

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACION DE  
MINIBARRERAS EN PROYECTOS ACÚSTICOS DE  
SOLUCIONES EN VÍAS FERROVIARIAS.**

**Producto ACUSTRAIN**

## Contenido

1. Objeto.....	3
2. Problemática .....	3
3. Bases de partida para el uso de la instrucción.....	5
4. Minibarreras acústicas .....	7
5. Información suministrada .....	12
6. Proceso de trabajo .....	13
6.1. Definir la viabilidad de ubicar la minibarrera.....	14
6.2. Definir tramo a proteger y longitud efectiva de minibarrera .....	15
6.3. Definir posición de minibarrera y problemática de instalación.....	16
6.4. Definir emisión del tramo afectado .....	17
6.5. Obtención de los mapas de ruido y de la exposición.....	22

## Ilustraciones

Ilustración 1 Focos de ruido en ferrocarril CNOSSOS y dipolo de emisión de ruido.....	4
Ilustración 2 Entorno reverberante generado por la minibarrera .....	4
Ilustración 3. Ejemplo de gálibo uniforme (azul) y gálibo límite de implantación de obstáculos (gris).....	10
Ilustración 4.- Esquema de disposición óptima.....	14
Ilustración 5 Esquema de prolongación máxima eficacia .....	15
Ilustración 6 Plano ejemplo de ubicación de la minibarrera.....	17
Ilustración 7 Atenuación producida por la minibarrera orientada hacia los receptores (arriba) y en dirección opuesta (abajo).....	20

## 1. Objeto

Disponer de una guía de simulación de minibarreras acústicas que pueda ser usada por cualquier consultora con un conocimiento medio del software acústico (CADNA, IMMI, o similares). En este documento se indica como se puede realizar en CADNA y el proceso que se debería llevar a cabo en otros SW.

## 2. Problemática

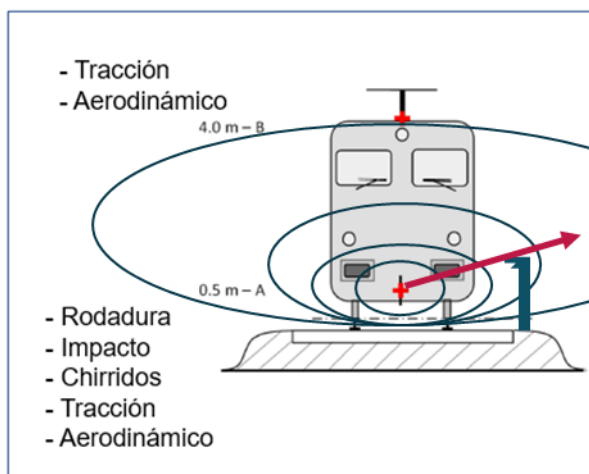
El ruido generado por el ferrocarril se genera por interacción de diferentes elementos a diferentes alturas, en función de la tipología del tren, de la infraestructura y de la velocidad de circulación.

A velocidades medias o bajas los principales focos de ruido se producen a baja altura, no siendo de relevancia los focos ubicados sobre el tren o debidos al efecto aerodinámico.

A esta altura, los principales focos son los derivados del contacto rueda carril, además de los generados por los sistemas de tracción. Este ruido se emite por la parte inferior del tren e incluso a través del carenado inferior.

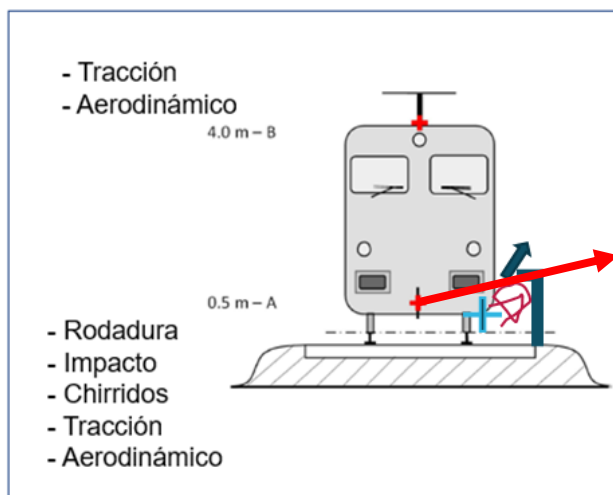
La simulación en CNOSSOS, por tanto, se realiza partiendo de dos focos de ruido ubicados a 0,5 m. y 4 m.

Además, CNOSSOS define una directividad especial para el foco ferroviario, en el que la propagación es diferente según aumenta la altura de propagación, llegando a minimizar la emisión sobre el tren.



*Ilustración 1 Focos de ruido en ferrocarril CNOSSOS y dipolo de emisión de ruido*

Ubicar un elemento en la proximidad del cuerpo del tren, de una altura igual o inferior a 1.2 m. sobre la cabeza de carril, produce un efecto de modificación del campo acústico que CNOSSOS no permite cuantificar, minimizando el efecto debido a la altura del foco y la distancia al obstáculo. Este campo acústico implica que la directividad definida en CNOSSOS para la zona afectada varía.



*Ilustración 2 Entorno reverberante generado por la minibarrera*

Debido a esto, no es posible calcular correctamente el efecto de la colocación de una minibarrera, barrera de menos de 1.2 m. de altura, con un uso habitual del método tradicional de cálculo de pantallas acústicas.

Por ello, desde ACUSTRAIN, se ha planteado definir como se debería simular el efecto de la minibarrera en base a las formulaciones del método CNOSSOS y las capacidades de los SW acústicos existentes en el mercado.

Esta instrucción pretende facilitar el uso de la solución de minibarrera en dos de los softwares acústicos más difundidos en Europa (CADNA e IMMI), y establecer las bases de trabajo en otros softwares.

### 3. Bases de partida para el uso de la instrucción

La instrucción tiene como objetivo, poder incorporar como solución a un estudio de ruido de ferrocarril realizado con un software estándar.

Deben considerarse los puntos extremos del tramo a proteger (viviendas, colegios, ...) que definirán la longitud mínima de minibarrera para que sea eficaz en los puntos indicados.

Hay que considerar como base de trabajo que:

1. La simulación tiene que efectuarse por eje de circulación. Cada eje emite en ambas direcciones y las minibarreras protegen únicamente en una de las direcciones. La solución para cada vía implicará estimar si se protegen ambos lados de la vía o solamente uno de ellos.
2. Se simularán de forma diferente aquellos tramos de vía con minibarrera (que seguirán las consideraciones de esta guía) respecto de los tramos sin afección de la minibarrera que se calcularán según el método oficial europeo CNOSSOS.
3. Se mantiene el comportamiento CNOSSOS del foco a sustituir, manteniendo su potencia acústica en espectro y su emisión asociada a una directividad. Si se están combinando acciones que afecten a la emisión, será la potencia resultante de las acciones la que deberá ser tomada en consideración para la simulación. Se considera únicamente el foco inferior. Habiéndose comprobado que el foco superior a las velocidades de uso, inferiores a 160 km/h, no tiene una contribución apreciable.
4. Ajuste del foco de emisión. En numerosos casos, debido a las diferentes configuraciones del terreno y del foco de ferrocarril de CNOSSOS, el ajuste de la potencia acústica y la

propagación no es correcta. Para realizar este ajuste, se colocará un receptor en las proximidades del foco a sustituir con la fuente lineal, a 7,5 m. y 4 metros de altura sobre el terreno la cota de la vía. Se realizará un primer cálculo con el foco a sustituir y se comprobará la aportación del foco a sustituir en el punto (bien realizando un cálculo únicamente con el foco, bien analizando las contribuciones parciales en el punto). A continuación, al foco lineal se le asignará la directividad CNOSSOS de la base de datos, de igual forma que cualquier otra directividad, alineando la misma con la dirección de circulación. Se comprobará cual es la aportación del nuevo tramo. Si hay un desfase entre ambos resultados, se corregirá la potencia del foco lineal en la diferencia entre ambos focos, comprobándose que el nivel final en el punto es el que se obtenía con el modelo original.

