

## DISEÑO DE UN NUEVO CASCO PROTECTOR TIPO JET DE CARACTERÍSTICAS AVANZADAS

José Valeriano Álvarez Cabal

*Francisco Ortega Fernández*

Marcos Cueto Cuiñas

*José Manual Mesa Fernández*

Universidad de Oviedo

### **Abstract**

The protection of the head from impact injuries has led to an important technological development. In the case of motorbike and moped users, there exists a growing concern regarding the high number of fatalities and injured people involved in accidents. Current data gathered in official accident statistics are extremely alarming in a global scope; motorbike users in the EU are 2% of the driving population, but represent 17% of the fatalities.

This paper develops a new openface or jet type safety helmet, with a deployable security system for user's head protection and retention. The advantages offered by jet helmets are a better peripheral visibility, lightness, compactness, can be easily transported and stored, fresher due ventilation and are easier to wear on and off, even more for those users wearing facial accessories. Furthermore, there is a very important qualitative factor that explains the preference by the users for this type of helmets, related to its aesthetic design and how it looks like. This new product includes a deployable protection system for the jawbone, which is specially affected in openface helmet's impact events. After patenting, the product is currently in licensing process.

**Keywords:** *Helmet; Product design; Safety*

### Resumen

La protección de la cabeza frente a lesiones en caso de impacto ha motivado un importante desarrollo tecnológico. En el caso de los usuarios de motocicletas, el elevado número de víctimas y accidentes es causa de creciente preocupación. Las estadísticas actuales de accidentes son extraordinariamente alarmantes: en la UE, a pesar de que los motoristas sólo representan el 2% del total, suponen el 17% de los accidentes mortales.

Esta comunicación presenta el desarrollo de un nuevo casco protector tipo Jet o abierto, que comprende un sistema de retención y protección de la cabeza del usuario. Las ventajas del empleo de un casco abierto son mejor visibilidad periférica, ligereza, tamaño más reducido, facilidad de transporte y almacenamiento, mejor ventilación y sencillez en su uso, sobre todo para usuarios con accesorios faciales. Además existe un factor cualitativo importante que explica la preferencia por este tipo de cascos, relacionado únicamente con su apariencia y diseño estético. El casco presenta como novedad un sistema de protección que se despliega en caso de accidente, protegiendo la mandíbula, lugar donde se produce el mayor daño en este tipo de cascos. Actualmente se encuentra en proceso de licencia tras la concesión de la patente.

