



JORNADA

APLICACIÓN DE LA
DIRECTIVA 2002/49/CE
SOBRE EVALUACIÓN Y
GESTIÓN DEL RUIDO
AMBIENTAL

Madrid
18 NOVIEMBRE
2015

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN INFRAESTRUCTURAS

MEDIDAS CORRECTORAS
PANTALLAS ACÚSTICAS Y DISPOSITIVOS
REDUCTORES DE RUIDO

Dámaso M. Alegre

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN INFRAESTRUCTURAS - MEDIDAS CORRECTORAS

PANTALLAS ACÚSTICAS Y DISPOSITIVOS REDUCTORES DE RUIDO

Dámaso M. Alegre Marrades
Ingeniero del ICAI
Jefe del Dpto. de Ingeniería Acústica
Oficina Técnica
FERROVIAL AGROMAN S.A.



Miembro del Comité Europeo de Normalización de dispositivos reductores de ruido para carreteras, CEN/TC226/WG6.

Miembro del Comité Europeo de Normalización de dispositivos reductores de ruido para ferrocarriles, CEN/TC256/SC1/WG40.

Miembro del "Traffic Noise Working Group" de la European Union Road Federation, ERF.

Presidente de la Asociación Nacional de Industriales de Pantallas y Dispositivos Anti-Ruido (A.N.I.P.A.R.).

Presidente Honorario y Vicepresidente Ejecutivo de la European Noise Barrier Federation (E.N.B.F.).

CONTENIDO

- 1. La contaminación acústica de las infraestructuras de transporte.**
- 2. Aspectos a considerar para el diseño de dispositivos reductores de ruido (DRR).**
- 3. Tipología de pantallas acústicas y normativa de producto.**
- 4. Recepción de las obras.**
- 5. Conclusiones y recomendaciones.**

01.

LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE

El problema de la contaminación acústica

Noise in Europe today



- **125 million** people affected by more than **55 dB Lden** from road traffic
- around **30 - 50 thousand** cases of premature death in Europe each year
- **2nd** most dangerous environmental hazard to people's health

El problema de la contaminación acústica

EU regulatory
framework



Directiva 2002/49/EC

OBJETIVO: Lograr un enfoque común europeo para evitar, prevenir o reducir los efectos de la exposición al ruido ambiental perjudicial para la salud

Actuaciones:

Mapas Estratégicos de ruido +
Planes de acción en ciclos de 5 años

Excluye:

Establecimiento de valores límites +
prescripción de medidas correctoras



El problema de la contaminación acústica

EU regulatory
framework



Directiva 2015/996/EC

Actuaciones:

Suplir la falta de métodos de evaluación comparables y comunes, que eviten inconsistencias en las estimaciones de la exposición entre los diferentes países, e incluso, dentro de un mismo país.

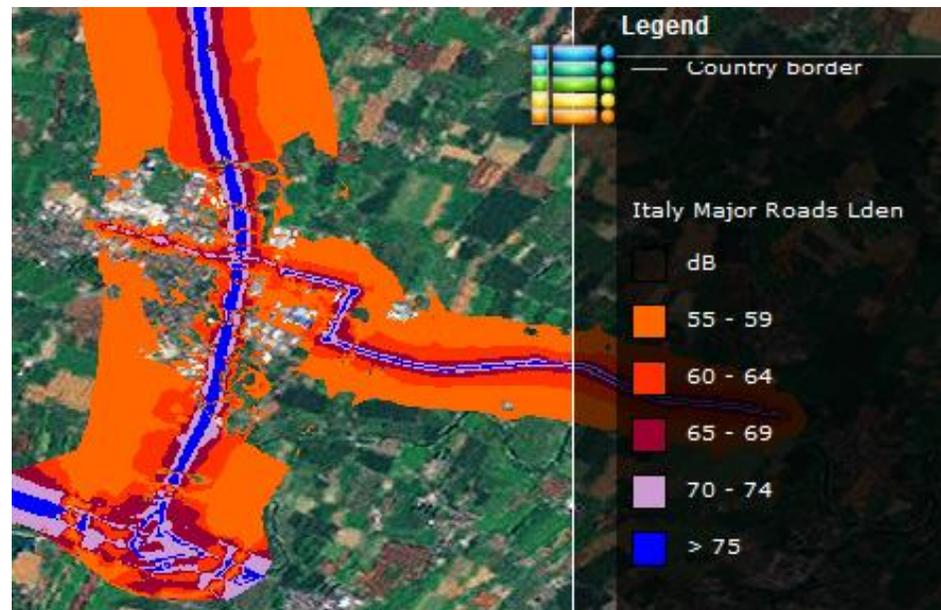
Implementar la experiencia obtenida en la aplicación de la Directiva 2002/49/EC, tras las 2 rondas de presentación de informes, sobre los MER y Planes de Acción, llevadas a cabo.

El problema de la contaminación acústica

EU regulatory
framework



Annex II (CNOSSOS-EU)



Contaminación acústica: El problema es diferente para cada situación



Contaminación acústica

Aspectos peculiares de la contaminación acústica en infraestructuras:

- Se trata de una contaminación que podemos definir, a diferencia de los restantes tipos de contaminación, como **"limpia"**, en efecto, solo existe contaminación mientras existe una fuente de ruido activa y una vez desaparecida dicha fuente, no queda ningún tipo de contaminación residual. Por consiguiente, la cuarta dimensión, el **"tiempo"**, deberá considerarse para el diseño de las medidas correctoras.
- Precisa de la existencia de **individuos sensibles** a la molestia asociada al ruido para ocasionar efectos negativos. Por tanto las medidas correctoras deberán ser eficaces en los puntos donde se localicen esos receptores.

Lucha contra la contaminación acústica generada por los transportes

El tráfico genera una emisión sonora que se propaga alcanzando a los receptores sensibles. Podemos actuar por tanto sobre:



El problema en su conjunto

- Planificación de las infraestructuras de transporte y ordenación del territorio. Proyectos Constructivos.



La emisión sonora

- Acciones sobre los vehículos, reduciendo al máximo la emisión de ruido del motor, escape, etc.
- Actuaciones tendentes a reducir el ruido generado en la interfase neumático-calzada y rueda-raíl.



La propagación sonora

- Actuaciones sobre la propagación del sonido: barreras acústicas y dispositivos reductores de ruido.



La inmisión sonora

- Actuaciones de mejora del aislamiento acústico en los receptores.

02.

ASPECTOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE DISPOSITIVOS REDUCTORES DE RUIDO (DRR)

Normativa a tomar en consideración para el diseño y proyecto de los DRR



Normativa legal y Ordenanzas.

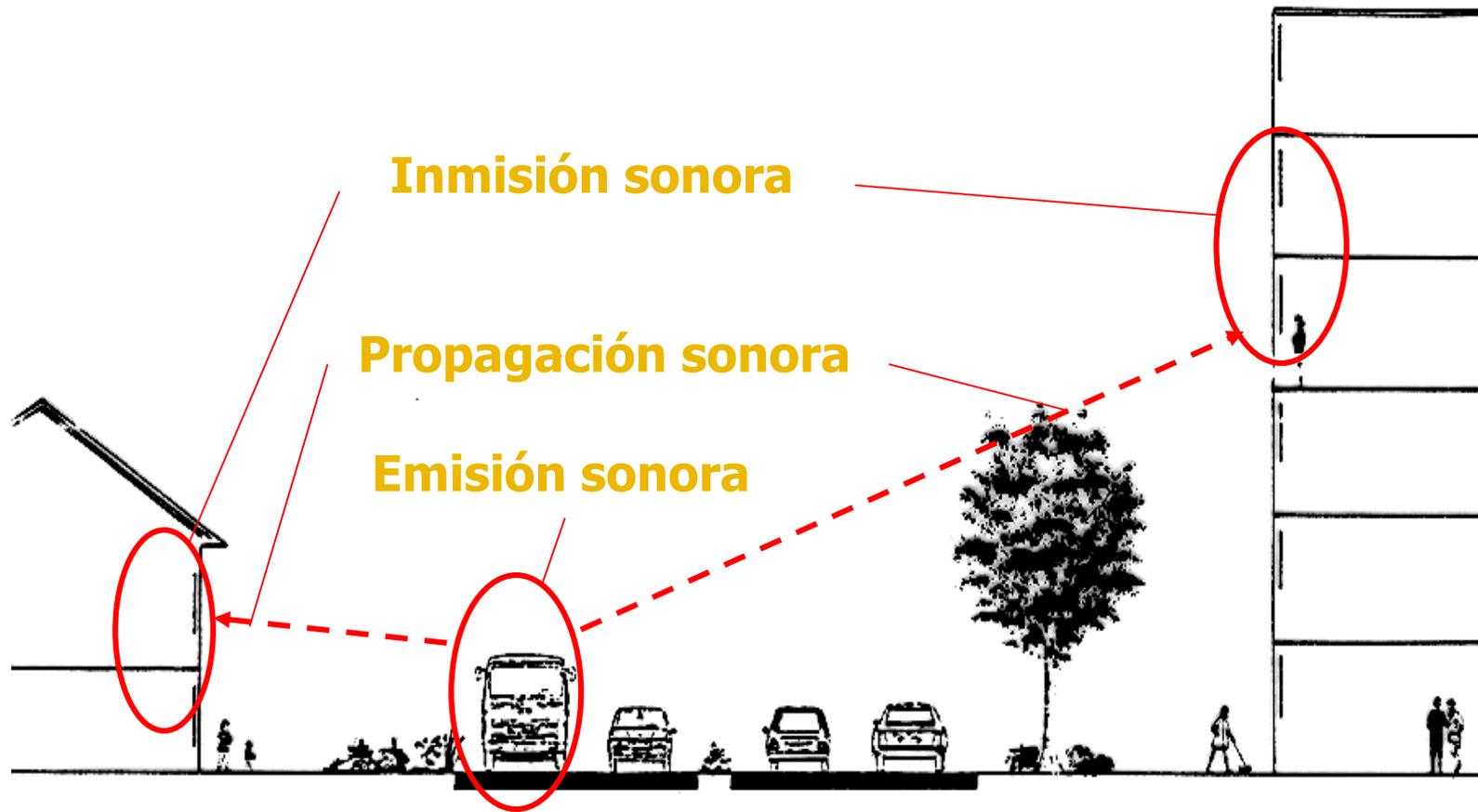


Normativa técnica de definición y cálculo.