5. Se incorporará el efecto de la minibarrera manteniendo la potencia de emisión ajustada del foco global y una directividad asociada complementaria a la definida por CNOSSOS
6. Esta directividad se seleccionará de una base de datos de directividades que vendrán definidas por:

1. Tipo de tramo: recta o curva (considerar curva para radios inferiores a 500 m).
2. Tipo de minibarrera. Lateral o Central (de dos tipos en función de su posición)
3. Ubicación de las minibarreras respecto de cada vía:

**a un solo lado**

1. Lateral
2. Lateral en la otra vía
3. Central
4. Central y lateral en la otra vía

**o a ambos lados, pudiendo disponerse en este caso:**

5. Dos barreras laterales,
6. una lateral y una central
7. una lateral y un caso de una lateral en la otra vía,
8. Una lateral, una central y una lateral en la otra vía.

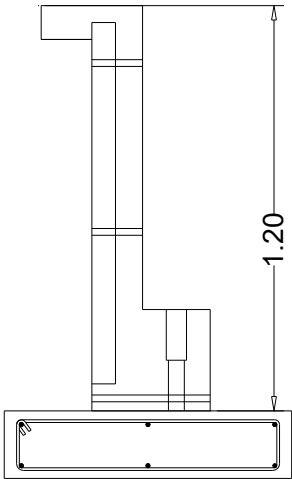
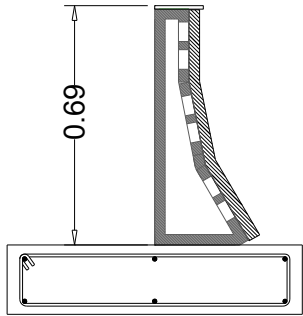
4. Posición respecto del eje a proteger. Se plantea cada directividad asociada a la distancia máxima al eje más próximo que se ha verificado la atenuación considerando tipo de ancho de la infraestructura

## 4. Minibarreras acústicas

Los elementos minibarreras acústicos, objeto de esta guía son los desarrollados por ACUSTRAIN.

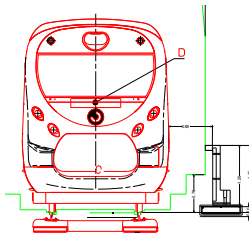
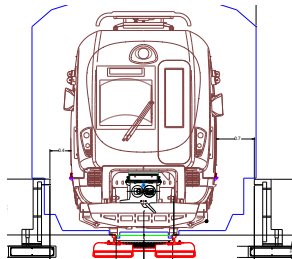
En este momento hay dos modelos de minibarrera, que están enfocadas a proteger acústicamente los entornos de la vía.

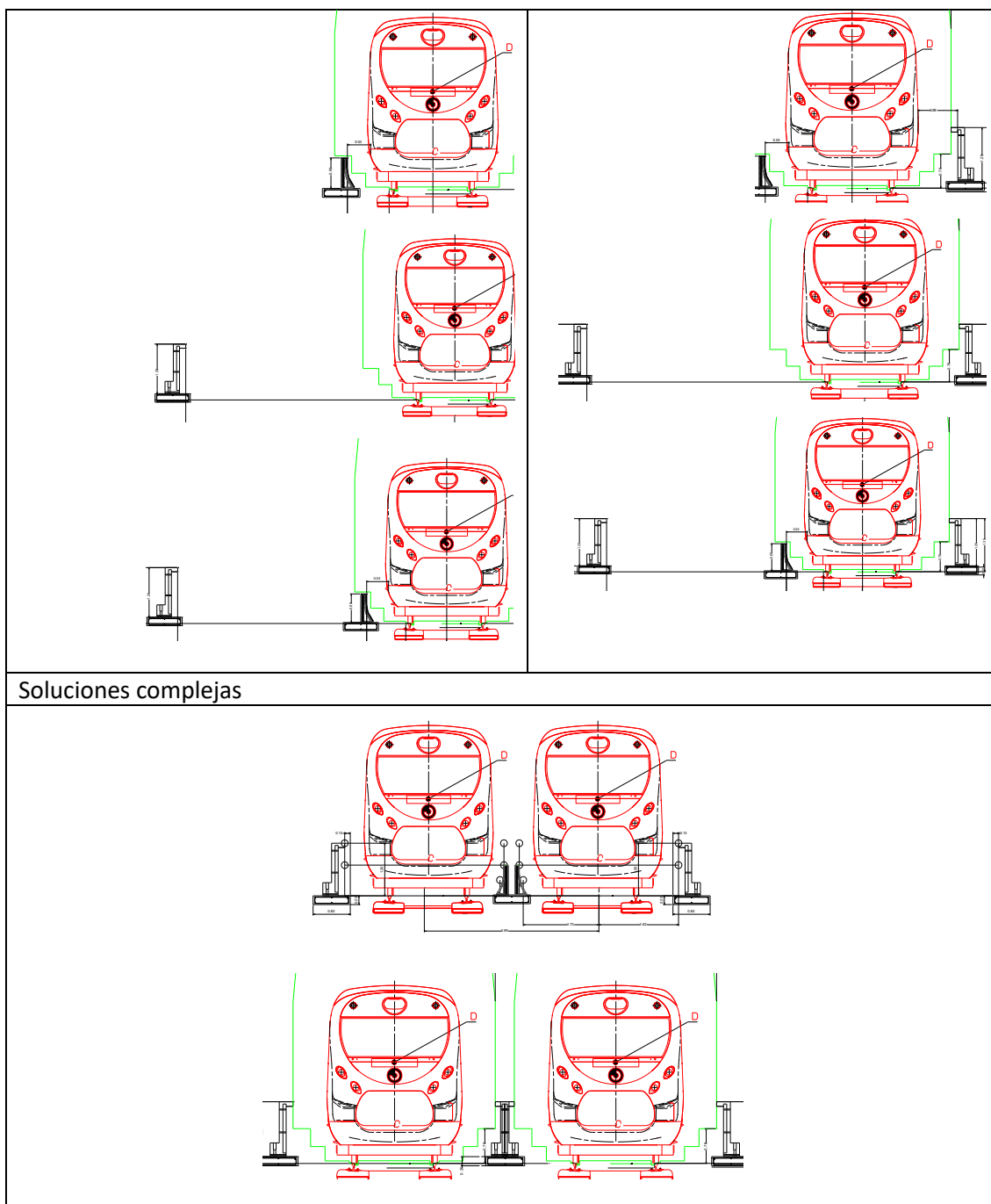
En las siguientes imágenes se presentan las minibarreras, su código, y las dimensiones que ocupan:

Minibarrera Lateral (L)	Minibarrera Central (C)
Altura máxima (1m. a 1.4m.*)	Altura máxima (0.6 a 0.7 metros*)
 <p>*Jugando con la base de cimentación y respecto a cabeza de carril</p>	 <p>*Jugando con la base de cimentación y respecto a cabeza de carril</p>

La selección de una u otra de las barreras depende de las ubicaciones y de los espacios disponibles alrededor de la vía.

