



UNIÓN EUROPEA PARA LA IDONEIDAD TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN

GUÍA TÉCNICA UEAtc PARA LA EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CLARABOYAS DE BANDAS 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	5
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	7
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	8
4.2.1. Estabilidad	
4.2.1.0. Generalidades	
4.2.1.1. Dominio de aplicación	
4.2.1.2. Evaluación de la estabilidad bajo carga descendente	
4.2.1.3. Verificación de la resistencia a la carga ascendente	

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	13
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	14
4.4.1. Transmisión luminosa	
4.4.2. Transparencia	
4.5. Características de aislamiento	14
4.6. Verificación de las reglas deducidas de las exigencias de la durabilidad	14
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	15
5.1. Identificación	15
5.2. Características mecánicas	16
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	15
5.4. Transmisión luminosa	15
5.5. Durabilidad. Reglas sobre las apreciaciones de la conservación de las características	15
6. PUESTA EN OBRA	15
7. CONTROL DE LA CALIDAD	15
7.1. Generalidades	15
7.2. Autocontrol en la fábrica productora	17
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	18
8. CONTENIDO DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA	18
9. MARCADO	19
ANEXO 1 (Consideraciones generales sobre la estabilidad de las bóvedas delgadas altamente deformables)	19
ANEXO 2 (Documentos de referencia)	19

1. GENERALIDADES

1.1. Objetivo

La presente Guía Técnica hace referencia a las claraboyas de bandas 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.

Son especialmente utilizadas en techos planos o con una ligera pendiente que no sobrepasa los 5°, bien sea en el sentido de la distancia de apoyos y/o en el de su longitud.

Por claraboyas de bandas, se entiende aquéllas en que la parte iluminante está generalmente constituida mediante la yuxtaposición, en el sentido de la longitud, de elementos en forma de bóveda, con una distancia de apoyos, a menudo superior a 2 m. La forma de la bóveda está caracterizada por:

- una flecha constante,
- una curvatura casi continua,
- una simetría con relación al eje vertical de la sección.

l = vano
L = longitud

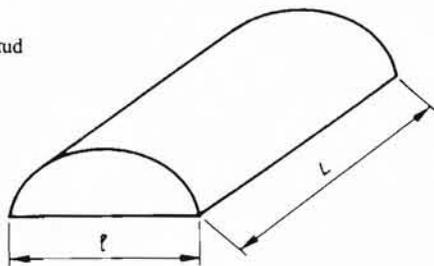


Figura 1.- Claraboya de bandas.

En principio, la presente Guía no prevé límite para la longitud L. No obstante, las reglamentaciones nacionales sobre el fuego pueden dar lugar a limitaciones.

El presente documento no hace referencia más que a las bandas insertadas en la techumbre o a las bandas en hilera, con exclusión de las claraboyas que constituyen la totalidad de la cubierta.

Las claraboyas de bandas insertadas en una vertiente de la techumbre con pendiente (pendiente superior a 5°) o en donde la forma difiere de lo precedente (por ejemplo, pirámides yuxtapuestas) no se excluyen de la presente Guía Técnica, pero deben ser objeto de un estudio particular.

Las bandas dispuestas en hilera en una cubierta con pendiente y que responden a la forma característica expuesta arriba también se ven afectadas por presente Guía.

Nota: La eventual función complementaria "evacuación de los humos de incendio" será mencionada en las evaluacio-

nes 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 de bandas, a saber:

- La parte iluminante,
- Los dispositivos de fijación y de trabazón a la techumbre y al plafón:
 - . bases,
 - . 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).

La parte iluminante puede ser compuesta, es decir, no tiene por qué ser de material plástico, ni exclusivamente de un solo tipo ⁽¹⁾.

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),
- aireación ⁽²⁾,
- aislamiento térmico y/o acústico (claraboyas dobles o múltiples),
- evacuación de humos (consultar punto 1.1.).

⁽¹⁾ La parte iluminante puede, por ejemplo, alternar los materiales plásticos y los materiales metálicos, éstos en forma de arcos o de chapas perfiladas.

⁽²⁾ Las partes de acceso no se utilizan más que, de un modo excepcional, en las claraboyas de bandas.

2. TERMINOLOGÍA

claraboya

Abertura utilizada en la 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 con bandas

Claraboya en que la parte iluminante está constituida generalmente por la yuxtaposición en el sentido de la longitud, con elementos en forma de bóveda.

claraboya de pared simple, doble o triple

Claraboya en que la parte iluminante está constituida de 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 techumbre y/o la aireación o evacuación de humos de incendio.

claraboya fija

Claraboya que no se puede abrir (en contraposición 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.

bóveda

Abertura abovedada, de curvatura cóncava, situada en realce en la claraboya y que constituye generalmente la parte iluminante de ella.

banda de hilera

Banda que sirve de cubierta de la arista superior de un tejado.

base de la claraboya

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

soporte

Parte de la techumbre que soporta la claraboya y a la cual está fija la base.

tímpano

Elemento vertical que permite el cerramiento de los extremos de las claraboyas a bandas.

