



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Organización Industrial

**Impacto del ruido antrópico en el espacio
natural de las Lagunas de Villafáfila**

Autor:

Sierra López, Javier

Tutoras:

**Martín Bravo, María Ángeles
Tarrero Fernández, Ana Isabel
Física Aplicada**

Valladolid, Septiembre de 2018

Resumen

En cualquier área existen sonidos naturales, es decir, aquellos que son propios de la zona. Sirven para conocer el grado de salud ambiental de un área natural y cómo se ven influenciados por sonidos no naturales de origen antrópico.

La finalidad del presente proyecto es determinar el ruido antrópico en la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila y plantear acciones preventivas y/o correctivas en caso de que el nivel de ruido sea inapropiado para el Paisaje Sonoro Natural.

Las medidas realizadas han puesto de manifiesto que el espacio natural de las Lagunas de Villafáfila, de acuerdo a la Ley 5/2009 del ruido de Castilla y León, no presenta niveles de ruido sonoro elevados que deban ser minimizados.

Palabras-clave: Paisaje sonoro, Paisaje Sonoro Natural y Ruido antrópico.

Abstract

In any area there are natural sounds, that are typical of the area. They are used to find out the environment's health stage of a certain natural area and how they are influenced by unnatural sounds of anthropic origin.

The aim of the present project is to determine the anthropic noise on the Natural Reserve of Villafáfila Lagoons and to propose preventive and / or corrective actions in case this noise is inappropriate for the Natural Soundscape.

The measurements made have shown that the natural space of the Villafáfila Lagoons, according to Law 5/2009 of the noise of Castila and Leon, does not present high noise levels that should be minimized.

Keywords: Soundscape, Natural Soundscape and Anthropic noise.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Objetivo.....	6
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	7
2.1 Características.....	9
2.1.1 Límites de la zona.....	9
2.1.2 Geomorfología.....	10
2.1.3 Edafología.....	10
2.1.4 Clima.....	11
2.1.5 Hidrología.....	11
2.1.6 Flora.....	11
2.1.7 Setas.....	14
2.1.8 Fauna.....	15
2.1.8.1 Aves.....	15
2.1.8.1.1 La avutarda.....	18
2.1.8.1.2 El ánsar común.....	21
2.1.8.1.3 El cernícalo primilla.....	23
2.1.8.2 Fauna acuática.....	24
2.1.9 Medio humano.....	26
2.1.9.1 Instalaciones.....	28
2.1.9.1.1 Casa del Parque.....	28
2.1.9.1.2 Parque de la Fauna.....	30
2.1.9.1.3 Palomares.....	33
2.1.10 Servicios.....	34
2.2 Principales fuentes de ruido.....	34
2.3 Elección de los puntos de medida.....	34
2.3.1 Punto 1: Casa del Parque.....	35
2.3.2 Punto 2: Villarrín de Campos.....	35
2.3.3 Punto 3: Autovía A-6.....	38
2.3.4 Punto 4: Ruido natural.....	39

3. METODOLOGÍA E INSTRUMENTACIÓN.....	40
3.1 Parámetros acústicos.....	40
3.2 Instrumentos de medida empleados.....	42
4. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES.....	45
4.1 Casa del Parque.....	45
4.2 Villarrín de Campos.....	56
4.2.1 Colegio Público.....	57
4.2.2 Centro de Salud.....	64
4.2.3 Plaza de España.....	69
4.3 A-6.....	74
4.4 Ruido de origen natural en las Lagunas de Villafáfila.....	79
5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	87
5.1 Comparativa de las zonas.....	95
6. ESTUDIOS REALIZADOS EN OTRAS ÁREAS NATURALES.....	100
7. CONCLUSIONES.....	104
8. LÍNEAS FUTURAS.....	105
9. BIBLIOGRAFÍA.....	106
ANEXO: Permiso para la realización de TFG sobre el ruido en la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila.....	109

1. INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual cada vez estamos más familiarizados con el término de calidad sonora en los entornos urbanos y es causa de molestia cualquier intromisión externa que altere nuestras actividades cotidianas; sin embargo cuando desconectamos de nuestro entorno habitual y vamos a un espacio natural, la sensación cambia, ahora somos nosotros quienes estando allí perturbamos el hábitat natural de ese ecosistema, pudiendo llegar a modificar el comportamiento de los animales.

El Paisaje Sonoro Natural (Natural Soundscape) se podría definir como la suma de todos los sonidos naturales existentes en un espacio natural y este concepto engloba la capacidad física para transmitirlos. Por tanto, el paisaje sonoro (Soundscape) sería el ambiente acústico total en una determinada zona, por ejemplo un Parque Nacional. En una zona natural el paisaje sonoro puede estar sólo formado por sonidos naturales o por la suma de éstos y los provocados por la actividad antrópica. A pesar de que los sonidos naturales tienen gran importancia, en muchas ocasiones se ven perturbados por la actividad del hombre de origen turístico, industrial, agrícola... y afectan de manera negativa a muchos animales, además esta situación, cada vez más extrema, está amenazando la biodiversidad.

Los sonidos naturales son propios del medio ambiente y nos ayudan a caracterizar los diferentes ecosistemas presentes en un área natural.

Los seres humanos con audición normal, pueden detectar sonidos con un rango de frecuencia entre 20 Hz y 20 KHz, aunque su sensibilidad es variable con el tiempo. La mayor sensibilidad auditiva se halla a una frecuencia entre 2000 - 4000 Hz, mientras que disminuye a altas y bajas frecuencias. Esta característica es propia de cada especie, existen especies con gran similitud al hombre, mientras que otras, como por ejemplo las ballenas, perciben muy bien las bajas frecuencias o los murciélagos detectan fenomenalmente sonidos de altas frecuencias. Finalmente, cabe destacar la desigualdad de niveles sonoros entre áreas urbanas (50 - 70 dBA) y áreas naturales (25 - 35 dBA).

1.1 ANTECEDENTES

Hasta la fecha, los estudios realizados para caracterizar los Paisajes Sonoros Naturales son bastante escasos en el mundo en general, y en España en particular.

Resulta muy difícil encontrar este tipo de investigaciones. Uno de los países pioneros en la caracterización en parques naturales es EEUU, mientras que en España algunos de los estudios más conocidos son los realizados por Hernández Molina R.: Exposición al ruido antropogénico en las áreas naturales protegidas: Parque metropolitano "Marismas de los Toruños y Pinar de la Algaida", Las áreas naturales a través del análisis de su paisaje sonoro o Análisis del valor límite en las áreas naturales a través del estudio del paisaje sonoro natural, que nos han servido de base para la realización del presente proyecto.

La relevancia del presente trabajo recae en que además de ayudar a conocer como preservar la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila, aporta unas líneas de actuación para futuros estudios de caracterización del paisaje sonoro en espacios naturales.

1.2 OBJETIVO

El propósito del presente trabajo consiste en realizar un estudio en la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila, seleccionando los puntos que puedan tener mayor influencia de ruido antrópico, y hacer medidas en dichos puntos, para finalmente ver cómo puede influir la actividad humana en el ambiente acústico de un espacio natural. En nuestro caso, hemos considerado 3 zonas y varios puntos dentro de cada una de ellas en instantes de mayor nivel sonoro.

Este proyecto también podrá servir como referente para seguir caracterizando los Paisajes Sonoros Naturales.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila es un espacio natural protegido, situado al noreste de la provincia de Zamora, Castilla y León, España (*Figura 1*). La Reserva se encuentra entre las coordenadas de longitud oeste $5^{\circ} 30'$ y $5^{\circ} 39'$.

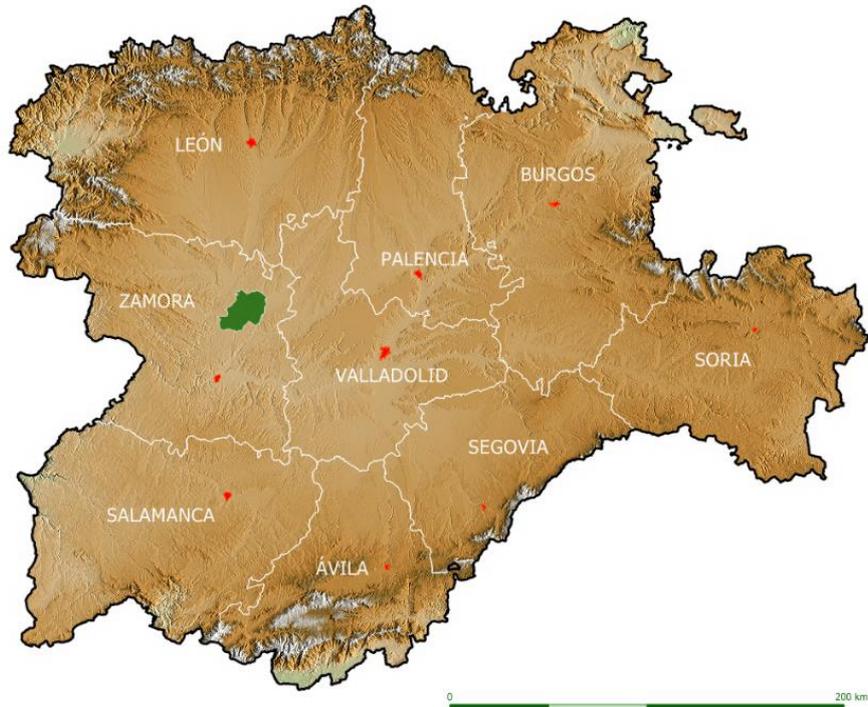


Figura 1. Ubicación de la Reserva Natural de las Las Lagunas de Villafáfila (Zamora). [3].

Las lagunas se sitúan en plena comarca de Tierra de Campos y es una zona de encuentro con Tierra del Pan, correspondiente al interfluvio de los ríos Valderaduey y Esla. Este espacio se caracteriza por ser una pequeña depresión, 675 metros de altitud aproximadamente, cercado por suaves tesos, que ha dado lugar a una pequeña cuenca endorreica bañada débilmente por el río Salado.

