

UEAtc

UNIÓN EUROPEA PARA LA IDONEIDAD TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN

**GUÍA TÉCNICA UEAtc
PARA LA EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS
CLARABOYAS PUNTUALES PARA LA
ILUMINACIÓN CENTRAL**

Traducción del francés presentada por Bernardo Torroja Llop (Ldo. en Ciencias Físicas)
y M^a José Escorihuela Esteban (Lda. en Ciencias Físicas) (IETcc-CSIC)

ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
1. GENERALIDADES	4
1.1. Objetivo	4
1.2. Dominio de aplicación	4
1.3. Clasificación de las funciones	4
2. TERMINOLOGÍA	4
3. REGLAS GENERALES DE CALIDAD	5
3.1. Seguridad	5
3.1.1. Estabilidad y seguridad de las personas	
3.1.2. Seguridad de los bienes	
3.2. Habitabilidad	6
3.2.1. Reglas fundamentales	
3.2.1.1. Estanquidad al agua	
3.2.1.2. Iluminación	
3.2.2. Reglas complementarias	
3.2.2.1. Permeabilidad al aire	
3.2.2.2. Estanquidad a la arena, polvo e insectos	
3.2.2.3. Aislamiento térmico	
3.2.2.4. Condensación	
3.2.2.5. Aislamiento acústico	
3.2.2.6. Aspecto y visibilidad	
3.2.2.7. Aptitud a la maniobrabilidad	
3.3. Durabilidad	8
3.3.1. Criterios esenciales	
3.3.2. Período de vida	
3.3.3. Mantenimiento y reparación	
4. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS	8
4.1. Identificación	8
4.1.1. Identificación de los materiales constitutivos de la claraboya	
4.1.2. Identificación del conjunto completo	
4.2. Características mecánicas	9
4.2.1. Resistencia a la carga	
4.2.1.0. Generalidades	
4.2.1.1. Carga al arrancamiento	
4.2.1.2. Carga gravitatoria	

4.2.2.	Resistencia a los choques de cuerpo duro	
4.2.3.	Resistencia a la fatiga de los aparatos puestos en obra	
4.3.	Características de estanquidad	10
4.3.1.	Estanquidad al agua	
4.3.2.	Estanquidad a la arena, polvo e insectos	
4.3.3.	Permeabilidad al aire	
4.3.4.	Condensaciones internas	
4.3.5.	Condensaciones externas	
4.4.	Características luminosas	11
4.4.1.	Transmisión luminosa	
4.4.2.	Transparencia	
4.5.	Características de aislamiento	11
4.6.	Verificación de las reglas deducidas de las exigencias de la durabilidad	11
4.6.0.	Consideración general	
4.6.1.	Ensayo global-acción del agua y de la temperatura.	
4.6.2.	Apreciación de la durabilidad de las partes iluminantes bajo la acción de la radiación solar y del agua.	
4.6.3.	Consideraciones que afectan a las bases de la claraboya y a los adornos de estanquidad	
5.	ESPECIFICACIONES	13
5.1.	Identificación	13
5.2.	Características mecánicas	13
5.2.1.	Resistencia al viento	
5.2.2.	Resistencia a la carga de la nieve	
5.2.3.	Resistencia a los choques de cuerpo duro	
5.3.	Características de estanquidad	14
5.4.	Características luminosas	14
5.5.	Durabilidad. Reglas sobre las apreciaciones de la conservación de las características	14
6.	PUESTA EN OBRA	14
7.	CONTROL DE LA CALIDAD	14
7.1.	Generalidades	14
7.2.	Autocontrol en la fábrica productora	14
7.2.1.	Recepción de las materias primas y constituyentes	
7.2.2.	Talleres de fabricación	
7.2.3.	Control sobre la cadena de fabricación	
7.2.4.	Control sobre los productos terminados	
7.2.5.	Registro y archivo de los resultados del autocontrol	
7.3.	Vigilancia del autocontrol	15
8.	CONTENIDO DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA	15
9.	MARCADO	16
	ANEXO (Documentos de referencia)	16

1. GENERALIDADES

1.1. Objetivo

La presente Guía Técnica hace referencia a las claraboyas puntuales utilizadas en la cubierta, principalmente para la iluminación natural y, eventualmente, para la aireación de los locales subyacentes y/o para el acceso al tejado. Por claraboyas puntuales se entiende aquéllas en que la parte iluminante está constituida por una cúpula (o de una bóveda) en una sola pieza.

Las claraboyas puntuales se utilizan especialmente para los techos planos (o de pendiente débil) ⁽¹⁾

A veces se utilizan en cubiertas con pendiente y se necesita, en este caso, tomar precauciones adecuadas (por ejemplo, un soporte especial).

Nota: la eventual función complementaria "evacuación de los humos de incendio" será mencionada en las evaluaciones técnicas, a título de información, pero la verificación de esta función no será tratada en la presente Guía Técnica. Se remitirá, para este particular, a los reglamentos nacionales.

1.2. Dominio de aplicación

1.2.1. Elementos constituyentes de la claraboya

La presente Guía Técnica se aplica al conjunto de los elementos constituyentes de la claraboya puntual, a saber:

- La parte iluminante,
- Los dispositivos de fijación y de trabazón a la cubierta y al plafón:
 - . laterales,
 - . uniones,
 - . pequeños elementos, etc.,
 - . dispositivos eventuales de abertura

1.2.2. Material constitutivo de la parte iluminante

La presente Guía Técnica se aplica principalmente a las claraboyas en que la parte iluminante es de materia plástica: PMMA (polimetacrilato de metilo), PRV (poliéster reforzado de fibra de vidrio), PVC (cloruro de polivinilo), PC (policarbonato) ⁽²⁾.

Para otras materias primas, la identificación y la apreciación de la durabilidad se harán mediante métodos apropiados.

⁽¹⁾Se considerará que la pendiente es débil en tanto no pase de los 5 grados.

⁽²⁾Hay que destacar que solamente las partes iluminantes en PMMA y PRV han aportado una experiencia muy significativa.

1.3. Clasificación de las funciones

Se distinguen:

1.3.1. Como funciones principales

- iluminación natural del local subyacente
- estanquidad al agua y a la nieve (en posición cerrada)

1.3.2. Como funciones complementarias

- una cierta ventilación (permeabilidad al aire)
- el aireamiento (claraboyas que se pueden abrir)
- acceso a la cubierta (claraboyas que se pueden abrir)
- aislamiento térmico y/o acústico (claraboyas dobles o múltiples)
- evacuación de humos (consultar punto 1.1.)