**Palabras clave:** *Casco; Diseño de producto; Seguridad*

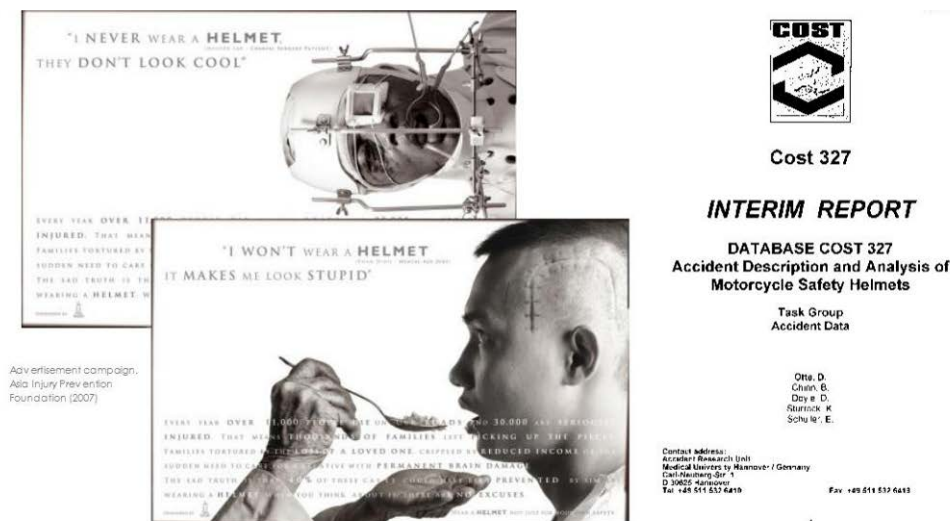
## 1. Introducción

Existe una preocupación palpable en la Administración Pública, y entre los propios usuarios de motocicletas por el elevado número de víctimas y lesionados en accidentes de circulación en los que intervienen motocicletas o ciclomotores. Las estadísticas de mortalidad reflejan claramente este problema. Así, los usuarios de la vía pública que circulan en moto y ciclomotor en la Unión Europea sólo representan el 2% del total, pero sufren el 17% de los accidentes mortales. Mientras, el parque de motocicletas y ciclomotores sigue incrementándose, lo que hace que este problema sea creciente. Estos datos, sobradamente conocidos, son el punto de partida de muchas investigaciones ligadas con la mejora de la seguridad de los motoristas. El incremento de usuarios de motocicletas en la UE ha sido del 34% entre 2001 y 2007 (DGT 2008). El aumento de usuarios de este tipo de vehículos se puede explicar por las múltiples razones y ventajas que ofrecen, entre las que se encuentran las más prácticas como, por ejemplo, la disminución de los problemas de tráfico y aparcamiento en las ciudades y la economía de estos vehículos frente a los coches. Los gobiernos de varias naciones incluso han modificado sus reglamentos para facilitar el acceso de este tipo de vehículos a un espectro más amplio de la población, como es el caso de varios países europeos donde con la misma licencia para conducir coches se pueden conducir motos de incluso 125 c.c. sin necesidad realizar exámenes adicionales de habilidad sobre el vehículo de dos ruedas.

La incidencia de las lesiones mortales en la cabeza es del 50% y en el 35% de los accidentes se origina un impacto principal directo en la zona mandibular. (COST 2008)

La protección de esta parte de la cabeza es fundamental debido a que la colisión fronto-lateral es el tipo de accidente más frecuente (40% en ciclomotores y 32% en motocicletas). (DGT 2010)





Figura 1: Lesiones debidas a falta de casco (estudio)



La protección de la cabeza frente a lesiones de impacto ha motivado un desarrollo tecnológico por parte del ser humano que puede remontarse hasta la prehistoria, con la aparición de cascos con propósitos militares, estando, en la actualidad, presente en numerosos campos de actividad. El diseño del casco debe combinar el valor principal, que es la protección ante el impacto con otros, como la facilidad de uso, la comodidad a la hora de realizar ciertos trabajos y la estética.

La estética se puede convertir en un factor muy relevante en la adquisición de un casco de protección para un motorista, influyendo, a veces, más que la propia seguridad. Se pueden distinguir varios tipos de cascos orientados hacia los motociclistas, mostrándose en la tabla 1:

**Tabla 1. Tipos de casco**

| Tipo de casco  | Nivel de protección  |
|--|--|
|  <p>Retro / half helmet</p>   | Deja la cara y buena parte de los laterales y parte trasera de la cabeza desprotegida. El ajuste no es eficaz. Se puede considerar que ofrece un grado de protección muy baja.                 |
|  <p>Jet o abierto</p>         | Son ligeros y sencillos de poner y quitar, pero presentan lagunas en su seguridad ya que no protegen la cara y la mandíbula (los que disponen de visera solventa parcialmente esa deficiencia) |
|  <p>Modular o convertible</p> | La mentonera es un módulo desplazable hacia arriba, dejando la cara despejada. Son muy pesados y para circular deben tener la mentonera enclavada abajo, cubriendo la cara.                    |
|  <p>Casco integral</p>       | El grado de protección es muy bueno.   |

Los cascos más seguros son los cascos integrales, pero, dejando aparte el precio, existen factores como la comodidad de uso y la estética que hacen que no sean usados universalmente.

La dificultad de ponerse y retirar el casco integral es la característica que hace de los cascos jet o retro una opción a considerar. En la actualidad, existen cascos modulares (o incluso multimodulares) que facilitan este proceso. Éstos constan de varios módulos desplazables y permiten, mediante una bisagra, levantar el visor y la mentonera para dejar al descubierto la cara del usuario convirtiéndose así en un casco abierto. Sin embargo, casi la totalidad de los modelos de casco modular no están homologados para circular con la mentonera levantada, con lo que en la práctica, su uso en carretera es como el del casco integral.