La configuración de este territorio da lugar a la formación de balsas de agua de escasa profundidad y superficie menguante en función de la mayor o menor insolación de la época del año. Así pues, el conjunto lagunar puede ocupar durante el periodo invernal una superficie inundada de 500 hectáreas, en las que destacan la "Laguna Grande" (Villafáfila) con 192 hectáreas, la "Laguna de Barillos" (Revellinos y Villafáfila) con 118 hectáreas y la "Laguna de las Salinas o de Villarín" (Villarín de Campos y Villafáfila) de 70 hectáreas, ya que ocupan el 80% de la superficie total inundada (*Figura 2*).

Junto a estas hay otras de menor entidad como Bamba, El Hinojo, Las Paneras, Redondales, Salina Pequeña, El Rual, San Pedro, El Triunfo o Villardón. Además, existen una multitud de arroyos de caudal intermitente como Las Agujas, Las Felipas, La Huerga, Las Vacas, El Riego, o el Cavén de San Juan que se encargan del traslado de las aguas que dejan las lluvias durante los periodos de inundación.



Figura 2. Laguna Grande (192 hectáreas), Laguna de Barillos (118 hectáreas) y Laguna de las Salinas (70 hectáreas). [4].

En el año 1996, con la entrada en vigor de la Ley de Caza de Castilla y León, la reserva se convirtió en Reserva Regional de Caza. Actualmente, la Junta de Castilla y León ha declarado como Reserva Natural a este espacio natural por sus elevados valores biológicos, motivo por el que el régimen de protección, uso y gestión de la Reserva Natural de Lagunas de Villafáfila, es el establecido en la Ley 8/1991, de 10 de mayo, de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León, en el Decreto 7/2005, de 13 de enero [2], por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Espacio Natural de Lagunas de Villafáfila.

A nivel internacional, la reserva está declarada como "Zona de Especial Protección para las Aves"(ZEPA) y como "Lugar de Interés Comunitario" (LIC) ante la Unión Europea, formando parte de la Red Natura 2000. Por último, su complejo lagunar está incluido en el «Convenio Mundial de Protección de Zonas Húmedas de Importancia Internacional» (RAMSAR).

La "Reserva Natural de Lagunas de Villafáfila", de 32.682 hectáreas de superficie, se ubica en el noreste de la provincia de Zamora, dentro de la comarca de Tierra de Campos, donde la estepa cerealista es el paisaje dominante. En el centro de ésta y rompiendo la monotonía que impone el cultivo de secano aparece, como un oasis, un complejo lagunar de carácter temporal y salino.

Se encuentra situada entre las cuencas de dos importantes afluentes del río Duero: la del Esla al Oeste, que nace en la cordillera Cantábrica y que transporta un importante caudal, y la del Valderaduey al este, que nace entre las provincias de

León y Palencia. Al norte se encuentran los altos de la Cruz y de los Lobos, y el teso de Pedro Nuño, mientras que al sur el relieve es muy variado. En esta zona, la escasa pendiente del terreno propicia la formación de una red hidrográfica, la orografía es extremadamente suave, propiciando el estancamiento de las aguas, y la formación de lagunas y áreas encharcadas.

Las zonas húmedas albergan a una gran cantidad de aves migratorias de la Península Ibérica. Por otro lado, las parcelas de secano conservan una de las mayores poblaciones de avutarda de Europa.

Su interior engloba terrenos pertenecientes a 11 términos municipales:

Términos municipales incluidos totalmente en el espacio natural: Revellinos, San Agustín del Pozo, Tapioles, Villafáfila (Otero de Sariegos y Villafáfila), Villalba de la Lampreana y Villarrín de Campos.

Términos municipales incluidos parcialmente en el espacio natural: Cañizo, Cerecinos de Campos, Manganeses de la Lampreana, San Martín de Valderaduey y Villárdiga.

2.1 Características

2.1.1 Límites de la zona

Los límites de la "Reserva Natural de Lagunas de Villafáfila" son los que se muestran en la figura (Figura 3):

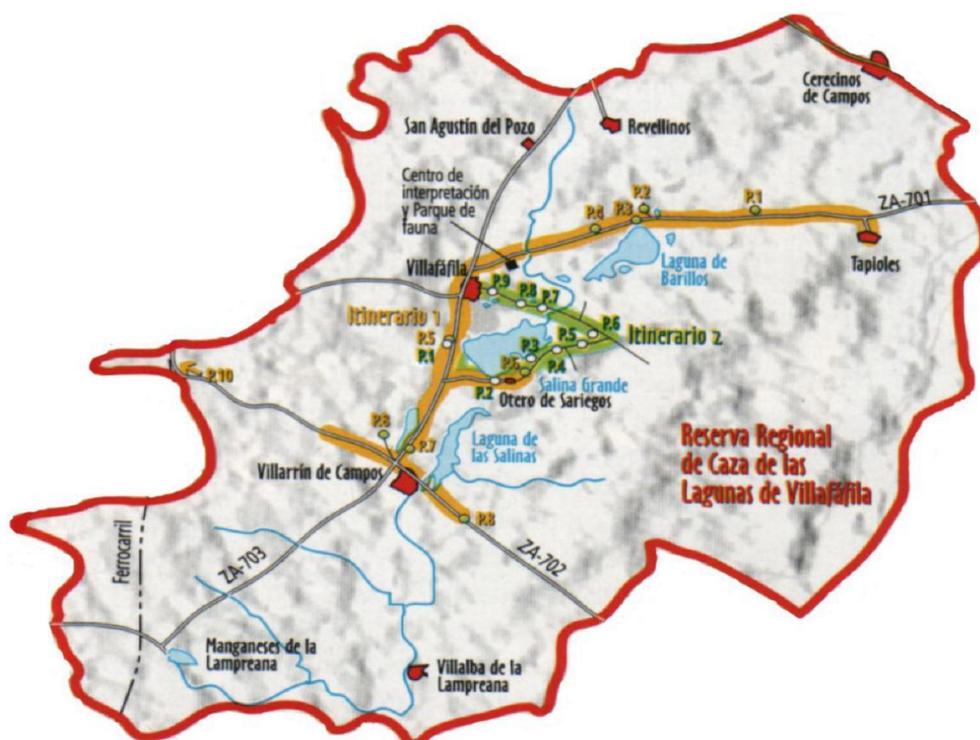


Figura 3. Mapa de los límites de la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila. [3].

2.1.2 Geomorfología

El paisaje de la zona se caracteriza por una suave orografía, con escasas pendientes y amplios horizontes, y una altitud media de 700 metros, donde el cultivo del cereal es muy monótono. En el centro se ubica un complejo lagunar de carácter salino, estacional y estepario.

La mayor parte de la Reserva, se encuentra en terrenos donde los sedimentos que afloran pertenecen al Mioceno Medio-Superior, hallándose dos facies litológicas:

- Facie de Villafáfila – Valencia de Don Juan. Se aprecian niveles detríticos y los materiales presentes pertenecen al Vindoboniense Medio o Superior.
- Facie Montamarta. Presenta abundantes niveles dendríticos en la zona del borde y los materiales presentes datan de Vindoboniense Inferior y Superior.

Del Plioceno hay depósitos de rañas en las lagunas y bordes, formados por cantos de cuarcitas redondeadas con arcillas sabulosas rojizas y arenas.

Perteneciente al Cuaternario, hay sedimentos aluviales en el cauce del arroyo Salado.

El carácter salino del complejo lagunar se debe a la gran cantidad de sales que impregnan los materiales terciarios que forman el sustrato. Son primordialmente detríticos (conglomerados, arenas, arcillas), carbonatados (margas y algunos niveles de caliza) y evaporíticos (yesos y otras sales) del Mioceno.

Cuando se evapora el agua de los humedales en verano, los fondos aparecen cuarteados y cubiertos con una capa de sal. En años de inundación, el complejo lagunar ocupa una extensión de unas 600 hectáreas.

La profundidad de las lagunas es muy escasa, ya que apenas supera el medio metro en las zonas de máxima profundidad. Esto es debido al proceso natural de colmatación.

2.1.3 Edafología

Los suelos pardo-calizos sobre materiales consolidados forman los terrenos agrícolas característicos de la Reserva. En los alrededores a las lagunas aparecen suelos Gley, terrenos de aprovechamiento piscícola semiinundados durante una época del año. En el centro de la Reserva son característicos los suelos salinos, generados por el endorreísmo de la cuenca. Además, las Lagunas de Villafáfila se consideran una cuenca semiendorraica.

2.1.4 Clima

En esta zona el clima tiene un carácter semiárido continental, es decir, se caracteriza por inviernos muy fríos, lluviosos y con mucho viento, mientras que los veranos son cálidos y secos.

A continuación, se adjuntan los datos aportados por la estación climatológica situada en Tapioles (en el centro de la Reserva) durante los últimos años:

Altitud.....	691 m
Temperatura media anual.....	12 °C
Precipitaciones anuales.....	431,9 l/m ²
Temperatura media anual del mes más frío.....	-1,3 °C
Mínima absoluta.....	-17,5 °C
Temperatura media anual del mes más cálido.....	33,8 °C
Máxima absoluta.....	45 °C

2.1.5 Hidrología

La Reserva está cercada por el arroyo Salado y en el centro se sitúan las lagunas. Los recursos hídricos subterráneos son muy importantes y se distinguen dos acuíferos en éste área:

- Acuífero regional: es profundo y no posee descarga natural directa a las lagunas.
- Acuífero superficial: posee un nivel freático próximo a la superficie y está conectado directamente con las lagunas.

Otra de las características principales de este complejo lagunar es la naturaleza salobre de sus aguas, que determina la dinámica de estos ecosistemas. Por una parte, el agua que llega a estas lagunas tiene un alto contenido en sales. Por otra parte, el agua de las lagunas sufre una importante evaporación, especialmente durante el invierno.

La mayor parte de los asentamientos que se han establecido a lo largo de la historia, tienen su origen en el aprovechamiento de la sal, aunque estas fértiles tierras han permitido también buenas explotaciones agrícolas y ganaderas.

2.1.6 Flora

La Concentración Parcelaria supuso la desaparición casi por completo de todos los linderos y árboles de la zona. Además, durante muchos años se llevaron a cabo quemadas de rastrojos y linderos al final del verano, lo que supuso efectos negativos en los escasos matorrales que conseguían afianzarse en los linderos.