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 del conjunto de la obra base, de las solicitaciones higrotérmicas o de las vibraciones, ninguna parte de la claraboya debe desplomarse; en particular, no puede haber caída de elementos de la claraboya⁽³⁾ o de restos que puedan ocasionar daños corporales a los ocupantes o a los transeúntes⁽⁴⁾.

3.1.1.2. Si la claraboya está colocada sobre una techumbre 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 por la evaluación técnica, serán precisas 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.

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

3.1.1.4. Las claraboyas que se puedan abrir serán 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,
- propagación del fuego,
- 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, para evitar los robos.

Igualmente las claraboyas fácilmente accesibles a las personas desde el exterior deberán ser suministradas con fijaciones difícilmente desmontables ⁽⁵⁾.

3.2. Habitabilidad

3.2.1. Reglas fundamentales

3.2.1.1. Estanquidad al agua

Las claraboyas, en posición de cerrado, deben impedir la entrada, al 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.

El agua que penetra en las juntas eventuales (juntas entre las bandas, bases) debe ser vertida al exterior. La constitución y la forma geométrica de las juntas o las partes iluminantes deben venir previstas para tal hecho.

La altura y la forma de las bandas deberán ser las apropiadas según la importancia y frecuencia de las precipitaciones de nieve, aquélla, no puede ser, en todo caso, inferior a 15 cm.

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⁾ Puede suceder que uno o varios de los elementos yuxtapuestos constituyentes de las claraboyas de bandas sean susceptibles de desprenderse.

⁽⁴⁾ Para ciertas acciones, tales como las vibraciones o la reacción de la obra en su totalidad, se tendrá presente la distinción entre los daños que pongan en peligro la seguridad (de los bienes y de las personas) y aquéllos que se refieren a la durabilidad. Estas acciones se verán en el apartado 3.3. Durabilidad. La seguridad debe buscarse en las disposiciones constructivas.

⁽⁵⁾ Las fijaciones que se pueden quitar sin la ayuda de utensilios y sin dejar trazas (por ejemplo, los clips), se consideran como fácilmente desmontables.

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

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 en gran escala.

La evaluación técnica podrá precisar, por otra parte, a título de información, las características de la transmisión energética de la claraboyas, a saber:

- las aportaciones energéticas debidas al soleamiento,
- las pérdidas energéticas debidas a las diferencias de temperatura entre el local y el exterior.

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 de bases aislantes: las condensaciones en la cara inferior deberán evitarse. Se puede lograr recurriendo 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 en el que las condensaciones pueden dañar a su aspecto y a la integridad ⁽⁶⁾.

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, 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.

⁽⁶⁾ Se admite que, en 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 la parte iluminante transparente.

3.2.2.7. Aptitud a la maniobrabilidad

Si bien es cierto que las claraboyas con bandas que se puedan abrir es poco corriente, la atención se fija sobre el hecho de que, en tales casos, debe tenerse en cuenta, muy especialmente, los importantes esfuerzos que se puedan generar en los pequeños elementos y en sus uniones.

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/seg).

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 permitir 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 a la estanquidad al agua ⁽⁷⁾,
- 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 su conjunto,
- las partes fijadas al total de la obra y/o unidas a la estanquidad deben tener un período de vida comparable a las de la estanquidad,

⁽⁷⁾ Hay que tener en cuenta 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.

- las partes iluminantes, fácilmente reemplazables, deberán presentar un periodo de vida presumible del orden de una decena de años,

- los adornos de estanquidad: se hará la distinción entre los adornos de estanquidad de las claraboyas fijas, para las cuales parece razonable una duración de vida presumible 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 periodo de vida de 5 años.

Para la apreciación del periodo de vida de las diferentes partes constitutivas de la claraboya a bandas, hay que tener en cuenta que por sus formas y por sus grandes dimensiones, están más expuestas que las claraboyas puntuales al peligro de la inestabilidad de la unidad. Esta inestabilidad puede conducir a graves desórdenes, pudiendo llegar a la deformación de importantes superficies de la cubierta.

El estudio en el tiempo de la estabilidad de la unidad es esencial para la apreciación del periodo de vida (ver el apartado 4. Determinación de las características). Se debe tener en cuenta la variación en el tiempo de las características físicas y mecánicas de los materiales constitutivos; con este objetivo se hará referencia a las reglas específicas de los diferentes materiales constitutivos.