En los siguientes esquemas se presentan las posibilidades de ubicación en función de las tipologías de actuación existentes:

Proteger un lado	Proteger ambos lados
	



La posición de las minibarreras respecto del centro de las vías debe respetar los gálibos obligatorios para la ubicación concreta donde se plantee colocarse. El gestor de la infraestructura definirá la posición donde se podrá ubicar.

Las minibarreras se han diseñado y verificado para un funcionamiento en determinadas posiciones, lo que hace que las directividades estén asociadas a unas distancias y posición de la minibarrera.

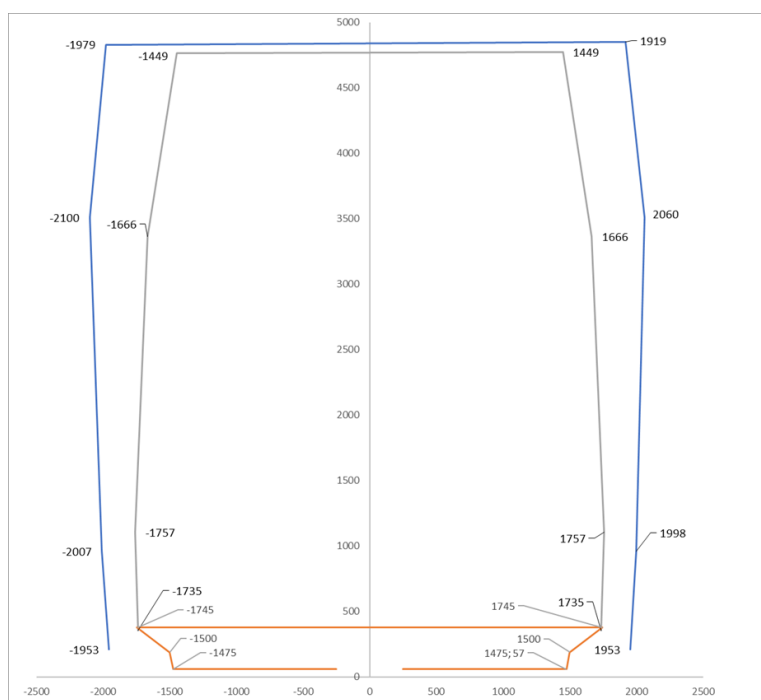


Posiciones de las Minibarreras	Distancia al carril más próximo (cara interior)	Altura del punto más alto respecto a cabeza de carril
Lateral Gálibo Uniforme Lu	1,4 m. +- 10 cm (Ancho ibérico y ancho métrico)	1,30 m. +- 10 cm
Lateral Gálibo Límite Lo	1,2-1,3 m. (ancho métrico)	1,10 m. +-10 cm
Central Gálibo Uniforme Cu	0,94 m.	0,75 m. +- 5 cm.
Lateral alejada en la otra vía La	6 m. +- 50 cm.	1,30 m. +- 10 cm
Minibarrera en interior de curva (< 500m.) con gálibo Uniforme Lcint_u	1,3 m. +- 10 cm.	1,10 m. +-10 cm
Minibarrera en exterior de curva (< 500m.) con gálibo Uniforme Lcext_u	1,3 m. +- 10 cm.	1,10 m. +-10 cm

Por definición ningún elemento podrá ubicarse dentro del denominado gálibo límite de implantación de obstáculos. Este gálibo depende de las características del tramo en particular, considerando el material móvil circulante, las velocidades de circulación, el tipo de infraestructura, el radio de curvatura del tramo, el peralte asociado y otras variables que definen éste.

Más alejados de este gálibo existen otros que limitan la ubicación de las minibarreras. La selección de una u otra depende del gestor de la infraestructura. Para los proyectos de estudio de soluciones acústicas, se van a tomar dos situaciones, la óptima asociadas al gálibo de implantación de obstáculos y la que denominaremos uniforme, que está asociada a una posición alejada de menor efectividad, que estaría asociada al denominado gálibo uniforme de implantación de obstáculos que define el gálibo de un tramo considerando las diferentes posibilidades existentes, desde una curva cerrada hasta una recta con diferentes velocidades.

Otra consideración es la posibilidad de que un elemento (minibarrera central) se sitúe en las partes bajas del tren, ocupando un espacio delimitado por el gálibo de partes bajas, ocupando distancias diferentes y en generales más próxima a la vía.



*Ilustración 3. Ejemplo de gálibo uniforme (azul) y gálibo límite de implantación de obstáculos (gris)*

Elegir uno u otro de estos gálbos implica un comportamiento diferente de una minibarrera, e implicará una selección u otra de las propiedades de las minibarrera seleccionada.

En resumen, a partir de ahora se definen las siguientes nomenclaturas para el trabajo de selección, ubicación y cálculo de las minibarreras.

L→ Minibarrera Lateral de altura 1,0-1,4 m.

C→ Minibarrera de 0.7 m.

o→ Posición óptima (asociada a gálbos inferiores al uniforme cercanos al límite)

u→ Posición estándar (asociada al gálibo uniforme)

y las combinaciones entre ellos que definen el comportamiento en las diferentes direcciones de emisión del ruido (directividades del foco):

Lo, Lu→ lateral L en posición óptima y posición de gálibo uniforme en la propia vía

La→ lateral L en posición de gálibo uniforme colocada en la otra vía

Cu → minibarrera C en posición de galibo uniforme

Lac → Minibarrera Central con minibarrera Lateral en la otra vía

Lcext\_u → Minibarrera en exterior de curva (< 500m.) con gálibo Uniforme

Lcint\_u → Minibarrera en interior de curva (< 500m.) con gálibo Uniforme

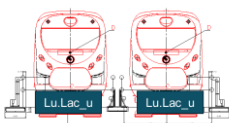
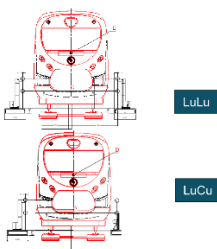
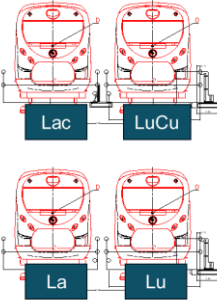
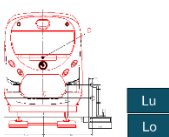
Lu\_Lu, Lu\_Cu, Lu\_Mu, Lu\_Lac\_u → Dobles barreras viables en recta en la propia vía

Lu\_Lac → Doble barrera viable en recta con una lateral en la propia vía y más una lateral ubicada en la vía opuesta

Lu\_Lac\_u → Doble barrera viable en recta con una lateral y una central en la propia vía y más una lateral ubicada en la vía opuesta

Lcext\_u.Lcint\_u → Doble barrera lateral en curva de radio inferior a 500 m. colocadas en gálibo uniforme.

Según esto cada tramo tendrá una directividad diferente en función del tipo de vía y las minibarreras seleccionadas, que se presentan en el siguiente esquema, con la disposición y el nombre definido para cada directividad.

