo de casco	Integral	Integral	Integral
País de procedencia	No específica	Colombia	No específica
Precio	110.000	18.000	25.000
Interior removible	Sí	No	No
Ventilación	Visor y cabeza	Visor	Visor
Cotas	16-142-68	13-141-26	16-143-75
Almacén de compra	JLC S.A.S.	Moto Accesorios	Free Style Store
Dirección	Av. 1 Mayo No. 29-09	Av. 1 Mayo No. 25-49	Carrera 15 No. 17 A - 04
Tipo de sitio	Calle	Calle	Almacén

MARCA/MODELO	AKT/FF-26	XECURO/XC825	ECO/EKO 21(2)
Criterio			
Referencia en la base	A10	A08	A12
Tallas	Extralarge y large	Small, extra small y large	No específica
Material de coraza	No específica	ABS	No específica
Peso (g)	1.380	1.169	743
Normatividad	DOT	No específica	No específica
Tipo de casco	Integral	Integral	Integral
País de procedencia	China	No específica	Colombia
Precio	64.000	48.000	23.000
Interior removible	Sí	Sí	No
Ventilación	Visor y cabeza	Visor y cabeza	Visor
Cotas	14-151-58	16-143-75	13-140-26
Almacén de compra	Alkosto	Free Style Store	Tapicería y Taller de Motos Johan
Dirección	Cra 30 No.10-67	Carrera 15 No.17 A -04	Carrera 15 No.17 A -20
Tipo de sitio	Almacén	Almacén	Calle

MARCA/MODELO	JC HELMETS/FIRE	HJC HELMETS/CS-R1	SKULL/SKULL
Criterio			
Referencia en la base	A13	A14	A15
Tallas	Extralarge, large y medium	Extralarge y large	Large y medium
Material de coraza	ABS	ABS	ABS
Peso (g)	1.375	1.587	1.596
Normatividad	No específica	DOT	DOT
Tipo de casco	Abatible	Integral	Integral
País de procedencia	No específica	China	China
Precio	68.000	170.000	155.200
Interior removible	Sí	Sí	Sí
Ventilación	Visor y cabeza	Visor y cabeza	Visor y cabeza
Cotas	13-140-43	16-159-55	15-159-56
Almacén de compra	Free Style Store	Eurocascos	Multimotos S.A.S.
Dirección	Carrera 15 No. 17 A -04	Calle No. 14-51	Calle 72 No. 25-16
Tipo de sitio	Almacén	Almacén	Almacén

MARCA/MODELO	CMS HELMETS/AKITA	MATTOTO/MOTTOTO	SHAFT/SH 205
Criterio			
Referencia en la base	A16	A18	A20
Tallas	X-Extralarge	No específica	Small y large
Material de coraza	Polímero	No específica	ABS
Peso (g)	1.540	742	1.000
Normatividad	ECE 2205	No específica	No específica
Tipo de casco	Integral	Abierto	Abierto
País de procedencia	Portugal	No específica	No específica
Precio	210.000	40.000	69.000
Interior removible	Sí	No	Sí
Ventilación	Visor y cabeza	Cabeza	Cabeza
Cotas	15-146-59	18-137-26	17-128-34
Almacén de compra	Bermotos	Manufacturas Johan Bags	JG Motos
Dirección	AV. Carrera 19 No. 134 - 15	AV. Caracas No. 17-83	Carrera 15 No. 17-18
Tipo de sitio	Almacén	Calle	Calle

MARCA/MODELO	RISK HELMETS/V21	SPARK HELMETS/SP 990	TECH HELMETS/TECH 17 SCORPION
Criterio			
Referencia en la base	A21	A22	A23
Tallas	Medium y large	Medium y large	Medium
Material de coraza	ABS	ABS	No específica
Peso (g)	1.712	1.450	981
Normatividad	DOT	DOT	No específica
Tipo de casco	Abatible	Abatible	Integral
País de procedencia	No específica	China	No específica
Precio	90.000	90.000	52.000
Interior removible	Sí	Sí	No
Ventilación	Visor y cabeza	Visor y cabeza	Visor
Cotas	15-162-40	14-160-64	15-132-50
Almacén de compra	Tapicería y taller de motos Johan	Confecciones Maker	JLC S.A.S.
Dirección	Carrera 15 No. 17 A 20	Cra. 24 No. 63 B -13	AV 1 de Mayo No. 29-09
Tipo de sitio	Calle	Calle	Calle

MARCA/MODELO	ICH HELMETS/ICH 370	ICH/BOOST	MT/MR 58 DEFENDER
Criterio			
Referencia en la base	A24	A25	A27
Tallas	Extralarge, large y medium	Large	Small
Material de coraza	ABS	ABS	ABS
Peso (g)	1.425	1.338	1.500
Normatividad	No específica	DOT	ECE 2205
Tipo de casco	Abatible	Abatible	Integral
País de procedencia	China	No específica	España
Precio	48.000	55.000	260.000
Interior removible	Sí	Sí	Sí
Ventilación	Visor y cabeza	Visor y cabeza	Visor y cabeza
Cotas	13-141-51	13-147-66	13-154-67
Almacén de compra	Accesorios Nancy	Moto Rocket	Bermotos
Dirección	Av. 1 de Mayo No. 29-83	Av. Caracas No. 17-47	Av. Carrera 19 No. 134-15
Tipo de sitio	Calle	Calle	Almacén