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 ciertos elementos 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.

Estando en uso, es preciso evitar que se fije cualquier accesorio (por ejemplo, un extractor de aire) a la claraboya, salvo si esta última está especialmente concebida para recibir tal accesorio. En este caso, el estudio de la estabilidad debe tener en cuenta el debilitamiento local eventual necesario para la incorporación del accesorio.

Debe prestarse especial atención al mantenimiento, no se puede correr el riesgo de que esté la claraboya sin dispositivos especiales (calentador, tablas, solado,...) apropiados a la naturaleza y a la dimensión de las claraboyas.

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 bien 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 PRV [1] y PVC [2] 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 representan mejor al material y que presentan 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 (volumétrica);
- 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) la constitución de la claraboya, las dimensiones de los diversos elementos constitutivos, su modo de ensamblaje, modo de incorporación a la cubierta, etc.

4.2. Características mecánicas

4.2.1. Estabilidad

La verificación de la estabilidad, especialmente la estabilidad en su conjunto, es esencial para apreciar el comportamiento de las claraboyas a bandas bajo el efecto de las acciones.

El anexo 1 da algunas consideraciones relativas a la estabilidad de las bóvedas delgadas fuertemente deformables y a las acciones que pueden ejercerse sobre estas bóvedas en el techado.

4.2.1.1. Dominio de aplicación.

Lo que sigue es válido para las cúpulas del tipo utilizado para las claraboyas a bandas, a saber:

- relación flecha/soportes comprendida entre 0,04 y 0,20;

- soportes comprendidos entre 2 y 10 m;
- deformación transversal imposibilitada.

Las claraboyas en las que las bóvedas no respondan a estas características no quedan excluidas de la presente Guía, pero deben ser objeto de un estudio particular.

4.2.1.2. Evaluación de la estabilidad bajo carga descendente

1) Principios

Las bases de la evaluación de la estabilidad son las siguientes:

-se determinará la carga última, sobre la claraboya nueva: sea por vía experimental, sobre todos los enclaves previstos por el peticionario, sea por un cálculo para todos los enclaves y verificado por vía experimental para un solo enclave, el mayor previsto; es precisa una similitud suficiente entre los cálculos y el ensayo.

-la carga obtenida, así determinada, viene afectada de un coeficiente de minoración (coeficiente de seguridad) siguiendo los reglamentos nacionales y aquéllos que lo tienen en cuenta:

- . la acumulación de la nieve;
- . acumulación nieve + viento;
- . modo de carga;
- . la carga así obtenida se compara a la carga de base q_0 prevista por los reglamentos nacionales.

La evaluación técnica, indicará:

- el tipo de ensayo realizado, cargas últimas alcanzadas y el modo de deformación;
- en su caso, los resultados del cálculo adoptado y su comparación con los obtenidos de los ensayos realizados.

2) Evaluación por vía experimental

2a) Ensayo de base

El ensayo se realiza sobre la claraboya nueva, a 20°C.

Para la ejecución del ensayo se adoptarán las siguientes disposiciones:

- la claraboya se ensaya en posición horizontal (apoyos de niveles);
- el elemento (A) que simula el soporte (techo), no debe desplazarse ni girar durante el ensayo;
- la base debe ser idéntica a la real: si se prevén varios tipos de bases se utilizará, para el ensayo, la base más deformable; si el fabricante no suministra las bases de la claraboya el ensayo se realiza con bases rígidas y se hace especial mención sobre el modo de valorar el ensayo, asociado a la evaluación técnica;
- la unión (B) entre la base y la claraboya debe ser idéntica a la real;
- el ensayo se realiza sobre varios elementos de la claraboya, yuxtapuestos: estos elementos, así como sus uniones son idénticos a la realidad;
- la carga se reparte uniformemente sobre la mitad del soporte: ya sea radial, ya vertical;
- la puesta en carga se realiza: bien mediante cargas ponderadas, bien repartidas, impidiendo su deslizamiento, por medio de tornillos, con interposición de colchón repartidor;
- la puesta de carga es progresiva; cada escalón de carga, fracción aproximada de 200 N/m² (de la superficie de la cúpula o de la proyección horizontal), se mantiene durante el tiempo necesario (algunos minutos) para observar las deformaciones y comprobar las eventuales anomalías;