2. TERMINOLOGÍA

claraboya

Abertura realizada en cubierta, principalmente para la iluminación natural (y, eventualmente, para la ventilación) de los locales subyacentes y, llegado el caso, para el acceso a la cubierta.

claraboya puntual

Claraboya en que la parte iluminante está constituida por una cúpula (o por una bóveda) de una pieza (Figura 1).

claraboya de pared simple, doble o triple

Claraboya en que la parte iluminante está constituida por una pared simple, doble o triple.

claraboya con acceso

Claraboya en que una parte (generalmente la parte iluminante) puede abrirse para permitir el acceso a la cubierta y/o a la aireación o evacuación de humos de incendio.

claraboya fija

Claraboya que no se puede abrir (en oposición a la claraboya que se puede abrir).

parte iluminante

Parte transparente o translúcida de una claraboya, que

permite el paso de la luz natural para iluminar los locales subyacentes.

cúpula o bóveda

Porción en relieve de la claraboya, generalmente semiesférica o piramidal, en forma de copa invertida y que constituye la parte iluminante.

cerco

Parte situada en la base iluminante y destinada a reforzarla y realizar su unión con los soportes.

base de la claraboya

Parte situada en la base de la claraboya y destinada, por una parte, a realizar la unión con la cubierta y, por otra, a soportar la parte iluminante.

soporte de la claraboya

parte de la cubierta que soporta la claraboya y a la cual está fija la base de la claraboya.

3. REGLAS GENERALES DE CALIDAD

3.1. Seguridad

No se tratará aquí más que de la seguridad que afecta a las personas y a los bienes.

3.1.1. Estabilidad y seguridad de las personas

3.1.1.1. Bajo la acción de los agentes atmosféricos, de las reacciones de la obra base, de las sollicitaciones higrotérmicas o de las vibraciones, ninguna parte de la claraboya debe desplomarse; en particular, no puede haber caída de residuos que puedan ocasionar daños corporales a los ocupantes o a los transeúntes, salvo circunstancias climatológicas excepcionales

3.1.1.2. Si la claraboya está colocada sobre una cubierta accesible a las personas, deben tomarse precauciones para evitar la caída de las personas a través de la parte iluminante, por medio de dispositivos adecuados (barandillas, por ejemplo)

3.1.1.3. En las condiciones de mantenimiento previstas

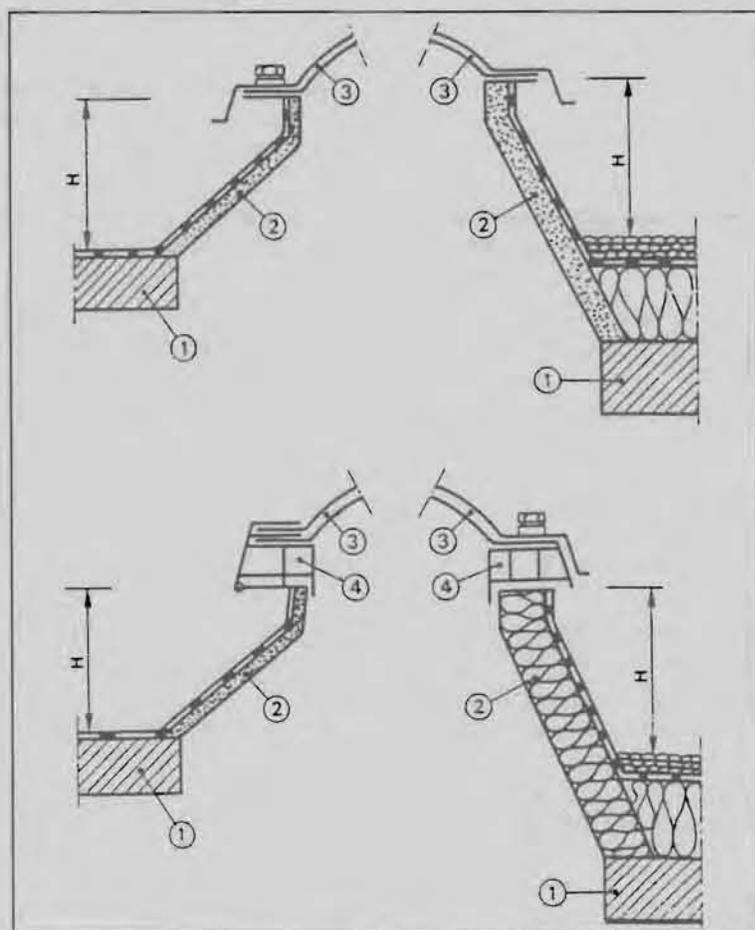


Figura 1.- Ejemplo de claraboya puntual: 1) soporte de la claraboya; 2) base de la claraboya; 3) cúpula (pared simple, doble, o triple); 4) cerco. H = mínimo: 15 cm.

para la evaluación técnica, será preciso tomar las necesarias precauciones para evitar la caída de personas a través de la claraboya, o que tenga lugar la caída de escombros u objetos que puedan ocasionar daños corporales ⁽³⁾.

La evaluación técnica precisará, en particular, que no se puede, en ningún caso, transitar sobre una claraboya puntual; en caso de necesidad, el que la utilice, tomará, a este respecto, las medidas adecuadas de fijación.

3.1.1.4. Las claraboyas que se puedan abrir estarán suministradas con dispositivos de seguridad, para abrir y cerrar, de forma que estas operaciones se realicen fácilmente, sin riesgo de accidente. De igual forma, si está previsto acceder a la cubierta deberá hacerse con toda seguridad para el que lo lleve a cabo: abertura suficiente, fácil acceso, mantenimiento estable de la parte que se abre, en posición abierta

3.1.1.5. Para la seguridad al fuego, se tendrán en cuenta las reglas nacionales

La atención recae, en particular, sobre:

- reacción al fuego de la claraboya
- propagación del fuego en la cubierta
- producción de gases tóxicos
- caída de gotas inflamables

3.1.2. Seguridad de los bienes

Las claraboyas que se puedan abrir serán suministradas con dispositivos de cerradura de pestillo en su interior.

Las claraboyas fácilmente accesibles a las personas desde el exterior deberán ser suministradas con fijaciones difícilmente desmontables ⁽⁴⁾.

3.2. Habitabilidad

3.2.1. Reglas fundamentales

3.2.1.1. Estanquidad al agua

Las claraboyas en posición de cerrado, deben impedir, por su concepción (por ejemplo, estanquidad total al drenaje), la entrada, en el interior de los locales, del agua de la lluvia y de la fusión de la nieve. Hay que tener en cuenta que bajo una granizada muy fuerte no queda excluido el riesgo de rotura (los ensayos de resistencia a los choques de cuerpos duros tienen en cuenta los casos corrientes de granizo).