MARCA/MODELO	IBOR/AB111	SPD/SPD	SUOMY IDEAL/J00
Criterio			
Referencia en la base	A29	A36	A37
Tallas	Medium y large	No específica	Small, medium, large y extralarge
Material de coraza	ABS	No específica	ABS
Peso (g)	1.328	697	1.050
Normatividad	No específica	No específica	INTI
Tipo de casco	Abatible	Integral	Abierto
País de procedencia	No específica	No específica	Argentina
Precio	68.000	19.000	190.000
Interior removible	Sí	No	Sí
Ventilación	Visor y cabeza	Visor	Visor
Cotas	12-154-44	13-130-58	17-147-50
Almacén de compra	Fabricamos y Diseñamos	Punto Naranja	Bermotos
Dirección	AV. Caracas No. 17-37	AV. Caracas No. 17-47	AV. Carrera 19 No. 134 15
Tipo de sitio	Calle	Calle	Almacén

MARCA/MODELO	ZEUS HELMET/508	ICH HELMETS/K 12 (2)	NOLAN/N 104
Criterio			
Referencia en la base	A39	A40	19
Tallas	Medium y extralarge	Extralarge	Medium y extralarge
Material de coraza	ABS	ABS	N/A
Peso (g)	1.780	983,4	1.640
Normatividad	ECE 2205	No específica	ECE 2205
Tipo de casco	Abatible	Integral	Abatible
País de procedencia	Taiwan	China	Italia
Precio	240.000	55.000	950.000
Interior removible	Sí	No	Sí
Ventilación	Visor y cabeza	Cabeza	Visor y cabeza
Cotas	13-154-82	14-141-44	17-148-66
Almacén de compra	Distrifábrica Ramírez	Distrifábrica Ramírez	Eurocross
Dirección	Calle 17 No. 14-20	Calle 17 No. 14-20	Carrera 7 No. 84-91
Tipo de sitio	Almacén	Almacén	Almacén

MARCA/MODELO	RISK HELMETS/No 688	TECH HELMETS/AUTECO 115	TECH HELMETS/TECH 17 (SPD 108)
Criterio			
Referencia en la base	13	12	3
Tallas	Medium y extralarge	Extralarge	Medium y extralarge
Material de coraza	ABS	ABS	N/A
Peso (g)	1.780	983,4	1.640
Normatividad	ECE 2205	No específica	ECE 2205
Tipo de casco	Abatible	Integral	Abatible
País de procedencia	Taiwan	China	Italia
Precio	240.000	55.000	950.000
Interior removible	Sí	No	Sí
Ventilación	Visor y cabeza	Cabeza	Visor y cabeza
Cotas	13-154-82	14-141-44	17-148-66
Almacén de compra	Belmotos	Motos del Camino	Belmotos
Dirección	AV. Carrera 19 No. 134-15	Calle 76 A No. 93 A -03	AV. Carrera 19 No. 134-15
Tipo de sitio	Almacén	Almacén	Almacén

Bibliografía

Normas y reglamentos técnicos

BSI	6658
DOT	FMVSS 218
FIA	8860:2004
ISO/IEC	17000:2004
	Guía 65
	Guía 67
NTC 4533	4533:2003
	5239:2004
SNELL M2010	Standard for protective headgear: 2010
UNECE	R22

Artículos, estudios y cartillas

Akerlof, George A., *The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism*. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 84, No. 3 (Aug., 1970), pp. 488-500.

CFPV, Primer Estudio de Comportamiento y Seguridad Vial, junio de 2010.

F. A. O Fernandes y R. J. de Sousa, *Motorcycle helmets – A state of the art review*. Accident analysis and prevention University of Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal, 7 march 2013.

HOANG y otros, *The cost of traumatic brain injury due to motorcycle accidents in Hanoi, Vietnam*, BioMed Central Ltd., 2008.

Ipsos Napoleón Franco. Estudio del uso del casco en motociclistas, agosto de 2011.

Madriñán Rivera, Ramón, *Mapa general y estado del arte en la regulación de productos para la seguridad vial*, Corporación Fondo de Prevención Vial, Bogotá D.C., marzo 1 de 2011.

NHTSA, *How to identify unsafe motorcycle helmets*, DOT HS 907 880, revisada, septiembre 2004.

Notice of Proposed Rulemaking on Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS) No. 118, Docket No. NHTSA-2008-0157. RIN 2127-AK15. 2008.

NEIMANN, *Motorcycle helmets laws: the facts, what can be done to jump-start helmet use, and ways to cap the damages*, diciembre, 2004.