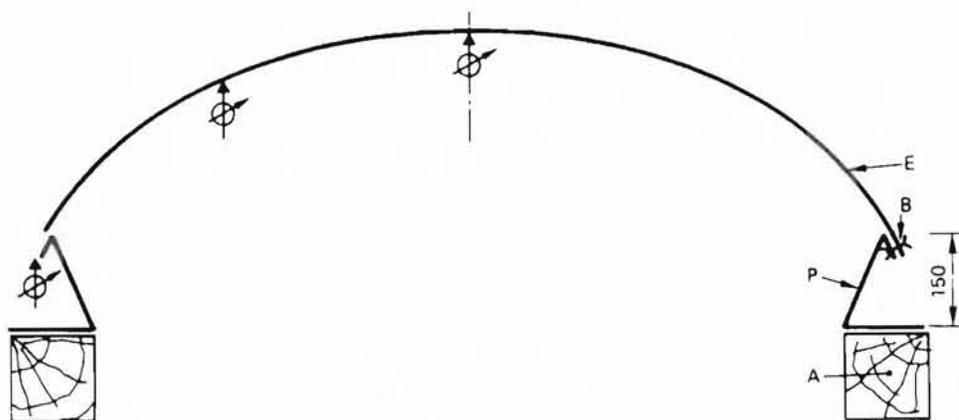


Figura 2.- Montaje del ensayo.

i) se sigue con el ensayo hasta la deformación, se considera obtenida cuando existe un deterioro grave (por ejemplo, rotura o flexión local) o hundimiento hasta que se llega a un aumento sensible de las deformaciones no imputables a un aumento de carga.

Para valorar el ensayo, se precisará, para cada soporte ensayado:

- condiciones de apoyo,
- modo de carga (radial o vertical),
- deformación máxima observada antes de la ruina y, si es posible, algunas deformaciones medidas en el curso del ensayo,
- la carga de deformación,
- las formas de deformación (rotura, flexión local, hundimiento, etc.),
- duración del ensayo.

Observación: en principio, durante el ensayo, no deberá impedirse el desplome si, durante el mismo, se han tomado las precauciones para evitar dicho desplome; es preciso manifestarlo para delimitar el ensayo, señalando también que la interpretación de dicho ensayo no es válida para los elementos aislados ni para los elementos extremos.

2b) Ensayos complementarios eventuales

Nota preliminar: los ensayos complementarios que siguen a continuación son, en parte o en su totalidad, a veces exigibles para ciertos países de la UEAtc.

La descripción de estos ensayos y su interpretación vienen dados para que, si es necesario, sean realizados de la misma manera por parte de todos.

A. Ensayo de tensión durante 1.000 h

El ensayo se ejecuta sobre la claraboya nueva a 20 °C (± 3 °C)

Se procederá por primera vez hasta llegar a la carga de servicio indicada por el fabricante; se mantiene esta carga durante 1.000 horas, después se continuará hasta el colapso.

Este ensayo no es necesario si se respetan las condiciones siguientes:

1ª condición, relativa a la deformación después de 1.000 horas: se procede a realizar un ensayo de tracción hasta la rotura y a 20 °C (± 3 °C), sobre las pequeñas probetas sacadas de la parte iluminante, en estado nuevo (por ejemplo, probeta de 3x20 cm).

Se ensayan de 3 a 5 probetas.

Sobre probetas idénticas, tomadas cerca de las precedentes, se procederá al ensayo de tracción hasta una carga que

corresponda de 0,35 a 0,50 veces la tensión media de rotura instantánea obtenida por el ensayo indicado, midiéndose la deformación relativa ϵ_0 instantánea alcanzada bajo esta carga; se mantiene la carga durante 1.000 h y se mide, a continuación, la deformación relativa después de 1.000 horas.

1ª Condición. Es preciso:

$$\epsilon_{1.000h} / \epsilon_0 \leq 1,5 \text{ (media de tres probetas)}$$

2ª condición, relativa a la tensión de rotura a 1.000 h:

se disponen probetas, en estado nuevo, y:

a) se determina la tensión de rotura instantánea σ a tracción, a 20 °C (± 3 °C) (media de tres probetas),

b) se repite el ensayo hasta una carga que corresponde a una tracción σ_1 , siendo:

$$\sigma_1 < \sigma$$

y se mantiene esta tensión hasta la rotura; se anota la duración a partir de la cual la rotura tiene lugar,

c) se repite el ensayo con cargas que corresponden a tracciones:

$$\sigma_3 < \sigma_2 < \sigma_1 < \sigma$$

d) por extrapolación se determina al $\sigma_{1.000h}$, es decir: la tensión que conduciría a una rotura al cabo de 1.000 horas.

2ª Condición. Es preciso:

$$\sigma_1 / \sigma_{1.000h} \geq 1,7 \text{ (media de tres probetas).}$$

B. Ensayo mediante carga repartida en todo el soporte

El ensayo se realiza sobre la claraboya nueva, a 20 °C (± 3 °C), pero con una carga repartida sobre todo el soporte.