La vegetación de estas áreas viene influenciada por tres importantes factores climáticos y edáficos, como son:

- El intenso frío invernal y la sequía del intenso periodo estival, condicionan la presencia de especies que sean capaces de resistir las condiciones extremas. Predomina la vegetación de tipo estepario.
- La variación estacional del nivel del agua de las lagunas y de los encharcamientos temporales, que determina un gradiente ambiental según el grado de inundación de cada zona. Así, las plantas más habituales de las zonas inundadas durante la mayor parte del año son el gramo y la castañuela, de cuyos brotes se alimentan muchas aves de la zona.
- La elevada concentración de sales en los suelos, y como consecuencia la dificultad que tienen las plantas para extraer el agua del suelo. alguna planta típica de la zona es el guarapo.

Fitosociológicamente nos encontramos en el dominio de la encina donde crecen las bellotas (*Figuras 4 y 5*), aunque en la actualidad esta especie solo aparece aislada en algunos rincones de la Reserva y es más abundante en sus bordes.



Figura 4. Encina. [3].



Figura 5. Bellotas. [5].

Existen dos comunidades vegetales muy bien diferenciadas:

- Por un lado, una inmensa llanura cerealista (*Figura 6*), dominada por los cultivos de cebada, trigo y alfalfa de secano, así como las plantas ruderales características.



Figura 6. Llanura cerealista típica de Tierra de Campos (Villafáfila). [3].

- Por otro lado, en el centro de la Reserva, un complejo lagunar salino, estacional y estepario (*Figura 7*), que junto con los prados salinos que las rodean conforman los ecosistemas que presentan mayor riqueza botánica, en una superficie total aproximada de unas 600 hectáreas. Destacan la junca o castañuela, la escorzonera enana, el pelujo, el hinojillo de conejo, la arrastradera, la margarita, el correjuelo y la grama.



Figura 7. Complejo lagunar perteneciente a la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila. [6].

2.1.7 Setas

En cuanto a la micología, en 2003 el Servicio Agropecuario de la Diputación de Zamora y la Asociación Micológica Zamorana decidieron realizar un estudio sobre las setas existentes en la zona y sus alrededores. Sin embargo, los resultados obtenidos no fueron lo esperado ya que se identificaron únicamente 152 especies, de las más de 200 que se estima existan en la zona.

En praderas y caminos destaca la seta de cardo (*Pleurotus eryngii*) (Figura 8), los champiñones (*Agaricus arvensis*) y la senderuela (*Marasmius oreades*), entre las setas venenosas hay que tener mucho cuidado con el champiñón tóxico (*Agaricus xanthodermus*) y con el *Clytocibe dealbata*.



Figura 8. Seta de cardo (*Pleurotus eryngii*). [7].

En las pequeñas alamedas y choperas relícticas encontramos la seta de chopo (*Agrocybe aegerita* y *Pleurotus ostreatus*) (Figura 9).



Figura 9. Seta de chopo (*Agrocybe aegerita*). [7].

En los pinares existentes en los bordes de la Reserva y en algunas pequeñas parcelas aparecen los níscalos (Figura 10) de gran interés culinarian y económico, pero hay que tener mucho cuidado con las setas tóxicas *Clitocybe* y *Lepiota*.



Figura 10. Níscalos. [8].

En los bordes de la Reserva aun existen buenas masas de encinas donde aparecen importantes poblaciones de setas y hay que tener especial atención con la *Amanita phalloides* (Figura 11) de carácter mortal.



Figura 11. *Amanita phalloides*. [9].

2.1.8 Fauna

La Reserva fue creada en 1986 con la intención de proteger dos ecosistemas muy bien diferenciados, la estepa cerealista y el complejo lagunar, aportando ambos una exquisita riqueza ornitológica que ha sido reconocida tanto a nivel nacional como internacional, convirtiéndose en uno de los lugares más destacados para la observación de aves de toda Europa.

En la estepa cerealista pervive una de las mayores poblaciones de avutarda (*Otis tarda*) del mundo —2.668 individuos censados en marzo de 2005— así como otras especies de gran interés ligadas a la estepa, como el cernícalo primilla, con más de 300 parejas nidificantes, el aguilucho cenizo, el sisón y la ortega, entre otros. El complejo lagunar posee una extraordinaria riqueza en invertebrados acuáticos, pero son las aves las que ponen la nota más colorista y espectacular de la Reserva. En ella se concentran casi el 50% de todas las aves acuáticas censadas en Castilla y León, aunque la mayor diversidad de especies se alcanza entre abril y junio coincidiendo con el paso migratorio de muchas aves.

2.1.8.1 Aves

Dependiendo de la estación del año, se pueden observar diferentes concentraciones de aves. Hay que tener en cuenta las condiciones meteorológicas de cada temporada, pero por lo general:

Otoño:

Septiembre es un mes en el que abundan las grandes concentraciones de azulón o ánade real y hay una gran cantidad de garzas reales procedentes de las colonias de cría de la Reserva y alrededores.

Octubre es la época de paso de las aves migratorias (limícolas).

Noviembre es el mes de mayor concentración de grullas, llegan los primeros ánsares comunes de la temporada y existen grandes concentraciones de correlino común.

Invierno:

En diciembre abundan el ánsar común y el ánade friso y es una buena fecha para observar anátidas raras, como por ejemplo los ánseres caretos.

En enero abundan el ánsar común, el silbón europeo y la ceceta común.

En febrero los ásaes comunes inician la emigración hacia los países nórdicos, llegando en su lugar la cigüeña.

Primavera:

Marzo es el inicio de la llegada de los cernícalos primilla, abunda el cuchara común y es la temporada de paso primaveral de gran cantidad de limícolas: chorlitejo, correlimos, etc... También es la época de celo de las avutardas.

En abril la avutarda continúa en celo y surgen concentraciones de combatientes.

Mayo es época de cría de los cernícalos primilla, las cigüeñas y las avocetas.

Verano:

Junio es el mes del canto de las codornices en este área natural, abundan las garcillas buayeras y se prodecen los primeros vuelos de las cigüeñas del año.

En julio suelen ser frecuentes los agiluchos cenizos en los puntos que quedan cubiertos todavía por agua, las primeras concentraciones premigratorias de cigüeñas.

En agosto comienza el paso postnupcial del andarríoso el archibebes.

A continuación, se presenta un listado de las diferentes aves observadas en las Lagunas de Villafáfila (*Tabla 1*):

Tabla 1. Aves observadas en las Lagunas de Villafáfila. [15].

Accipitriformes	Anseriformes
Aguila Calzada (<i>Hieraetus pennatus</i>)	Ansar común (<i>Anser anser</i>)
Águila culebrera (<i>Circaetus gallicus</i>)	Azulón (<i>anas platyrhynchos</i>)
Aguilucho cenizo (<i>Circus pigargus</i>)	Cuchara (<i>Anas clypeata</i>)
Aguilucho lagunero (<i>Circus aeruginosus</i>)	Friso (<i>Anas strepera</i>)
Aguilucho pálido (<i>Circus cyaneus</i>)	Porrón común (<i>Aythya ferina</i>)
Buitre común (<i>Gips fulvus</i>)	Porrón moñudo (<i>Aythya fuligula</i>)
Milano real (<i>Milvus milvus</i>)	Rabudo (<i>Anas acuta</i>)
Ratonero (<i>Buteo buteo</i>)	Silbón (<i>Anas penelope</i>)
	Tarro blanco (<i>Tadorna tadorna</i>)
Charadriiformes	Ciconiformes
Agachadiza Chica (<i>Lymnocyptes minimus</i>)	Cigüeña blanca (<i>Ciconia ciconia</i>)
Agachadiza común (<i>Gallinago gallinago</i>)	Espátula (<i>Platalea leucorodia</i>)
Aguja colinegra (<i>Limosa limosa</i>)	Garceta grande (<i>Egretta alba</i>)
Alcaraván (<i>Burhinus oediconemus</i>)	Garcilla bueyera (<i>Bubulcus ibis</i>)
Andarrios chico (<i>Actitis hypoleucos</i>)	Garza real (<i>Ardea cinerea</i>)
Andarrios grande (<i>Tringa ochropus</i>)	Columbiformes
Archibebe común (<i>Tringa totanus</i>)	Paloma bravía (<i>Columba livia</i>)
Avefría (<i>Vanellus vanellus</i>)	Paloma torcaz (<i>Columba palumbus</i>)
Chorlito dorado (<i>Pluvialis apricaria</i>)	Galliformes
Chorlito gris (<i>Pluvialis squatarola</i>)	Codorniz (<i>Coturnix coturnix</i>)
Gaviota reidora (<i>Larus ridibundus</i>)	Perdiz (<i>Alectoris rufa</i>)
Gaviota sombría (<i>Larus fuscus</i>)	
Zarapito real (<i>Numenius arquata</i>)	
Paseriformes	Falcaniformes
Alcaudón real (<i>Lanius excubitor</i>)	Cernícalo vulgar (<i>Falco tinnunculus</i>)
Alondra comun (<i>Alauda arvensis</i>)	Esmerejón (<i>Falco columbarius</i>)
Bisbita campestre (<i>Anthus campestris</i>)	Halcón peregrino (<i>Falco peregrinus</i>)
Bisbita común (<i>Anthus pratensis</i>)	Gruiformes
Carricero común (<i>Acrocephalus cirpaceus</i>)	Avutarda (<i>Otis tarda</i>)

Cogujada común (<i>Galerida cristata</i>)	Focha (<i>Fulica atra</i>)
Colirrojo tizón (<i>Phoenicurus ochruros</i>)	Gallineta común (<i>Gallinula chloropus</i>)
Corneja (<i>Corvus corone</i>)	Grulla (<i>Grus grus</i>)
Cuervo (<i>Corvus corax</i>)	Sisón (<i>Tetrax tetrax</i>)
Escribano palustre (<i>Emberiza schoeniclus</i>)	Prodicipediformes
Estornino negro (<i>Sturnus unicolor</i>)	Zampullín chico (<i>Tachybaptus ruficollis</i>)
Estornino pinto (<i>Sturnus vulgaris</i>)	Strigiformes
Gorrión chillón (<i>Petronia petronia</i>)	Buho campestre (<i>Asio flammeus</i>)
Gorrión común (<i>Passer domesticus</i>)	Buho chico (<i>Asio otus</i>)
Gorrión molinero (<i>Passer montanus</i>)	Lechuza común (<i>Tyto alba</i>)
Grajilla (<i>Corvus monedula</i>)	Mochuelo común (<i>Athene noctua</i>)
Jilguero (<i>Carduelis carduelis</i>)	Pteroclidiformes
Lavandera blanca (<i>Motacilla alba</i>)	Ortega (<i>Petrocles orientalis</i>)
Mosquitero común (<i>Phylloscopus collybita</i>)	
Pardillo común (<i>Carduelis cannabina</i>)	
Petirrojo (<i>Erithacus rubecula</i>)	
Tarabilla común (<i>Saxicola torquata</i>)	
Triguero (<i>Miliaria calandra</i>)	
Urraca (<i>Pica pica</i>)	
Zorzal común (<i>Turdus philomelos</i>)	

Entre todas las aves de la Tabla 1, destacan la Avutarda (*Otis tarda*), Ánsar Común (*Anser anser*) y Cernicalo Primilla (*Falco naumanni*) debido a su abundancia en las Lagunas y se describen a continuación.

