

PROTOCOLOS DE ENSAYO ATEB: UN PASO MÁS EN LA FORMACIÓN ON LINE

María del Mar Colás¹, Lucía Miranda², Daniel Andaluz³

¹ Cepsa Comercial Petróleo, Madrid, España. marimar.colas@cepsa.com

² Repsol, Madrid, España, marialucia.miranda@repsol.com

³ ATEB, Madrid, España, gerencia@ateb.es

Resumen

Para poder evaluar una característica de un producto es importante disponer de metodologías que describan el proceso a seguir para determinar ese requisito técnico concreto. Para ello se dispone de normas sobre “métodos de ensayo”, elaboradas por organismos acreditados para ello y obtenidas, de forma consensuada, a partir del trabajo en los Comités Técnicos, de expertos con la cualificación adecuada para su redacción y validación.

En concreto para los materiales bituminosos, en España hay expertos técnicos que participan en los grupos de trabajo del Comité CEN/TC 336 sobre ligantes bituminosos donde se elaboran las normas europeas EN, que describen no sólo las especificaciones de los productos, sino también las metodologías a emplear para analizarlos y comprobar sus características.

Aunque los métodos de ensayo recogidos en normas EN describen detalladamente el proceso de realización de los ensayos, en ocasiones, en una misma norma, se incluyen diferentes alternativas a elegir, en función de variables como el tipo de producto, el equipamiento a utilizar, etc. Esto genera situaciones ambiguas en las que se pueden hacer interpretaciones diferentes por parte de cada técnico, que se traducen en diferencias grandes entre los resultados obtenidos por cada laboratorio. Para evitar estas situaciones resulta necesario acotar el procedimiento de ensayo concretando aspectos particulares que permitan asegurar una buena repetibilidad y reproducibilidad en los resultados obtenidos aplicando dichos métodos.

Con este objetivo y como apoyo al de grupo de formación, dentro del Comité Técnico de ATEB y, en particular, desde el grupo de trabajo de normalización (GT1), se ha llevado a cabo la elaboración de una serie de protocolos de ensayo que complementan a las normas de ensayo empleadas para la caracterización de las emulsiones bituminosas, en los que se describe, de una manera más detallada, la metodología a seguir para asegurar una adecuada precisión de los resultados obtenidos.

Palabras Clave: Método de ensayo, norma, protocolo y precisión.

9 Antecedentes

En ATEB creemos que los equipos técnicos de laboratorios y empresas constructoras deben disponer del conocimiento y formación necesarias para la ejecución exitosa de su trabajo y por ello hemos destinado cada vez más esfuerzos a la formación de nuevos profesionales en el ámbito de las emulsiones bituminosas. Desde sus inicios en 2002, ATEB ha venido realizando Jornadas Formativas de carácter eminentemente técnico, en las que se informa al sector de las buenas prácticas en el empleo de las emulsiones bituminosas y sus técnicas de pavimentación, así como de las novedades que se han ido produciendo. En línea con este objetivo, ponemos a disposición del sector de la pavimentación de carreteras, una amplia documentación técnica a través de las herramientas más actuales (página web y redes sociales)

Así mismo, ATEB desarrolla acciones formativas específicas sobre emulsiones bituminosas y las técnicas de pavimentación que conllevan el empleo de tales productos, en las que tradicionalmente participan estudiantes, profesionales del sector, gestores de carreteras y demás actores implicados. Estas jornadas se vienen realizando de forma sistemática adicionalmente a la Jornada Nacional de ATEB que se celebra con carácter bienal.