En cuanto a la estética, se puede reconocer que cada tipo de motocicleta conlleva un estilo que define el tipo de casco, tal como se refleja en la tabla 2:

**Tabla 2. Relación estética entre tipo de moto y tipo de casco**

|                    |       |                |
|--------------------|-------|----------------|
| Deportiva/Aventura | Retro | Urbano/Scooter |
|--------------------|-------|----------------|



Casco integral



Casco Jet



Casco Jet

Dividir los usuarios en deportivos, retro y urbanos es una simplificación. Y del mismo modo lo es asignar un único tipo de casco a cada uno de ellos. Pero es indudable que muchos motociclistas no se sienten cómodos con un casco que no se “corresponde” con su tipo de motocicleta o con el estilo de uso. Y el casco integral ofrece una imagen deportiva que enlaza con las motocicletas de gran cilindrada, dando la impresión de “excesiva” para un scooter de carácter urbano o una moto clásica.

Por ello, el número de usuarios de cascos tipo jet es muy importante. Este tipo de casco deja al descubierto al menos la parte frontal de la cabeza, incluyendo los ojos, la cara y la mandíbula. Algunos autores incluyen dentro de este tipo de casco otras variantes, como los que además dejan descubiertos los laterales de la cabeza incluyendo las orejas y la parte de la nuca (llamados Half Helmet).

Los cascos tipo Jet tienen, además, una serie de ventajas pues ofrecen una mejor visibilidad periférica, suelen ser más ligeros, tienen un tamaño más reducido, se transportan y almacenan con facilidad, ventilan mejor y son mucho más sencillos de poner y retirar, sobre todo para los usuarios con accesorios faciales como gafas, ya que no necesitan quitarlas para introducir la cabeza en el casco.

El principal inconveniente de los cascos tipo Jet es la falta de protección de la cara del usuario en caso de impacto frontal o fronto-lateral, que en general, acarrea traumatismos muy graves o faltales en la mandíbula o maxilares. En un accidente con un impacto violento frontal o fronto-lateral el casco abierto además apenas retiene la cabeza dentro de los límites de la carcasa, lo cual produce un desalojo de la cabeza del usuario que se proyecta hacia delante o hacia abajo e impacta contra el visor o contra el objeto de impacto. Este hecho se ve agravado cuando el usuario no fija correctamente la correa por debajo de la barbilla o la lleva aflojada, lo que ocurre con mucha frecuencia y reduce considerablemente la eficacia del casco.

La norma europea ECE R 22-05 ya toma en cuenta la protección maxilar. Se pide una prueba de impacto sobre la mentonera para evaluar la protección de la mandíbula en caso de golpe. Una letra P indicada en el casco revela que responde al nivel de protección requerido. En caso contrario figuran las siglas NP, lo que, sin embargo, no impide que el casco pueda estar homologado.

## 2. Planteamiento

El problema es conocido e importante, y el desafío planteado es diseñar un casco que mantenga las ventajas del casco jet abierto, evitando las deficiencias planteadas.

- El conocimiento personal de parte de los intervinientes en el proceso como usuarios fue muy importante para enfocar con rapidez el diseño.

Se plantearon como requisitos funcionales

- El casco debía mejorar la protección de un casco jet
- En particular, deberá garantizar una protección en la mandíbula suficiente para poder superar la homologación P de acuerdo con la ECE-R 22-05
- La usabilidad del casco debería ser la misma que la del casco jet no siendo advertibles diferencias en cuanto a su uso por el motorista, lo cual incluye una autolimitación en cuanto al uso de fuentes de energía consumibles (pilas, baterías, etc.
- La solución no debería ofrecer limitaciones a la adecuación estética del casco

Como referentes se mantuvieron los criterios de ANESDOR (Asociación Nacional de Empresas del Sector de las DOs Ruedas), que marca como requisitos adicionales a la homologación, los siguientes:

- Debe cubrir la frente por encima de las cejas
- No debe moverse ni caer sobre los ojos del conductor ni presionar la frente
- No debe obstaculizar la visión periférica del conductor
- No debe presionar las gafas ni reducir la visión de los motoristas que llevan gafas
- Debe proporcionar la máxima comodidad con una fijación adecuada

Las ideas e invenciones generadas serán valiosas si pueden estar legalmente protegidas de la forma más adecuada. Dependiendo de las características de la idea innovadora, existe un régimen legal específico con sus características particulares, adecuado para la protección de dicho intangible.