Solución Completa Vía doble	Solución completa Vía única	Solución para un lado	Solución para un lado Vía Única
			

## 5. Información suministrada

Se facilitan con esta instrucción el proyecto Base Instrucción ACUSTRAIN para el SW CADNA vacío y el fichero de directividades “directividades\_2025\_ACUSTRAIN.dat” que se puede importar con todas las directividades definidas de los productos ACUSTRAIN y el proceso para llevarlo a cualquier proyecto. En futuras actualizaciones se incluirán en formatos xhn o clf para facilitar su uso con otras herramientas de cálculo.

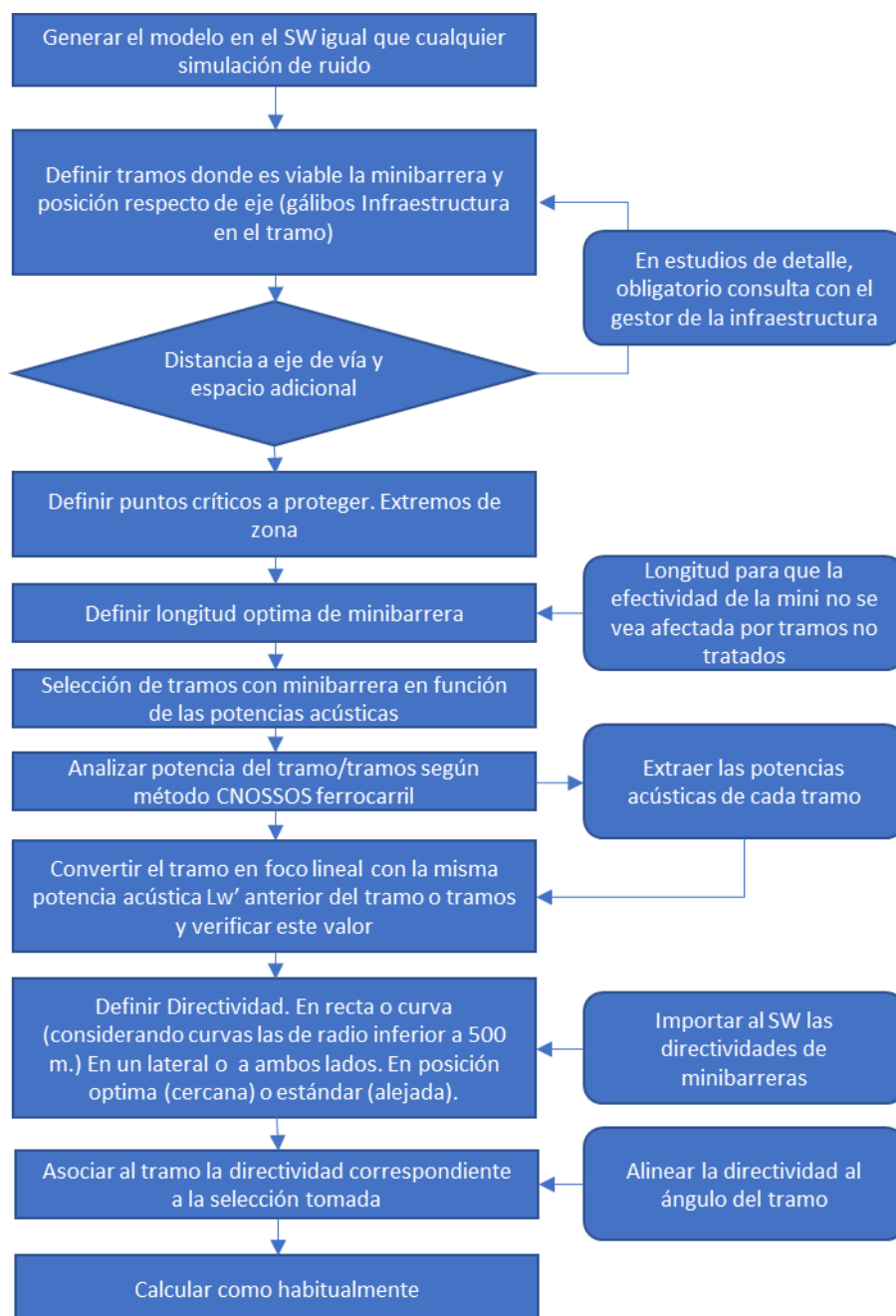
La información disponible actualmente se presenta en la siguiente tabla:

*Tabla 1 Disposiciones de minibarrera y directividades*

Nombre formatos	Descripción	Esquema
CONFIGURACION EN RECTA (R>500)		
Lu	Configuración: Una minibarrera lateral en situación estándar.	
Lo	Configuración: Una minibarrera lateral en situación óptima	
La	Configuración: Una minibarrera lateral en situación estándar, colocada en la otra vía	
Cu	Configuración: Una minibarrera central en situación estándar	
Lo_Lo	Configuración 2 minibarreras laterales en situación óptima	
Lu_Lu	Configuración Dos minibarreras laterales en situación estándar	
Lu_Cu	Configuración 2 minibarreras una lateral y una central en situación estándar	
CONFIGURACION EN INTERIOR DE CURVA (R<500)		
Lcint_u	Configuración: Una minibarrera lateral en situación estándar	
CONFIGURACION EN EXTERIOR DE CURVA (R<500)		
Lcext_u	Configuración: Una minibarrera lateral en situación estándar	
CONFIGURACION DOBLE EN CURVA		
Lcext_u.Lcint_u	Configuración: Doble minibarrera lateral en situación estándar	

## 6. Proceso de trabajo

El proceso a seguir se define de forma simplificada en el siguiente esquema



## 6.1. Definir la viabilidad de ubicar la minibarrera

Es crítico definir en primer lugar si es viable la colocación de las minibarreras en el entorno de la vía, en la posición de funcionamiento del sistema.

En estudios preliminares, previos a estudios de detalle o proyectos, se considerarán para la viabilidad de ubicación las distancias a eje de vía y los espacios adicionales necesarios para la ubicación tras la distancia de seguridad.

En la siguiente tabla se indican las distancias orientativas de seguridad a respetar para la ubicación de las minibarreras, en función del tipo de vía (ancho métrico o ancho estándar), y en función de las dos distancias de seguridad que se consideran en esta instrucción (distancia óptima asociada a gálibos límites o distancia estándar asociada a gálibos uniformes) y los espacios mínimos necesarios para la ubicación de las minibarreras en función de la tipología de cada una de ellas.

En estudios preliminares, previos a estudios de detalle o proyectos, se considerarán para la viabilidad de ubicación las distancias a eje de vía definidos para cada minibarrera y los espacios adicionales necesarios para la ubicación tras la distancia de seguridad (se estima necesario reservar del orden de 0,5 metros adicionales).

La posición minibarrera lateral es la indicada en el gráfico adjunto.