A pesar de todo esto, hoy, más que nunca, preocupa que el empleo de las emulsiones bituminosas se realice sin el conocimiento adecuado de estos productos y de las técnicas asociadas, ya que, sólo haciendo el trabajo correctamente se lograrán los objetivos previstos y sólo los éxitos en el empleo de las emulsiones permitirán un crecimiento sostenido en su empleo que vuelva a posicionar a las emulsiones en los primeros puestos del ranking mundial, como hace una década. Por el contrario, los errores que se puedan cometer por el incorrecto empleo y control de las emulsiones bituminosas en la ejecución de las obras, serán por seguro fracasos que desalentarán en la continuidad de su empleo y plantearán dudas a quienes las quisieran incluir en nuevos proyectos, pudiendo llegar a desestimarse el empleo de técnicas que son soluciones eficaces y sostenibles para muchas carreteras, especialmente aquellas pertenecientes a la red de baja intensidad de tráfico.

La formación es el mejor remedio para paliar la falta de conocimientos que, por su parte, puede generar inseguridad y errores en la aplicación, difíciles de corregir a posteriori.

Desde ATEB creemos que debemos estar preparados para una nueva etapa donde la formación es esencial para lograr un crecimiento adecuado y sostenido que permita ir cosechando seguridad en el empleo de las emulsiones, tanto en las técnicas en frío como templadas, y éxitos en obra, que alimenten su empleo en un amplio abanico de soluciones de pavimentación, adecuadas a cada necesidad.

Esta nueva etapa, que se inició hace ya casi tres años, pretende alcanzar a todos los técnicos interesados en el conocimiento detallado de los métodos de ensayo que actualmente aplican a las emulsiones bituminosas. La herramienta que se ha desarrollado para ello son los Protocolos de Ensayo ATEB, que constituyen guías útiles para el conocimiento *on line* de la metodología de ensayo descrita en las normas UNE-EN correspondientes, que se ve completada por ilustraciones y videos explicativos de los ensayos.

10 Los métodos de ensayo

Los métodos de ensayo son documentos que describen las etapas a seguir para la determinación de un valor o resultado de una característica o requisito técnico. Este valor o resultado puede referirse a una propiedad ya sea cuantitativa o cualitativa. Estos documentos existen para determinar una propiedad de cualquier producto o servicio y, con su aplicación, es posible contrastar los resultados obtenidos frente a unas especificaciones, asegurando de esta forma, el cumplimiento de unos requisitos definidos en base a los cuales se considera que el producto o servicio es adecuado para un uso previsto.

2.1 ¿Cómo se elaboran los métodos de ensayo en Europa?

Los métodos de ensayo no son elaborados de una manera individual sino de forma consensuada por personal técnico y experto con experiencia en el conocimiento de las características de los productos.

Para los materiales bituminosos y en concreto las emulsiones bituminosas, los métodos de ensayo se elaboran en Comités de Normalización Europeos regidos por la Reglamentación de Productos de la Construcción UE 305/2011[1][. Estos Comités están formados por representantes técnicos y expertos de diferentes disciplinas en función del tipo de producto, donde cada uno de ellos expone los criterios relevantes de los productos que se disponen en su país y a partir de ello se elabora un documento consensuado que pueda ser empleado por cualquiera de los países.

El empleo de estas normas consensuadas, en lo referente a métodos de ensayo, permite su empleo para determinar las propiedades de los productos de cualquier país de la Unión Europea así como la libre comercialización de los mismos entre todos los países que conforman la Unión, basada en el Mercado CE que garantiza un mismo “idioma técnico” en los países europeos.

10.2 Funcionamiento de los Comités de Normalización

Los Comités de Normalización europeos están organizados en grupos de trabajo específicos constituidos por representantes de todos los países de la Unión Europea que utilizan los diferentes

productos. Los integrantes de dichos grupos de trabajo son expertos técnicos y experimentados en los temas que se tratan en cada comité.

El trabajo principal consiste en que cada miembro expone los productos que maneja y las metodologías que se aplican en cada uno de sus países. Después del análisis de los mismos la decisión de la redacción de una norma es consensuada finalmente por todos los países y su empleo se traslada a la norma de especificaciones de producto.