2.1.8.1.1 La avutarda (*Otis tarda*)

Es sin duda la reina de la estepa. Capaz de impresionar tanto por su tamaño como por su belleza y comportamiento.

Los machos alcanzan una longitud de más de 1 metro, una envergadura de 230 cm y pueden llegar a pesar hasta 18kg (*Figura 12*), mientras que las hembras son más pequeñas y alcanzan los 80 cm de longitud y 175 de envergadura (*Figura 13*).



Figura 12 Macho de avutarda. [11]. **Figura 13.** Hembra de avutarda. [10].



Figura 14. Macho hacienda la <rueda> exhibición nupcial. [12].

En vuelo es un ave inmensa, con unas grandes alas que bate lentamente donde destacan tres bandas, una blanca, otra negra y otra dorada (*Figura 15*). El dorso es dorado con bandas negras, vientre blanco y cabeza y cuello grises. El macho en celo presenta un grueso cuello sobre el que resalta una pequeña cabeza con largos bigotes.



Figura 15. Grupo de avutardas volando en la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila. [13].

Las últimas cifras de la población de avutardas en Europa hablan de unos 25.000 ejemplares, de los que entre 18.500 y 19.000 se encontrarían en España. La Reserva de Villafáfila cuenta con la mayor densidad de avutardas del mundo habiéndose llegado a contar más de 3000 ejemplares en los últimos años.

Esta especie, pese a su tamaño, es muy frágil y soporta muy mal la presencia humana. No olvidemos que durante algún tiempo fue pieza de caza. Teniendo en cuenta esto, se recomienda a los visitantes de la Reserva que observen a las avutardas a gran distancia utilizando prismáticos o telescopios para colaborar así entre todos a la conservación de esta especie.

Sus huellas son fácilmente reconocibles por su tamaño y por los tres dedos que tienen, se ven con mucha frecuencia en los caminos.



Figura 16. Huella de avutarda. [14].

Tabla 2. Número de avutardas censadas en primavera y a finales de verano. [1].

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Primavera	2085	2175	2198	1938	2270	2547	2791	2028	2691	2150	2218	2668	2501
Verano		956	1026	922	1288	1393	1340	1195	989	858	664	743	880

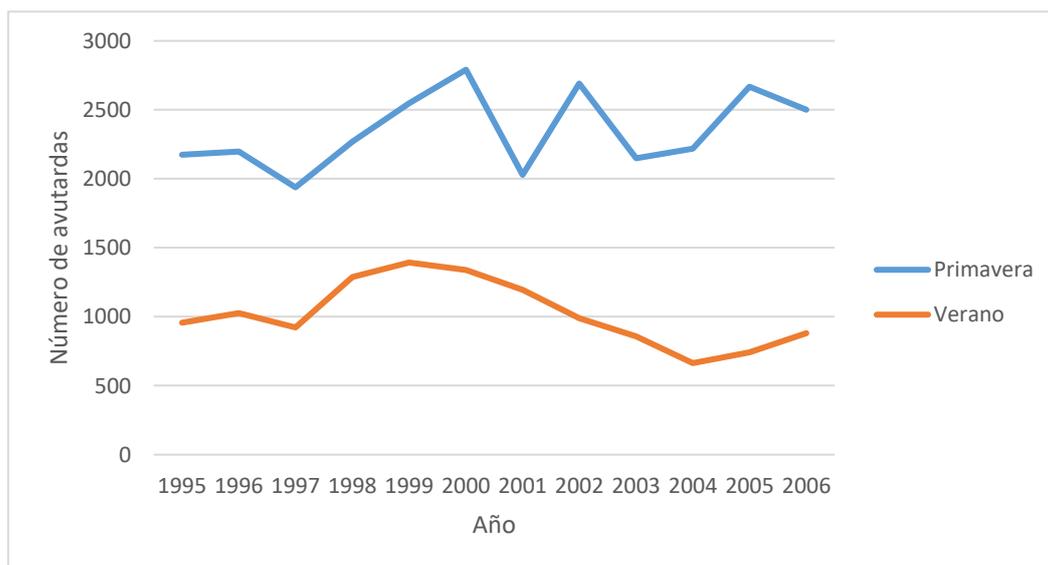


Figura 17. Gráfica avutardas censadas en primavera y a finales de verano. [1].

2.1.8.1.2 El ánsar común (*Anser anser*)

Tiene un tamaño de 75 a 90 cm, el mayor de los gansos europeos. Posee una envergadura de 147-180 cm y los machos pueden llegar a pesar 5 kg (*Figura 18*). Destaca por su color gris uniforme con un tono más claro en la parte delantera del ala y sus patas de color rosa. Se le considera el antecesor de los gansos domésticos.



Figura 18. Ansar común macho. [4].



Figura 19. Grupo de ánsares comunes hembras.

Es la especie más abundante y ruidosa en el invierno. Hasta el año 1970 no empieza a invernar de forma habitual en la Reserva, y a partir de ese año la población ha ido aumentando hasta alcanzar una cifra que oscila entre los 30000 y 35000 ejemplares los mejores años. Actualmente (2017), ha descendido a la mitad.

La llegada a la Reserva comienza en octubre que es cuando vienen del norte, hasta febrero que se van los más perezosos. Las máximas concentraciones se presentan entre noviembre y febrero y la Reserva se nota bulliciosa y las Lagunas y los campos están llenos de estas aves.

La Laguna Grande y la de Barillos concentran la mayor cantidad de ansares.

Los ánsares comunes son marcados en las áreas de cría que utilizan en los países nórdicos. El sistema de marcaje utilizado es un collar de PVC con distintos colores que permiten saber en que país fue marcado y una inscripción que permite saber la edad y otros datos de interés a los que siguen a estos viajeros. El seguimiento de los ansáres se realiza mediante el seguimiento de la lectura de los collares (*Figura 20*).



Figura 20. Ansar común con collar de seguimiento. [16].

Tabla 3. Media de ánsares comunes por mes durante el periodo de 1992 - 2005. [1].

Mes	Número de aves
Enero	25588
Febrero	11435
Marzo	180
Abril	35
Mayo	25
Junio	28
Julio	23
Agosto	25
Septiembre	24
Octubre	228
Noviembre	7858
Diciembre	23226

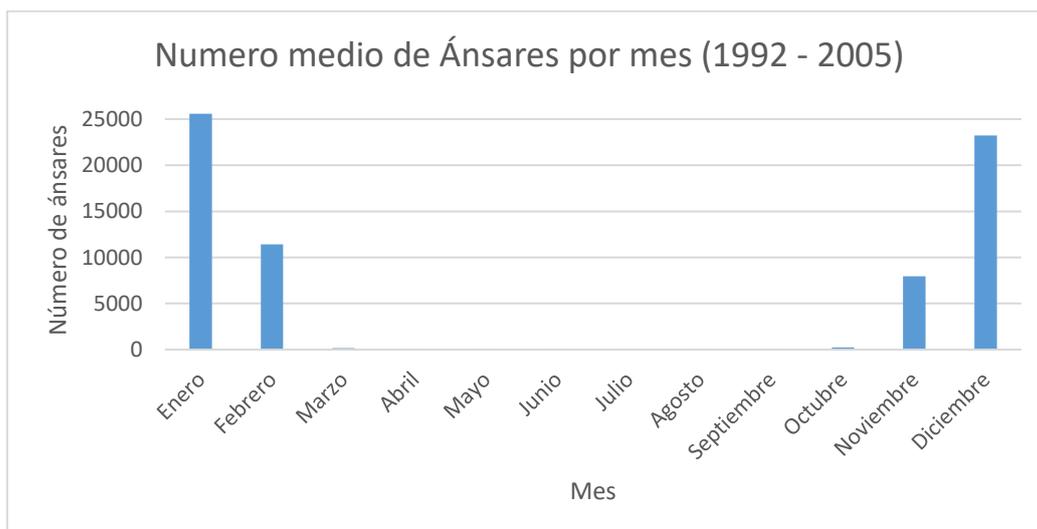


Figura 21. Evolución del número medio de Ánsares comunes por mes, desde 1992 a 2005. [1].

Se aprecia claramente que la época del año en la que más ánsares comunes habitan en la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila corresponde al final del otoño y al periodo invernal, desde noviembre hasta febrero.

2.1.8.1.3 El cernícalo primilla (*Falco naumanni*)

El cernícalo primilla es una pequeña rapaz, posee una longitud de 28-31 cm y una envergadura de 61-66 cm. El macho presenta el dorso y las alas rojizas sin motear con una banda gris entre el rojizo del ala y el final oscura de ésta (*Figura 23*), mientras que la hembra es pardo rojiza, moteada por encima y blanca moteada por debajo (*Figura 24*). En ambos sexos las uñas son amarillas.



Figura 23. Cernícalo primilla macho. [15].

Figura 24. Cernícalo primilla hembra. [15].