Normativa de control y aseguramiento de la calidad.

Contaminación acústica: Generación del problema



Lucha contra la contaminación acústica generada por los transportes

Actuaciones sobre la propagación del sonido

1. la interposición de obstáculos a la transmisión, que presenten unas adecuadas características de **aislamiento a ruido aéreo**
1. la modificación de las condiciones de **absorción acústica** en las superficies apropiadas, que intervienen delimitando el camino de la propagación acústica

Dispositivos reductores de ruido en infraestructuras



Pantallas vegetales

Dispositivos reductores de ruido en infraestructuras



Diques de tierra

Earth bermes

Dispositivos reductores de ruido en infraestructuras



Pantallas acústicas

Noise barriers

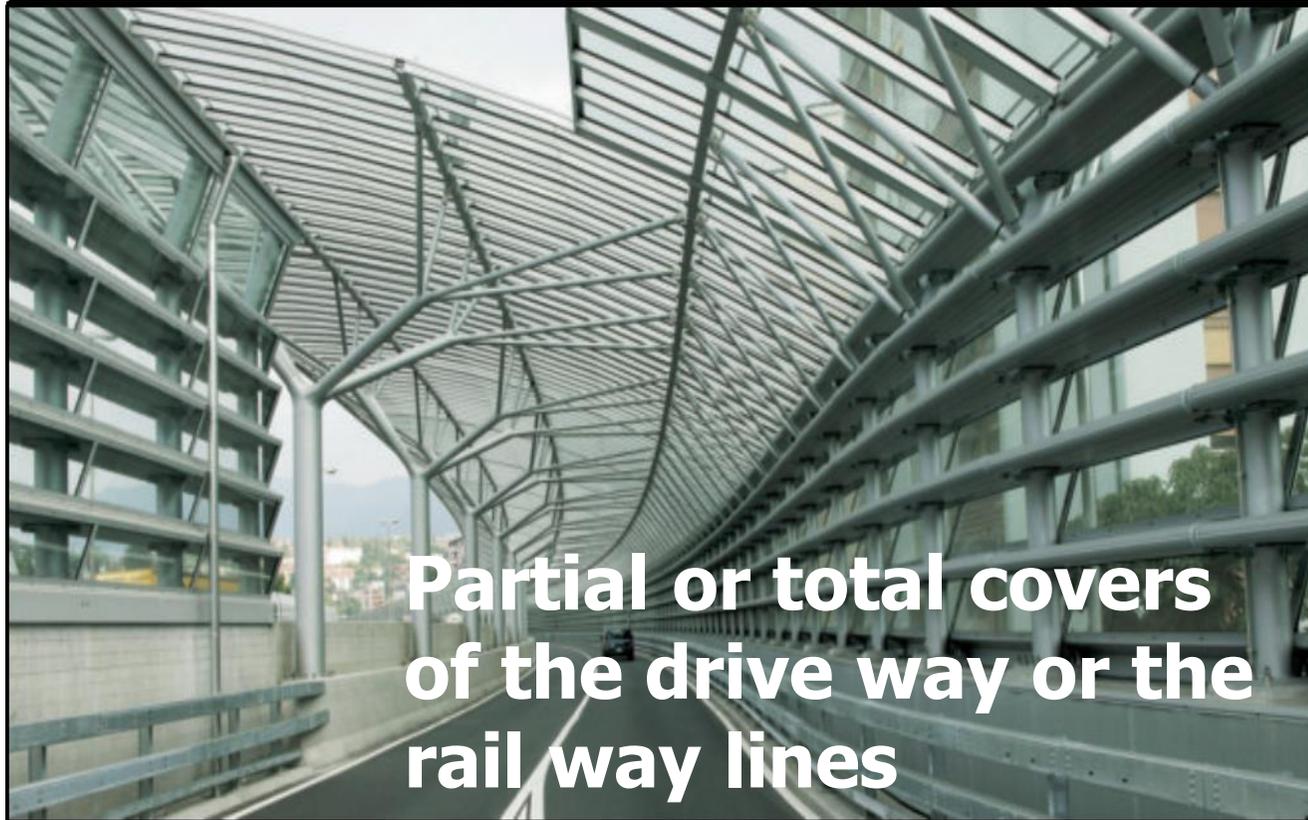
Dispositivos reductores de ruido en infraestructuras



Construcciones mixtas

Mixed constructions

Dispositivos reductores de ruido en infraestructuras



Cubiertas parciales o totales de la calzada o vía de circulación

Partial or total covers of the drive way or the rail way lines

Dispositivos reductores de ruido en infraestructuras



Dispositivos especiales

Dispositivos reductores de ruido en infraestructuras



Tratamientos absorbentes

Absorbent treatments

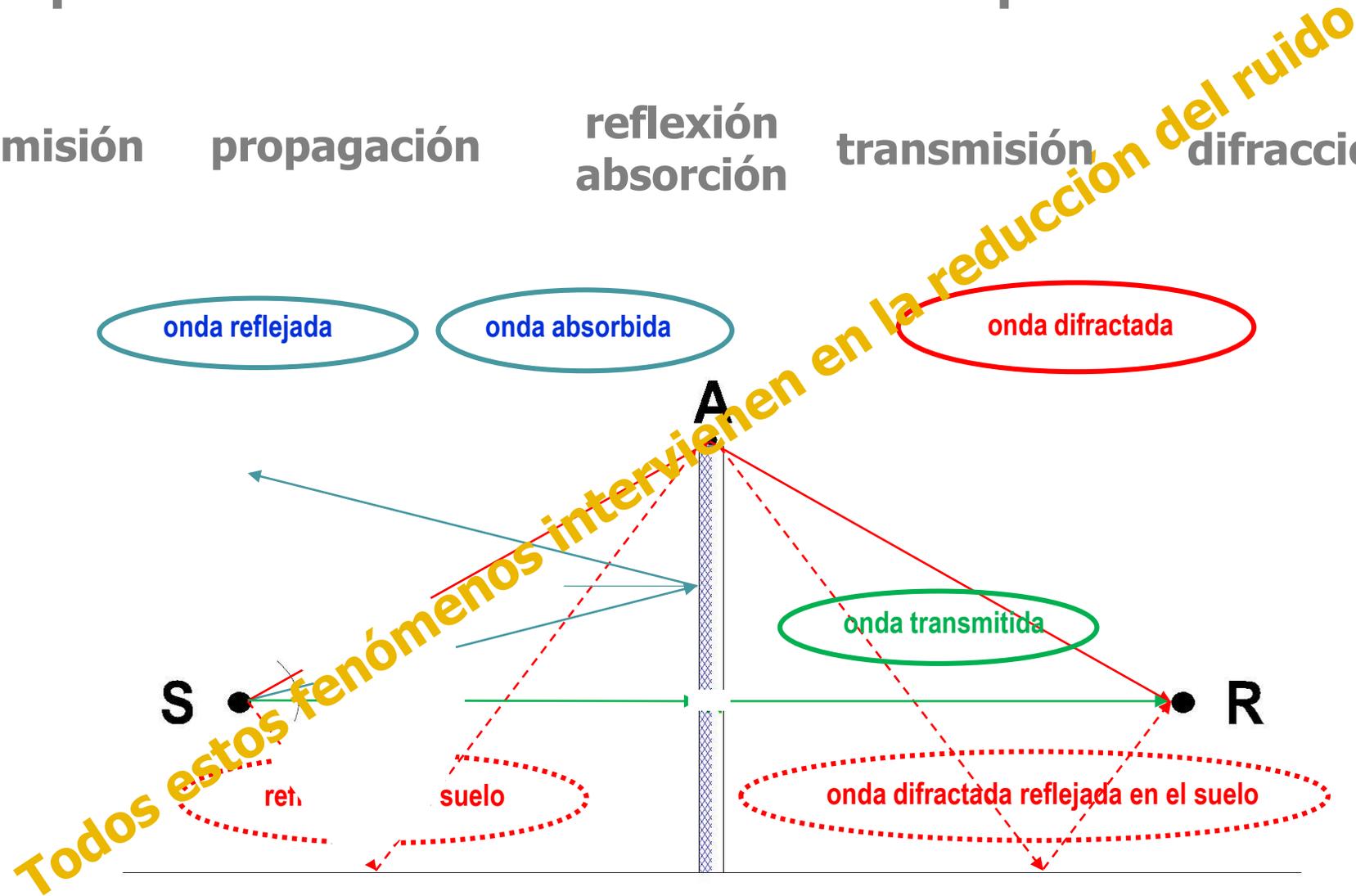
Diseño de pantallas acústicas

Factores que intervienen:

- ✓ **Definición de las prestaciones acústicas** (eficacia requerida y condiciones exigibles a los materiales constituyentes de la pantalla).
- ✓ **Determinación de la ubicación de la pantalla** con respecto a la vía de circulación.
- ✓ **Diseño geométrico de la pantalla** (altura y longitud).
- ✓ **Diseño constructivo.** (tipo y forma de la pantalla). En general, una pantalla acústica estará constituida:
 - Por los elementos, paneles modulares o materiales que constituyen el muro.
 - Por el armazón o estructura soporte en el que se dispondrán los elementos anteriores.
 - Por las cimentaciones precisas para mantener la estabilidad de la pantalla acústica.
- ✓ **Diseño para mantener la seguridad vial y medioambiental.**
- ✓ **Definición de la vida en servicio de la pantalla.**

Principio de funcionamiento físico de una pantalla acústica

emisión propagación reflexión
absorción transmisión difracción



Normativa técnica de definición y cálculo

- En Francia: **NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)** y la **norma francesa 'XPS 31-133'**, recomendado por la Directiva Europea para carreteras.
- En Alemania: VDI 2720 y 2714, la norma DIN 18005. **RSL-90**, editado por el Ministerio de Transporte alemán, es actualmente el más utilizado.
- En Holanda: **Standaard Rekenmethode I** y la **Standaard Rekenmethode II**. Sus versiones informáticas se recogen en los correspondientes programas software, denominados DGMR. Recomendado por la Directiva Europea para ferrocarriles.
- En Reino Unido: **Calculation of Road Traffic Noise (CRTN)**. En este método, se emplea como indicador el parámetro L_{10} y no el L_{eq} o nivel continuo equivalente, utilizado en el resto de los países mencionados. El software denominado **RO-PLAN** es su versión informatizada. Este método se emplea también en Irlanda, y actualmente se han definido unas fórmulas de conversión de los resultados para el parámetro L_{10} en niveles L_{eq} o L_{den} .
- En España: No hay método oficial.