La figura de protección de la propiedad industrial más completa es la patente, que protege productos o procedimientos nuevos en los que concurren las características de novedad mundial, actividad inventiva y aplicabilidad industrial.

Por ello, como requisito adicional, se busca un grado de novedad mundial y actividad inventiva respecto a todo estado de la técnica conocido, tal que permita la obtención de una familia de patentes multiterritorial válida, sobre el desarrollo efectuado.

### 3. Aproximaciones existentes

La revisión de los desarrollos existentes muestra diversas opciones para la protección de lesiones de mandíbula o maxilares en diversos tipos de casco, entre las que se encuentran:

**Airbags.** Se basan en el empleo de dispositivos desplegable de airbag en diversos tipos de casco para la protección de la cabeza del usuario. Los desarrollos existentes ofrecen soluciones para la protección frontal de la cabeza. Son desarrollos para cascos integrales ya que la utilización únicamente de dispositivos de airbag en cascos abiertos es inviable dado que las bolsas son muy flexibles, no permanecen infladas en el tiempo, o se rasgan a causa del golpe o la fricción con el objeto de impacto, como puede ser el asfalto. Por ejemplo, APC Systems que incorpora un airbag a modo de collarín cervical (denominado Electronic Neck Brace). La gestión del dispositivo se realiza por una pequeña centralita colocada en el portacascos de la moto o bajo el sillín de la moto que necesita una fuente de energía asociada.

**Figura 2: Electronic Neck Brace**



**Protectores fijos.** Existen soluciones basadas en la inclusión de un refuerzo fijo en la zona de la barbilla (también llamado mentonera) como la recogida en la patente DE102005006078A1, de forma parecida a los cascos deportivos de rugby. Aunque algunas de estas invenciones indican que el refuerzo es removible y el tipo de casco es abierto, para que el casco ofrezca la protección de la zona maxilar éste debe estar siempre fijado a la carcasa. A efectos prácticos este tipo de invenciones no dejan de ser algo parecido a un casco integral con una zona de visión más amplia, con lo que se mantienen algunos de los inconvenientes de este tipo de cascos, como la imposibilidad de introducir la cabeza sin retirar las gafas o que, para ofrecer una buena retención de la cabeza en caso de accidente, se necesiten carrilleras que ocupan gran parte de la cara, lo que afecta a la estética, ligereza y practicidad del conjunto.

Dentro de los cascos con protectores fijos destaca el modelo de la casa Schubert, que esta dotado de mentonera ajustable, aunque como se puede advertir en las imágenes siguientes, el efecto estético es claramente mejorable y la facilidad de uso es discutible.