Esta especie está ligada a los ambientes de la pseudoestepa cerealista propia de los países mediterráneos: Francia, Italia, Grecia, Turquía, Portugal, Rumanía y, principalmente, España.

En Castilla y León se encuentra la mayor parte del 42% de la población mundial que habita en nuestro país; y en la ZEPA (Zona de especial protección para aves) de Villafáfila, el 50% de la población autonómica de la especie.

La importante regresión sufrida en los últimos años ha llevado a la desaparición de los lugares donde situar sus nidos.

El cernícalo primilla coloca sus nidos en los palomares y otros edificios con teja arabe. En la reserva natural de las Lagunas de Villafáfila existen más de 300 niales artificiales para facilitar la nidación del cernícalo primilla (*Figura 25*).



Figura 25. Nidal de cernícalo primilla. [17].

Tabla 4. Número mínimo de cernícalos primilla adultos durante el periodo de cría. [1].

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Número mínimo de cernícalos	74	120	106	259	260	570	374	422	424	546	670	604	508	566	690	564	556

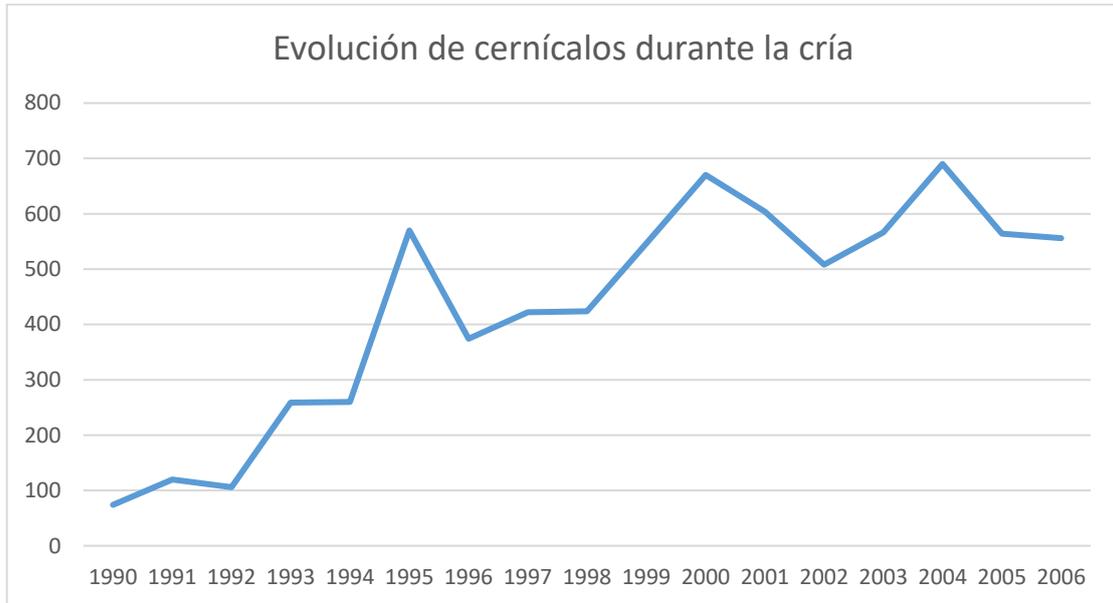


Figura 26. Número mínimo de cernícalos durante el periodo de cría desde 1990 hasta 2008. [1].

Se observa que el número de cernícalos primilla durante el periodo de cría ha experimentado un gran aumento durante la década de los 90, permaneciendo estabilizado en los últimos años.

2.1.8.2 Fauna acuática

Aunque es más bien escasa también hay que reseñar las especies más comunes que podemos encontrar. Podemos diferenciar tres ecosistemas para la fauna acuática de la Reserva: las lagunas permanentes, de pequeño tamaño y que generalmente sirven de abrevadero al ganado, las lagunas temporales, auténticos cebos para los peces donde quedan atrapados al intentar subir el río Salado, sirviendo posteriormente de comida para las garzas y cigüeñas y en último lugar los ríos y arroyos muy contaminados, destaca el río Valderaduey. Los peces más representativos son los siguientes:

Carpa (*Ciprinus carpio*), pez de grandes escamas, que puede llegar a medir hasta 70 cm de longitud y varios kilogramos de peso. Posee una aleta dorsal muy larga; en la boca tiene dos pares de barbillas sensoriales. Suben por el arroyo Salado hasta las lagunas temporales. También se pueden encontrar en las lagunas permanentes (*Figura 27*).

Carpín (*Carrasius auratus*), tiene aspecto de carpa pequeña, es decir, se caracteriza por ser un pez rechoncho de hasta 25cm con aleta dorsal extensa y sin ningún par de barbas en la boca. Es originario de Asia y fue introducido en el siglo XVII. Es muy abundante en las charcas permanentes de la comarca (*Figura 28*).

Tenca (*Tinca tinca*), alcanza los 35 cm de longitud y su color va desde el amarillento al verde oscuro, siendo sus escamas casi invisibles. Sólo introducida en unas pocas charcas de la Reserva (*Figura 29*).

Gambusia (*Gambusia affinis*), en esta especie la hembra puede alcanzar hasta los 6 cm y tiene el cuerpo rechoncho. En cambio, el macho no supera los 3 cm y es más estilizado. Es el pez más abundante y procedente de América, fue introducido para combatir el paludismo que era transmitido por los mosquitos. Se encuentra tanto en las lagunas permanentes y en las temporales, llegando a alcanzar importantes densidades (*Figura 30*).

También se han observado los siguientes peces: Barbo común (*Barbus bocagei*), Bermejuela (*Chondrostoma arcasii*), Bordallo (*Scualus carolitertii*), Colmilleja (*Cobitis paludica*), Pez gato negro (*Ameirus melas*), Pez sol (*Lepomis gibbosus*), Black-bass (*Micropterus salmoides*).



Figura 27. Carpa (*Ciprinus carpio*). [18].



Figura 28. Carpín (*Carrasius auratus*). [19].



Figura 29. Tenca (*Tinca tinca*). [19].



Figura 30. Gambusia (*Gambusia affinis*). [20].

2.1.9 Medio humano

Los asentamientos humanos de la zona donde actualmente se sitúa la Reserva se remontan a épocas muy antiguas, el Paleolítico Inferior. Cabe destacar que los primeros documentos escritos datan del siglo X referentes a Cerecinos, S. Martín de la Loma y Villafáfila.

En la Reconquista esta área fue ocupada y repoblado por Alfonso III (866-910) y la sal se convierte en un bien muy preciado, creándose diversas aldeas alrededor de las salinas. Hay que tener en cuenta que eran las únicas salinas del Reino de León y suministraban este valioso elemento a diversas zonas. Durante el reinado de Alfonso XI se establece un monopolio real sobre la sal, hasta finales del siglo XV). Al intensificarse el comercio con el Reino de Portugal, estas explotaciones no pudieron competir en calidad y precio y terminaron desapareciendo.

En el siglo XVII se reactiva la explotación de las Salinas y se crea la Real Fábrica de Salitre de la Villa de Villafáfila que duró poco. En el siglo XIX la actividad humana en los pueblos de la Reserva se centraba en la explotación de cereal y viñedos, acompañado de una abundante caza, especialmente de perdices, liebres y patos. En la segunda mitad del siglo XX se produce un rápido proceso de despoblación, favorecido por la mecanización del campo, que ha dejado a la zona con una población parecida a la de comienzos del siglo XIX.

Las poblaciones de los municipios incluidos en la Reserva se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 5. Evolución de la población en los municipios incluidos en la Reserva. [1].

Pueblo /Año	1850	1940	1950	1960	1970	1981	1991	2001
Cañizo	462	896	912	807	535	434	411	322
Cerecinos de Campos	818	1.268	1.278	1.205	940	614	478	421
Manganeses de la Lampeana	732	1.899	1.870	1.718	1.596	1.108	940	773
Revellinos	352	811	836	724	513	444	395	334
San Agustín del Pozo	116	367	435	413	297	237	225	209
San Martín de Valderaduey	386	412	401	324	221	163	103	94
Tapioles	480	604	531	447	403	276	270	246
Villafáfila	1.158	1.642	1.784	1.686	1.044	755	706	665
Villalba de la Loma	426	899	980	717	455	371	369	319
Villárdiga	255	443	420	365	243	141	130	109
Villarrín de Campos	854	1.787	1.888	1.713	1.121	764	681	634
TOTAL	6.039	11.028	11.335	10.119	7.368	5.104	4.708	4126

(*) Manganeses de la Loma incluye a partir de 1970 la pedanía de Riego del Camino que no está incluida en la Reserva y Villafáfila incluye en 1991 la pedanía de Otero de Sariegos.

Este gran despoblamiento se debe a factores económicos, ya que los pueblos de la Reserva son tradicionalmente agrícolas y ganaderos y en la actualidad la industria queda reducida a unas pocas fábricas: de queso de oveja en Tapioles, Manganeses de la Lampeana y Villarín de Campos, de embutidos en Villafáfila, de muebles en San Agustín del Pozo, de ropa en Villarín de Campos y dos cooperativas textiles en Manganeses de Lampreana. Estas pequeñas industrias no han conseguido cubrir toda la mano de obra que ha quedado libre en la agricultura y por tanto muchas familias han tenido que emigrar a las grandes ciudades próximas.

La mecanización del campo se vio favorecida por la concentración parcelaria en las últimas décadas, provocando la desaparición de casi todos los cultivos de viñas, aunque en los pueblos de la zona siguen existiendo diversas bodegas y en muchos casos se continúa elaborando vino con uvas de la zona.

Entre el 70-90% de la Reserva se ha dedicado en las últimas décadas al cultivo de trigo y cebada o en barbecho (30% aproximadamente); otro cultivo típico es la alfalfa (7-15%) y el girasol, no tan típico pero que algunos años ha llegado a suponer el 20% de la superficie cultivada, con el objetivo de recibir ayudas de la Unión Europea. Por tanto, podemos decir que el paisaje de la zona se caracteriza por poseer un aspecto de monocultivo de cereal sobre parcelas de tamaño mediano, con pequeñas superficies mezcladas de alfalfa y girasol, comunicadas entre todos los pueblos mediante una gran variedad de caminos.