En el caso particular de las emulsiones bituminosas este trabajo se lleva a cabo en el grupo de trabajo WG-2 que pertenece al CEN/TC 336 sobre ligantes bituminosos. Dado que son muchos los aspectos concretos que se pueden aplicar en cada caso y variadas las tipologías de productos a emplear en cada país en función de las condiciones y características de su red de carreteras, es necesario en algunas ocasiones, recopilar en un solo método de ensayo diferentes acciones, procesos o equipamientos con el objetivo de que todo esté incluido en un mismo documento y se pueda generar una norma armonizada.

Estos métodos de ensayo analizados y consensuados en los grupos de trabajo finalmente son elevados al Comité de Normalización donde, tras ser auditados, son finalmente aprobados para su publicación de manera oficial, y comunicación a todos los países miembros para su trasposición al idioma nacional y empleo.

Debido a que estas normas de ensayo recogen en ocasiones información que, puede ser opcional, resulta conveniente, especialmente en algunos casos, disponer de documentos complementarios a las normas generales, que permitan describir de una manera detallada el proceso a seguir para determinar una propiedad concreta a nivel nacional, y para ello se han elaborado los protocolos de ensayo que describe este documento.

11 Objetivo de los métodos de ensayo

El objetivo de los métodos de ensayo no es otro que valorar una propiedad para cualquier tipo de producto o servicio de forma confiable. Su empleo va a permitir conocer una característica cuantitativa o cualitativa, a partir de un valor obtenido aplicando una determinada metodología. Posteriormente los datos obtenidos se tendrán en cuenta para analizar el cumplimiento de una serie de requisitos o especificaciones y asegurar que el empleo de un producto es adecuado para el uso previsto.

En cualquier faceta de nuestra vida y para la comercialización y uso de cualquier producto, previamente se han tenido que comprobar sus propiedades, que habrán sido evaluadas aplicando una metodología determinada, a partir de la cual se ha obtenido un resultado conforme con respecto a una determinada especificación. Esto permite que ese producto sea considerado óptimo para su empleo.

En el caso que nos ocupa en esta comunicación, los productos a los que se refiere son las emulsiones bituminosas, que son empleadas en diferentes técnicas y aplicaciones en la construcción de carreteras. Estos productos están regulados a partir de una norma europea armonizada que es la UNE EN 13808 [2], en la que se definen una serie de características que se deben evaluar empleando para ello métodos de ensayo que se encuentran normalizados también a partir de normas UNE EN donde, en cada una de ellas, se describen operativas específicas en función del tipo de característica a determinar.

Es fundamental, para asegurar un buen resultado con la aplicación de un método de ensayo, que la metodología sea lo más detallada posible con el objetivo de que los datos que se obtengan sean reproducibles tanto en el mismo laboratorio que los ejecuta, como en su comprobación entre laboratorios diferentes. Así mismo, también es deseable que los valores obtenidos sean repetibles, para asegurar en todo momento una adecuada calidad en los resultados.

Un método poco definido, conduce a interpretaciones diferentes que pueden afectar al resultado obtenido y con ello a problemas a la hora de comparar los valores frente a unas especificaciones

concretas afectando por tanto a la consideración de pasa o no pasa frente a un requisito, lo que, en algunos casos, puede llevar a problemas, ya no solo a nivel de la toma de decisión sobre su empleo, sino también a situaciones que pueden implicar efectos legales.

3.1 Estructura de un método de ensayo

La estructura que debe contemplar un método de ensayo por lo general está normalizada y en ella se deben incluir todos los epígrafes necesarios que describan la información más completa, tanto sobre el alcance como los elementos empleados en la ejecución del método de ensayo y sobre todo el procedimiento empleado. En general la estructura de un método de ensayo contempla los siguientes epígrafes:

- **Objeto y campo de aplicación:** En este apartado se describe información sobre los tipos de productos para los cuales se aplica el método de ensayo así como cuál es el objetivo del mismo. Una descripción detallada de este apartado permite conocer para que producto se puede emplear.
- **Principio del método de ensayo:** En este apartado se ha de describir de la manera más detallada posible, el alcance del método de ensayo, describiendo aspectos como el tipo de producto sobre el que se puede emplear, información sobre el rango de un determinado parámetro, etc. Un ejemplo de ello podría ser, en la determinación del contenido de ligante, describir a partir de qué concentración, el método presenta una adecuada fiabilidad para su determinación.
- **Definiciones:** Es importante definir una serie de términos que permiten la interpretación adecuada de algunos aspectos relacionados en el propio método.
- **Equipamiento:** En este apartado se procede a describir todo el equipamiento incluyendo dentro de éste reactivos, materiales y equipos empleados para el desarrollo del ensayo. En la enumeración de todos ellos no sólo es necesario indicar la identificación del equipo, reactivo o material empleado sino que también hay que definir las características de los mismos. En el caso de un equipo, es fundamental conocer aspectos como la precisión requerida o incluso su resolución, o para los reactivos, su riqueza o la pureza adecuada para su empleo.
- **Procedimiento:** En este apartado se describe con el mayor grado de detalle el proceso que se ha de seguir para la ejecución del ensayo. En el mismo, se describen paso a paso todas las etapas que comienzan con la preparación de las muestras, el equipamiento a emplear en cada una de ellas, etapas de acondicionamiento, información sobre los datos a obtener en las diferentes medidas ejecutadas para ser consideradas posteriormente en la realización de los cálculos, etc.
- **Cálculos:** En este epígrafe se describen todas las operaciones y cálculos necesarios a realizar a partir de los datos obtenidos en las operaciones desarrolladas durante el análisis de las muestras, aplicando la metodología descrita a lo largo del procedimiento. Los cálculos y operaciones se deberán realizar teniendo en cuenta la precisión representativa del método y las características del tipo de producto ensayado.
- **Informe de ensayo:** Apartado que describe la información relevante y necesaria que se debe aportar obtenida de la aplicación de la metodología de la norma o método de ensayo. Es importante ser metódico y preciso a la hora de reflejar esta información en un documento escrito.
- **Precisión:** El contenido que incluye este epígrafe corresponde a la definición de los resultados obtenidos en los estudios de repetibilidad y reproducibilidad a lo largo del estudio del método de ensayo aplicado a un producto. Esta información es de vital importancia tenerla en cuenta de cara a evaluar la idoneidad o no de un resultado frente a un valor de especificaciones.

Todos los epígrafes descritos conforman el método de ensayo que será la referencia para determinar una propiedad de un producto. El contenido de cada método de ensayo debe ser evaluado y consensuado por parte de Comités de expertos con conocimientos y experiencia suficiente que permita conseguir resultados con la precisión adecuada del producto.

3.2 Validación de un método de ensayo

Disponer de un método de ensayo y seguir las indicaciones del mismo, no es garantía suficiente de asegurar que los resultados obtenidos reflejan las características del producto para una propiedad.

Para asegurar que la información que se obtiene aplicando el método de ensayo es real del producto, es fundamental proceder a la validación del método de ensayo que según su definición corresponde a lo indicado en la norma ISO/IEC 17025 [3] para la calidad de los laboratorios y que la define como:

Validación: confirmación, mediante el examen y el aporte de evidencias objetivas, de que se cumplen los requisitos particulares para un uso específico previsto.

Este proceso se desarrolla en dos fases. Por un lado, en el propio laboratorio, para evaluar los posibles errores que se pueden producir en la realización de los ensayos analizando las dispersiones que puedan proceder de los equipos o incluso por los propios operadores, complementados además con la realización de los mismos ensayos con otros laboratorios para analizar dichos errores.

Este proceso de validación permitirá definir el alcance del método y su robustez determinando parámetros de precisión realizando medidas en condiciones de repetibilidad y reproducibilidad.

Para llevar a cabo la validación es necesario el empleo de un método de ensayo lo más detallado posible de manera que se puedan acotar todas las posibles variables que a lo largo de la realización del ensayo se puedan suceder. Cuanto más definida se encuentre la metodología, mejor se podrá evaluar los posibles errores relacionados con el método, poder corregirlos y establecer medidas para que la influencia en el método de ensayo sea mínima.