**Figura 3: Casco convertible con mentonera**



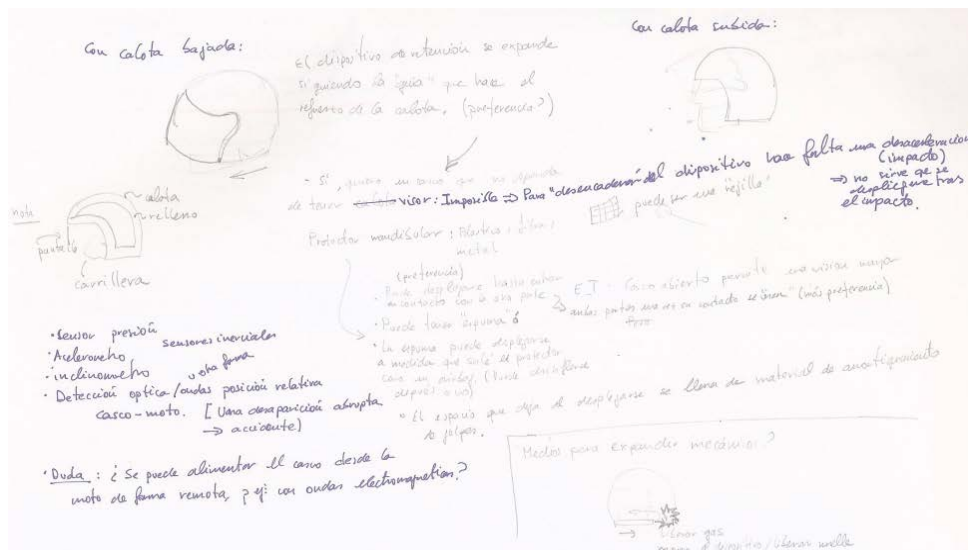
#### 4. Proceso de diseño

El proceso de elaboración de la solución pasó por cuatro etapas:

- Estudio del estado del arte donde se revisan las aproximaciones existentes
- Generación de las soluciones de trabajo .Inicialmente, se trabajó en esta etapa con un equipo muy reducido de dos personas que después fue apoyado por el resto en la generación y afinado de ideas concretas. Se intentó facilitar la inmediatez entre el planteamiento y la evaluación de las ideas, por lo que se trabajó con croquis o esquemas.

**Figura 4: Esquemas utilizados en la generación de soluciones**





- Adaptación a los requisitos de diseño. Una vez esbozada la solución se paso a definirla utilizando herramientas informáticas de diseño (AutoCad, Inventor, Ansys).
- Protección de la invención mediante la solicitud de la patente de invención.

Figura 5: Esquema del proceso de diseño



## 5. Resultado de diseño

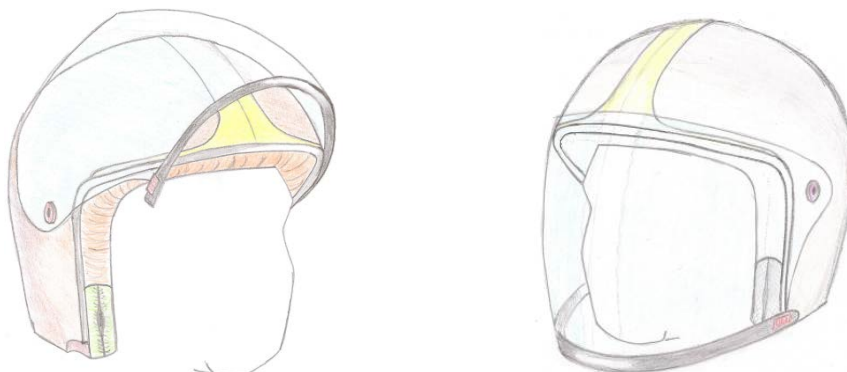
El enfoque del problema debe centrarse en la protección de la mandíbula. Para mantener las cualidades de comodidad del casco Jet, la protección solo debe aparecer en el momento en que sea necesario, estando integrada durante el uso normal del casco hasta proyectarse cuando sea realmente útil.

La solución propuesta incluirá los siguientes elementos:

- Una carcasa exterior que cubre el cráneo del usuario.

- Un visor abatible que protege los ojos, la cara y la mandíbula total o parcialmente.
- Un sistema de protección y retención desplegable alojado en la parte interior o en la exterior de la carcasa que a su vez comprende al menos dos protectores rígidos o semirígidos que se despliegan tras un impacto y retienen y protegen la cabeza del usuario.
- Unos medios de transmisión de la variable de impacto del visor al sistema de protección y retención.