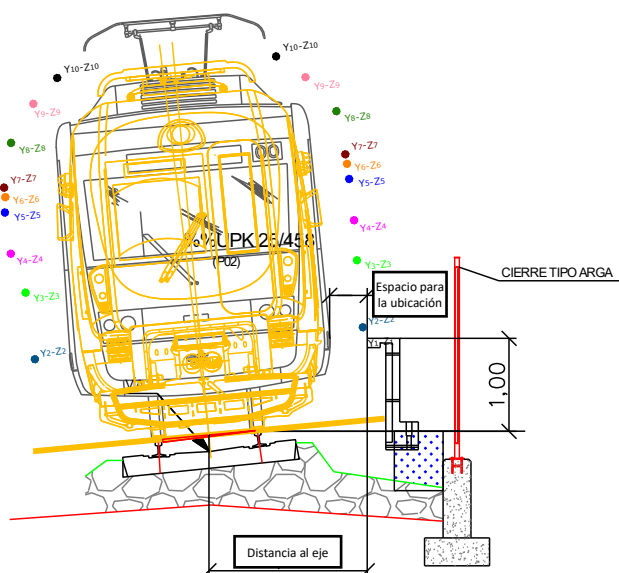


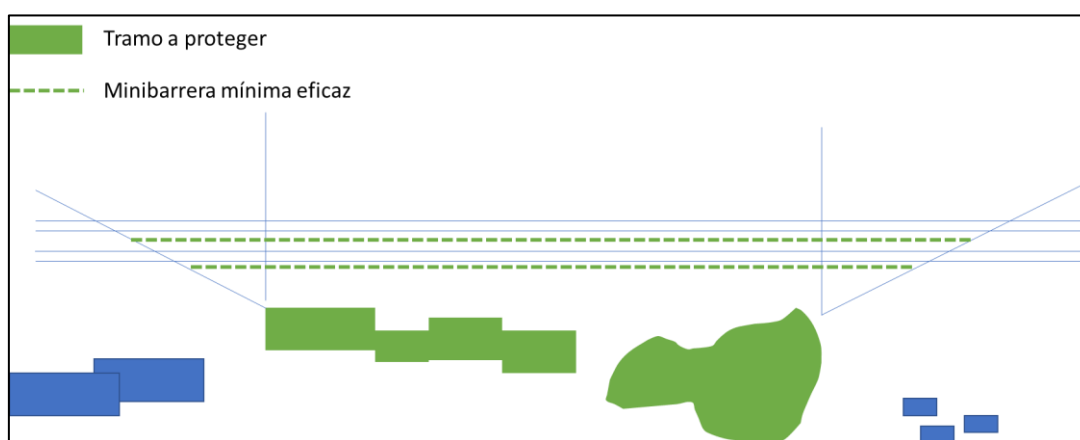
Ilustración 4.- Esquema de disposición

## 6.2. Definir tramo a proteger y longitud efectiva de minibarrera

Una vez comprobada la viabilidad de la minibarrera en función de las distancias de seguridad y espacios de ubicación, se plantea cual deberá ser la zona a proteger con la minibarrera.

Se plantea el diseño de la longitud de aquella que permitiría su máxima efectividad, es decir que el resto de los tramos de la línea de circulación no protegidos por la minibarrera, no incrementen el nivel de ruido obtenido con la minibarrera en los puntos a proteger.

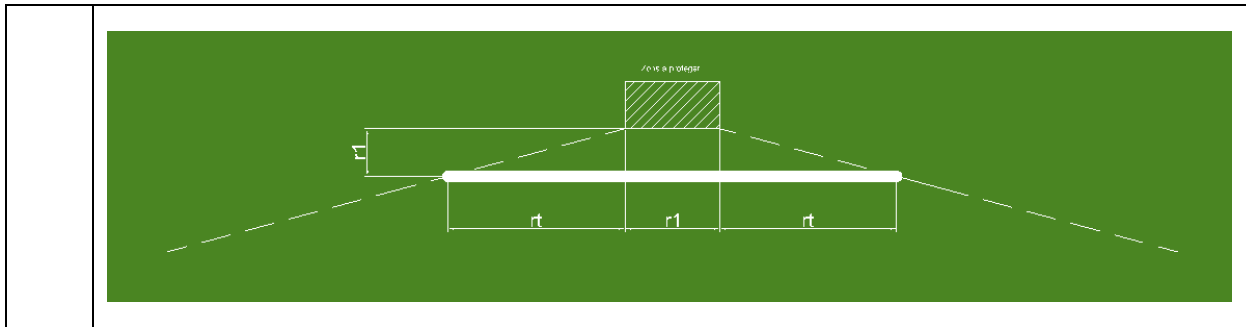
Este aspecto viene definido en función de la distancia de la vía generadora de ruido al tramo a proteger. En el siguiente esquema se explica el planteamiento general.



*Ilustración 5 Esquema de prolongación máxima eficacia*

A continuación, se describe como calcular la distancia adicional a la longitud a proteger para la optimización de la minibarrera.

1	<p>La longitud de la barrera optima necesaria para proteger la zona objetivo, que garantice que la contribución del resto de focos de la línea sea inferior a 10 dB, se definirá según la expresión:</p> $r_t = 3,73 \times r_1$ <p>Siendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>r_t</math> la distancia a considerar en cada uno de los bordes.</li> <li>- <math>r_1</math> la distancia desde la zona a proteger a la minibarrera</li> </ul> <p>y por tanto la longitud de minibarrera será:</p> $L = 2 \times r_t + l_{zona}$
---	--



En un estudio de definición de soluciones, la longitud final vendrá definida en función del resto de los focos de ruido existentes y del efecto combinado en cada punto, al igual que cualquier otra solución acústica asociada a un tramo.

### 6.3. Definir posición de minibarrera y problemática de instalación

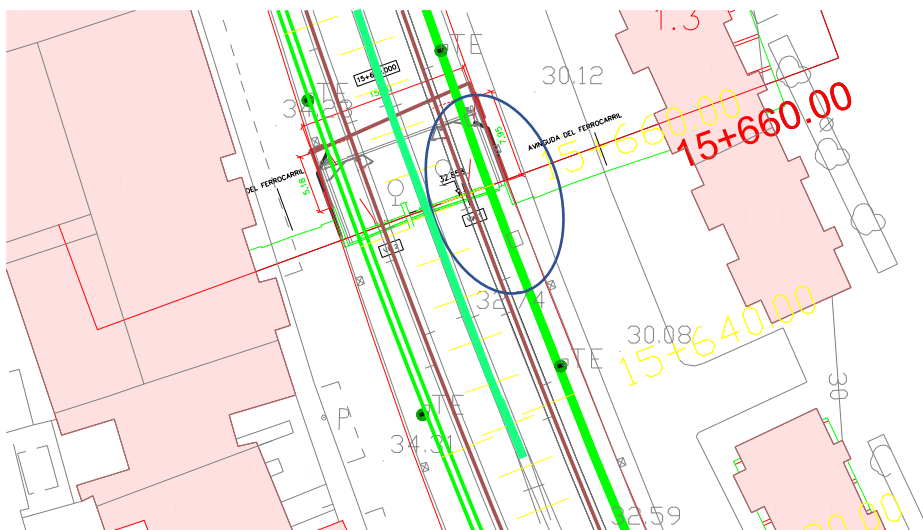
Para la simulación, se considerará el tramo a proteger como continuo, sin afección de elementos que puedan dar discontinuidad la minibarrera. Esta situación se podrá dar en estudios de detalle. Por lo general, la solución ACUSTRAIN podría dar continuidad a la mayor parte de las discontinuidades inferiores a 2 metros.

Para simulaciones de detalle procederá de la siguiente forma:

Una vez conocida la longitud y posición de los tramos de minibarrera, se deberá analizar la ubicación de las minibarreras en las proximidades de la vía y los obstáculos existentes para su ubicación. Por lo general se precisa un 'as built' del entorno cercano para detectar impedimentos a la colocación.