El agua que penetra en las juntas eventuales (base de la claraboya) debe ser vertida al exterior. La constitución y la forma geométrica de las juntas o las partes iluminantes vienen previstas para tal hecho.

La altura y la forma de la base de la claraboya deberán ser las apropiadas a la importancia y frecuencia de las precipitaciones (agua y rechazo, nieve).

Una altura del realzado de estanquidad de 15 cm, contados a partir del nivel acabado del soporte o del lastre provisto para su protección (Figura 1), constituyen un mínimo adecuado.

El extremo superior del realzado debe estar protegido del ataque del agua (por ejemplo, mediante un arranque adecuado del borde de la cúpula o del cerco)

La reparación de un defecto de ejecución o la renovación de la estanquidad debe poderse hacer sin quitar la claraboya.

Las claraboyas integradas directamente en el revestimiento de estanquidad (es decir, sin un adecuado realzado) han puesto en evidencia defectos que no pueden dar lugar a una evaluación favorable.

3.2.1.2. Iluminación

La evaluación técnica mencionará la transmisión luminosa de la parte iluminante de la claraboya, precisando también el método de medida.

Nota: la atención recae sobre el riesgo de deslumbramiento de las claraboyas transparentes; llegado el caso (por ejemplo, claraboya que ilumina una sala de dibujo), pueden ser previstas disposiciones especiales de protección o de ocultación temporal. Lo mismo se hará si se desea reducir el soleamiento. Si se recurre para ello a un sistema de pintura, es preciso que sea compatible con los materiales constitutivos de la claraboya.

3.2.2. Reglas complementarias

3.2.2.1. Permeabilidad al aire

Las claraboyas, una vez fijas, pueden tener una cierta permeabilidad al aire.

Ello será compatible con:

- el confort térmico (limitación de las pérdidas térmicas)
- exigencia de estanquidad al agua

⁽³⁾ para la seguridad se tendrán en cuenta las disposiciones de la construcción.

⁽⁴⁾ Las fijaciones que se pueden desmontar fácilmente, sin la ayuda de útiles y sin dejar señales (por ejemplo, los clips), están consideradas como fácilmente desmontables.

- la necesidad eventual de renovación del aire de los locales subyacentes
- exigencia de estanquidad a la arena, al polvo, a los insectos.

3.2.2.2. Estanquidad a la arena, polvo e insectos

La entrada de arena, polvo e insectos debe procurarse que resulte difícil (por ejemplo, mediante dispositivos particulares y de forma eventual, tales como tela en mallas densas), lo mismo para las claraboyas que se pueden abrir cuando están en posición cerrada o las claraboyas fijas, que tienen una cierta permeabilidad al aire.

3.2.2.3. Aislamiento térmico

En el caso de claraboyas corrientes, la propiedad térmica no se da más que a título indicativo y no es objeto de exigencias particulares, puesto que ello depende, en gran manera, de la parte iluminante, donde el aislamiento puede ser muy reducido.

No obstante, en el caso de claraboyas, que, por su concepción, poseen propiedades especiales de aislamiento térmico, deberán mencionarse en la evaluación técnica, de acuerdo con la verificación eventual.

En ausencia de una verificación, se podrán adoptar los valores de K , ajustados de acuerdo con las partes iluminantes de la claraboya.

- claraboya de simple pared: no se indicará ningún valor (el aislamiento térmico se considera despreciable)
- claraboya de doble pared: $K = 3,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- claraboya de triple pared: $K = 2,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Es deseable que las bases de la claraboya tengan, al menos, el mismo aislamiento térmico que las partes iluminantes: no deben, en todo caso, a consecuencia de un defecto de aislamiento térmico, dar lugar a un puente térmico, susceptible de ocasionar pérdidas a gran escala.

La evaluación técnica podrá precisar, por otra parte, a título de información, las características de la transmisión energética de la claraboya, a saber: las aportaciones energéticas del soleamiento.

3.2.2.4. Condensación

Se pueden distinguir dos casos:

- caso de claraboya de pared simple: generalmente se corre el riesgo de condensación en la superficie de la claraboya, debe prevenirse mediante dispositivos adecuados para la evacuación del agua de la condensación.

Si estos dispositivos se componen de agujeros de evacuación

del agua, serán concebidos de tal manera que, en caso de viento muy fuerte acompañado de lluvia, el agua exterior no pueda penetrar en el interior.

- Caso de claraboyas de múltiples paredes y con bases de claraboya aislantes: las condensaciones en la cara inferior pueden evitarse. Se puede lograr al recurrir a un cálculo térmico.

En este caso, deben tomarse medidas para evitar la acumulación y la permanencia de las condensaciones, en ella o en las láminas de aire interpuestas entre las cúpulas, y esto en el caso donde las condensaciones puedan dañar a su aspecto y a la integridad⁽⁵⁾.

3.2.2.5. Aislamiento acústico

Ruidos aéreos

Este aspecto no deberá tenerse en cuenta en el caso de claraboyas simples, puesto que ello depende, en primer lugar, de la parte iluminante, donde el aislamiento es muy reducido; en segundo lugar, llegado el caso, del ajuste entre los perfiles de las partes fijas y móviles.

Nota: la evaluación técnica podrá precisar las características de aislamiento acústico de las claraboyas en la medida que sean mejoradas en relación a las claraboyas simples.

Vibraciones

Los elementos constitutivos de la claraboya no deberán prestarse a vibraciones que puedan dar lugar a ruidos molestos.

3.2.2.6. Aspecto y visibilidad

Teniendo presente las funciones y el emplazamiento de las claraboyas, su aspecto no juega un papel determinante para la apreciación de su aptitud para el uso.

Por el contrario, la función "visibilidad", es decir, la visión clara del exterior para una persona situada en el interior puede, en ciertos casos, ser considerada como importante para el usuario y ser exigida.

No obstante es admisible que, teniendo en cuenta las formas de las partes iluminantes, que la visibilidad no sea tan nítida como la que se exige de los cristales y que las formas, vistas a través de una claraboya, puedan estar deformadas.

⁽⁵⁾ Se admite que, en el caso general, el conjunto de las paredes no es estanco al aire y que las condensaciones internas son pasajeras y poco molestas.

La visibilidad no puede considerarse en las claraboyas más que en lo que respecta a la parte iluminante transparente.

