



# **FIA 2018**

## **XI CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACUSTICA**

**XI CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ACUSTICA  
11<sup>th</sup> IBEROAMERICAN CONGRESS ON ACOUSTICS**

## **X CONGRESO IBÉRICO DE ACÚSTICA**

**X CONGRESSO IBÉRICO DE ACÚSTICA  
10<sup>th</sup> IBERIAN CONGRESS ON ACOUSTICS  
-ACUSTICA 2018-**

## **49<sup>o</sup> CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA**

**49<sup>o</sup> CONGRESSO ESPANHOL DE ACÚSTICA  
49<sup>th</sup> SPANISH CONGRESS ON ACOUSTICS  
-TECNIACUSTICA'18-**



**Cádiz, 24 - 26 octubre / Outubro / October, 2018**

Sede / Venue: Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz  
Avenida Universidad de Cádiz nº 10  
11510 Puerto Real, Cádiz

Editores / Editors  
Antonio Calvo-Manzano (SEA)  
Antonio Pérez-López (SEA)

Publicación Oficial del Congreso FIA 2018, ACUSTICA 2018 y TECNIACUSTICA'18

**ISBN: 978-84-87985-30-4**

**ISSN: 2340-7441 (Versión Digital)**

© Copyright: Sociedad Española de Acústica -SEA-



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -  
TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

## PLAN DE ACCIÓN CONTRA A CONTAMINACIÓN ACÚSTICA XERADA POLAS INFRAESTRUTURAS VIARIAS DE TITULARIDADE AUTONÓMICA

PACS: 43.50.Lj.

Lefler Gullón, Carlos (1), Tobío Boquete, José Manuel (1), Sanchez Carbajales, Sonia (1),  
Subiela Gomez, Tamara(1), López Santos, Fernando (2); Gimenez Anaya, Isabel (2)

(1)Axencia Galega de Infraestructuras (AXI)

Edificio Administrativo San Caetano

15781 Santiago de Compostela, A Coruña

E-Mail: [sonia.sanchez.carbajales@xunta.gal](mailto:sonia.sanchez.carbajales@xunta.gal)

(2)SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L.

Avda. San Francisco Javier, 9, 5º-27

41018Sevilla. Tel: 954 510 031

E-Mail: [flopez@sincosur.es](mailto:flopez@sincosur.es); [isabel@sincosur.es](mailto:isabel@sincosur.es)

**Palabras Clave:** PAR, Plan de Acción, Ruido, Noise, Noise Action Plan

### ABSTRACT

The Noise Action Plan of road infrastructure of the Xunta de Galicia, is developed on the Strategic Noise Maps of the main road axes of the Galician community, identifying the points of conflict that generate the greatest impact on the population, determining the corrective actions, preventive and continuous improvement actions that must be developed during the temporary scope of execution of the plan, in order to improve the acoustic contamination generated by these infrastructures. In this communication, the applied methodology and the results obtained are presented, making special emphasis on the urban sections defined as points of conflict.

### RESUMEN

El plan de acción contra el ruido de las infraestructuras viarias de la Xunta de Galicia, se desarrolla sobre los Mapas Estratégicos de Ruidos de los grandes ejes viarios de la comunidad Gallega, identificando los puntos de conflicto que generan mayor afección a la población, determinando las actuaciones correctivas, preventivas y de mejora continua que deben desarrollarse durante el ámbito temporal de ejecución del plan, con el fin de mejorar la contaminación acústica generada por estas infraestructuras. En la comunicación se presentará la metodología aplicada y los resultados obtenidos, haciendo especial hincapié en los tramos urbanos definidos como puntos de conflicto.

## 1 INTRODUCCION

La Axencia Galega de Infraestructuras (AXI) de la Conselleria de Infraestructura e Vivenda de la Xunta de Galicia, adjudico mediante resolución del Director de la AXI de fecha 9 de Junio de 2016 a la Unión Temporal de Empresas NOEGA Ingenieros S. L. - SINCOSUR Ingeniería Sostenible, S.L el contrato de servicios: PLAN DE ACCIÓN CONTRA LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA (PAR) GENERADA POR LAS INFRAESTRUCTURAS VIARIAS DE TITULARIDAD AUTONÓMICA. CLAVE: GA/15/117.09, en cumplimiento de la legislación vigente [1].