El ensayo de 1.000 horas no es necesario si se cumplen las condiciones 3 y 4 que se definen posteriormente. En este caso, será suficiente el ensayo de corta duración siempre y cuando se verifiquen las condiciones 1 y 2 del apartado A (ver A).

3) condición relativa a la acción transversal

Son:

L = distancia entre soportes de la cúpula

a = longitud de un elemento unitario de la cúpula (es decir, sin junta de continuidad)

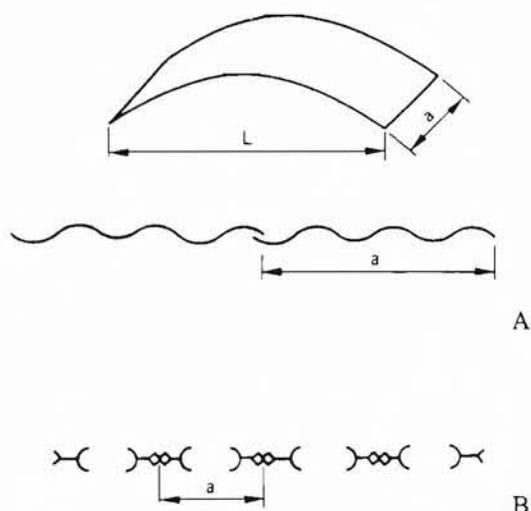


Figura 3.- A) Bóveda de una sola pieza, yuxtapuestas: a = amplitud de la pieza; B) Bóvedas compuestas yuxtapuestas: a = longitud de una pieza elemental; el enlace transversal es igual a L/a.

Condición 3. Es preciso:

$$L/a \leq 5$$

4) condición relativa a la resistencia de las fijaciones

Se ensaya un trozo de apoyo real (base de la cúpula + base de la claraboya + fijaciones al soporte) (Figura 4); se ensaya hasta la rotura bajo el modo de acciones transmitidas por la cúpula, en el caso de carga repartida uniforme y, simétricamente, sobre la distancia total entre soportes.

La dirección de estas acciones puede determinarse mediante cálculo.

4ª Condición. Es preciso:

$$p_{ir} \geq q_{ir}$$

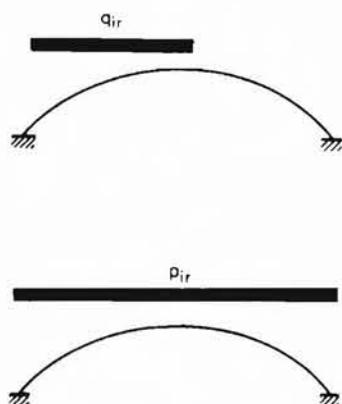


Figura 4.- Ensayo hasta rotura: q_{ir} (carga uniformemente repartida de deformación instantánea, en el caso de carga en la mitad del vano); p_{ir} (carga uniformemente repartida sobre todo el vano, calculada a partir de la determinación experimental de la deformación en los apoyos).

2c) Coeficientes admisibles de minoración

Cada instituto de la UEAtc, llevará a cabo los ensayos y condiciones que prevé y los coeficientes de minoración adoptados.

A título indicativo, se dan a continuación los coeficientes de minoración adoptados por algunos institutos.

a) Instituto de la RFA:

1º caso: las condiciones 1, 2, 3 y 4 son realizadas para no llevar a cabo a los ensayos complementarios de larga duración sobre la cúpula entera.

Se adopta un coeficiente global de minoración igual a tres, sobre el resultado del ensayo de base.

2º caso: las condiciones 1 y/o 2 no son realizadas, pero sí, las condiciones 3 y/o 4: se adopta un coeficiente global de minoración igual a dos sobre el resultado de la deformación del ensayo de 1.000 h (carga a mitad de los soportes).

3º caso: se realizan las condiciones 1 y 2, pero no las condiciones 3 y/o 4:

se adopta un coeficiente global de minoración igual a tres sobre el más pequeño de los resultados de colapso de los ensayos de corta duración efectuados con carga sobre la mitad de los soportes y con carga sobre toda la abertura de los soportes.

4º caso: no se verifican ninguna de las condiciones 1, 2, 3 ó 4:

se adopta un coeficiente global de minoración igual a dos sobre el más pequeño de los resultados de la deformación de los ensayos de 1.000 h realizados con carga sobre la mitad de los soportes y con carga sobre todo el soporte.

Observación: los coeficientes anteriores suponen que los materiales responden a las condiciones del párrafo 5.5. de la presente Guía.

b) Instituto de Bélgica

En Bélgica la tendencia es la de no prever más que la condición 3 y aplicar un coeficiente global de minoración igual a tres sobre el resultado del ensayo de base.

c) Instituto de Francia

En Francia se aplica simplemente un coeficiente global de minoración de tres sobre el resultado del ensayo de base.