Igualmente el análisis de estos errores habituales en cualquier método de ensayo, son analizados y tenidos en cuenta para la estimación final de la incertidumbre del método de ensayo, valor específico y propio de cada laboratorio.

Dada la importancia de disponer de un método de ensayo riguroso y bien definido, es importante disponer de protocolos de ensayo que complementan aspectos que en algunas normas no se encuentran tan definidos. Por ello, el trabajo realizado desde ATEB con la elaboración de estos documentos, que permiten no solo describir de una manera más detallada la metodología de ensayo, sino que además puede ser empleada en la organización de Round Robin, proceso cada vez más empleado para definir la precisión de un método.

12 Protocolos de ensayo

Los protocolos de ensayo de ATEB son documentos que vienen a complementar las normas de ensayo a las que se refieren y que corresponden a diferentes métodos de ensayo empleados para la caracterización de las emulsiones bituminosas.

El objetivo que se ha perseguido en su elaboración no ha sido otro que describir de una manera más detallada la metodología de ensayo a seguir, centrándose en la aplicación de la metodología más adecuada a la experiencia, equipamiento y productos existentes a nivel nacional. De este modo se pretende asegurar una adecuada precisión de los resultados obtenidos.

Por otro lado, estos protocolos de ensayo sirven, y se han utilizado con este fin, para definir claramente los métodos de ensayo que describen las normas, eliminando la posibilidad de empleo de

condiciones de ensayo diferentes entre los laboratorios, lo que resulta necesario siempre que se lleven a cabo ensayos interlaboratorios.

En el grupo de trabajo de normalización de ATEB (GT1), se ha llevado a cabo desde el año 2016 hasta la fecha, la elaboración de cinco protocolos de ensayo. Los primeros en realizarse fueron los correspondientes a los métodos de ensayo que miden las propiedades esenciales de las emulsiones como son el comportamiento a la rotura según la norma UNE EN 13075-1 [4], el tiempo de fluencia según la norma UNE EN 12846-4 [5] y la adhesividad según la norma UNE EN 13614 [6]. Posteriormente se elaboraron otros que corresponden a requisitos técnicos relevantes para las emulsiones como el contenido de ligante según la norma UNE EN 1431[7] y la tendencia a la sedimentación norma UNE EN 12847 [8]. Así pues se dispone ya en la web de ATEB de los siguientes protocolos de ensayo:



DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ROTURA DE LAS EMULSIONES BITUMINOSAS CATIONICAS
UNE-EN 13075-1:2009

| | | |
|-------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Rev. 01 | Rev. 0 | |
| Fecha: Junio 2018 | Redactado UTE ATEB | Aprobado COMITÉ TÉCNICO ATEB |

Página 1 de 1

Protocolo del valor de rotura de las emulsiones bituminosas catiónicas, según la norma UNE-EN 13075-1



DETERMINACIÓN DE LA ADHESIVIDAD DE LAS EMULSIONES BITUMINOSAS POR INMERSIÓN EN AGUA
UNE-EN 13614:2011

| | | |
|------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Rev. 02 | Rev. 0 | |
| Fecha: Septiembre 2018 | Redactado UTE ATEB | Aprobado COMITÉ TÉCNICO ATEB |

Página 1 de 1

Protocolo de adhesividad de las emulsiones bituminosas según la norma UNE-EN 13614



DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FLUENCIA DE LAS EMULSIONES BITUMINOSAS POR MEDIO DE UN VISCOSÍMETRO DE FLUJO
UNE-EN 12846-1:2011

| | | |
|--------|-----------|----------|
| Rev. 1 | | |
| Fecha: | Redactado | Aprobado |