Este Plan se realiza con objeto de prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana.

Como actividades previstas dentro del plan se establece una metodología de identificación y priorización de puntos de conflicto que optimice la capacidad inversora de la AXI.

## 2 ESCENARIO DE PARTIDA

El ámbito de estudio del presente Plan de Acción comprende las grandes ejes viarios competencia de la Xunta de Galicia, que ascienden a un total de 584,66 km agrupados en 91 Unidades de Mapa Estratégico (UME). A continuación, se recogen en forma de tabla los kilómetros de carreteras que se componen el area de estudio del PAR agrupadas por provincias:

Tabla 1: Escenario: Grandes Ejes Viarios.

PROVINCIA	Km
A Coruña	275,9
Pontevedra	268,87
Orense	32,78
Lugo	7,11
<b>TOTAL</b>	<b>584,66</b>

## 3 AFECION A LA POBLACION

Se presenta a continuación en forma de tabla la población afectada por provincias, considerando los métodos END y VBEB, calculada para los indicadores  $L_{\text{día}}$ ,  $L_{\text{tarde}}$ ,  $L_{\text{noche}}$  y  $L_{\text{den}}$ .

En donde el método END (*European Noise Directive*) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de  $L_{\text{den}}$  y  $L_{\text{noche}}$ , a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo en la **fachada más expuesta**, distinguiendo tráfico rodado, ferroviario, aéreo y fuentes industriales y el método alemán VBEB (*Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm*) permite obtener estimaciones más cercanas a los valores reales de afcción a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, cada uno de estos receptores determinará el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda, **distribuyendo la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta de la vivienda.**

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -  
TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

Tabla 2: Afección por Provincias

PROVINCIA	RANGO (dBA)	POBLACIÓN (CENTENAS)							
		MÉTODO END				MÉTODO VBEB			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
A CORUÑA	50-55	50	56	28	69	37	37	25	55
	55-60	191,17	164,94	97,8	225,22	54,16	52,96	45,22	68,69
	60-65	106,57	112,99	149,85	138,12	44,43	43,97	43,93	46,71
	65-70	154,76	181,32	23,51	115,47	54,21	53,13	1,93	46,54
	70-75	77,66	58,82	0,03	164,43	10,07	5,46	0	34,26
	>75	0,19	0,24	0	5,74	0,01	0	0	0,52
LUGO	50-55	19,7	17,19	8,81	18,56	11,36	10,35	8,07	11,16
	55-60	9,29	9,96	4,47	12,03	7,19	8,23	3,77	8,17
	60-65	5,66	4,18	4,21	7,02	5,04	3,91	4,21	6,16
	65-70	5,19	4,08	0,49	4,23	5,2	4,08	0,49	6,2
	70-75	1,19	0,93	0	3,61	1,19	0,93	0	1,42
	>75	0	0	0	0,44	0	0	0	0,44
OURENSE	50-55	16,84	16,02	11,33	16,48	16,71	14	8,8	12,58
	55-60	13,17	13,39	9,21	15,5	11,86	10,82	9,02	14,42
	60-65	11,78	9,92	3,1	11,62	10,18	9,67	3,1	9,51
	65-70	4,43	3,51	0,04	6,93	4,43	3,51	0,04	6,71
	70-75	1,08	0,05	0	2,86	1,05	0,05	0	2,93
	>75	0	0	0	0,02	0	0	0	0,02
PONTEVEDRA	50-55	-	-	117	-	-	-	103	-
	55-60	138	143	100	191	113	125	80	171
	60-65	77	80	209	102	76	78	42	95
	65-70	213	223	9	118	69	70	1	79
	70-75	56	50	0	183	4	5	0	38
	>75	0	0	0	2	0	0	0	0

Si nos fijamos en la afección a la población con niveles superiores a los objetivos de calidad acústica (OCAs) del tipo área residencial, tenemos los siguientes valores:

Tabla 3: Afección mayor OCAs por provincia método END en centenas

Met.END	A CORUÑA	LUGO	OURENSE	PONTEVEDRA	TOTAL
Ld > 65	232,61	6,38	5,51	269	513,50
Le > 65	240,38	5,01	3,56	273	521,95
Ln > 55	271,19	9,17	12,35	318	610,71

Como se puede observar tenemos por encima de los OCAs 51.350 habitantes durante el periodo día, 52.195 habitantes durante el periodo tarde y 61.071 habitantes durante el periodo noche.