ESTOS MODELOS DE CÁLCULO SE RECOGEN EN LAS ÚLTIMAS VERSIONES DE LOS PROGRAMAS CADNA, IMMI, SOUND PLAN, PREDICTOR, etc.



Estimación de la eficacia de Pantallas Acústicas

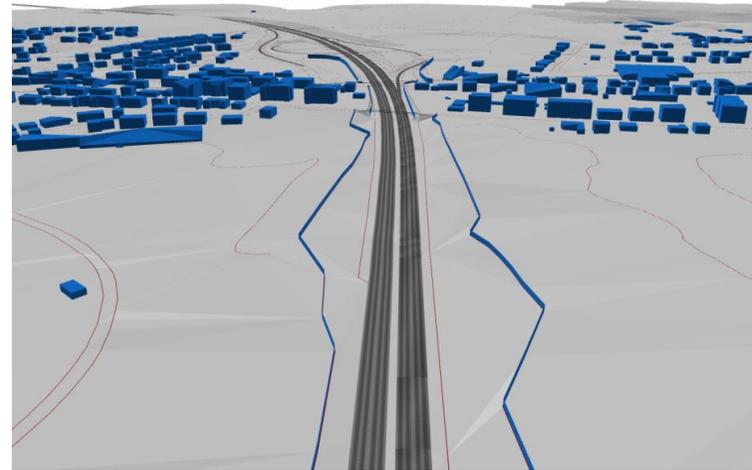
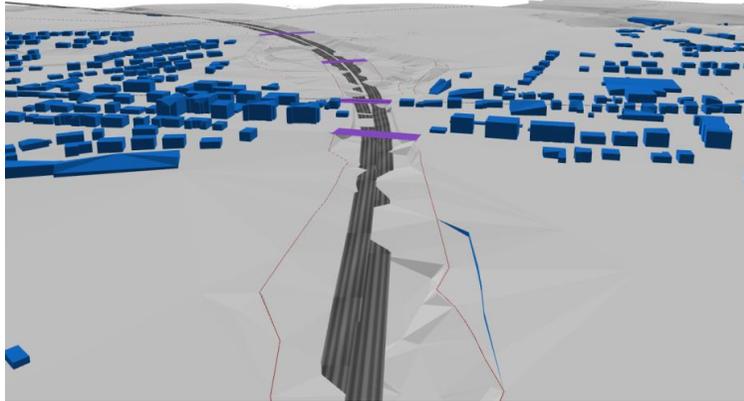
✓ Generalmente todos los cálculos en la actualidad se resuelven mediante la aplicación de modelos 3D realizados con los programas de previsión de niveles sonoros:

- ✓ CADNA-A;
- ✓ IMMI;
- ✓ SOUND PLAN;
- ✓ MAP 4D;

etc.

Estimación de la eficacia de Pantallas Acústicas

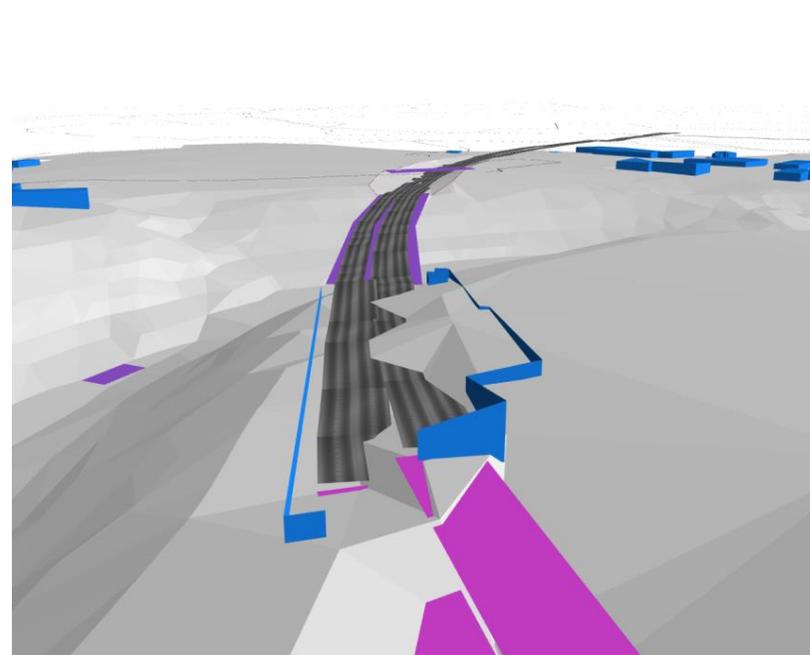
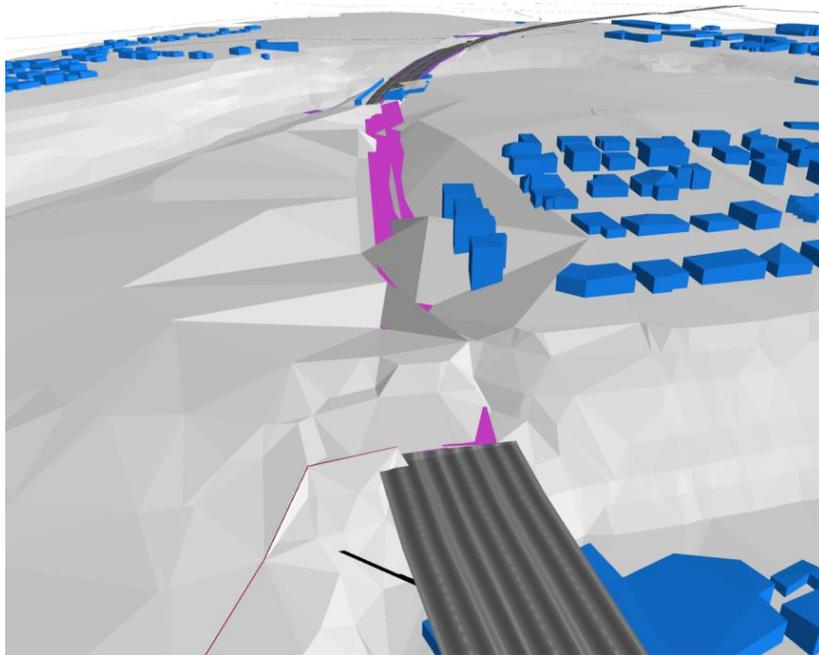
Se precisa experiencia en el manejo adecuado de los programas



Ejemplo de modelización tridimensional incorrecta y correcta

Normativa técnica de definición y cálculo

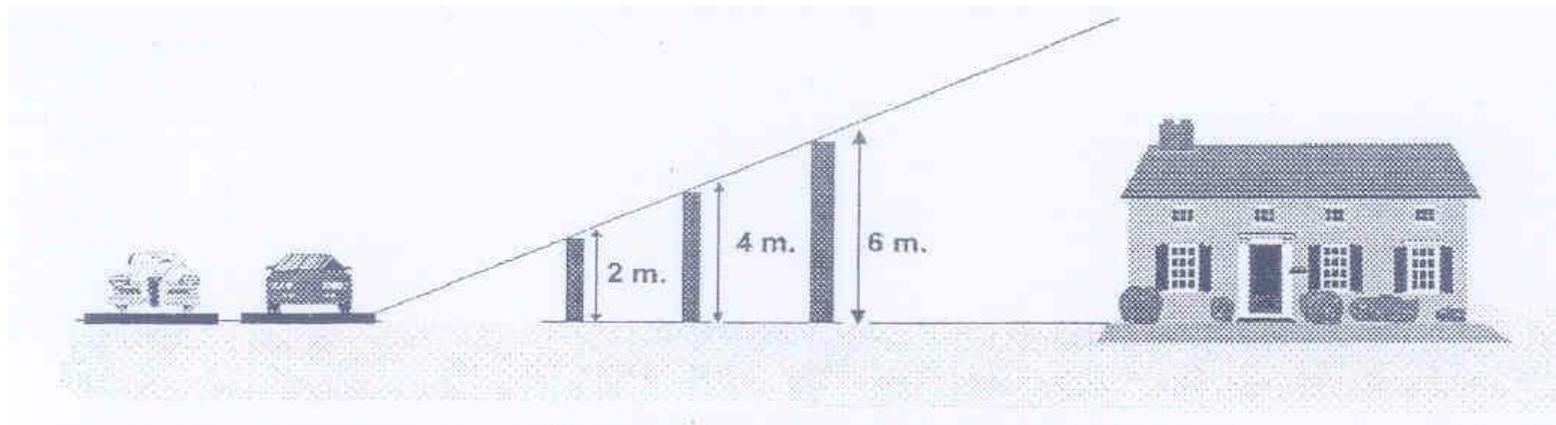
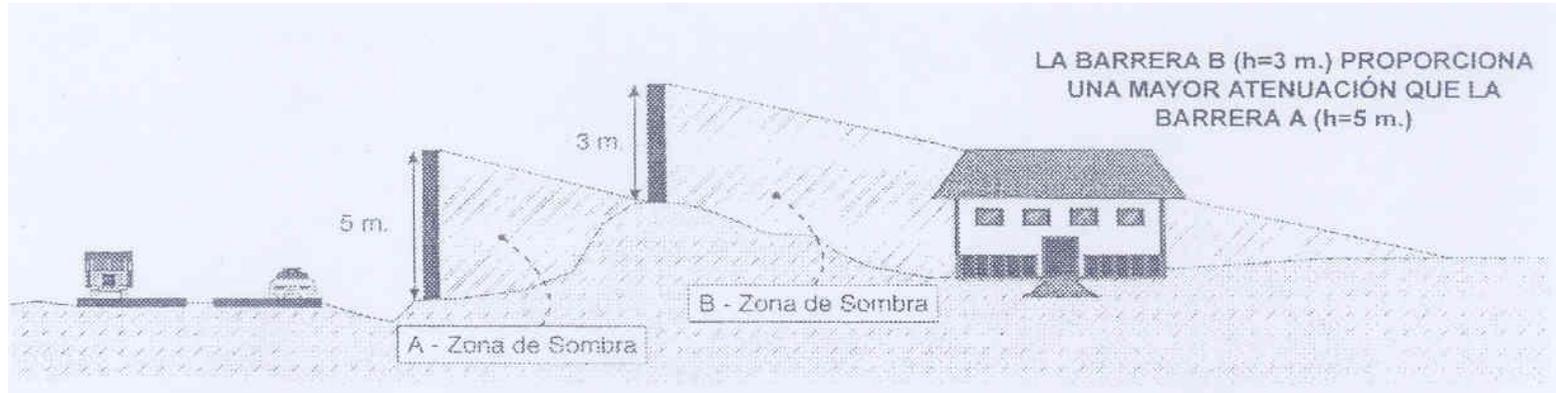
¿ EXPERIENCIA Y MANEJO ADECUADO DE LOS PROGRAMAS ?