Otra fuente importante es la ganadería. El ovino es el ganado más característico de esta estepa cerealista, pudiéndose observar rebaños con bastante frecuencia que rompen la monotonía de la llanura. Este ganado tuvo gran aumento durante la década de los 80 debido a la política de subvenciones de la CEE, existiendo una tendencia cada vez más hacia la estabulación. La evolución de la ganadería en la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila se muestra en la Tabla 6.

El aumento del ganado de bovino se debió a la entrada de nuevas razas de leche productoras de leche y carne de manera estabulada.

Tabla 6. Evolución de la ganadería en la Reserva. Fuente: Junta de Castilla y León.

	1967	1986	1991	1996	2004
Bovino	505	3.216	2.538	2.173	2.279
Porcino	3.886	Sin datos	9.217	8410	4.805
Caprino	163	254	0	0	0
Equino	2.829	283	159	Sin datos	Sin datos
Ovino	28.838	43.855	40.200	34.376	46.061

2.1.9.1 Instalaciones

Con el objetivo de centralizar las visitas y orientar a los visitantes de la Reserva en 1995 se creó el complejo de La Casa del Parque y el Parque de la Fauna El Palomar, ubicado en la carretera que une Villafáfila y Tapioles, a 1.5 km de Villafáfila.

Además de las instalaciones disponibles para el visitante, la Reserva cuenta con varios Observatorios de fauna en las Lagunas naturales: Observatorio de Aves de Otero de Sariegos, el Observatorio de Revellín y el Observatorio de Villarín de Campos. A continuación, se describe cada uno de ellos.

2.1.9.1.1 Casa del Parque

Situado en la carretera que une Villafáfila y Tapioles, a solo 1,5 km del casco urbano de Villafáfila, este complejo es el primer lugar que se aconseja visitar para todos aquellos que vengan por primera vez a esta Reserva Natural (*Figura 31*).



Figura 31. Casa del Parque.

El objetivo principal de esta instalación es aportar a los visitantes los conocimientos necesarios para la posterior visita del área.

En su interior, un conjunto de recursos expositivos y auditivos explican las características ecológicas y los procesos naturales de la Reserva (*Figuras 32 y 33*).



Figura 32. Recursos interactivos de la Casa del Parque.



Figura 33. Paneles informativos situados en el interior de la Casa del Parque.

Diversas pantallas táctiles e interactivas con imágenes, sonidos y videos nos muestran los diferentes itinerarios recomendados en la Reserva, los aspectos mas destacados de las Lagunas de Villafáfila, así como los diversos Programas de Conservación de Fauna llevados a cabo por la Junta de Castilla y León y por la Unión Europea en este área.

Este complejo es también un inmenso palomar vivo, ya que en su interior se hayan mas de 400 niales para palomas, accesibles a los visitantes a traves de una mirilla por la que pueden disfrutar y visualizar a las aves con total respeto (*Figura 34*).

Destacar el fabuloso documental que se proyecta en la última sala donde explican la diversidad de fauna de la Reserva y los principales índices ecológicos.

También existe un palomar en la Casa del Parque, dónde los visitantes pueden disfrutar de unas vistas increíbles (*Figura 34*).



Figura 34. Palomar de la Casa del Parque.

Además, la Casa del Parque cuenta con una pequeña Tienda Verde de compra sostenible (Figura 35):



Figura 35. Tienda Verde de la Casa del Parque.

En el patio de la planta baja está: El parque nos visita, Las explotaciones Salinas y El rincón de la memoria. En el interior de la planta baja se encuentra: Atención al público, Un paisaje como resultado de una larga historia, El clima, A duras condiciones grandes adaptaciones, Las migraciones, Proyectos LIFE, Itinerarios y Audiovisual, y en la planta superior se halla el Mirador y el Palomar.

2.1.9.1.2 Parque de la Fauna

Una vez visitada la Casa del Parque se recomienda proceder a iniciar el recorrido exterior por el Parque de Fauna. Este recurso se extiende sobre 23 hectáreas y recrea el ecosistema lagunar: tres lagunas artificiales (Laguna Grande, Laguna de Barillos y Laguna de las Salinas).

Además cuenta con un sendero de 1500 metros, donde se han ubicado diferentes observatorios para poder disfrutar la fauna y la flora característica de esta Reserva en cada época del año. Desde aquí, podemos ver aves a muy poca distancia.

- **Observatorio de la Laguna Salina Grande**, situado en la localidad, ahora prácticamente abandonada, de Otero de Sariegos (*Figura 36*).

Es el más visitado por su situación estratégica que permite ver casi toda la Salina Grande. El observatorio de Otero de Sariegos recrea un palomar típico de la zona de Tierra de Campos y dispone de dos telescopios fijos para facilitar a los visitantes las observaciones. El observatorio no está siempre abierto; solo se abre al público en la temporada invernal, época de los ánsares. Pero aún estando cerrado es un lugar ideal para observar la fauna de la Laguna o sentarse a disfrutar de las vistas y comer algo.



Figura 36. Observatorio de la Laguna Salina Grande. [15].

- **Observatorio de la Laguna de Barillos**, situado en la localidad de Revellinos, en la carretera que une Villafáfila con Villalpando (*Figura 37*).

Este observatorio nos permite ver las lagunas de La Rosa (de frente), Paneras (a la espalda) y Barillos (detrás de La Rosa).

La situación es muy buena porque está en la misma carretera de Villafáfila a Villalpando y permite a muchos visitantes hacer una parada para conocer la zona sin tener que adentrarse por caminos a veces con barro.



Figura 37. Observatorio de la Laguna de Barillos.

- **Observatorio de la Laguna de San Pedro**, situado en la localidad de Villarrín de Campos (*Figura 38*).

Aunque esta laguna es mucho menor que las anteriores, es el observatorio en el que más cerca se van a poder ver las aves. También está situado en la carretera de Villarrín a Villafáfila, y al igual que el anterior tiene gran afluencia de visitantes por comodidad y cercanía.

La mayoría de los años durante el verano, las lagunas se secan por completo. Estos observatorios son una buena opción para ver la fauna en invierno y primavera sobre todo. El resto del año, si la laguna está seca, se pueden utilizar los observatorios de la Casa del Parque. En estos siempre hay fauna porque se mantiene el agua de forma artificial durante la época estival.



Figura 38. Observatorio de la Laguna de San Pedro.

Las instalaciones de uso público de la Reserva se completan con dos áreas de Descanso al aire libre. En estas áreas de descanso existen mesas, asientos y agua potable para descansar hacia la mitad del recorrido (*Figura 39*).



Figura 39. Zona recreativa. [3].

La vegetación que rodea las lagunas tiene la función de evitar que los animales se pongan nerviosos por la presencia de visitantes, por lo que se aconseja que para ver las aves utilicen los observatorios, y eviten así el deterioro de las plantas.

2.1.9.1.3 Palomares

Los palomares, contruidos con paja y barro, representan la arquitectura más tradicional en la zona de Tierra de Campos. Actualmente existen en la Reserva en torno a 180 palomares (*Figura 40*), pero debido a la baja rentabilidad que el hombre obtiene de ellos y a la necesidad de un mantenimiento periódico, ha llevado al progresivo abandono que ha provocado en muchos casos su destrucción. Muchos palomares están derruidos ante la falta de atención, de uso y de dinero para su restauración.

Se puede decir que no hay dos palomares iguales. Presentan formas muy diversas, los hay circulares, cuadrados, rectangulares, como chozos africanos o pagodas orientales, blancos, ocre, rojizos...

Dentro de los palomares suele haber diversos nidales donde las palomas y otras aves sitúan sus nidos en un lugar donde la ausencia de árboles, construcciones y accidentes del terreno les impide anidar en otro lugar.

Entre las especies que nidifican en los palomares, destaca el Cernícalo Primilla, que cada año viene de África a esta estepa para anidar en numerosas colonias.

Dos provechos han tenido los palomares tradicionalmente: por un lado, la cría del pichón, y por otro, la palomina, uno de los mejores abonos conocidos. En cuanto al pichón, resaltar que es un plato típico de esta zona.



Figura 40. Los palomares son la construcción típica de Tierra de Campos.

2.1.10 Servicios

En los últimos años el sector servicios ha tenido un incremento considerable para atender a los 50.000 visitantes que suelen acercarse cada año a la Reserva. El número de negocios de hostelería ha aumentado notablemente, contando la zona con diversos hoteles y restaurantes en los municipios de Villafáfila, Villarín de Campos, San Esteban de Molar y Villapando, además de varias casas rurales en Villafáfila, Villarín de Campos, Cerecinos de Campos y Manganeses de la Lampreana.

2.2 Principales fuentes de ruido

En la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila los principales focos de ruido antrópico son:

- Casa del Parque

- Observatorios: Observatorio de la Laguna Salina Grande, Observatorio de la Laguna de Barillos y Observatorio de la Laguna de San Pedro.

- Carreteras y autovía: ZA-701, ZA-702, ZA-703, ZA-704, ZA-715 y A-6.

- Actividad humana de los municipios pertenecientes a este área Natural: Revellinos, San Agustín del Pozo, Tapioles, Villafáfila (Otero de Sariegos y Villafáfila), Villalba de la Lampreana, Villarrín de Campos, Cañizo, Cerecinos de Campos, Manganeses de la Lampreana, San Martín de Valderaduey y Villárdiga.

2.3 Elección de los puntos de medida

Las mediciones de ruido antrópico en la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila se llevarán a cabo durante un intervalo temporal diurno, ya que es el periodo en el que hay más actividad humana.

Después de analizar la zona, se han seleccionado tres puntos donde se realizarán las medidas ya que en ellos el efecto del ruido antrópico es bastante importante: Casa del Parque, Villarín de Campos y A-6.

2.3.1 Punto 1: Casa del Parque

Se trata de un complejo creado para orientar a los visitantes en las visitas a la Reserva (*Figura 31*). Consideramos que es un lugar muy adecuado para hacer las medidas del nivel sonoro generado por el hombre ya que tiene bastante afluencia, en torno a 50.000 personas se acercan a lo largo de todo el año, suelen acudir semanalmente grupos de diferentes colegios.