**Figura 6: Elementos del casco**

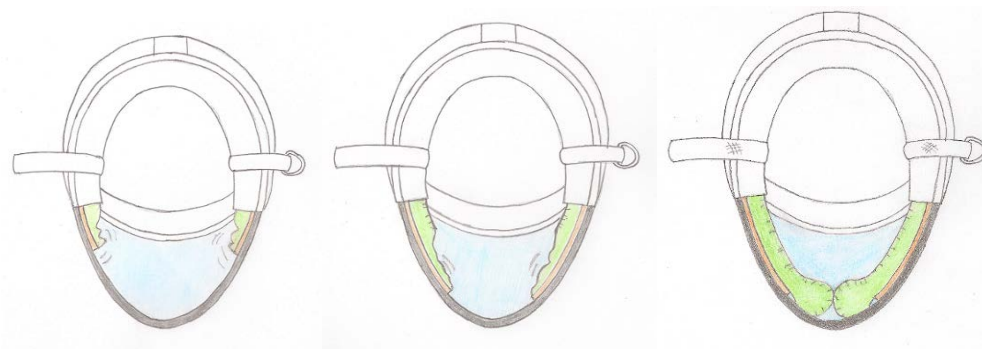


El casco puede incluir un relleno protector y/o un relleno de confort en el interior de la carcasa. El visor, preferentemente puede ser de policarbonato o de polimetilmetacrilato, también conocido como PMMA, o de un multicapa de materiales. El visor puede disponer de una pequeña barra-guía en la parte inferior que conduce al protector durante su despliegue. La guía, además de conducir el protector, puede asumir funciones de resistencia ante el impacto.

El sistema de protección comprende dos protectores alojados en los laterales de la carcasa que se despliegan súbitamente hacia delante tras un impacto.. Los protectores no sólo retienen la cabeza del usuario e impiden que se produzca un desalojo de la misma en un accidente, sino que también protegen de laceraciones, golpes o heridas las zonas que cubren al asumir funciones de resistencia estructural. El sistema de protección además comprende unos medios de amortiguamiento entre el protector y la cabeza del usuario. Los medios de amortiguamiento reducen las consecuencias del impacto y la desaceleración súbita que sufre la cabeza del usuario hasta valores aceptables en la norma.

**Figura 7: Despliegue de los elementos de protección**





Al igual que los medios de amortiguamiento que se inflan o se inyectan, los protectores deben desplegarse a la velocidad adecuada para poder retener y proteger la cabeza del usuario en un impacto.

Los medios de amortiguamiento pueden ser una espuma proyectada instantáneamente sobre los protectores a medida que se van desplegando, aunque preferiblemente son unas bolsas inflables que también se despliegan súbitamente mediante tecnología airbag. Así se garantiza la función resistente, asumida por los protectores, y la función de amortiguamiento, asumida por las bolsas.

Un sistema de disparo que comprende un gatillo activado por la presión del visor durante un impacto, acciona los medios de transmisión que liberan energía e impulsan el despliegue de los medios de amortiguamiento y los protectores. Aunque se han propuesto y protegido varios medios de transmisión, que incluyen bieletas, resortes o elementos elásticos que al liberarse por el sistema de disparo impulsan y despliegan los protectores, se prefiere la utilización de sistemas de inflado ultrarrápido tanto para las bolsas inflables como para los protectores. En este caso, el diseño de los protectores es determinante para acoplarlo al sistema de inflado.

**Figura 8: Elementos del casco jet propuesto**

A

B

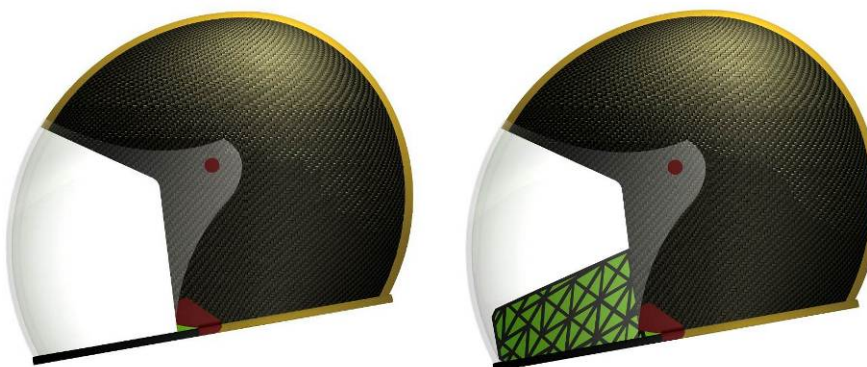
La Fig. 8 muestra una vista general del casco protector en el que los medios de amortiguamiento (5), son específicamente una bolsa inflable sobre el protector (3). En la Fig. 8 A se puede ver el visor (2) cerrado y con una barra-guía (4) en su parte inferior en la forma