Ejemplos de modelización tridimensional incorrecta

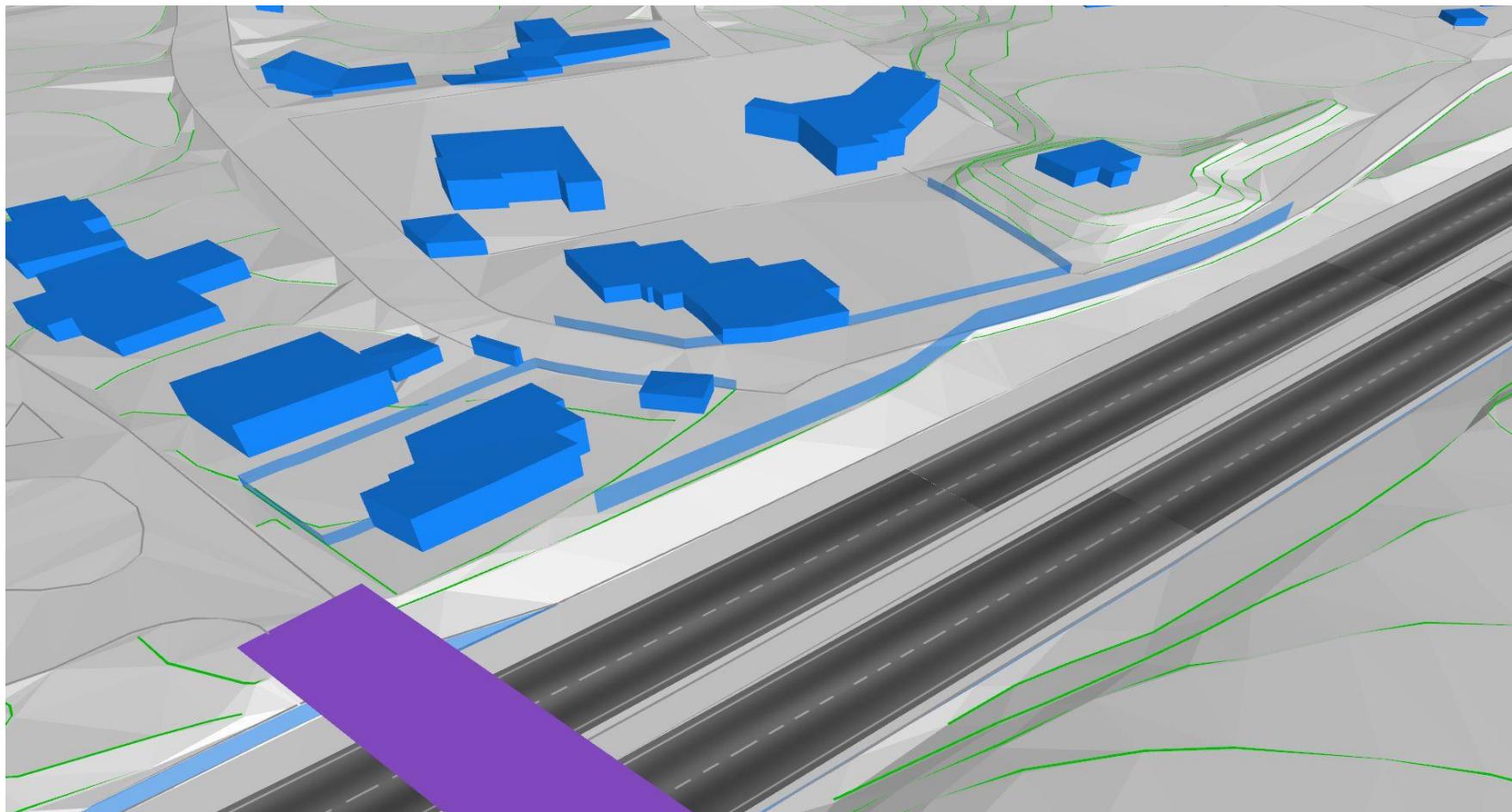
Diseño de pantallas acústicas y DRR

Determinación de la ubicación



INFLUENCIA DE LA UBICACIÓN DE LA PANTALLA ACÚSTICA

Estimación de la eficacia de Pantallas Acústicas



Correcta definición y ubicación de las pantallas en el modelo

Diseño de pantallas acústicas y DRR

Determinación de la ubicación

- Los errores más frecuentes se generan por la improvisación y la ignorancia de las consecuencias que conllevan las modificaciones del diseño junto con la falta de detalle en los planos constructivos de Proyecto.



Estimación de la eficacia de Pantallas Acústicas

Manejo adecuado de los programas



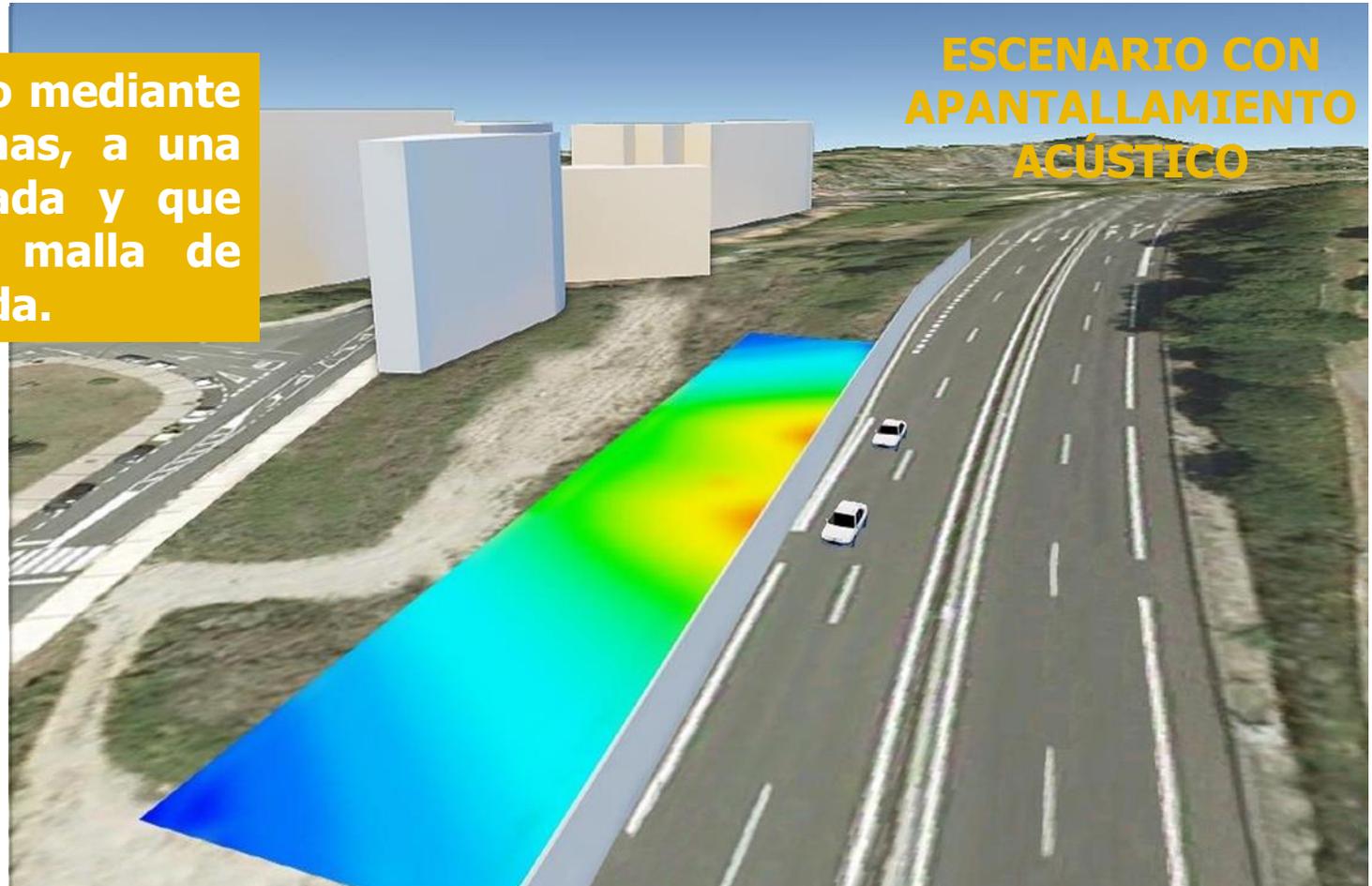
Cálculo realizado mediante mapas de isófonas, a una altura determinada y que depende de la malla de cálculo establecida.



Estimación de la eficacia de Pantallas Acústicas

Manejo adecuado de los programas

✓ Cálculo realizado mediante mapas de isófonas, a una altura determinada y que depende de la malla de cálculo establecida.



Estimación de la eficacia de Pantallas Acústicas

Se precisa experiencia en el manejo adecuado de los programas

✓ Cálculo realizado mediante mapas de isófonas, a una altura determinada y que depende de la malla de cálculo establecida.