3) Evaluación para el cálculo de la carga última

3a) Cálculo propiamente dicho

el cálculo se efectúa según las teorías clásicas del cálculo de los arcos, teniendo en cuenta el caso de colapso, el más probable (generalmente por flexión asimétrica) y por la combinación de acciones, las más desfavorables.

Las características del (o de los) material (es) que constituyen la bóveda se pueden determinar por flexión sobre pequeñas probetas; hay que tener en cuenta el efecto de variación de tensión, para un coeficiente apropiado de mayoración de las acciones (o de minoración de la carga última). Para conocer el efecto de la tensión, se considera que un ensayo de duración de 1.000 horas es suficientemente significativo y permite una extrapolación. Las probetas a flexión deben tener las mismas zonas comprimidas que los elementos de magnitud real.

Será preciso aplicar una corrección de cálculo para tener en cuenta la deformabilidad de las bases. La evaluación técnica precisará:

- el método de cálculo utilizado con las referencias de los artículos o trabajos relativos al método escogido y la justificación de éste;
- las hipótesis admitidas, claramente a lo que concierne en las combinaciones de acción;
- las características de (o de los) material (es) que constituyen la bóveda, comprendidos los efectos de tensión y de envejecimiento;
- la carga última deducida del cálculo y el modo de deformación y referente, para todas las partes examinadas;
- todas las indicaciones útiles para la apreciación del comportamiento bajo la carga de la claraboya.

3b) Comparación del cálculo mediante la experimentación, evaluación experimental

El ensayo tendrá lugar sobre una claraboya nueva del mayor vano de luz examinada.

Comparación.

Se comparará, para este vano de luz, la última carga experimental con la última carga obtenida mediante cálculo para las mismas condiciones (corta duración, claraboya nueva).

La evaluación técnica precisará de los valores comparados.

Se considera que la evaluación para el cálculo es satisfactorio en tanto que la desviación, con relación a la evaluación experimental, no sobrepase el 20%.

Si éste no es el caso, será preciso atenerse sólo a los ensayos realizados sobre todos los vanos de luz.

4.2.1.3. Verificación de la resistencia mediante carga ascendente

Esta verificación no se refiere, esencialmente, más que a las uniones pues el efecto de flexión en general no hay que temerlo para este caso.

1. Acciones a tener en consideración

Se trata de la acción a la depresión ejercida por el viento y precisada en los reglamentos nacionales, esto en el caso más desfavorable.

2. Verificación

La verificación se hace experimentalmente para un ensayo de corta duración sobre la claraboya de mayor vano de luz.

Las condiciones extremas (soporte, bases, fijaciones) son las mismas que las reales; se velará, en particular, para que las uniones y su número correspondan a lo que está previsto por el peticionario.

El elemento de ensayo está sometido a una carga ascendente uniformemente repartida sobre todo el vano; esta carga puede ser tanto vertical como radial.

El ensayo se realiza hasta llegar al colapso, por plataforma.

La realización de los ensayos dependerá de:

- las condiciones de apoyo;
- el modo de carga y dónde ha sido realizado;
- las deformaciones durante el curso del ensayo y las cargas correspondientes;
- la duración del ensayo;

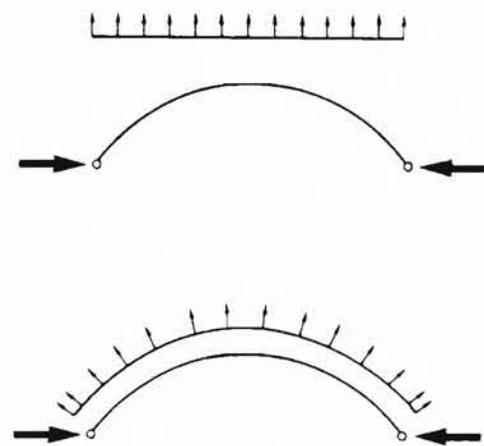


Figura 5.- Ensayo de la resistencia mediante carga ascendente.

-la carga correspondiente a las diferentes anomalías comprobadas (fisuración o desgarrones a la altura de las uniones, deformaciones irreversibles de las uniones, rotura, etc.) y la descripción de éstos.

3. Coeficiente de minoración admisible

En principio es, al menos, igual a dos, con relación al colapso.

4.2.2. Resistencia a los choques de cuerpos duros

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 los cuerpos duros, efectuado en las condiciones que a continuación se describen, permite eliminar los producidos anormalmente y sensibles al granizo.

La claraboya (cúpula sobre la base) se coloca sobre un área plana.

Una bola de acero de 250 gramos, se deja caer, sin velocidad inicial, desde una altura de 1 metro con relación al punto de impacto, sobre 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 y 23 °C.