normal de uso, con los protectores (3) plegados dentro de la carcasa (1). Además se pueden ver unos medios de inflado (7) de una bolsa inflable (5). Los medios de inflado (7) también suministran compresión a un conjunto de cilindro y pistón neumático, que a su vez puede estar formado por los propios protectores. El casco también dispone de unos medios de disparo, marcados como S, que activan los medios de inflado (7) después de detectar la sobrepresión desarrollada en un evento de accidente. En la Fig. 9 B se puede ver el casco protector tras una colisión y con los protectores (3) desplegados reteniendo y protegiendo la cabeza del usuario. Sobre los protectores (3) se muestra la bolsa (5) ya inflada a través de los medios de inflado (7) y que se ha ido inflando a medida que el protector (3) se despliega en el impacto. El disparador S ha enviado una señal a los medios de inflado (7) que ha desencadenado el inflado de la bolsa y la salida repentina del protector (3). Las flechas con la cola partida indican el movimiento del visor (2) y del protector (3) durante el impacto. Todo el proceso de despliegue ha prescindido del empleo de medios electrónicos y por lo tanto de fuentes de energía eléctrica.

El hecho de que los protectores se encuentren recogidos en la carcasa durante el uso normal del casco, permite que este elemento de seguridad sólo se utilice en caso de ser necesario, manteniendo la abertura del casco despejada. En otros cascos las carrilleras son elementos fijos que entorpecen su puesta y utilización, además de molestar al usuario al presionar la cara constantemente. Esto permite fabricar cascos de diversos estilos y que se ponen fácilmente, incluso con gafas u otros complementos faciales como pendientes.

En la figura 9 se muestra el diseño final del casco en su uso normal y con las protecciones desplegadas

**Figura 9: Diseño del casco**



## 6. Conclusiones

Las lesiones por impacto mandibulares son muy frecuentes en los accidentes de motocicletas. El uso de cascos abiertos no es adecuado para evitarlas, pero presenta ventajas en su uso que hacen difícil su sustitución por alternativas más seguras.

Se propone un diseño de casco que incorpora un sistema de protección mandibular que se despliega sólo en caso de impacto, y sin necesidad de fuentes adicionales de energía para su plena eficacia al contrario que otros sistemas existentes hasta la fecha.

Mediante la selección adecuada de los materiales que componen el sistema se obtiene un producto sin un incremento de peso apreciable respecto a otros cascos, como por ejemplo los modulares o los integrales, por lo que mantiene su usabilidad.

Se conserva una tipología del casco con gran demanda por parte de los usuarios, a la vez que se incrementa su seguridad, y se mantiene su usabilidad: confort, ventilación, estética, compacidad, y empleo de accesorios faciales.

El diseño ha cumplido los requisitos de patentabilidad (novedad, actividad inventiva y aplicación industrial) respecto a sus antecedentes, lo que se ha certificado en el Informe del Estado de la Técnica y en el International Search Report emitidos por las oficinas de búsqueda nacionales e internacionales; además se le ha concedido la Patente Española con examen previo y se ha internacionalizado la protección mediante la vía PCT.

## 7. Referencias

(ANESDOR 2010) – Asociación Nacional de Empresas Sector dos Ruedas – Observatorio Estadístico.

(COST 98) Otte, D, Chinn, B, Doyle, D, Sturrock, K, Schuller, E . Interim report Database COST 327 - Accident Description and Analysis of Motorcycle Safety Helmets. COST 327 Accident Data Task Group. May 1998

(DGT 2008)– Ministerio del Interior Balance Seguridad 2008, Informe Accidentabilidad 2009.

(DGT 2010)– Ministerio del Interior Anuario General4, Evolución Seguridad Observatorio Nacional de Seguridad Vial. Plan se Seguridad Vial de motos.

### **Correspondencia** (Para más información contacte con):

Francisco Ortega Fernández  
Phone: + 34 98 5104272  
Fax: + + 34 98 5104256  
E-mail: [secre@api.uniovi.es](mailto:secre@api.uniovi.es)  
URL: <http://www.api.uniovi.es>