3.2.2.7. Aptitud a la maniobrabilidad

Las claraboyas, sus pequeños elementos y sus equipamientos serán de una construcción tal que, cuando estén sometidos a la acción de un viento máximo no excepcional, puedan funcionar de una forma normal (al menos poder cerrar desde el interior la claraboya abierta si existe un viento fuerte, las cerraduras deben resistir a este viento).

Las cerraduras, en posición cerrada, deben resistir a un viento excepcional (>10 m/s).

Todos los pequeños elementos y los mecanismos necesarios deben estar previstos para realizar la maniobrabilidad de las claraboyas, así como de su equipamiento, que sea simple y fácil en cuanto al esfuerzo a realizar.

La puesta en obra, para permitir, eventualmente, mover la claraboya (para facilitar el acceso a la cubierta), no debe entrañar un esfuerzo físico excesivo.

3.3. Durabilidad

3.3.1. Criterios esenciales

Los criterios esenciales de durabilidad son:

la conservación de la estanquidad al agua⁽⁶⁾.

- la conservación de la transmisión luminosa
- la conservación de las cualidades mecánicas
- la durabilidad de las fijaciones

3.3.2. Período de vida

El período de vida depende de la posibilidad de reparación, del reemplazamiento y del coste de estas operaciones. Se distinguirá:

- Las partes insertadas en la obra total deben tener un período de vida comparable al de la obra en total.
- Las partes fijadas al total de la obra y/o ligadas a la estanquidad deben tener un período de vida comparable a las de la estanquidad.
- Las partes iluminantes, fácilmente reemplazables, deberán presentar un período de vida, presumiblemente, del orden de una decena de años.

⁽⁶⁾ Hay que tener presente que concierne también a la estanquidad de la obra: así, en el caso de una claraboya que se pueda abrir, la abertura de la misma no debe deteriorar los realzados de estanquidad de la obra.

- Los accesorios de estanquidad: se hará la distinción entre los adornos de estanquidad de las claraboyas fijas, para las cuales parece razonable una duración de vida aproximada de 10 años y los adornos de estanquidad entre las partes que se pueden abrir y las fijas, para las cuales podrá ser satisfactorio un período de vida de 5 años.

Para la apreciación del período de vida de las diferentes partes constitutivas de la claraboya, hay que hacer referencia a las reglas específicas de los diferentes materiales que la componen.

3.3.3. Mantenimiento y reparación

Las claraboyas deben ser objeto de un mantenimiento normal y periódico: limpieza, revisión de las uniones y reemplazamiento eventual de ciertas guarniciones de estanquidad, revisión de los pequeños elementos y reemplazamiento eventual, mantenimiento de los dispositivos de puesta en obra, etc.

Estas operaciones deben poderse hacer con facilidad, sin riesgos, sin tratar de desmontar todo el conjunto y sin dañar su terminación.

4. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS

4.1. Identificación

Se trata de verificar que un producto que ha estado sometido al procedimiento de la evaluación técnica, presente correctamente las características de identificación, avaladas por el fabricante.

Se distinguirá:

- a) Los diferentes materiales constitutivos de la claraboya.
- b) Conjunto completo.

4.1.1. Identificación de los materiales constitutivos de la claraboya

De manera general, se referirá, en tanto existan Directrices UEAtc específicas, a los productos (PRVI) y PVC rígido. Las determinaciones tendrán lugar preferentemente sobre los productos terminados.

En tanto que tales directrices no existan aún, se escogerá, para los constituyentes a base de polímeros, entre las características que representen mejor al material y que presenten menor dispersión.

Se tendrá presente, también, la identificación de los otros constituyentes, por ejemplo:

- acero protegido: naturaleza y espesor de la protección;
- aislante térmico: naturaleza, dimensiones, masa en volumen;

- pequeños elementos: naturaleza, descripción;
- accesorios de estanquidad: naturaleza y forma.

4.1.2. Identificación del conjunto completo

Se hará la descripción, lo más precisa posible, de la evaluación técnica (con planos detallados) de la constitución de la claraboya, las dimensiones de los diversos elementos constitutivos, de su modo de ensamblaje, del modo de incorporación a la cubierta, etc.

4.2. Características mecánicas

4.2.1. Resistencia a la carga

4.2.1.0. Generalidades

La determinación de esta característica tiene por objeto apreciar el comportamiento de la claraboya bajo el efecto de los esfuerzos debidos al viento (resistencia al arrancamiento) y a la nieve (carga gravitatoria).

Para la ejecución de los ensayos, son de aplicación los siguientes principios:

a) La unión entre las bases de la claraboya y el soporte de la claraboya está constituida por un apoyo simple, sobre el cual, la claraboya, está fija;

b) La unión entre la claraboya y sus bases es conforme a las indicaciones del fabricante y efectuada con los elementos de fijación previstos;

c) la puesta de la carga puede hacerse:

- por cargamento neumático (a presión o a depresión)
- por cargas ponderadas;

d) es la superficie interior a los bordes inferiores de la base de la claraboya, lo que debe servir de base para la determinación de la carga del ensayo;

e) en el caso de carga neumática, la claraboya, junto con la base de claraboya, se fija a la superficie de ensayo y se cubre por el lado de la supresión, por medio de una hoja en que los bordes estén fijados de forma que sean estancos al vacío.

4.2.1.1. Carga al arrancamiento

El peticionario precisa, para cada dimensión, la carga de colapso R' , de la claraboya al arrancamiento, como se definirá más tarde.

El ensayo se realiza como sigue: sobre la claraboya en estado nuevo y a una temperatura de 20 °C (± 3 °C) sobre una claraboya provista de su base.

La claraboya (parte iluminante montada sobre su base) está

enclavada en posición cerrada mediante la ayuda de los equipos previstos.

El banco de ensayo se compone de una solera indeformable que tiene las dimensiones exteriores de la base de la claraboya en la parte baja.

La claraboya se instala suspendida al banco del ensayo, de tal forma que su borde plano inferior repose sobre la solera.

La carga de ensayo se aplica de forma uniforme y progresiva (por ejemplo, 0,5 kN/m² por soporte), sobre la cara inferior de la cúpula, por ejemplo mediante la ayuda de depósitos bajo presión de aire comprimido o de depósitos llenos de agua, o que sobre la cara exterior actúe una depresión de aire (succión).

En cuanto se logre $2/3 R'$, se mantiene esta carga durante 10 minutos, se observa el comportamiento de la cúpula, las fijaciones y la base y, después de descargarlo, se toma nota de las deformaciones permanentes.