#### 4 CRITERIOS PARA PRIORIZACION DE ACTUACIONES

Uno de los objetivos fundamentales que persigue la realización del Plan de Acción contra el Ruido es el establecimiento de criterios que determinen, de forma objetiva, la priorización de las actuaciones necesarias para minimizar o eliminar la afección acústica, en base a los resultados obtenidos por el Mapa Estratégico de Ruido (MER).

Se debe articular un mecanismo que permita responder a las preguntas, ¿dónde hay que actuar? y ¿por qué en ese punto en primer lugar?, por ejemplo, que es más urgente actuar sobre 100 personas sometidas a 62 decibelios A por la noche o 10 personas sometidas a 72 decibelios A por la noche.

Las respuestas a estas preguntas pasan por utilizar un sistema de ayuda a la toma de decisiones, para ello los técnicos que componen la empresa SINCOSUR, participaron en el diseño de una herramienta SIG [2] [3] de apoyo a la búsqueda de zonas de conflicto en carreteras, conjuntamente con la Universidad de Cádiz y la empresa TRAZAS Ingeniería que fue aplicada a más de 600 km de carreteras en Las Islas Canarias en el año 2009. Este mismo procedimiento con algunos cambios y mejoras se automatizó con el proyecto GARITA [4] promovido por la Junta de Andalucía y desarrollado por la Universidad de Cádiz y la empresa SINCOSUR.

El proceso consiste en la sectorización del eje de la carretera, identificando en cada eje la población afectada por encima de los objetivos de calidad acústica, esto nos permite detectar los sectores conflictivos:



Fig. 1: Sectorización e identificación de sectores con población por encima de OCAs

Este proceso nos indica donde están los problemas, pero necesitamos otro algoritmo que nos priorice de alguna forma empírica la afección en cada sector, para ello SINCOSUR conjuntamente con la Universidad de Cádiz [4] [5] [6] [7] ha desarrollado un algoritmo denominado **Indice de Valoración del Ruido Ambiental (SVRA)** cuya formulación para el periodo día (1) y para el periodo noche (2) es:

$$SVRA(día) = \sum_{f=1}^N Pob_f \cdot 10^{0,05[Ld,f_f - (65 + Fuente + Edi,f + Penaliz)]} \quad (1)$$

$$SVRA(noche) = \sum_{f=1}^N Pob_f \cdot 10^{0,084[Ln,f_f - (55 + Fuente + Edi,f + Penaliz)]} \quad (2)$$

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -  
TECNIACÚSTICA '18-  
24 al 26 de octubre

En donde,

SVRA (día/noche)	Sistema de Valoración del Ruido Ambiental (día/noche)
f	Fachadas expuestas número 1 hasta N
Pobf	Población expuesta asociada a la fachada "f"
Ln,f y Ld,f	Indicador de ruido (entero) asociado a la fachada número "f"
Fuente	Corrección asociada a la fuente
Edi,f	Corrección asociada al edificio que tiene la fachada "f"
Penaliz	Penalización asociada a las características del ruido

Esto nos permite ordenar los sectores de una carretera por el valor del indicador:



Fig. 2: Categorización de sectores por valor del indicador SVRA

Una vez catalogadas los sectores del territorio con los procedimientos anteriores se han definido escenarios de actuación en base a las siguientes variables:

- Nivel acústico en decibelios A
- Cantidad de población expuesta
- Valor del indicador SVRA

Para el caso de edificios sensibles el procedimiento de priorización atiende a dos variables:

- Nivel acústico en decibelios A
- Número de Alumnos / Número de Camas expuestas.