Habría que contrastar en plano y ortofotos si existe un espacio físico, a partir del punto definido por el gálibo de implantación de obstáculos del tramo donde colocar la minibarrera, estimando una base necesaria para minibarreras de, al menos, 500 mm. donde apoyar la misma. En este espacio se analizará si es posible darle continuidad a la minibarrera o si, debido a obstáculos como postes de catenaria no es posible colocar la minibarrera, aunque para el estudio se considerará la minibarrera continua si las discontinuidades son inferiores a 2000 mm.





*Ilustración 6 Plano ejemplo de ubicación de la minibarrera*

En el plano anterior, se puede ver en color verde ancho, la zona donde se apoyaría la minibarrera a partir de los gálibos permitidos respecto de la vía del tren y la posible afección de un poste de catenaria y otros elementos de vía (desvío)

En los casos en los que dentro del tramo optimo no se pueda por obstáculos colocar la minibarrera se indicará el tramo que no será protegido por minibarrera y será calculado como un tramo normal de ferrocarril.

#### 6.4. Definir emisión del tramo afectado

Con la tramificación establecida, se realizarán tantos tramos del foco de emisión de ferrocarril en CNOSSOS como tramos que disponen minibarrera con emisiones diferentes. Procediendo de la siguiente forma:

- 1 Sobre el tramo de vía que sea necesario colocar la minibarrera, se deberá obtener el espectro de ruido del tramo para los condicionantes de vía y material móvil existente.

Ferrocarril (CNOSSOS)

Nombre: TRA\_02\_L12

ID: x01

Categorías de Trenes y Penalizaciones

Tipo de Vía: EU-MS Trav. mono-bloque / amort. blanda

Rugosidad del Camil: EU-M Condición media

Reducción de Ruido en Vía: (ninguna)

Puente: (sin puente)

☐ Radio de Curvatura (m): >= 500

☐ Medida Anti-Chimido

Rail Joints (1/100m): 0.000

☐ Vía enlosada (Gs = 0)

Lista de Trenes: (local)

Tipo	Categoría de Tren			v	Lw' (dBA)	
	Día	Tarde	Noche		Día	Noche
ES_S-100_L	12	4	8	200	75.5	75.5
ES_S-114_L	12	4	8	150	71.2	71.2
ES_S-450_C	12	4	8	150	86.1	86.1

OK Cancelar

Geometría... Ayuda

Emisión Lw'(dB)

	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	Total-A
Día:	66.3	65.6	66.8	67.3	64.1	63.0	63.1	66.8	68.4	72.0	74.1	76.2	87.8
Tarde:	66.3	65.6	66.8	67.3	64.1	63.0	63.1	66.8	68.4	72.0	74.1	76.2	87.8
Noche:	66.3	65.6	66.8	67.3	64.1	63.0	63.1	66.8	68.4	72.0	74.1	76.2	87.8

- Anotar en la base de datos de emisión (niveles sonoros) los valores de emisión (espectro  $L_w'$  – nivel de potencia por metro) de la infraestructura ferroviaria para los diferentes periodos.

Niveles Sonoros (local)

Nombre	ID	Tipo	Pond	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	A	lin	Fuente
linea 1	11	Lw		0.0	0.0	0.0	66.7	67.8	69.6	71.3	69.3	68.6	68.5	71.5	70.6	71.6	72.5	71.0	71.5	71.4	68.9	64.6	63.2	64.2	64.0	61.3	60.6	59.5	59.1	59.0	79.0	82.5	ferrocarril
linea 2	12	Lw		0.0	0.0	0.0	66.7	67.8	69.6	71.3	69.3	68.6	68.5	71.5	70.6	71.6	72.5	71.0	71.5	71.4	68.9	64.6	63.2	64.2	64.0	61.3	60.6	59.5	59.1	59.0	79.0	82.5	ferrocarril
DESVOIO L1	DESVOIO	Lw		6.0	6.0	6.0	72.7	73.8	75.6	77.3	75.3	74.6	74.5	77.5	76.6	77.6	78.5	77.0	77.5	77.4	74.9	70.6	69.2	70.2	70.0	67.3	66.6	65.5	65.1	65.0	85.0	88.5	ferrocarril
DESVOIO L3	DESVOIO	Lw		6.7	6.7	6.7	73.4	74.5	76.3	78.0	76.0	75.3	75.2	78.2	77.3	78.3	79.2	77.7	78.2	78.1	75.6	71.3	69.9	70.9	70.7	68.0	67.3	66.2	65.8	65.7	85.7	89.2	ferrocarril

- Sustituir el tramo de fuente ferroviaria en el que se está evaluando la instalación de la mini barrera por una fuente lineal. Se puede convertir el tramo de ferrocarril CNOSSOS en una fuente lineal, conservando información relevante del tramo. La fuente se colocará 0,5 m. por encima del eje de cálculo CNOSSOS, sobre el terreno.



- Introducir los datos de emisión (espectro) correspondientes a la emisión de la infraestructura ferroviaria inicial (punto1), en la fuente lineal.

En este punto se debe prestar especial atención a que el valor de la potencia/m  $L_w'$  se corresponda con el valor del espectro de emisión de la fuente ferroviaria, pues será el valor de partida para ajustar las emisiones. Este proceso hay que repetirlo para la emisión correspondiente a cada uno de los periodos del día que se pretenda evaluar.

**Fuente Lineal**

Nombre:

☒ ID:

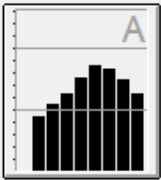
Tipo: **Espectro**

Frecuencia (Hz):  Emisión constante

	Día	Tarde	Noche
Result PWL:	<input type="text" value="107.8"/>	<input type="text" value="107.8"/>	<input type="text" value="107.8"/>
Result PWL':	<input type="text" value="87.8"/>	<input type="text" value="87.8"/>	<input type="text" value="87.8"/>
Res. PWL' max:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Corrección:	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>
PWL' <input type="text" value="ins"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> P. Trans:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Atenuación:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Día:   
Tarde:   
Noche:   
K0 sin terr. (dB):   
☐ Normaliz. A:   
Área (m²):

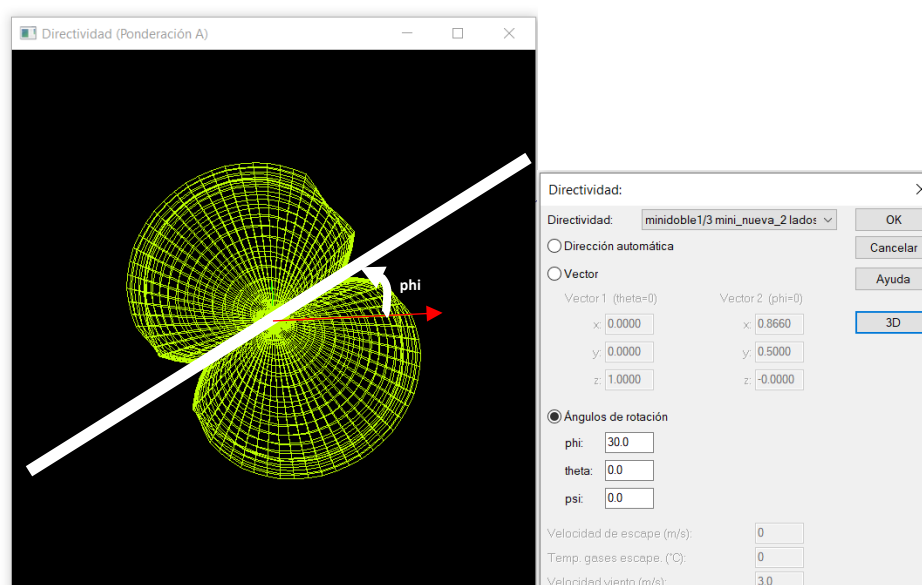
Geometría...  
Directividad...  
Ayuda



- 4 Una vez ajustada la emisión, para finalizar los ajustes se deberá seleccionar para la fuente lineal del método CNOSSOS la directividad de emisión de CNOSSOS-EU correspondiente al tramo.