Se prosigue el ensayo hasta su deformación, se considera finalizado cuando hay una perturbación grave (por ejemplo, rotura local) o arrancamiento, o cuando un aumento sensible de las deformaciones no es imputable a un aumento de carga; se puede parar el ensayo cuando se logre R' , sin que se haya producido colapso.

La evaluación técnica menciona, para cada dimensión, el valor R' de arrancamiento solicitado por el peticionario, si los ensayos antes descritos han sido satisfactorios; o un valor más débil, si los resultados del ensayo lo justifican.

4.2.1.2. Carga gravitatoria

El peticionario precisa, para cada una de las dimensiones:

a) la carga máxima sin deformación permanente R_{sd} (de la parte iluminante y/o del conjunto y/o de la base de la claraboya);

b) la carga de deformación R_d , como se define más adelante.

El ensayo se realiza como sigue: sobre la claraboya en estado nuevo y a 20 °C.

La claraboya (parte iluminante montada sobre su base) está puesta con el cerrojo en posición de cerrado, mediante la ayuda de los equipos previstos.

El banco de ensayo se comporta como una solera indeformable, que tiene las dimensiones exteriores de la base de la claraboya en la parte baja.

La claraboya está instalada sobre el banco de ensayo, de tal forma que su borde plano inferior reposa sobre la solera.

La carga de ensayo se aplica de forma uniforme y progresiva (por ejemplo, 0,5 kN/m² por soporte) sobre la cara superior de la cúpula, por ejemplo, mediante la ayuda de depósitos bajo la presión de aire comprimido, o de depósitos llenos de agua,

a) Cuando la carga ha alcanzado el valor R_{sd} , se mantiene durante una hora, después se verifican, una vez descargada, las deformaciones eventuales.

b) La claraboya es cargada a continuación de nuevo, de forma progresiva, hasta llegar al colapso; se considera alcanzado cuando hay una anomalía grave (por ejemplo, rotura o flexión parcial) o desplomado, o hasta que un aumento sensible de las deformaciones no se considere imputable a un aumento de carga; se puede detener el ensayo cuando se alcance R_i sin que se produzca el colapso.

La evaluación técnica menciona, para cada dimensión, la carga R_{sd} y la carga R_i , o valores más débiles, si los resultados de los ensayos lo justifican.

4.2.2. Resistencia a los choques de cuerpo duro

Es difícil de cuantificar y de simular los riesgos del granizo en cada caso en particular. Se admite, de forma convencional, que el ensayo al choque de cuerpo duro, efectuado en las condiciones que a continuación se describen, permite eliminar los producidos anormalmente y sensibles al granizo.

La claraboya (cúpula montada sobre su base) tiene la cerradura en posición de cerrado mediante la ayuda de los equipos previstos.

Se coloca sobre un área plana.

Una bola de acero de 250 gramos de masa se deja caer, sin velocidad inicial, desde una altura de 1 metro con relación al punto de impacto, en diversos puntos situados en la cumbre, sobre los flancos y sobre los rincones de la cúpula. El ensayo continúa mediante energías crecientes, al aumentar la altura de caída 10 cm, a la vez que se cambia sucesivamente el punto de impacto.

El ensayo se efectúa a una temperatura comprendida entre 20 °C y 23 °C.

4.2.3. Resistencia a la fatiga de los aparatos puestos en obra

Se tendrán especialmente en cuenta los aparatos que influyen en la seguridad: bisagras, dispositivos de cerradura.

El experimento no se hará más que en el caso en que los dispositivos propuestos susciten duda en cuanto a su robustez y, en este caso, se realizarán ensayos previstos

para los pequeños elementos de las ventanas, según las "Directrices UEAtc dadas para la evaluación técnica de las ventanas".

4.3. Características de estanquidad

4.3.1. Estanquidad al agua

En general es difícil realizar un ensayo de estanquidad significativo aplicado al conjunto "claraboya-base-soporte".

El examen de los dispositivos constructivos, particularmente a la altura de las uniones, permite, muy en especial, el descubrir un defecto potencial de estanquidad.

Nota: el método de ensayo que se da a continuación lo es a título indicativo, para el caso que exista voluntad de recurrir a una verificación experimental.

Ensayo

El ensayo consiste en regar abundantemente con agua el conjunto de la claraboya montada sobre un armazón y verificar que no hay filtraciones o que éstas son expulsadas hacia el exterior.

Las condiciones de ensayo son las siguientes:

- El número de surtidores viene determinado de forma que se obtenga un riego uniforme sobre toda la superficie iluminante de la claraboya;
- El consumo viene regulado para alcanzar de 2 a 3 l/m² por minuto (a precisar en el informe de ensayo);
- El riego durará 60 minutos.

Deben tomarse precauciones en el momento del ensayo para que se pueda hacer la distinción entre la estanquidad de la claraboya propiamente dicha (es decir, la parte iluminante y la junta entre ella y el asiento) y la del asiento y del dispositivo de fijación a la cubierta.

4.3.2. Estanquidad a la arena, polvo e insectos

No está previsto un ensayo específico.

Esto se apreciará principalmente por el examen de los dispositivos constructivos.

Nota: los ensayos de estanquidad al agua y de la permeabilidad al aire, en el caso de que hubiesen sido efectuados, permiten disponer de información complementaria a este respecto.

4.3.3. Permeabilidad al aire

Como ya se ha dicho en el párrafo 3.2.2.1., es admisible una cierta permeabilidad al aire.

Si es preciso valorarla para la utilización particular, se recurrirá a una determinación análoga a la prevista para las ventanas (ver párrafo 2.1 del capítulo 3 de "Directrices UEAtc para la evaluación técnica de las ventanas").

4.3.4. Condensaciones internas

4.3.4.1. En el caso general no hay previsto ningún ensayo. Su realización llegaría a permitir, no obstante, el asegurarse del carácter, poco importante, de estas condensaciones.

4.3.4.2. Si el fabricante fija una característica particular de estanquidad eliminando las condensaciones internas, entonces es preciso proceder a verificaciones por medio de ensayos previstos para los cristales aislantes (ver "Directrices UEAtc para la evaluación de los vidrios aislantes"), pero adaptadas a la forma de las claraboyas.

4.3.5. Condensaciones externas (para las claraboyas de pared simple)

El examen de las disposiciones constructivas permite, en general, asegurarse de la existencia de dispositivos de evacuación de las aguas de condensación eventuales.

Nota: el método del ensayo, que aparece a continuación, viene dado a título informativo, para el caso que exista la voluntad de recurrir a una verificación experimental.