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

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

El ensayo 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 los ensayos previstos para los pequeños elementos de las ventanas, según las "Directrices UEAtc 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-bases-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 infiltraciones 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/m³ 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, se recurrirá a una determinación análoga a la prevista para las ventanas (ver párrafo 2.1. de "Directrices UEAtc para la evaluación técnica de las ventanas").

4.3.4. Condensaciones internas (para las claraboyas de paredes múltiples)

En el caso general y si el ensamblaje de las paredes no es estanco al vapor de agua y las condensaciones internas son pasajeras y poco molestas, no hay previsto un ensayo, pero sí realizar una verificación de posibles incidencias y, si ha lugar, un examen de los dispositivos de recogida y de evacuación de las condensaciones.

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

Difícilmente pueden verificarse estas condensaciones para un ensayo a escala real, debido a las grandes superficies de las claraboyas a bandas y la multiplicidad de los elementos constitutivos.

La evaluación técnica se limitará a un examen de las referencias.

4.4. Características luminosas

4.4.1. Transmisión luminosa

La transmisión luminosa es apreciada simplemente por un cálculo que tenga en cuenta la transmisión luminosa de los diversos componentes.

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

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

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

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

4.5. Características del aislamiento

Si el peticionario reivindica las características de aislamiento, la determinación de éstas se hará mediante cálculo y precisando los métodos utilizados.

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, en los ensayos de laboratorio, mientras existan normas específicas en lo que respecta a familias de materiales (norma citada para los PRV, los PVC, etc.).

4.6.1. Apreciación de la durabilidad de las partes iluminantes bajo la acción de la radiación solar y del agua

Las recomendaciones que se dan a continuación concierne 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.

4.6.1.1. 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, 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 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, $\geq 85\%$).

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

- Los PVC translúcidos (transmisión luminosa, en estado nuevo < 85%)

4.6.1.2. 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 aproximado 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 cada dos horas, durante 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 agua a 25 °C.

4.6.1.3. 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 deducir resultados fiables.

4.6.1.4. Propiedades a seguir

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

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) la evolución de la resistencia a la flexión.

Se referirán 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.

4.6.2. Consideraciones que afectan a las bases y a los adornos 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.

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.

⁽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.

5.2 Características mecánicas (determinación según el párrafo 4.2.)

5.2.1 Estabilidad

Las presentes directrices no prevén las exigencias comunes a todos los países de la UEAtc.

Se referirá:

- para carga descendente, al párrafo 4.2.1.2., en tanto que la justificación viene aportada por vía experimental;
- para carga ascendente, al párrafo 4.2.1.3.

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

Cuando 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. Estanquidad a la arena, polvo e insectos

El examen de los dispositivos constructivos debe garantizar 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, deben permitir concluir con la ausencia de caracteres molestos de condensaciones eventuales internas frente a la iluminación y a la visibilidad.

5.3.4.2. Condensaciones externas

El examen de los dispositivos constructivos deben 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.

5.4. Transmisión luminosa

(determinación según el párrafo 4.4.1.) (para la memoria)

- 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 apreciaciones de la conservación de las características.

Las reglas de apreciación hacen referencia a los materiales constitutivos de las partes esenciales (Tabla 1).

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 techumbre 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 cualquier 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 exige en lo que se refiere a la puesta en obra).

7. CONTROL DE CALIDAD

7.1. Generalidades

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

Una claraboya no puede ser objeto de una evaluación

TABLA I
Reglas sobre las apreciaciones de la conservación de las características

Productos	Ensayo	Propiedades		Otras
		Pérdida relativa de transmisión luminosa	Pérdida relativa de propiedades mecánicas	
PMMA puro	en general no es necesario			
PMMA modificado (con aditivo)	8.000 h bajo lámpara de neón con humidificación. 2 años bajo exposición natural (a 45° de inclinación. Exposición sur.	≤ 10% en el amarillo. ≤ 10% en el amarillo.	≤ 20% ensayo al choque. ≤ 20% ensayo al choque.	
PRV translúcido sin llevar película manufacturada	8.000 h bajo lámpara de neón con humidificación. 2 h en agua a 100 °C 30 días en agua a 25 °C	≤ 15% en la transmisión global para los productos de la categoría A. ≤ 30% para (*) la transmisión global para los productos de la categoría B.	≤ 25% en ensayo a flexión. ≤ 25% en ensayo a flexión.	
PVC transparente y translúcido	8.000 h bajo lámpara de neón con humidificación. 2 años de exposición natural (a 45° exposición sur)	≤ 20% en amarillo ≤ 20% en amarillo	≤ 20% ensayo al choque. ≤ 20% ensayo al choque.	sin porcelana ni fisuración o pérdida de adherencia de capa de gel.
PC	8.000 h bajo lámpara de neón con humidificación. 2 años de exposición natural (a 45° inclinación exposición sur)	≤ 20% en amarillo	≤ 20% ensayo al choque.	