Se prevé que en este punto, el nivel de ruido se incremente durante las visitas de los alumnos (bajada y subida del autobús y recorrido por las instalaciones) y especialmente el fin de semana ya que es cuando más gente se concentra en este punto.



Figura 41. Coordenadas geográficas de la Casa del Parque. [21].

2.3.2 Punto 2: Villarrín de Campos

Villarrín de Campos es un municipio de la comarca de Tierra de Campos perteneciente a la provincia de Zamora (Castilla y León, España) incluido en la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila. Abarca diversas lagunas como por ejemplo la Laguna de las Salinas o la Laguna de San Pedro.



Figura 42. Coordenadas geográficas de Villarrín de Campos. [21].

A pesar de tratarse de un pueblo bastante tranquilo, cuenta con una población de 425 habitantes y se ha decidido que sea otro de los puntos donde se realizarán las medidas ya que disfruta de numerosos servicios: gasolinera, centro de salud, farmacia, colegio, polideportivo municipal, piscina, frontón, parques y área recreativa, campo de golf, observatorio de aves, bares y taller mecánico; lo que puede conllevar a la generación de un elevado ruido de carácter antrópico.

A continuación, se representa la evolución de la población de este municipio desde 1900 hasta el año 2016 (Figura 43).

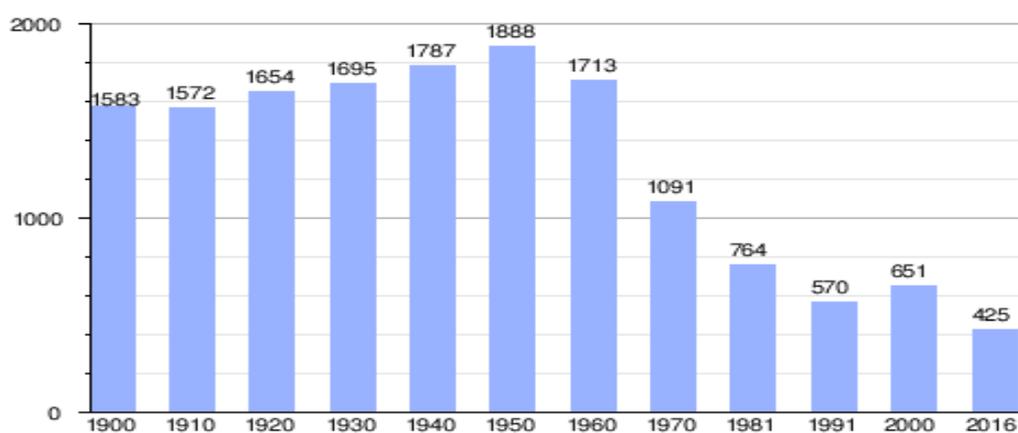


Figura 43. Evolución demográfica de Villarrín de Campos desde 1900 hasta 2016. [22].

Concretamente las mediciones se centrarán en:

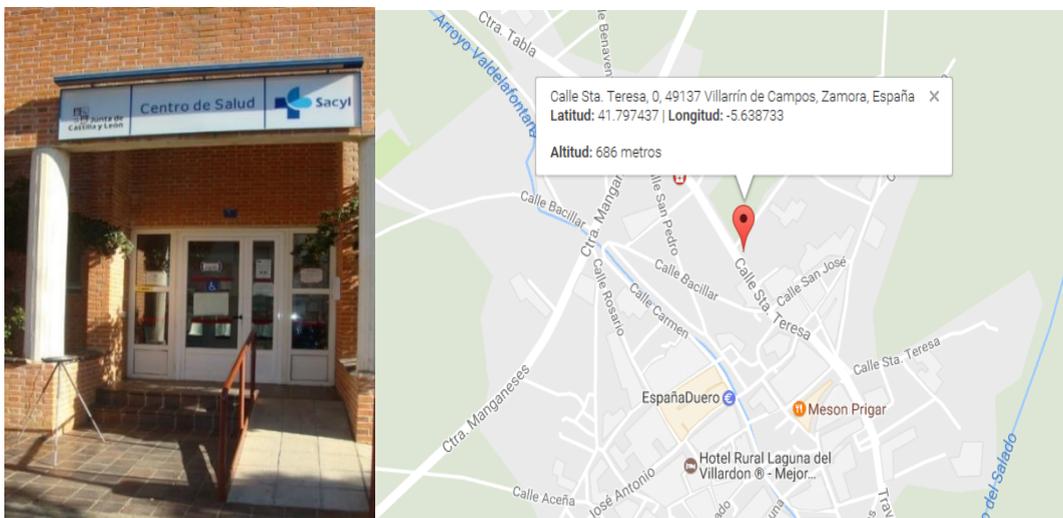
- Colegio Público Villarrín de Campos: situado en el interior del pueblo junto a la carretera ZA-702, cuenta con un total de 19 niños que vienen cada día de diferentes municipios de la zona. En principio es un lugar tranquilo donde el máximo nivel sonoro se producirá durante el periodo de recreo, en el que los alumnos salen a jugar al patio (*Figura 44*).



Figura 44. Colegio Público Villarrín de Campos.

- Centro de Salud Campos Lampreana: situado a escasos metros de la carretera principal que atraviesa a Villarrín de Campos (*Figuras 45 y 46*), se trata de un lugar con bastante afluencia y frecuencia de habitantes del pueblo ya que la población tiene una media de edad bastante elevada. Debido a este movimiento continuo de personas en él, se considera que puede ser un punto interesante para medir el ruido generado por el hombre.

A priori las franjas de mayor nivel sonoro se esperan durante el mediodía, periodo en el cual abre el Centro de Salud y además se preve tránsito de coches por la carretera próxima al Centro de Salud.



Figuras 45 y 46. Centro de Salud de Villarrín de Campos y coordenadas geográficas. [21].

- Plaza España de Villarrín de Campos (*Figura 47*): situada en el interior del municipio junto al Ayuntamiento, cuenta con un tránsito constante de habitantes debido a los diferentes servicios existentes: Caja de ahorros, parque y bar. Además, todos los martes del año hay un mercadillo



Figura 47. Plaza de España de Villarrín de Campos.

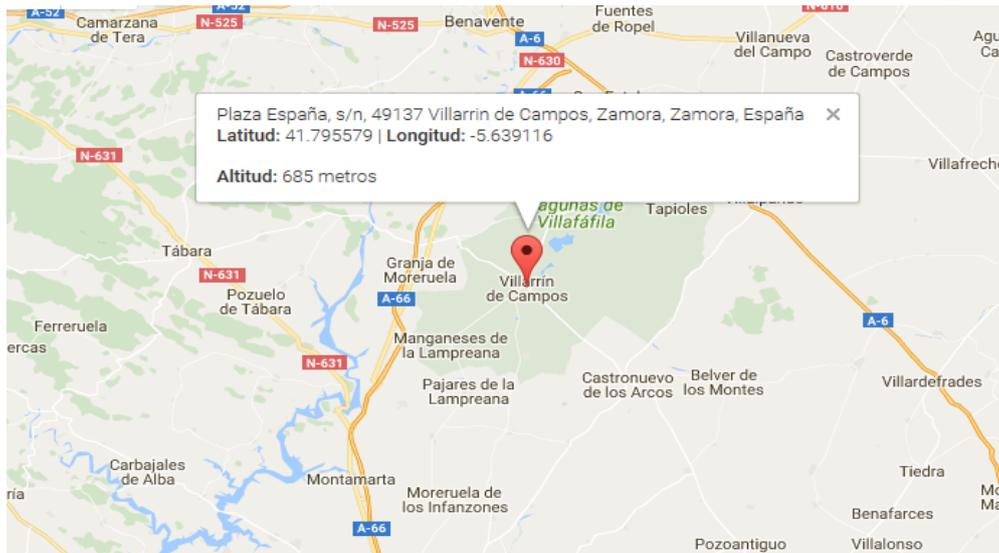


Figura 48. Coordenadas geográficas de la Plaza Mayor de Villarrín de Campos. [21].

2.3.3 Punto 3: Autovía A-6

La A-6, Autovía del Noroeste, bordea la Reserva Natural de Las Lagunas de Villafáfila y se considera relevante este punto ya que esta autovía comunica Madrid con A Coruña y por ella circulan gran cantidad de vehículos. Se espera que sea durante el fin de semana cuando el nivel sonoro sea mayor ya que son los días que más desplazamientos se producen. Además, hay un tránsito constante de camiones que elevan el nivel de ruido.

En concreto el punto donde se realizarán las medidas será un área de servicio próxima a la localidad de San Esteban de Molar (*Figura 49*).



Figura 49. Localización del Sonómetro Brüel y Kjaer en la A-6 durante las mediciones.

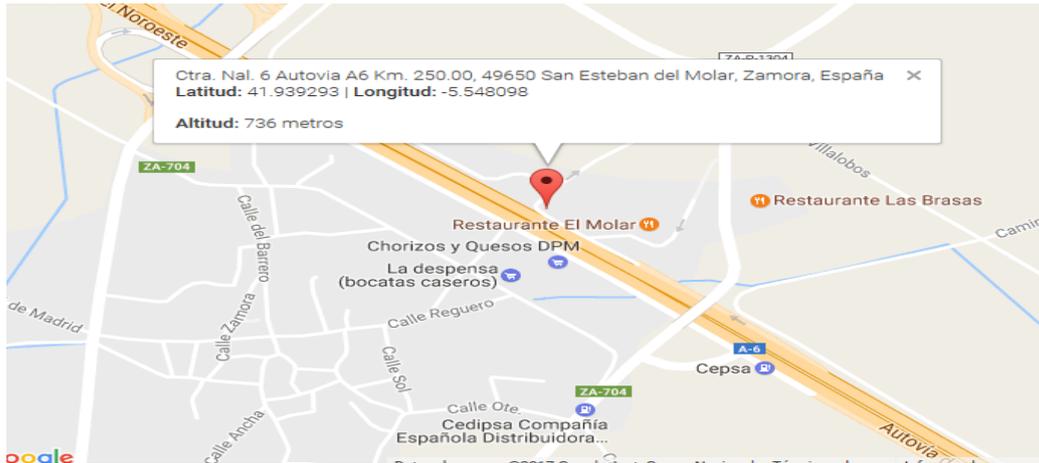


Figura 50. Coordenadas geográficas de la posición del sonómetro en las medidas en la A-6. [21].