Estimación de la eficacia de Pantallas Acústicas

Se precisa experiencia en el manejo adecuado de los programas

✓ Cálculo realizado mediante puntos receptores, a diferentes alturas y que no depende de la malla de cálculo establecida.



03.

TIPOLOGÍA DE PANTALLAS ACÚSTICAS Y NORMATIVA DE PRODUCTO

Prestaciones acústicas: tipos de pantallas

- **Pantallas reflectantes:** Son pantallas con un índice DL_{α} o DL_{RI} muy bajo.
- **Pantallas absorbentes:** Son pantallas con un índice DL_{α} o DL_{RI} considerable. Es evidente que una pantalla será tanto más absorbente cuanto mayor sea el valor de su índice DL_{α} o DL_{RI} .

Es preciso resaltar que *a priori*, no resulta preferible un tipo de pantalla frente a otro, siendo las peculiaridades del problema acústico a resolver las que determinarán el grado de absorción más conveniente.

En cualquier caso, los materiales a emplear para la construcción de una pantalla acústica, deberán presentar una capacidad mínima de aislamiento acústico, mientras que solo en ciertos casos será, además, exigible una capacidad adecuada de absorción acústica.

Normativa de control y aseguramiento de la calidad

COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN - CEN

DRR Y PANTALLAS ACÚSTICAS
PARA CARRETERAS

CEN TC226 WG6

DIRECTIVA COMUNITARIA DE
PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN
Mandato M 111 y RPC

DRR Y PANTALLAS ACÚSTICAS
PARA FERROCARRILES

CEN TC256 SC1 WG40

DIRECTIVA COMUNITARIA DE
INTEROPERABILIDAD

Normas AENOR UNE-EN



Estos comités tienen sus comités "espejo" nacionales en AENOR :

AENOR CTN 135 SC6

AENOR CTN 25 SC1 GT6



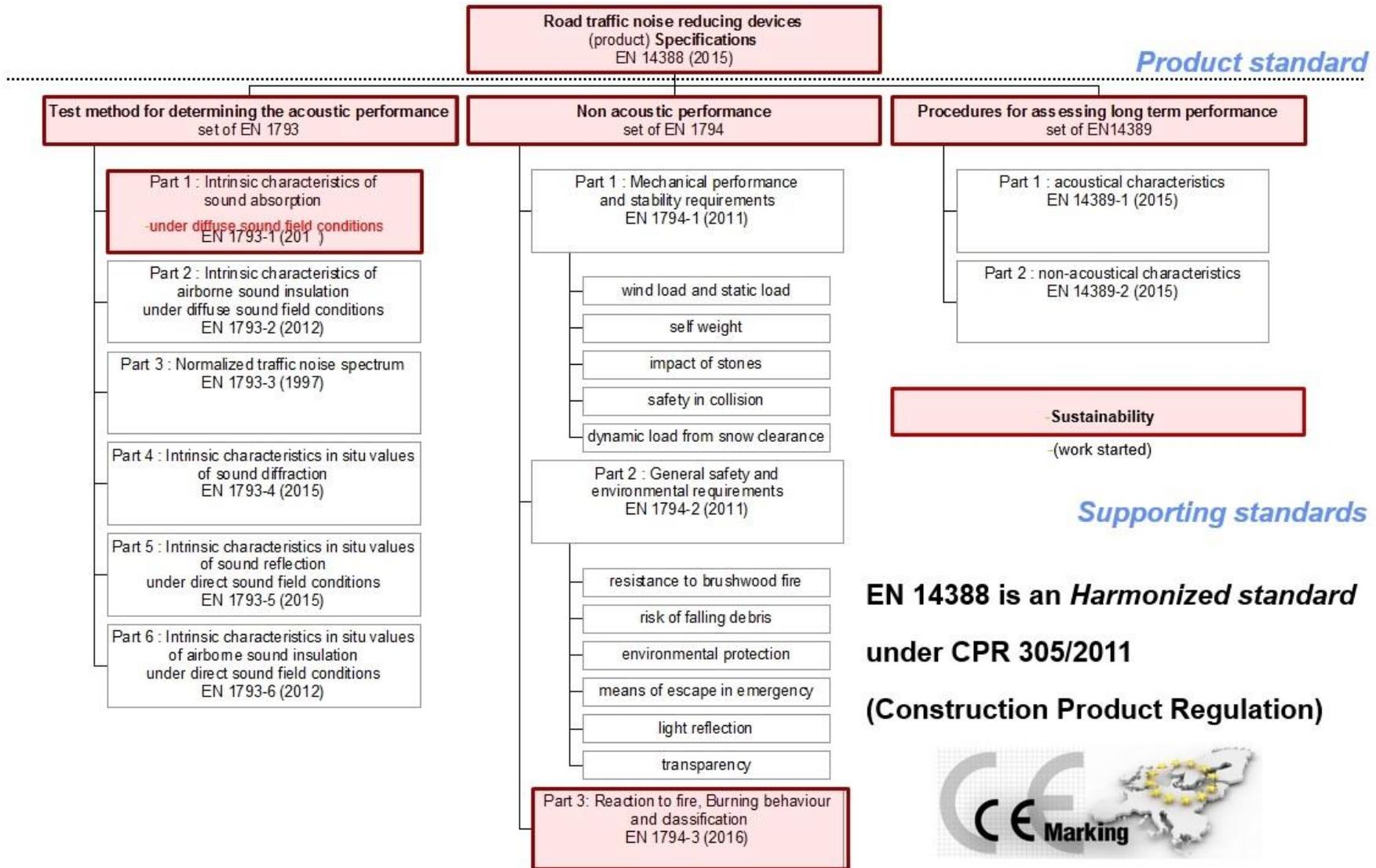
Dispositivos Reductores de Ruido (DRR)

- ✓ Pantallas acústicas
- ✓ Revestimientos Absorbentes
- ✓ Cubiertas (Totales y parciales)
- ✓ Elementos Estructurales
- ✓ Dispositivos Adicionales



Todos están cubiertos
por las normas EN

Normativa para DRR en carreteras

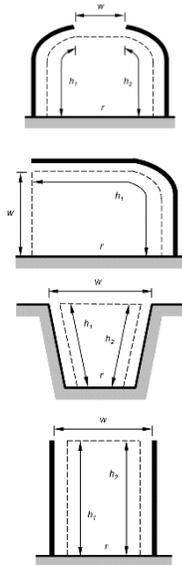


Comportamiento acústico

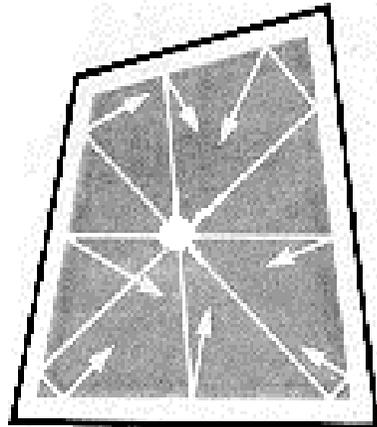
Acoustic characteristics

DIFFUSE sound field
laboratory
ISO
based methods

Solo en túneles
y en los casos:



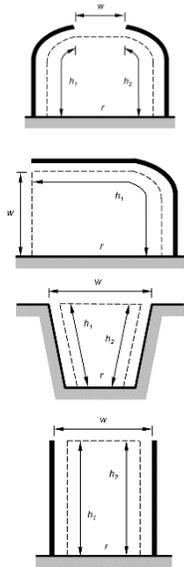
$$e = w + h_1 + h_2$$
$$w/e \leq 0,25$$



Ensayos en laboratorio

Comportamiento acústico

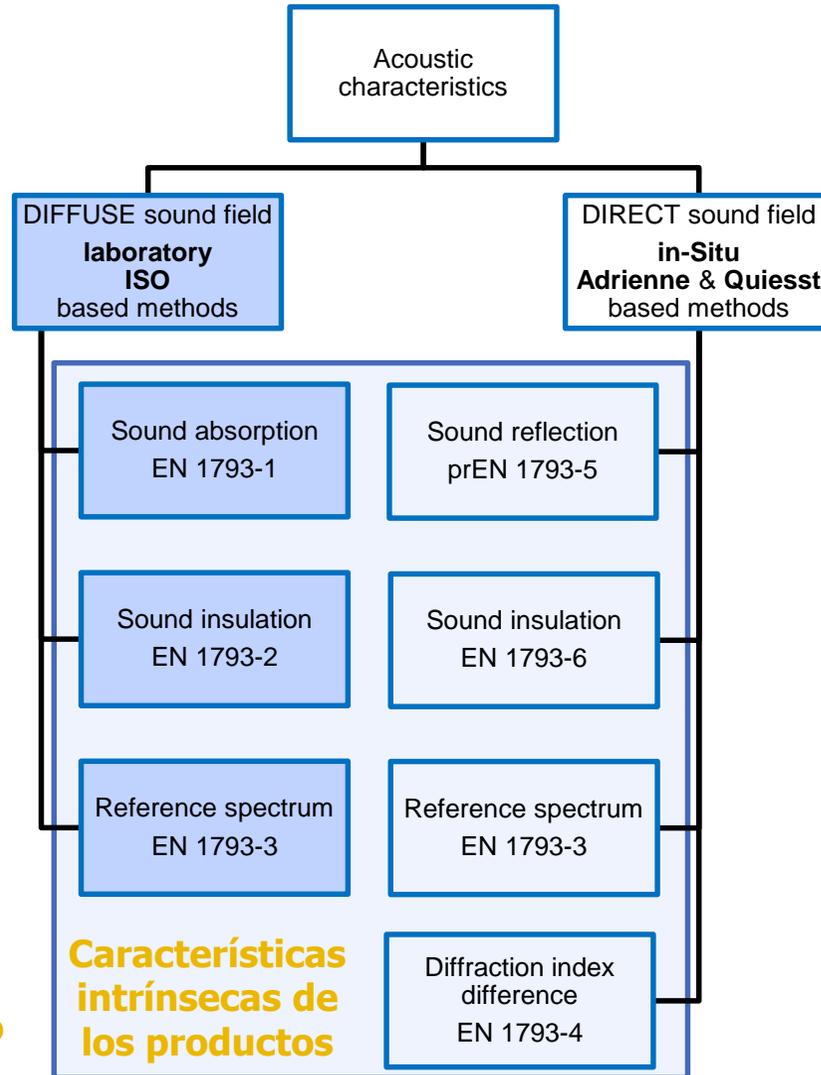
Solo en túneles y en los casos:



$$e = w + h_1 + h_2$$

$$w/e \leq 0,25$$

Ensayos en laboratorio



Todos los demás casos aplicaciones en « campo directo » ...