Finalmente, el **escenario urgente** definido, una vez revisados mediante un trabajo de campo, se concentran en 39 puntos de conflicto:

Nº PC	Carretera	Docentes / sanitarios afectados	ID TRAMO Edificios Residenciales
PC-1	AC - 115	No	2+800-2+900
PC-2	AC - 162	No	0 - 0+400
PC-4	AC - 211	C.P. Ría Do Burgo	0+000 - 0+500

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -  
TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

Nº PC	Carretera	Docentes / sanitarios afectados	ID TRAMO Edificios Residenciales
PC-8	AC -305	No	32+600 -33+200
PC-9		NO	35+300 -34+200
PC-10		IES Nº1 CEIP Deán Grande	38+400 -39+600
PC-11	AC - 415	No	0+000 – 0+100
PC-12	AC - 543	No	6+500 – 7+280
PC-13	AC - 544	CEIP A Maia	0+000 - 0+400
PC-14		IES Ames	1+000 -1+200
PC-15	AC – 550	No	70+200 -70+300
PC-16			70+800 -70+900
PC-17			71+600 -71+900
PC-18			72+300 -72+400
PC-21	AC -552	No	7+200 – 7+300
PC-22			9+200 – 9+600
PC-23			10+500-10+600
PC-24	AC – 552	No	90+700 - fin
PC-25	AC - 566	IES As Tellerias	1+000 – 1+200
PC-26	AC - 862	No	3+300 – 4+000
PC-27			4+500 – 4+600
PC-28			5+700 – 5+800
PC-29			6+300 – 6+400
PC-30			7+100 – 7+200
PC-32	LU - 530	No	0 – 0+200
PC-33	LU - 539	No	0+900 – fin
PC-34	LU - 662	CPR ferroviario Escuela Oficial de Idiomas	0+000 - 1+100
PC-35	LU - 664	Escola Municipal de Música	0+200
		CEIP de Monforte de Lemos	
PC-36		Hospital Comarcal de Monforte	1+000

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -  
TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

Nº PC	Carretera	Docentes / sanitarios afectados	ID TRAMO Edificios Residenciales
PC-38	OU - 540	0	0 – 1+000
PC-40	PO - 323	IES Teis	3+700 -3+800
PC-41	PO - 330	CPR Barreiro	0+100 -0+200
PC-42			3+100 -3+200
PC-44	PO - 403	CEIP Fermín Bouza Brey	10+300 –11+000
		CPR Santiago Apóstol	
PC-45	PO - 548	No	18+300 -18+400
PC-46	PO - 550	CPR Salesianos A Mercé	0+900 -1+000
PC-47		CEP Antonio Magariños Pastoriza	4+400 -4+600
PC-49	PO – 552	No	14+800 – 14+900
PC-50	PO - 841	CEIP Figueiroa	20+600 -20+800

## 5 ACTUACIONES PREVISTAS

Para la definición de medidas correctoras y preventivas de lucha contra el ruido sobre los puntos de conflicto presentados, hemos recurrido a los estudios realizados por los proyectos europeos SILENCE [8] y SMILE [9], de lucha contra la contaminación acústica, en los que se definen recomendaciones de actuaciones, especialmente en lo relativo al tráfico viario. Estas medidas pueden ser de tres tipos:

- Medidas paliativas (o correctivas) que subsanen en lo posible la situación actual y sobre todo prioricen la urgencia en la intervención sobre las situaciones más conflictivas y los casos más preocupantes.
- Actuaciones preventivas enfocadas a impedir que el crecimiento del viario no tenga en cuenta la polución sonora como una variable más en los proyectos de nuevas áreas residenciales y nueva infraestructura.
- Medidas de control de la situación tendentes a la consolidación y conservación de los logros alcanzados mediante mecanismos de monitorización y control.

Se prevé una inversión económica en actuaciones correctivas de 2.138.311,15 € a las que hay que sumar 1.352.696,84 € correspondientes a los puntos de conflictos con características de travesía urbana en los que se propone analizar la viabilidad del cambio de titularidad. Esta inversión se ha calculado teniendo en cuenta la Orden Ministerial FOM/3426/2005, que prevé un coste medio de referencia para tramos urbanos de carretera de una sola calzada de 204.644,00 €/km, resultando una inversión total estimada sobre los puntos de conflicto de **3.491.007,99 €**.

Debemos destacar la singularidad del territorio Gallego en cuanto a la dispersión de viviendas y a la generación de los Concellos históricamente alrededor de los ejes viarios, esto conlleva que



las carreteras tienen origen o fin en el centro de los Concellos, por lo que los primeros o últimos tramos de las vías tienen un carácter eminentemente urbano. Ante esta situación se ha optado por analizar la posible viabilidad de modificar el origen o fin de la carretera al inicio de la población, mediante un cambio de titularidad que convierta la carretera en una vía urbana dependiente del Concello, para ello como se ha dicho en el párrafo anterior se ha previsto una inversión que permita realizar actuaciones de mejora acústica en estos tramos viarios.