Ensayo

El siguiente ensayo se realiza sobre la claraboya en donde la parte iluminante tiene la forma más plana posible y es de pared simple (el ensayo está autorizado para claraboyas de doble pared). Se coloca un recipiente lleno de agua debajo de la claraboya, aproximadamente a 10 cm de la base; el agua se transforma en vapor, en tanto que la cara exterior de la claraboya se enfría mediante sacos de hielo; se mantiene la ebullición durante una hora y se observa, durante este período de tiempo y la hora que sigue, si existe formación de condensación sobre la cara inferior (es decir, aquella que está en contacto directo con el ambiente del local cubierto) y la manera de cómo se hace el desagüe o la caída del agua de condensación.

4.4. Características luminosas

4.4.1. Transmisión luminosa

Se utilizarán los preparativos previstos por la NF P 38-511, desplazando hacia la base el soporte de la probeta, de forma que alcance una altura libre de 120 mm entre este soporte y el cristal esmerilado.

La medición no es posible más que para dimensiones de la cúpula del orden de 500x500⁽⁷⁾.

4.4.2. Transparencia

Esta característica es especialmente importante para una buena visibilidad hacia el exterior.

La transparencia se caracteriza por el valor de Haze [5]:

$$Haze = \frac{\text{factor de transmisión difusa}}{\text{translucidez}}$$

Esta medición puede hacerse mediante la ayuda del método de ensayo ASTM D 1003.

4.5. Características del aislamiento

A falta de los valores indicados en el párrafo 3.2.2.3., se procederá:

- bien por cálculo;
- bien mediante una determinación experimental -el método de la caja de calor de anillo de guarda- (ver norma ISO 8990).

4.6. Verificación de las reglas deducidas de las exigencias de la durabilidad

4.6.0. Consideración general

Dada la dificultad de realizar ensayos representativos para apreciar los efectos en el tiempo de los agentes atmosféricos, es recomendable basarse, en primer lugar, a través de la experiencia adquirida, en el comportamiento de los materiales constituyentes expuestos a estos agentes y, después, sobre los ensayos de laboratorio, mientras existan normas específicas en lo que respecta a familias de materiales (norma dada para los PRV, los PVC, etc.).

4.6.1. Ensayo global-acción del agua y de la temperatura

Se trata de un ensayo sobre el conjunto de la claraboya, tal y como como se encuentra en la realidad: se somete el conjunto a una radiación IR, que llega, de forma progresiva, a los 80 °C de temperatura, de un cuerpo negro adecuado utilizado como referencia y colocado contra la parte iluminante de la claraboya; después de la estabilización de esta temperatura, durante por lo menos 30 minutos, se riega, brusca y abundantemente, con agua fría (de 8 a 12 °C) hasta el enfriamiento completo. El ciclo se repite de 5 a 10 veces.

⁽⁷⁾ Este método utiliza un procedimiento similar al ASTM 1494-60 [4] que da el factor de translucidez.

4.6.2. Evaluación de la durabilidad de las partes iluminantes bajo la acción de la radiación solar y del agua

Las recomendaciones que se dan a continuación conciernen a los cuatro materiales plásticos más utilizados como partes iluminantes de las claraboyas; se tiene en cuenta la experiencia adquirida sobre los materiales por los institutos de la UEAtc y se refiere a los materiales constitutivos de las partes iluminantes.

Es importante distinguir bien el envejecimiento del flujo; las recomendaciones presentes no hacen referencia más que al envejecimiento: en el caso de claraboyas puntuales, el efecto del flujo es, en general, débil, puesto que las acciones (carga de nieve) son de corta duración, salvo en alta montaña.

4.6.2.1. Materiales

Se distinguirán los siguientes materiales:

1º) los polimetacrilatos de metilo (PMMA).

Se distinguen láminas, obtenidas a partir:

a) PMMA puro, teniendo solamente como aditivos eventuales pigmentos inorgánicos.

b) PMMA modificado mediante aditivos (por ejemplo, para mejorar la resistencia al choque o a la rayadura).

Nota: el modo de fabricación de las láminas, es decir, por vaciado o por extrusión, no se tiene en consideración; los dos procedimientos pueden llevar a productos que se comportan correctamente en el tiempo.

2º) Los policarbonatos (PC).

Teniendo en cuenta la incidencia del espesor sobre la durabilidad⁽⁸⁾, se distinguen:

a) los materiales que se exponen directamente a la intemperie, son relativamente delgados ($\leq 1,5$ mm.);

b) aquéllos en que las paredes son relativamente gruesas: $>1,5$ mm.

3º) Los poliésteres reforzados con fibra de vidrio (PRV).

- Los PRV clásicos, muy generalmente gelcoatés (nevados). En esta categoría se distinguen:

a) los PRV con resina no autoextinguible;
b) los PRV con resina autoextinguible.

- Los PRV suministrados con una película manufacturada en fábrica tienen un carácter protector, tal como, por ejemplo:

- una película de poliéster (terileno);
- una película de polivinilo fluorado (PVF).

4º) Los cloruros de polivinilo (PVC).

- Los PVC transparentes (transmisión luminosa, en estado nuevo $\geq 85\%$);
- Los PVC translúcidos (transmisión luminosa, en estado nuevo $< 85\%$).

4.6.2.2. Ensayos de envejecimiento artificial

1) Simulación de la radiación solar con humidificación.

Ensayos según ISO 4892, con lámparas de neón, verificándose las siguientes condiciones:

- la radiación será lo más aproximada posible con respecto a la radiación solar media; es preciso evitar las radiaciones de longitud de onda inferior a 300 nm⁽⁹⁾;
- iluminación de la superficie de las muestras como máximo 200.000 lux;
- la temperatura del aire que rodea a las probetas será de 32 a 35 °C (temperatura seca) y la de los paneles "negro" testigo será (cuerpo negro) de 45 a 50 °C⁽¹⁰⁾;
- la humidificación se hará por aspersión de las probetas en las dos horas, de 15 a 20 minutos;
- la radiación se interrumpirá durante la humidificación;
- el tiempo de duración de la exposición a la radiación será lo suficientemente largo (8.000 horas, por lo menos).

2) degradación sólo por el agua (para los productos de PRV).

Se consideran dos casos:

a) inmersión durante dos horas en agua hirviendo;
b) inmersión durante 30 días en el agua a 25 °C.

4.6.2.3. Envejecimiento natural

Para los materiales de comportamiento poco conocido, se hará uso de los resultados obtenidos al exponerlos al envejecimiento natural; son precisos dos años de exposición, como mínimo, para obtener resultados fiables.