Incluido ensayos « in situ » de tipo y/o Recepción de obra

Ensayos "In situ" para caracterizar los DRR

- "Tal como esta previsto usarse"
- "Donde se estan usando"
- Cuando la EN 1793-1 y -2 no puede usarse (e.g.: non flat NRD's)
- Control in situ año tras año.

Comportamiento acústico

La **MAYORÍA** de los DRR se usan bajo condiciones de **CAMPO DIRECTO**:

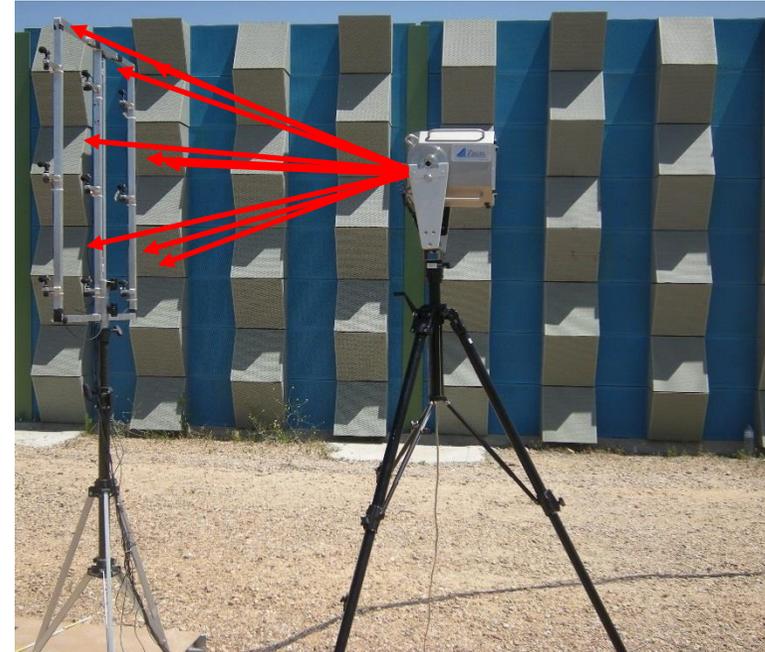
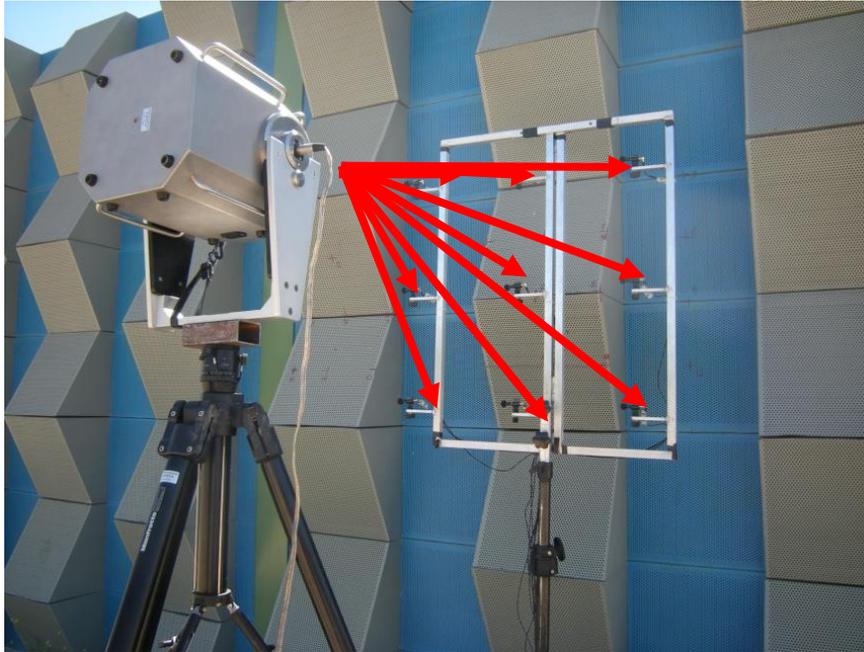


Necesidad de desarrollar métodos de ensayo más avanzados

Adrienne (1998)
QUIESST(2012)

1793-5 Reflexión sonora

(campo sonoro directo)



Adquisición de respuestas de impulso mediante un emparrillado de 9 microfones bajo campo sonoro directo: **Frente a la muestra, y en campo libre**

1793-6 Aislamiento acústico (campo sonoro directo)



Adquisición de respuestas de impulso mediante un emparrillado de 9 microfones bajo campo sonoro directo: **Frente a la muestra,** y **en campo libre**

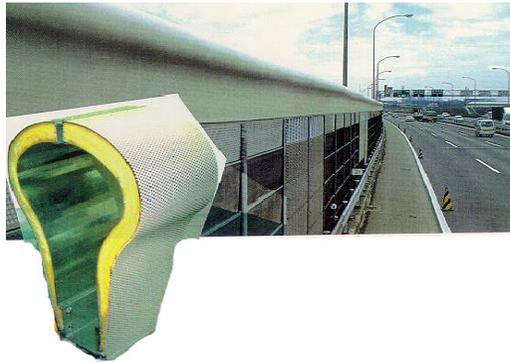
1793-6 Aislamiento acústico (campo sonoro directo)

La medición del aislamiento acústico se realiza: a través de los **elementos acústicos (paneles)** y **en los postes**



1793-4 Difracción sonora (Intrínseca)

- ✓ DRR específicos, diseñados para instalarse en la parte alta (borde de difracción) de los DRR existentes.



“ADDED DEVICES”
(Dispositivos adicionales o cubreras)

- ✓ Su eficacia depende fuertemente de la posición relativa “fuente-receptor”
→ Eficacia extremadamente variable.
- ✓ Resulta posible caracterizar la “difracción intrínseca”?
Si → definición del **índice de difracción**.
- ✓ Es la **diferencia de los índices de difracción**, la que caracteriza al “added device”.

1793-4 Difracción sonora (campo sonoro directo)

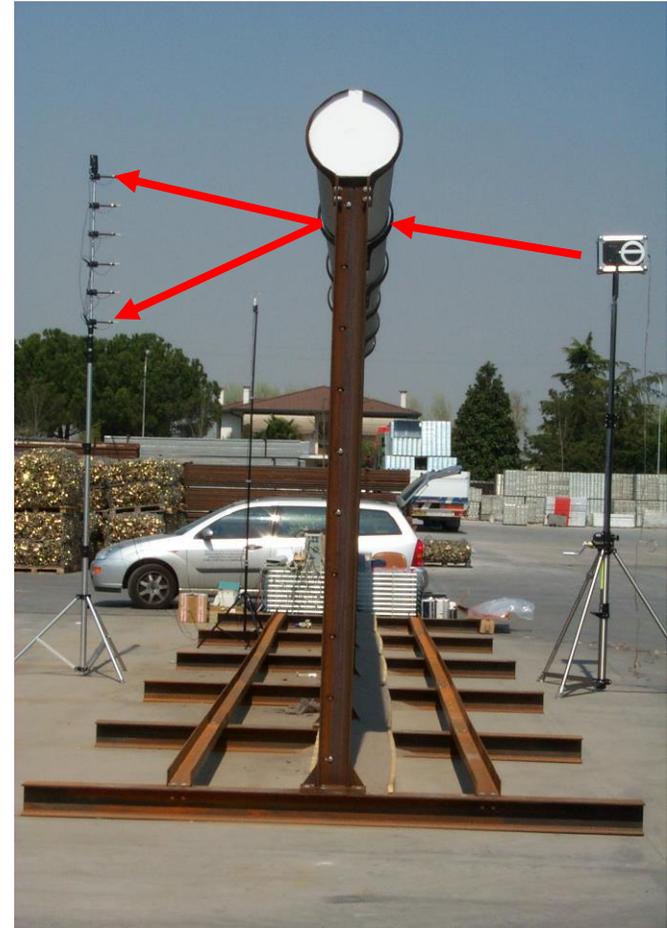
Mediciones **con** y **sin** el "added device". Sobre un muro reflectante y sobre un muro absorbente →

$$\Delta DI_{refl} = DI_{ad,refl} - DI_{0,refl}$$

with

without

$$\Delta DI_{abs} = DI_{ad,abs} - DI_{0,abs}$$



Comportamiento no acústico

Non acoustic performance
set of EN 1794

Part 1 : Mechanical performance
and stability requirements
EN 1794-1 (2011)

Part 2 : General safety and
environmental requirements
EN 1794-2 (2011)

Part 3: Reaction to fire
Burning behaviour and classification
EN 1794-3 (2016)