## **6 CONTROL DE EFICACIA DE LAS ACTUACIONES**

En el PAR se ha definido un indicador de prioridad de las actuaciones, concretamente el Índice de Valoración del Ruido Ambiental (SVRA), dicho indicador puede ser definido como control de la eficacia de las actuaciones una vez ejecutadas, mediante la elaboración de un nuevo mapa de ruido de las zonas en donde se actúe y el recálculo de dicho indicador, comprobando su disminución numérica

## **7 CONCLUSIONES**

El Plan de Acción contra la contaminación acústica generada por los grandes ejes viarios ha establecido un escenario donde se localizan los puntos de conflictos que requieren más urgencia de atención, definiendo las actuaciones necesarias para disminuir los efectos nocivos para la salud de la población afectada, indicando la cuantificación económica de las mismas y su planificación temporal de ejecución, estableciendo un sistema de control de la eficacia de las actuaciones propuestas. Con todo ello se espera alcanzar el objetivo principal del PAR de mejorar la calidad acústica ambiental en las zonas definidas.

## **AGRADECIMIENTOS**

AXENCIA DE INFRAESTRUCTURAS GALLEGAS y a la empresa NOEGA INGENIEROS S.L.

## **REFERENCIAS**

[1] Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. «DOUE» núm. 189, de 18 de julio de 2002, páginas 12 a 25.

Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. «BOE» núm. 276, de 18 de noviembre de 2003, pp. 40494 - 40505.

Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. «BOE» núm. 301, de 17 de diciembre de 2005, pp. 41356 - 41363.

Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. «BOE» núm. 254, de 23 de octubre de 2007, pp. 42952 - 42973

DECRETO 106/2015, de 9 de julio, sobre contaminación acústica de Galicia, de la Consellería de Infraestructuras e Vivienda, de la Xunta de Galicia, DOG Núm. 145 Lunes, 3 de agosto de 2015.

[2] Lopez Santos, Fernando PLAN DE ACCION CONTRA EL RUIDO DE LAS ISLAS CANARIAS, Caceres, 42 Tecniacustica, 2011

[3] J.L. Cueto, F. López, R. Hernández, Acaymo Perez, David Suarez, DECISION-MAKING TOOLS FOR ACTION PLANS BASED ON GIS: A CASE STUDY OF A SPANISH AGGLOMETARION, Internoise 2010, LISBOA, Portugal

[4] J.L. Cueto, F. López, R. Hernández, F. Martínez, D. Sales, R. Gey, SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL RUIDO DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE DE ANDALUCÍA (GARITA), VIII Congreso Ibero-americano de Acústica, Évora - Portugal - 2012.



**FIA 2018**

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -  
TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre**

[5] H. M. E. Miedema, H. C. Borst, RATING ENVIRONMENTAL NOISE ON THE BASIS OF NOISE MAPS. Deliverable D 1.5 - TIP4-CT-2005-516420. EC-project Quiet City. Febrero 2005.

[6] W. Probst, M. Petz, NOISE MAPPING, HOT SPOT DETECTION AND ACTION PLANNING – AN APPROACH DEVELOPED IN THE FRAME OF THE EC-PROJECT QUIET CITY. INTERNOISE 2007. Istanbul, Turkey.

[7] Serrano Fernández, José María; Hernández Molina, Ricardo; Cueto Ancela, José Luí; López Santos, Fernando, COMPARATIVA DE MÉTODOS PARA LA LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONFLICTO (HOT SPOTS). CASO DE ESTUDIO: A-376 SEVILLA-UTRERA, Tecniacústica 2014, Murcia

[8] Proyecto SILENCE: Manual del profesional para la elaboración de planes de acción contra el ruido en el ámbito local, Proyecto Integrado cofinanciado por la Comisión Europea dentro del Sexto Programa Marco de I+D, en el campo prioritario 6 “Desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas”, Web del proyecto: [www.silence-ip.org](http://www.silence-ip.org)

[9] Proyecto SMILE: Directrices para la Reducción del Ruido causado por el Tráfico Rodado, web: [www.smile-europe.org](http://www.smile-europe.org)