4.6.2.4. Propiedades a seguir

Se seguirá la evolución de las propiedades que se citan a continuación:

⁽⁸⁾ Las degradaciones, siendo superficiales, tienen una gran influencia sobre el comportamiento de las paredes

1º) propiedades luminosas.

La transmisión luminosa:

a) en general, en la extensión del amarillo (alrededor de 420 nm);

b) eventualmente en toda la extensión del espectro (transmisión global).

2º) propiedades mecánicas.

Se apreciará, muy en especial, en función de la evolución de las propiedades siguientes:

a) evolución de la resistencia al choque (fragilidad);

b) evolución de la resistencia a la flexión.

Se refirirán a las Directrices específicas existentes de la UEAtc [1] y [2] (ver anexo).

3º) otras propiedades.

deben considerarse otras propiedades para ciertas familias, tales como:

a) el abombamiento (curling) para los PC;

b) la aparición de láminas (adhesión entre las capas) para los PRV, con una película fabricada con carácter protector.

4.6.3. Consideraciones que afectan a las bases de la claraboya y a los accesorios de estanquidad

La durabilidad de las bases de la claraboya puede ser evaluada haciendo referencia a los productos tradicionales y a sus protecciones (protección habitual de las partes metálicas, por ejemplo):

Si se hace con referencia a los materiales plásticos, la durabilidad de éstos se evaluará teniendo en cuenta las reglas enunciadas en 4.6.1. y 4.6.2.

La durabilidad de los productos anexos (juntas, por ejemplo) puede evaluarse con referencia a las normas nacionales o internacionales, pero se consideran fácilmente reemplazables.

⁽⁹⁾ A título de ejemplo, esto puede obtenerse mediante una lámpara de neón, suministrada con un filtro de borosilicato.

⁽¹⁰⁾ Si la temperatura del cuerpo negro es superior en 10 °C, es decir, comprendida entre 55 y 60 °C, la duración de la exposición puede efectuarse mediante un coeficiente de minoración 1,5, para alcanzar un efecto equivalente.

5. ESPECIFICACIONES

5.1. Identificación (ensayo del párrafo 4.1.)

Los valores de las características de identificación obtenidos deben acompañar a los que presenta el fabricante.

5.2. Características mecánicas (determinación según el párrafo 4.2.)

5.2.1. Resistencia al viento (ensayo 4.2.1.1.)

Sea:

q_k = presión dinámica característica del viento para un período de 10 años.

C_{pe} = coeficiente de presión exterior.

C_{pi} = coeficiente de presión interior.

Y_q = coeficiente mayorante de la acción q_k .

Y_t = coeficiente de mayoración del efecto de turbulencia causado por la presencia de la claraboya (se compara a una cubierta plana).

Y_m = coeficiente de minoración de la resistencia del material en estado nuevo, debido a su dispersión.

Y_v = coeficiente de minoración de la resistencia del material en estado nuevo, como consecuencia de un envejecimiento previsible.

Y_e = coeficiente de minoración de la resistencia del material a 20 °C, como consecuencia del efecto de la temperatura.

Se compara, del mismo modo, el valor de R_r mencionado en la evaluación técnica, mediante la fórmula dada a continuación y mediante la ayuda de los coeficientes de las normas nacionales; es preciso:

$$R'_r \geq q_k (Y_q C_{pe} + C_{pi}) Y_q Y_m Y_v Y_e$$

Nota: se adoptará para PMMA y para PRV el valor de 2 para el producto $Y_m Y_v Y_e$ y se tomará, como valor mínimo de q_k para las claraboyas, el valor 0,8 kN/m².

5.2.2. Resistencia a la carga de la nieve

Se comparan, como sigue, los valores de R_{sd} y R_r mencionados en la evaluación técnica con el valor s_0 de la carga de la nieve en el suelo, para un período de 50 años, previsto en las normas nacionales; es preciso:

$$\begin{aligned} R_{sd} &\geq 1,25 s_0 \\ R_r &\geq 2 s_0 \end{aligned}$$

Nota: no se contempla, para la resistencia a las cargas gravitatorias en las claraboyas puntuales, el examinar la combinación de la nieve y del viento; en efecto, la forma y las dimensiones de estas claraboyas son tales que la influencia complementaria eventual del viento resulta despreciable.

5.2.3. Resistencia a los choques de cuerpo duro (ensayo del párrafo 4.2.2.)

En tanto se realice con una altura de 1 m, no se debe observar ninguna rotura.

Nota: a título de información, la evaluación técnica indicará la altura de caída para la que se produce la rotura.

5.3. Características de estanquidad

5.3.1. Estanquidad al agua

El examen de las disposiciones constructivas debe permitir concluir con la estanquidad al agua de la claraboya.

Nota: en el caso de recurrir al ensayo del párrafo 4.3.1.:

- no deberán constatarse filtraciones;
- en el caso que tengan lugar ligeras filtraciones (por ejemplo, pequeñas gotas), es preciso que sean revertidas hacia el exterior o hacia un dispositivo de evacuación.

5.3.2.3. Estanquidad a la arena, polvo e insectos

El examen de los dispositivos constructivos debe permitir concluir con la estanquidad frente a estos agentes.

5.3.3. Permeabilidad al aire

No existe una exigencia que lo requiera, salvo algún convenio particular.

5.3.4. Condensaciones

5.3.4.1. Condensaciones internas

El examen de los dispositivos constructivos, asociado al examen de referencia, debe permitir concluir con la ausencia de carácter molesto de condensaciones eventuales internas frente a la iluminación y a la visibilidad.

5.3.4.2. Condensaciones externas

El examen de los dispositivos constructivos debe permitir en el local la canalización del agua de la condensación hacia los evacuadores, que deben estar bien dimensionados.

No obstante, para ciertos locales donde una humedad accidental no sería perjudicial, puede tolerarse la caída de pequeñas gotas de agua.

Nota: en el caso de recurrir al ensayo del párrafo 4.3.5., normalmente no puede haber caída de agua en el local. Las condensaciones deben fluir hacia los conductos de evaporación y la evacuación debe hacerse por los conductos y agujeros ad hoc, sin desbordar éstos.

5.4. Características luminosas (determinación según el párrafo 4.4.1.)

Nota: en ausencia de sedimentos y de polvo, el valor indicativo en estado nuevo es de:

- 85% para una cúpula de pared simple transparente en PMMA, de espesor 3 mm.

- 70% para una cúpula simple de pared translúcida en PRV, de espesor 3 mm.

5.5. Durabilidad. Reglas sobre las evaluaciones de la conservación de las características

Las reglas de evaluación hacen referencia a los materiales constitutivos de las partes esenciales.