Muy importantes para
la eficacia de los DRR

Comportamiento no acústico

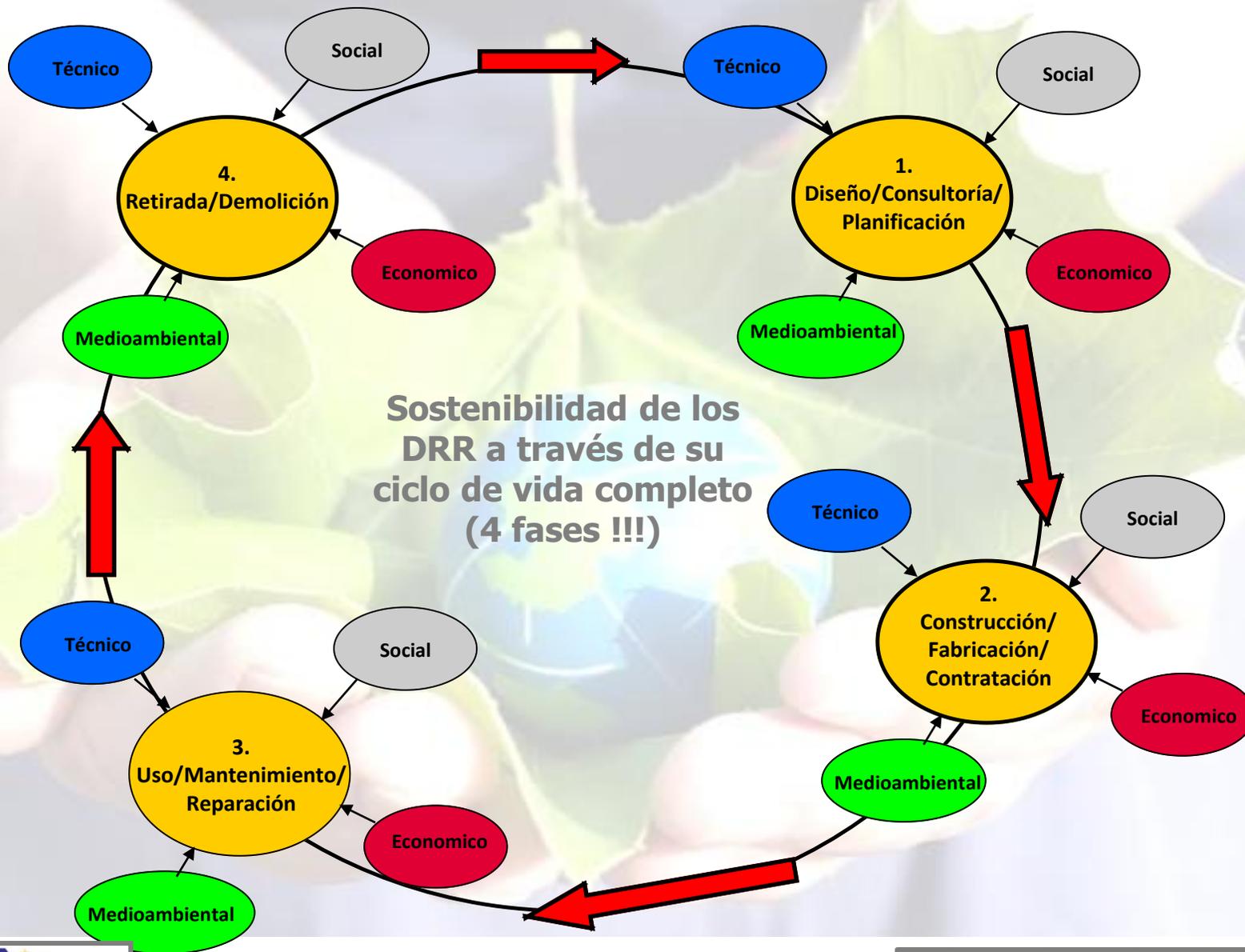
EN 1794-1 (2011) Parte 1: Comportamiento mecánico y requisitos de estabilidad



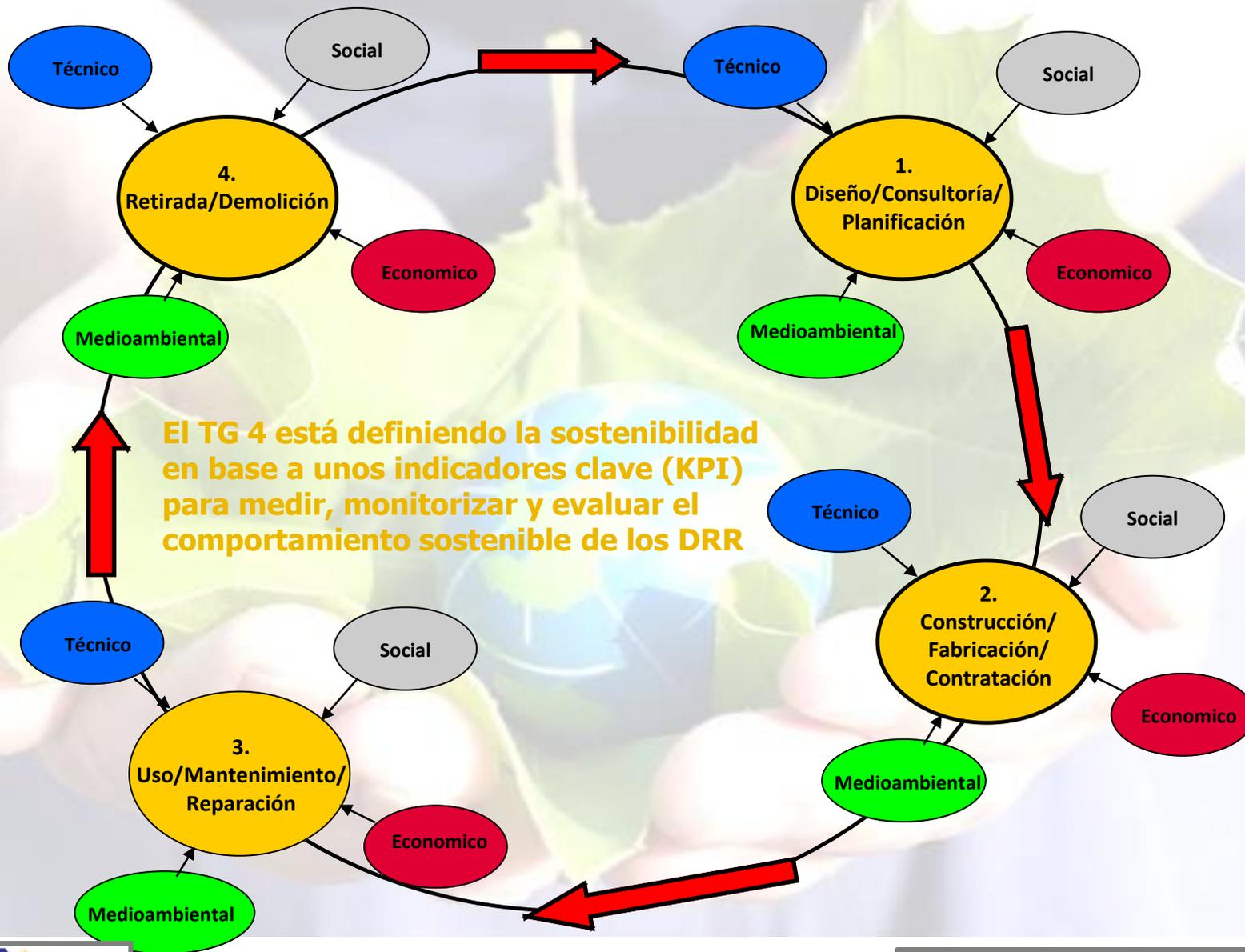
Sostenibilidad

Sustainability
(work started)





Sostenibilidad de los DRR a través de su ciclo de vida completo (4 fases !!!)



Normas para DRR en ferrocarriles

CEN TC256 SC1 WG40

DIRECTIVA COMUNITARIA DE INTEROPERABILIDAD

- ✓ **No hay norma armonizada para mercado CE.**
- ✓ **La Directiva Comunitaria de Interoperabilidad no se refiere únicamente a las características propias intrínsecas de los DRR sino que también pueden considerarse aspectos relativos a las características extrínsecas.**

Las normas para ferrocarriles

Type	N	Part Topic	Status	Date
EN	16272	1 sound absorption - diffuse field	published	01/07/2012
EN	16272	2 sound insulation - diffuse field	published	01/07/2012
EN	16272	3-1 reference spectrum - diffuse field	published	01/07/2012
EN	16272	3-2 reference spectrum - direct field	published	06/11/2014
EN	16272	4 sound diffraction	CEN enquiry ended 2014-10-15. CRM done 2015-01-29. Sent to CCMC for submission to FV on 2015-09-15.	15/09/2015
CEN/TS	16272	5 sound reflection - direct field	published	06/11/2014
EN	16272	6 sound insulation - direct field	published	06/11/2014
CEN/TS	16272	7 insertion loss	published 2015-09-30	30/09/2015
EN	16727	1 static loadings: calculation and tests	Sent to CCMC for submission to CEN enquiry	17/09/2015
EN	16727	2-1 dynamic loadings: tests	Sent to CCMC for submission to CEN enquiry	18/09/2015
EN	16727	2-2 dynamic loadings: calculation	CEN enquiry ended 2014-09-24. CRM done 2015-01-29. Sent to CCMC for submission to FV on 2015-09-15.	15/09/2015
EN	16727	3 safety and environmental requirements	CEN Enquiry closed 2015-05-18. Limit date to dispatch the draft to CCMC for submission to Formal Vote: 2016-10-11.	18/05/2015
CEN/TS?	zzzz	1 long-term performance: acoustic characteristics	Sent to CCMC for submission to CEN enquiry	20/09/2015
CEN/TS?	zzzz	2 long-term performance: non acoustic characteristics	creation of WI in the internal program of work (final draft available, N188). Limit date to dispatch the draft to CCMC for submission to CEN Enquiry: 2016-05-25.	28/02/2015

Comportamiento acústico (Característica extrínseca)

CEN/TS 16272-7 Parte 7: Insertion loss.

Nueva norma experimental en la que se define un procedimiento para evaluar la eficacia o pérdida por inserción (característica extrínseca) de una pantalla acústica en proyectos ferroviarios.

Futuros desarrollos



¿Sostenibilidad?



Pantallas de baja altura

- ✓ Se ha planteado la posibilidad de abordar este tipo de DRR.



Diseño de pantallas acústicas y DRR

Diseño para no afectar a la seguridad vial

En ciertas ocasiones, cuando el espacio para la instalación de las pantallas reductoras de ruido, es insuficiente, se opta por instalar la pantalla sobre una barrera rígida de tipo "New Jersey". Esto debe realizarse tras pasar los correspondientes ensayos de idoneidad, no obstante, siempre se ejecuta sin tomar en consideración si el anclaje de la estructura portante de la pantalla es adecuado y no afecta al funcionamiento previsto de la "New Jersey", la sujeción de los paneles es lo suficientemente resistente como para evitar su desprendimiento en caso de accidente, etc.