Es importante asegurarse que la directividad se aplica sobre los ejes adecuados. El dipolo debe orientarse en dirección de la marcha. En cada software se realiza de forma diferente.

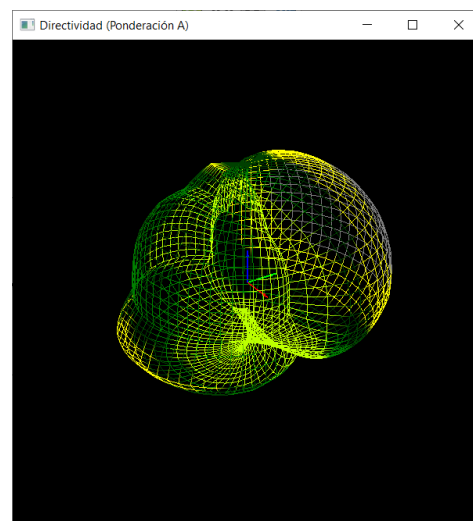
En ambos SW hay que ajustar la rotación del eje respecto de la horizontal, modificando el ángulo phi, de forma que el eje de la directividad está alineado con el eje de circulación.



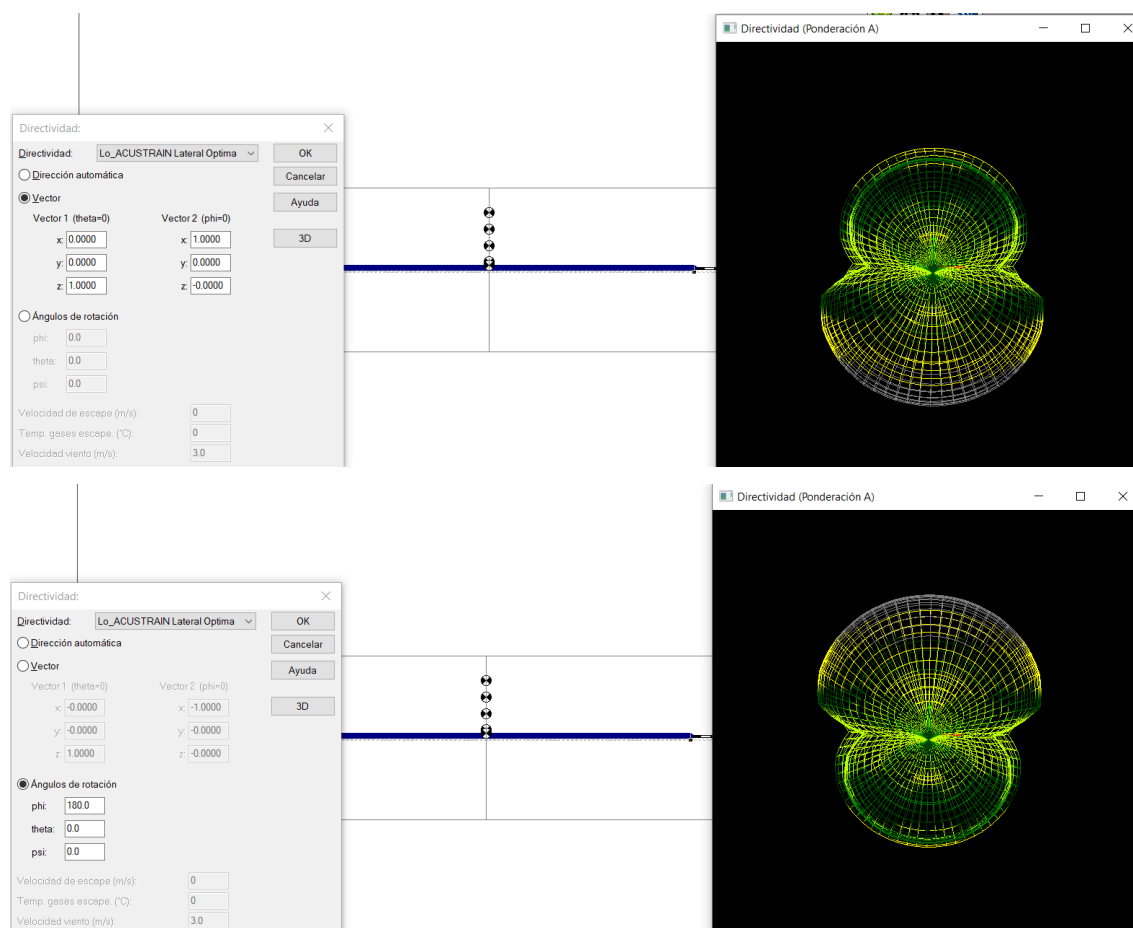
Para asignar la dirección correcta hay que realizar lo siguiente:

1.- En tramos rectos, en el apartado de directividad del SW hay que indicar que ángulo tiene el tramo respecto de la horizontal (eje rojo de la figura corresponde al eje x, el eje verde al eje y, y el eje azul a la elevación sobre el terreno). El tramo debe estar alineado con el eje rojo.

Hay que considerar que la minibarrera puede estar colocada a un solo lado, o que pueden ser diferentes a ambos lados, por lo que el ángulo alineado deberá considerar también el lado donde este ubicada cada minibarrera, tal como se ve en la imagen al lado.



En las siguientes imágenes se presenta un ejemplo de la orientación de la minibarrera en función del ángulo:



*Ilustración 7 Atenuación producida por la minibarrera orientada hacia los receptores (arriba) y en dirección opuesta (abajo)*

2.- En el caso que el tramo esté en curva, en el que la dirección va cambiando, de una forma simplificada se puede trabajar de la siguiente forma, pudiendo hacerse tan detalladamente como el técnico estime. De forma simplificada se puede asumir que si se tramificara la curva en tramos en los que el ángulo entre el primer y el último sector no se modifica en más de 15°, se puede considerar que en todo este tramo el ángulo que se obtiene entre el primer y el último punto puede ser asignado a todo el tramo.