Página 1 de 1

Protocolo de viscosidad de las emulsiones bituminosas según la norma UNE-EN 12846-1

| | | |
|---|-----------------------|---------------------------------|
| <p>DETERMINACIÓN POR DESTILACIÓN DEL LIGANTE RESIDUAL Y DEL FLUIDIFICANTE EN LAS EMULSIONES BITUMINOSAS UNE-EN 1431:2009</p> | | |
| PT-03 | Rev. 0 | |
| Fecha: Junio 2017 | Redactado GTL ATEB | Aprobado COMITÉ TÉCNICO ATEB |
| Página 1 de 7 | | |

| | | |
|--|-----------|----------|
| <p>DETERMINACIÓN DE LA TENDENCIA A LA SEDIMENTACIÓN DE LAS EMULSIONES BITUMINOSAS UNE-EN 12847:2009</p> | | |
| Rev. 1 | | |
| Fecha: | Redactado | Aprobado |
| Página 1 de 6 | | |

Protocolo del ensayo de destilación de emulsiones bituminosas, según la norma UNE-EN 1431

Protocolo de sedimentación de las emulsiones bituminosas, según la norma UNE-EN 12847

Figura 1. Formato de los protocolos de ensayo elaborados por ATEB

Dada la buena aceptación por parte del sector de estos protocolos de ensayo (algunos de ellos han sido visualizados más de 3000 veces), durante el año 2019 se han continuado trabajando en la elaboración de otros que son los siguientes:

- Determinación del contenido de agua en las emulsiones bituminosas por , según la norma UNE-EN 1428 [9]
- Determinación, mediante tamizado, de la cantidad de partículas de ligante no emulsionado correctamente presente en las emulsiones bituminosas, según la norma UNE-EN 1429 [10]
- Recuperación del ligante residual de las emulsiones bituminosas obtenido por evaporación y por estabilización, según las normas UNE-EN 13074-1[11] y UNE-EN 13074-2 [12], respectivamente

El objetivo final es disponer de protocolos de ensayo para todas y cada una de las normas de ensayo UNE-EN [2] que están recogidas en la norma de especificaciones de emulsiones catiónicas UNE-EN 13808.

Cada uno de estos protocolos sigue una estructura similar a la de los propios métodos de ensayo pero su contenido está simplificado al máximo. Se incluye:

- 1.- Objeto y campo de aplicación
- 2.- Definiciones
- 3.- Principio del método
- 4.- Equipamiento
- 5.- Procedimiento de ensayo
- 6.- Contenido del Informe de ensayo
- 7.- Precisión
- 9.- Consideraciones a la norma

Los protocolos suelen incluir fotografías ilustrativas de los aspectos más relevantes a tener en cuenta en la preparación del ensayo y adicionalmente, en la página web de ATEB es posible encontrar videos, a modo de ejemplo, del procedimiento de ejecución del ensayo descrito en el protocolo y que pueden ser descargados de la página web de ATEB (www.ateb.es)

Cabe destacar entre ellos el protocolo para la determinación del índice de rotura (visualizado más de 3700 veces) pues este ensayo no sólo evalúa una propiedad esencial de la emulsión bituminosa catiónica sino que además el resultado del ensayo condiciona la nomenclatura del producto.

Si tenemos en cuenta la subjetividad en la determinación del punto final del ensayo que se recoge en el método: *Se considerará la rotura o punto final del ensayo cuando se forme una “bola” o “masa” más o menos compacta que ofrece cierta resistencia al movimiento de la espátula, desprendiéndose del fondo del recipiente*, se hacía necesaria la redacción de un protocolo de ensayo que ofreciese información adicional y que sirviese a los técnicos para ayudar a la interpretación de la norma y para mejorar la precisión de los resultados.

Así pues, dicho protocolo incluye una serie de fotografías, que no están en la norma UNE-EN 13075-1 [4] y que son un apoyo en la realización del ensayo. Estas fotografías pueden verse a continuación en la figura 1



Figura 2. Evolución típica del ensayo de índice de rotura. Instantes iniciales, mitad de ensayo y finalización.