Diseño de pantallas acústicas y DRR

Diseño para no afectar a la seguridad vial

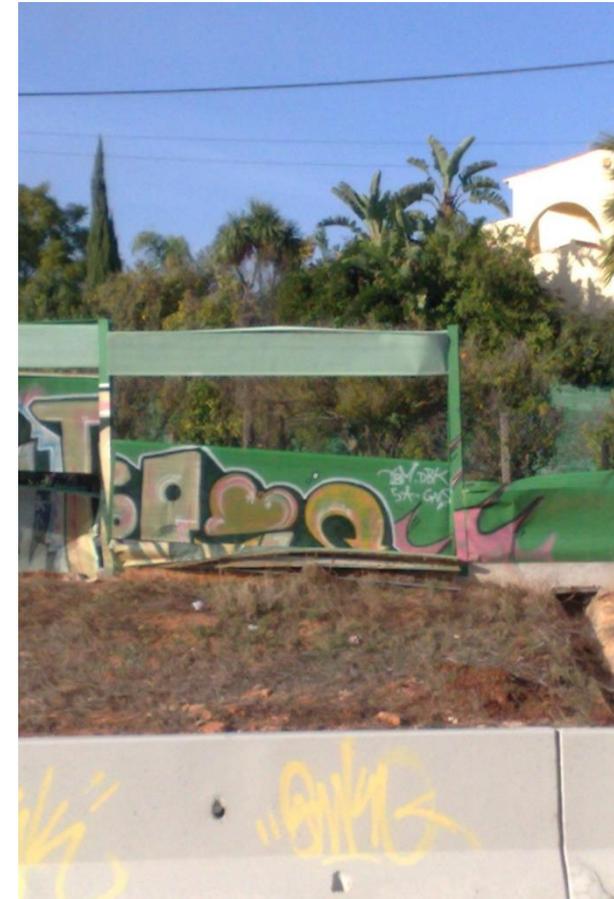


La pantalla acústica impide el correcto funcionamiento de la bionda



Diseño de pantallas acústicas y DRR

Resistencia y durabilidad de los dispositivos reductores de ruido



¿Es el precio lo que finalmente condiciona la elección de materiales y proveedores?

Diseño de pantallas acústicas y DRR

Resistencia y durabilidad de los dispositivos reductores de ruido



¿Es el precio lo que finalmente condiciona la elección de materiales y proveedores?

Diseño de pantallas acústicas y DRR

Resistencia y durabilidad de los dispositivos reductores de ruido



¿Es el precio lo que finalmente condiciona la elección de materiales y proveedores?

Diseño de pantallas acústicas y DRR

Resistencia y durabilidad de los dispositivos reductores de ruido



¿Es el precio lo que finalmente condiciona la elección de materiales y proveedores?

04.

RECEPCIÓN DE LAS OBRAS DE APANTALLAMIENTO ACÚSTICO

DRR: Recepción de las obras

Requisitos de Mercado CE

- ✓ **Todos los Dispositivos Reductores de Ruido (DRR) y en particular las pantallas anti-ruido a instalar en la Red de Carreteras del Estado, deberán aportar la correspondiente Declaración de Prestaciones (DoP) y el marcado CE según se establece en la norma armonizada UNE EN 14388.**

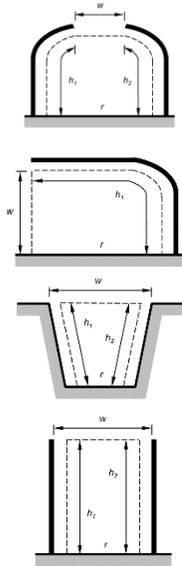
Deberá comprobarse que:

- ✓ **El producto suministrado se corresponde con la descripción detallada en la Declaración de Prestaciones y marcado CE y en los informes de ensayo correspondientes. En particular en lo relativo a los materiales constituyentes, forma, dimensiones y espesores.**
- ✓ **Que las prestaciones declaradas satisfacen todos y cada uno de los requisitos establecidos en el correspondiente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del proyecto.**
- ✓ **En caso de duda sobre la suficiencia técnica de la documentación aportada para asegurar la idoneidad del producto al uso previsto, se deberían realizar ensayos de recepción en obra adecuados.**

DRR: Recepción de las obras

Ensayos recomendados para verificar las prestaciones acústicas de los DRR

Solo en túneles
y en los casos en que se
cumple que:



$$e = w + h_1 + h_2$$
$$w/e \leq 0,25$$

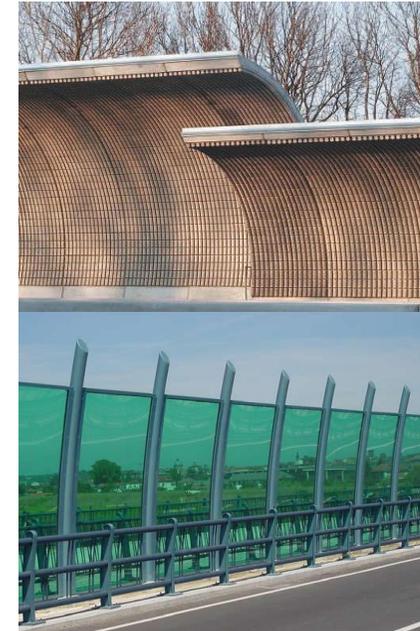
APLICACIONES EN
CAMPO SONORO DIFUSO



APLICACIONES EN
CAMPO SONORO DIRECTO



Todos los demás casos
son aplicaciones en
« campo directo » ...



Ensayos en laboratorio
UNE EN 1793-1 y UNE EN 1793-2
CEN EN 16272-1 y CEN EN 16272-2

Ensayos "in situ" en obra
UNE EN 1793-5 y UNE EN 1793-6
CEN TS 16272-5 y CEN EN 16272-6

DRR: Recepción de las obras

Ensayos recomendados para verificar las prestaciones mecánicas de los DRR

- ✓ **En cualquier caso, debería ensayarse una muestra seleccionada al azar entre los paneles enviados a obra para verificar su correcto comportamiento mediante la realización de un ensayo de Carga normal (90°) que un elemento acústico y un elemento estructural puede soportar (carga eólica y estática) según viene definido en la norma UNE EN 1794-1, Anexo A, en vigor.**



Ensayo en laboratorio
UNE EN 1794-1

- ✓ **Se realizará el ensayo sobre elementos acústicos de los dispositivos reductores de ruido suministrados a obra y seleccionados por la Dirección Facultativa, Asistencia Técnica o Jefe de Obra.**

DRR: Recepción de las obras

"TEST METHOD FOR DETERMINING THE INSERTION LOSS"

"MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PÉRDIDA POR INSERCIÓN"

"Extrinsic characteristics - in situ efficiency"

Características extrínsecas - rendimiento "in situ"

ISO 10847-1997

Se ha incluido como objetivo en el programa del CEN TC256 SC1 WG40 para proyectos de Ferrocarriles (Norma experimental):

CEN/TS 16272-7 Parte 7: Insertion loss



05.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ✓ DESDE 1990, EL **CEN TC226 WG6** PARA CARRETERAS Y DESDE 2008 EL **CEN TC256 SC1 WG40** PARA FERROCARRILES, ELABORAN UN ÁMPLIO CONJUNTO DE NORMAS QUE PERMITE LA COMPARACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES DRR QUE CIRCULAN EN EL MERCADO EUROPEO.
- ✓ LAS NORMAS SE REFIEREN A LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS QUE CADA PROYECTO DEBERÍA TOMAR EN CONSIDERACIÓN PARA GARANTIZAR UNA EFICÁCIA OPTIMIZADA EN LA ATENUACIÓN DEL RUIDO PARA UN LARGO PERÍODO DE TIEMPO (≥ 30 AÑOS).
- ✓ ESTAS NORMAS SE ESTÁN ACTUALIZANDO CONTINUAMENTE PARA MANTENERSE EN LÍNEA CON EL ESTADO DEL ARTE.

Diseño de pantallas acústicas y DRR

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ **LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO SON MUY COMPLEJOS Y DEBEN CONSIDERARSE CORRECTAMENTE Y CON EL NIVEL DE DETALLE ADECUADO. EN ESPECIAL, EL DIMENSIONAMIENTO OPTIMIZADO DE LOS APANTALLAMIENTOS Y LAS CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA SEGURIDAD VIAL Y LA DURABILIDAD.**
- ✓ **NO RESULTA SUFICIENTE DISPONER DE UN PROGRAMA DE CÁLCULO AVANZADO SI NO SE CUENTA CON UN EXPERTO EN SU MANEJO. LA FALTA DE PREPARACIÓN Y EXPERIENCIA DE LOS TÉCNICOS QUE INTERVIENEN EN LA REDACCIÓN DE PROYECTOS PUEDE CONDUCIR A RESULTADOS POCO SATISFACTORIOS.**
- ✓ **LOS PLIEGOS DE CONDICIONES DEBEN ESTAR ADECUADAMENTE REDACTADOS: SIN CARENCIAS DE DEFINICIÓN DE LOS PRODUCTOS, SIN CONTRADICCIONES, SIN EXIGENCIAS NO PROCEDENTES Y/O INJUSTIFICABLES, ETC. QUE SUELEN SER RESULTADO DEL "CORTA-PEGA" EMPLEADO DEMASIADO HABITUALMENTE Y DEL DESCONOCIMIENTO DE LO QUE SIGNIFICA LA NORMATIVA EXISTENTE, QUE AUNQUE NO CUBRA TODOS LOS APECTOS, RESULTA DE GRAN AYUDA PARA LA REDACCIÓN DE ESOS PLIEGOS.**
- ✓ **LOS PRESUPUESTOS DEBEN QUEDAR CLÁRAMENTE DEFINIDOS Y CORRESPONDERSE CON LAS EXIGENCIAS DEL PLIEGO, YA QUE DE LO CONTRARIO, CONSIDERANDO LOS INCONVENIENTES QUE SE GENERAN EN EL PROCESO DE ADJUDICACIÓN DE LAS OBRAS, RESULTARÍA MUY DIFÍCIL GARANTIZAR UNOS RESULTADOS SATISFACTORIOS.**

DEBEMOS EVITAR EL RIESGO DE QUE LAS
PANTALLAS ACÚSTICAS Y DEMÁS DRR
ACABEN SIENDO POCO MÁS QUE UNOS
“LIENZOS PARA GRAFFITI”
GRACIAS POR SU ATENCIÓN