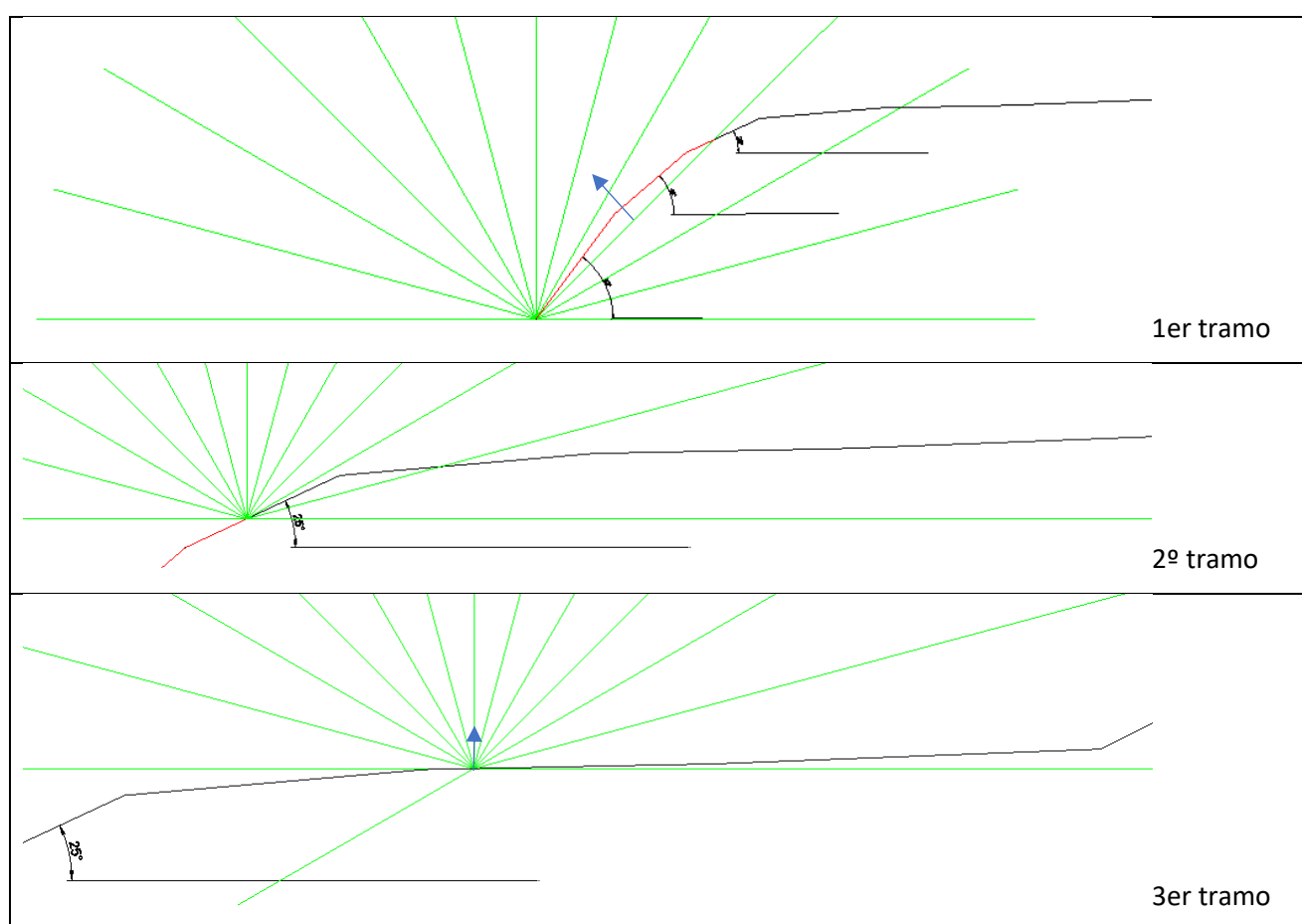


Tabla 2. Ejemplo de tramificación en curva para asignación de ángulo a la directividad

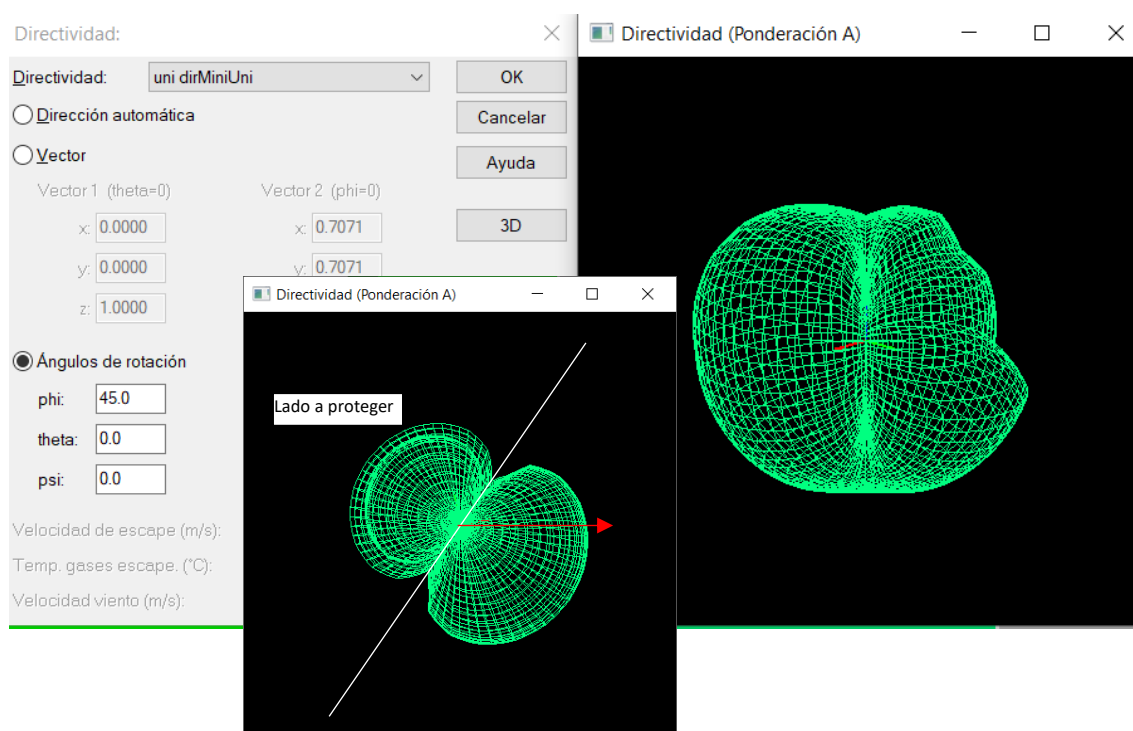
En cada tramo para la asignación de la emisión y su directividad se procederá igual que en un tramo recto.

- 5 A fin de simular el efecto de la mini barrera, se cambia la directividad de la fuente lineal por la de la mini barrera que se haya decidido. En caso de que sea necesario se aconseja ajustar la directividad mediante los controles

que permiten acceder directamente a los ejes de rotación hasta conseguir la alineación correcta y la posición de la minibarrera tal como se ha indicado anteriormente.

Con esta directividad aplicada el tramo se comportará acústicamente como la infraestructura sobre la que se ha instalado la mini barrera

Se deberá orientar la directividad (con forma de dipolo) mediante la modificación del ángulo phi, tal como se ve en la figura en el ángulo que mantiene el tramo con la vertical (eje rojo). La zona más estrecha marca el ángulo al que debe estar alineada. También es crítico si la minibarrera está a un lado u otro (caso de una sola minibarrera), por lo que se deberá prestar atención que el lado con menor directividad quede del lado a proteger.



Realizar esto con todos los tramos en los que se prevé colocar minibarreras.

## 6.5. Obtención de los mapas de ruido y de la exposición

Una vez establecidos los focos de ruido, tanto en los tramos no afectados por las minibarreras como en los modificados según lo anterior, el planteamiento a seguir es el habitual para el cálculo de mapas de ruido, pudiendo calcularse todos los parámetros habituales, tanto en mapas como en exposición de edificios.