Estas fotografías han sido tomadas en distintos momentos del ensayo de una emulsión de rotura lenta donde la formación de la “bola” o “masa” es muy clara y se desprende fácilmente de las paredes del recipiente. Sin embargo hay emulsiones, sobre todo aquellas que tienen fluidificante, donde la rotura no es tan clara debido a que el fluidificante no reacciona con el filler adicionado a la masa de la emulsión. En estos casos, es posible apreciar líquido en el recipiente y el punto final del ensayo puede ser difícil de detectar. Para ayudar en su identificación, en la página web de ATEB se pueden encontrar vídeos de este ensayo realizados con emulsiones de distintos comportamientos de rotura.

Gracias a estas herramientas, protocolos de ensayo, fotografías y videos se ha conseguido generar conocimiento desde ATEB, así como la implicación y trabajo del equipo de técnicos que colaboran en el GT1 y que lo han hecho posible. No obstante, el éxito de estos protocolos de ensayo se han visto influenciados por la situación mediática que existe donde la formación on line es cada vez más utilizada y el hecho de haber podido acercar la misma al usuario interesado en ello, a través de la comunicación digital y la difusión de estos protocolos de ensayo a través de las redes sociales (Facebook, Twitter y LinkedIn).

Los protocolos de ensayo de ATEB son un claro ejemplo de nuestra labor para el conocimiento de las emulsiones bituminosas y su correcto empleo, que es esencial para lograr un crecimiento adecuado y sostenido que permita ir ganando seguridad y éxitos en el empleo de las emulsiones bituminosas.

13 Conclusiones

En este documento se describe y justifica la herramienta que supone disponer de los Protocolos de Ensayo elaborados por ATEB, en el conocimiento *on line* de la metodología de ensayo descrita en las normas UNE-EN correspondientes a métodos de ensayo sobre emulsiones bituminosas y que se ve completada por ilustraciones y videos explicativos de los ensayos.

Con dichos protocolos no sólo se permite generar conocimiento y confianza en la correcta realización de los ensayos sino que también se pretende describir de una manera más detallada la metodología a seguir con cada método de ensayo para asegurar una adecuada precisión de los resultados obtenidos mediante su aplicación.

14 Referencias

- [1] UE 305/2011. *Reglamento Europeo de Productos de la construcción* [2] UNE EN 13808 (2013). *Especificaciones de las emulsions bituminosas catiónicas*
- [3] UNE EN ISO/IEC 17025 (2017). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorio de ensayo y calibración*
- [4] UNE EN 13075-1 (2017). *Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento a la rotura. Parte 1: Determinación del índice de rotura de las emulsions bituminosas catiónicas, método de la carga mineral.*
- [5] UNE EN 12846-1 (2011). *Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del tiempo de fluencia por medio de un viscosímetro de flujo. Parte 1: Emulsiones bituminosas.*
- [6] UNE EN 13614 (2011). *Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la adhesividad de las emulsiones bituminosas por inmersión en agua.*
- [7] UNE EN 1431 (2009). *Betunes y ligantes bituminosos. Determinación por destilación del ligante residual y de los fluidificantes en las emulsiones bituminosas.*
- [8] UNE EN 12847 (2009). *Betunes y ligantes bituminoso. Determinación de la tendencia a la sedimentación de las emulsiones bituminosas.*
- [9] UNE EN 1428 (2012). *Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del contenido de agua en las emulsiones bituminosas. Método de destilación azeotrópica.*
- [10] UNE EN 1429 (2013). *Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del residuo por tamizado de las emulsions bituminosas, y determinación de la estabilidad al almacenamiento por tamizado.*
- [11] UNE EN 13074-1 (2011). *Betunes y ligantes bituminosos. Recuperación del ligante de las emulsiones bituminosas o de los ligantes bituminosos fluidificados o fluxados. Parte 1: Recuperación por evaporación.*



[12] UNE EN 13074-2 (2011). *Betunes y ligantes bituminosos. Recuperación del ligante de las emulsiones bituminosas o de los ligantes bituminosos fluidificados o fluxados. Parte 2: Estabilización después de la recuperación por evaporación.*