6. PUESTA EN OBRA

6.1. Equipo de trabajo encargado de la puesta en obra

Existe una estrecha interdependencia, desde el punto de vista de estanquidad, entre el revestimiento de estanquidad de la cubierta y de las claraboyas; es aconsejable que la puesta en obra de estas dos operaciones se realice por el mismo equipo de trabajo o, en todo caso, bajo la responsabilidad de la misma empresa.

6.2. Detalles de la puesta en obra

El instalador se atenderá a los detalles mencionados en la evaluación técnica (el punto 8 da cuenta de lo que la evaluación técnica precisa en lo referente a la puesta en obra).

7. CONTROL DE CALIDAD

7.1. Generalidades

El peticionario de la evaluación técnica es el responsable de los elementos constituyentes de la claraboya: parte iluminante, bases, cerco, pequeños elementos, etc.

Una claraboya no puede ser objeto de una evaluación técnica si no está sometida a un autocontrol realizado por el fabricante y, eventualmente, a un control exterior por un organismo independiente dispuesto para su vigilancia. Estos controles deben hacerse, al menos, para la parte iluminante, el cerco eventual y la base.

7.2. Autocontrol en la fábrica productora

Deben verificarse las siguientes condiciones:

- el laboratorio de la fábrica recibe las materias primas;
- las instalaciones de fabricación, al tener influencia sobre

la calidad de los productos terminados, deben ser controlados regularmente;

- el laboratorio de la fábrica debe comprobar que la calidad de los productos es constante y que satisfacen las exigencias de la evaluación técnica.

7.2.1. Recepción de las materias primas y constituyentes

La evaluación técnica precisará acerca de la naturaleza de las materias primas⁽¹¹⁾ que hay que recibir y las modalidades de esta recepción. A continuación -y a título de ejemplo- se dan algunas materias primas que es indispensable recibir.

- resina de poliéster y fibra de vidrio,
- hojas de PMMA, PVC o PC,
- colas.

7.2.2. Talleres de fabricación

El fabricante debe disponer de suficientes y significativos equipos de control en los talleres de fabricación, por ejemplo:

- medida de las temperaturas durante los procesos de transformación;
- condiciones de polimerización y de postpolimerización;
- precisión de las mezclas.

7.2.3. Control sobre la cadena de fabricación

El control sobre la cadena de fabricación tiene por objeto el comprobar, sin retraso, las desviaciones que pueden influir en las características del producto terminado.

7.2.4. Control sobre los productos terminados

Este control tiene por objeto asegurar que la calidad de los productos es conforme a lo exigido por la evaluación técnica y eliminar de la comercialización las partidas de la fabricación reconocidas como defectuosas. La evaluación técnica precisará de este control.

A continuación -y a título de ejemplo- se dan algunas características que deben controlarse: algunas, son comunes a todas las claraboyas y, otras, más específicas.

7.2.4.1. Características comunes a todas las claraboyas

- Dimensiones
- Estanquidad de las juntas
- Aspecto (control visual)
- Pequeños elementos
- Transmisión luminosa eventual

⁽¹¹⁾ A veces se trata de productos semifinitos, tales como: hojas planas en PMMA, en PVC o PC.

7.2.4.2. Características específicas de la materia constitutiva de la parte iluminante

- Dureza Shore o dureza Barcol, según el caso (PMMA o PRV);
- Choque de cuerpo duro (PMMA, PVC, PC) para la verificación de contracciones internas;
- Ausencia de abolladuras importantes (PRV).

7.2.5. Registro y archivo de los resultados del autocontrol

Los resultados del autocontrol deben ser registrados. El registro debe tener en cuenta el modo de producción y del control, según el grado de automatismo. Los registros deben conservarse, por lo menos, durante cinco años.

7.3. Vigilancia del autocontrol

Según esté previsto, el Instituto calificador organizará una vigilancia apropiada del autocontrol de forma que pueda asegurar, de una parte, que el mismo se ejecuta correctamente y, por otra, que los criterios de calidad se respetan.

8. CONTENIDO DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA

La evaluación técnica debe contener todos los elementos necesarios:

a) Para identificar el producto admitido: es preciso que la descripción sea precisa y completa y comprenda la de las bases y de los equipos, acordar las tolerancias dimensionales y las características significativas fácilmente medibles (por ejemplo, dureza Shore o Barcol);

b) Para apreciar los límites de utilización:

- resistencia al viento y a la nieve,
- pruebas para ensayar el choque de cuerpo duro,
- dimensiones límites,
- eventuales precauciones para los locales con fuerte higrómetros;

c) Para que permita una correcta puesta en obra; a ese respecto, la evaluación técnica precisará:

- los trabajos preparatorios relativos al soporte;
- el modo de unión de las bases al soporte;
- el modo de ejecución de los realzados del revestimiento de estanquidad y de unión al basamento; a este respecto hay que tener en cuenta, especialmente, la compatibilidad entre la materia constitutiva del basamento y el modo de unirlo⁽¹²⁾.

⁽¹²⁾ Por ejemplo: ciertas colas con disolvente pueden ser incompatibles con una base de plástico; de la misma manera, la soldadura con llama del revestimiento sobre una base de plástico puede causar daños a este último.

- el modo de unión de la parte iluminante sobre la base, precisando las precauciones a tener en cuenta para asegurar la libre dilatación;
- los detalles de las uniones y de las guarniciones de estanquidad;
- eventualmente, las precauciones a tener en cuenta sobre la confección de las partes a unir ⁽¹³⁾.

9. MARCADO

El fabricante realizará una marca de las claraboyas de tal modo que permita reconocer el producto. Esta marca comprenderá:

- el nombre del productor;
- la denominación comercial de la claraboya;
- el número de la evaluación técnica;
- el material constitutivo de la parte iluminante.

Anexo

Documentos de referencia (distintos de las Normas)

- [1] "Directrices UEAtc para la apreciación de los productos en poliéster reforzado en vidrio para la construcción" (documento de referencia).
- [2] "Directrices UEAtc para la evaluación de los productos en PVC rígido utilizados en el exterior en el edificio".
- [3] "Directrices UEAtc para la evaluación técnica de las ventanas".
- [4] "Directrices UEAtc para la evaluación técnica de los vidrios aislantes".
- [5] "Envejecimiento de los polímeros utilizados en la construcción", RILEM, *Bâtiment et Constructions*, vol. 14, n° 81, 1981.

⁽¹³⁾ Por ejemplo: el agujereado de los huecos en ciertos elementos plásticos (PVC, PMMA,....) debe, a veces, realizarse con un utillaje especial.