OMS y otros, *CASCOS: Manual de Seguridad Vial para quienes Toman Decisiones y Practicantes*, Ginebra, 2006.

Organización Panamericana de la Salud, 2008. Tomado de "Cascos, OMS" pág. XV.

PTB, *La infraestructura de la calidad en casi 5 minutos*, 2009, Braunschweig, Alemania.

PTB, *Reglamentos Técnicos, recomendaciones para su elaboración y control*, julio de 2009.

THOM, *Comparison tests of motorcycle helmets qualified to international standards*, California, 2006.

Fuentes legales nacionales y extranjeras

Constitución Política de Colombia

Congreso Col. Ley 155 de 1959, Ley 769 de 2002, Ley 1239 de 2008.

CONPES 3446 de 2006.

Consejo de Estado Sala de lo Contencioso Administrativo, Sentencia No. 5458 de Sección Primera, 10 de agosto de 2000. Consejero ponente: Manuel Santiago Urueta Ayola.

CAN. Decisión Andina 419 de 1997, Decisión Andina 562 de 2003.

Gob. EE.UU. 49 CFR Partes 101 A 571.

Gob. Nacional. Decreto 2153 de 1992, Decreto 1112 de 1996, Decreto 2053 de 2003, Decreto 210 de 2003, Decreto 2373 de 2008.

MTR. Resolución 1737 de 2004.

OMC. AOTC, 1993.

Principales fuentes electrónicas

www.gov.uk/motorcycle-helmet-law

www.euroncap.com/

www.nhtsa.dot.gov/

www.test.de

www.safecar.gov/

www.latinncap.com/

www.co.vlex.com/

www.onac.org.co/

www.mincomercio.gov.co/

www.eur-lex.europa.eu/

www.unece.org/trans/main/welcwp29.htm?expandable=99

www.exporthelpdesk.eu/

www.ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/documents/directives/index_en.htm

Glosario

Norma técnica: De conformidad con lo establecido en el AOTC se considera una norma técnica o estándar al documento aprobado por una institución de normalización, previo proceso de discusión amplio y transparente que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, y cuya observancia no es obligatoria. Las normas técnicas también pueden incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción, o tratar exclusivamente de ellas⁵¹. Desde una perspectiva técnica, si el referente es certificable se le denomina norma técnica; si no es certificable, se le denomina guía técnica. A los proyectos finales de normas y guías técnicas que han pasado por el trabajo del grupo de expertos pero que no han sido objeto de consulta pública se les denomina especificaciones normativas disponibles. Es posible expedir reglamentos técnicos con base en especificaciones normativas disponibles.

Obstáculos técnicos al comercio: Los obstáculos técnicos al comercio son unas de las barreras no arancelarias de orden técnico que pueden afectar las exportaciones. Es posible encontrar barreras no arancelarias de orden técnico en varias de las etapas del proceso de importación, pero en sentido estricto, según lo establecido en el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio, los obstáculos técnicos al comercio, a veces mencionados como “OTCs”, se presentan sobre los bienes importados (no sobre la importación de servicios), cuando una norma o reglamento técnico discrimina en contra de un producto extranjero o cuando se considera que la regulación o estándar es innecesario, porque no se justifi-

ca expedir o mantener el reglamento o norma técnica del producto o los requisitos y procedimientos de evaluación establecidos en estos resultan excesivos en relación con el interés legítimo a proteger (salud, seguridad, ambiente, etc.) y, por lo tanto, son consideradas como medidas restrictivas del comercio.

Procedimiento de evaluación de la conformidad: El AOTC define procedimiento de evaluación de la conformidad como todo procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen las prescripciones pertinentes de las normas o reglamentos técnicos, esto es, la demostración de que las prescripciones específicas relativas a procesos, productos, sistema, persona u organismo se cumplen⁵². Los procedimientos de evaluación de la conformidad serán obligatorios si hacen parte de un reglamento técnico o han sido referenciados por este. De otra parte, serán voluntarios si hacen parte de una norma técnica o han sido referenciados por esta.

Reglamento técnico: EL AOTC define reglamento técnico como el documento (ley, decreto, resolución, directiva o cualquier otro tipo de documento jurídico) en el que se establecen las características de un producto o los procesos y métodos de producción con ellas relacionados, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables, y cuya observancia es obligatoria. Un reglamento técnico también puede incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción, o tratar exclusivamente de ellas⁵³. Es importante señalar que para el AOTC es irrelevante el tipo de documento legal en el que esté contenido el reglamento técnico.

51. Véase AOTC.

52. Según el AOTC, la evaluación de la conformidad se define como: “*Todo procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen las prescripciones pertinentes de los reglamentos técnicos o normas.*” Ver OMC, AOTC, Parágrafo 3. Según la ISO, la evaluación de la conformidad es: “*La demostración que prescripciones específicas relativas a procesos, productos, sistema, persona u organismo se cumplan.*” Ver ISO/IEC 17000:2004(E): Evaluación de la Conformidad – Vocabulario y Principios Generales, Cláusula No. 2.1.

53. AOTC.