* La evaluación tecnológica especificará, de forma explícita, que se trata de productos de durabilidad más débil, pudiendo ser inferior a 10 años en lo que se refiere a la conservación de la función de iluminación.

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 controladas 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⁽¹⁾ que hay que recepcionar y sus modalidades. A continuación -y a título de ejemplo- se dan algunas materias primas que es indispensable recepcionar.

- 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 exigirá 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

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).

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

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 higrometría;

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 los bordes 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⁾;
- 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⁾.

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

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

9. MARCADO

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

- el nombre del fabricante;
- la denominación comercial de la claraboya;
- el número de la evaluación técnica;
- el material constitutivo de la parte iluminante;
- en el caso de doble pared a realizar in situ, marcado de las paredes, externa e interna.

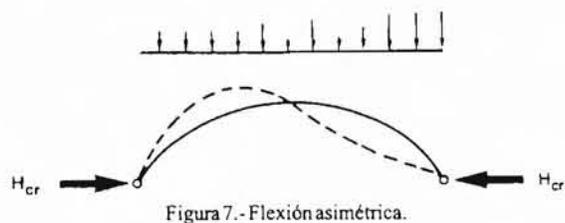
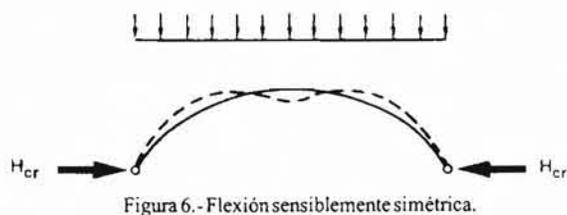
Anexo I. Consideraciones generales sobre la estabilidad de las bóvedas delgadas fuertemente deformables

1.1. Forma de la deformación

En general, la deformación de este tipo de bóveda puede afectar a una de las formas siguientes:

- a) flexión sensiblemente simétrica, es decir, en dos ondas del mismo signo (Figura 6).
- b) flexión asimétrica, es decir, en dos ondas de signo opuesto (Figura 7).

Para el tipo de cúpula examinada, es en general la flexión asimétrica la que es más peligrosa, pues se produce bajo la carga crítica más débil. Esto es verdad "a fortiori" si la carga es asimétrica lo que es generalmente el caso para las claraboyas a bandas.



1.2. Naturaleza de las cargas

Las cargas a considerar son, esencialmente:

- a) la nieve (Figura 8).
- b) el viento (Figura 9).

1.2.1. La nieve

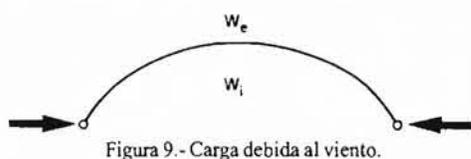
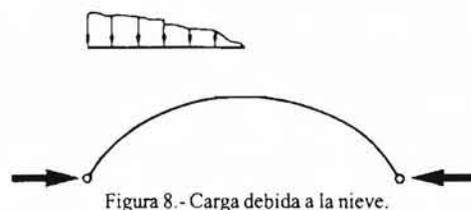
Los reglamentos nacionales definen, en función de las

regiones, la carga de base q_0 debida a la nieve. En general, ésta es la carga correspondiente a un período de 50 años.

El proyecto ISO/DIS 4355 da las recomendaciones que conciernen a la repartición de la nieve sobre la cubierta, teniendo en cuenta la acumulación debida al viento, lo que da lugar a tenerlo presente. Hay que darse cuenta que el caso más desfavorable para la bóveda de las claraboyas a bandas es el de una carga sobre la mitad de la cúpula.

Además de la acumulación de la nieve, el viento puede ejercer acciones radiales, tanto de presión como de depresión.

La acción W a tener en cuenta es la resultante de las acciones w_e y w_i ejercidas respectivamente sobre las caras exterior e interior de la bóveda.



Los valores particulares para cada caso, a tener en cuenta, en función de las dimensiones del edificio, de su geometría, de la rugosidad y del relieve del terreno del entorno y de la situación de la bóveda sobre la cubierta, vienen dados según los reglamentos nacionales.

1.2.3. Combinación nieve + viento

(para las cargas descendentes)

Ciertos reglamentos nacionales prevén la combinación de las acciones conjugadas de la nieve y del viento.

Anexo 2. 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] "Directivas UEAtc para la evaluación de los productos en PVC rígido utilizados en el exterior del 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, nº 81, 1981.