2.3.4 Ruido de origen natural

Por último, se han medido los niveles de ruido natural en varias zonas que se han considerado importantes para caracterizar el paisaje sonoro.

Las zonas consideradas más relevantes son las lagunas más grandes: la Laguna de Barillos y la Laguna Salina Grande. Por ello, se ha decidido realizar medidas en las 3 zonas que se muestran en la siguiente ilustración:



Figura 51. Localización de los puntos de medida. [21].

El punto 1 corresponde al Observatorio de Sariego, ubicado al sur de la Laguna Salina Grande. El punto 2 se encuentra en la parte este de la Laguna Salina Grande y se trata de una zona muy tranquila, mientras que el punto 3 se halla en el suroeste de la Laguna de Barillos.

3.- METODOLOGÍA E INSTRUMENTACIÓN

Para analizar la calidad sonora de la reserva natural de Las Lagunas de Villafáfila, en primer lugar debemos marcar unos objetivos para caracterizar las condiciones del paisaje sonoro- Es decir, se debe seleccionar los lugares de medida (Casa del Parque, Villarín de Campos y Autopista A-6) y el periodo de medida que será diurno, y la época de invierno, además se debe decidir los parámetros acústicos que se quieren medir.

La frecuencia, la magnitud y la duración de los ruidos antrópicos varían a lo largo del tiempo y de la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila. En los lugares en los que tuviera un impacto negativo sobre el ecosistema, habría que tomar medidas preventivas y/o correctivas.

La metodología seguida será la siguiente. En primer lugar, se definen los parámetros acústicos para valorar los niveles sonoros. En segundo lugar, se realizan las medidas en las diferentes zonas, descritas previamente. Por último, se presentan los resultados, conclusiones y líneas futuras.

3.1 Parámetros acústicos

El estudio que se realiza en el espacio natural de las Lagunas de Villafáfila deberá recoger los niveles de presión sonora de los sonidos naturales y los sonidos generados por el hombre, es decir, aquellos de carácter antrópico que es en los que se centrará nuestro análisis, identificando las fuentes que los originan.

Según Skip Ambrose; Shandill Company; NPS Report No. GRCA-05-02; January 25, 2006 [23]: *La restauración de ambiente sonoro natural requiere que al menos en el 50% del área predomine el sonido natural, "natural quiet", es decir, aquellos sonidos autóctonos del ecosistema ajenos a la injerencia de la acción humana.*

Para poder separar los sonidos naturales de los antrópicos se debe disponer de buenos aparatos de medida que además nos asegurarán certeza en los datos. Los registros deben tener un periodo de medición concreto, deben realizarse in situ para detectar la fuente, frecuencia y duración del ruido antrópico generado como puede ser el paso de una moto.

Una de las principales preocupaciones de este método es la posible existencia de algunos sonidos naturales poco frecuentes como por ejemplo un trueno que puede influir en las mediciones. La eliminación de estos datos no tendría grandes efectos en los cálculos.

Dado que el ruido es una magnitud física, que a diferencia de otras como puede ser la temperatura que presenta valores constantes o de escasa variabilidad, sí que presenta variaciones importantes, tanto de tipo de ruido como de su magnitud en función del tiempo. Hay que establecer unos parámetros de entre todos los existentes que se consideren indicadores representativos de esta forma de energía.

Los principales indicadores utilizados en la evaluación del ruido que se utilizarán en este trabajo son los siguientes:

El nivel sonoro continuo equivalente, L_{eq} , es la media energética del nivel de ruido en el intervalo de tiempo de medida. Puede considerarse como el nivel de un sonido constante durante todo el periodo T , que tuviese la misma energía acústica que el sonido que se está midiendo. El valor máximo se denomina L_{max} , mientras que el de menor valor se llama L_{min} . El L_{eq} ponderado A se denota como L_{Aeq} , pero este índice debe ir acompañado de un intervalo de observación, T_e .

$$L_{Aeq, T_e} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{p_A(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\}$$

Ecuación 1: L_{Aeq}

El nivel de pico, L_{peak} , no es lo mismo que el nivel máximo, L_{max} , sino que es el valor máximo alcanzado por la presión acústica. No se aplica ninguna constante de tiempo y la señal no ha pasado a través de un circuito RMS o una calculadora. Este es el verdadero pico de la onda de presión sonora.

El Nivel de Exposición Sonora (SEL) es el valor de la energía acústica que se ha obtenido mediante el nivel equivalente durante un tiempo determinado de medición pero referido a 1 segundo. Representa el nivel continuo equivalente que para el tiempo de 1 segundo tiene la misma energía que el ruido considerado en un periodo de tiempo determinado. Este indicador combina el nivel de presión sonora con la duración del suceso, y se utiliza para medir eventos aislados de una duración reducida, como pueden ser el ruido producido por el paso de un coche.

$$SEL = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

Ecuación 2. SEL.

Los niveles estadísticos o percentiles indican que el nivel de presión sonora ha sido sobrepasado en un porcentaje del tiempo o período de medición. Por ejemplo, L_{90} es el nivel excedido durante el 90% del tiempo de medición, y se utiliza como indicador del nivel del ruido de fondo. En nuestro caso usaremos: L_4 y L_{95} .

Dada la amplia gama de frecuencias audibles, para realizar estudios de ruido no es posible analizarlas una a una, por lo que SE ha sido dividido en bandas mas pequeñas denominadas octavas que se expresan por su frecuencia central: 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2.000, 4.000, 8.000 Hz. Para estudios de mayor precisión, como es nuestro caso, se definen bandas de menor anchura denominadas tercios de octava, cada banda de octava se divide en tres. Las gráficas del espectro se representan en bandas de 1/3 de octava.

3.2 Instrumentación de medida

A la hora de llevar a cabo las medidas en los diferentes puntos del área natural de las Lagunas de Villafáfila se han utilizado los siguientes instrumentos de medida:

Sonómetro: Aparato portátil que puede responder de forma similar al oído humano, pero de medidas objetivas y reproducibles (*Figura 52*). Mide el nivel de presión sonora en dB con la ponderación seleccionada y valores globales y en bandas de octava o tercios de octava.

En nuestro caso hemos utilizado el sonómetro Brüel & Kjaer 2260 que además cuenta con un protector para el micrófono. Los datos recogidos son posteriormente transportados al ordenador para analizar los resultados obtenidos.



Figura 52. Sonómetro.

Las ponderaciones frecuenciales que ofrece el sonómetro Brüel & Kjaer 2260 son la A, la C y la L, pero en nuestro caso sólo trabajaremos con las ponderaciones A y L.

- Ponderación A: es la ponderación más utilizada. Cubre el rango completo de frecuencia del oído humano de 20 Hz a 20 kHz, se acerca a la sensibilidad de la frecuencia del oído humano. Las mediciones hechas con esta ponderación se indican de la siguiente forma: dBA o dB(A), donde la A muestra el uso de dicha ponderación.
- Ponderación L: es una ponderación lineal en la que no se aplica ninguna corrección frecuencial a la señal.

Calibrador: aparato para verificar que el sonómetro está correctamente calibrado. En nuestro caso se ha empleado el modelo Brüel & Kjaer Sound Level Meter Calibrator 4230 (*Figura 53*).



Figura 53. Calibrador.

Trípode: sirve de soporte y sujeción fija y constante para el sonómetro durante la toma de datos, es muy útil para mediciones prolongadas (*Figura 54*).



Figura 54. Trípode.

Anemómetro: Aporta datos muy precisos de la velocidad del viento, sin que necesite un complejo ajuste. La gran pantalla del anemómetro indica la velocidad del viento actual, máxima o promedio, y pueden indicarse en metros por segundo (m/s), kilómetros por hora (km/h), millas por hora (mph) o nudos (kts). Las cucharas con cojinete de piedras preciosas del anemómetro giran en una jaula, lo que ofrece una buena protección ante daños mecánicos. En concreto el modelo empleado es el Anemómetro de cucharas Windmaster 2 (*Figura 55*).



Figura 55. Anemómetro de cucharas Windmaster 2.

Cinta métrica: tiene 25 metros de longitud y es empleada para medir la altura a la que se ubica el sonómetro durante las mediciones y a qué distancia nos encontramos de la fuente de ruido (Figura 56).

Cámara fotográfica digital: para tomar diferentes imágenes del área de estudio y conocer mejor el entorno (Figura 57).

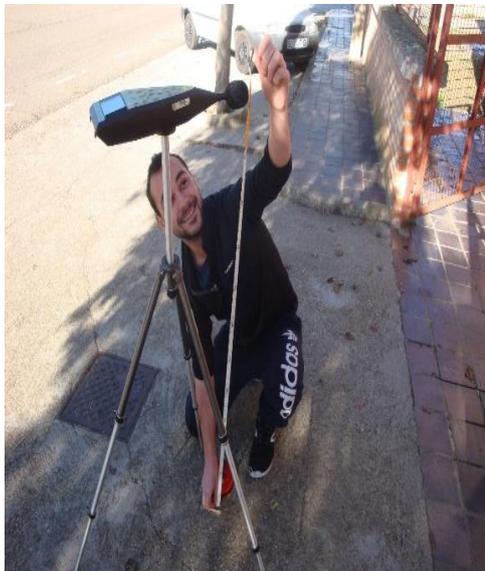


Figura 56. Cinta métrica KONDOR.



Figura 57. Cámara digital.

4. RESULTADO DE LAS MEDICIONES

Las mediciones realizadas para analizar el impacto del ruido antrópico en el espacio natural de las Lagunas de Villafáfila se han llevado a cabo en diversos puntos de las 32.682 hectáreas que engloba esta Reserva Natural.

Concretamente los lugares seleccionados, como se ha comentado anteriormente, han sido la Casa del Parque (complejo destinado a informar a los visitantes que acoge a más de 50.000 personas cada año), Villarrín de Campos (un pequeño municipio ubicado en la Reserva Natural) y la Autovía A-6 (Autovía del Noroeste).

Todas las medidas han sido realizadas durante un periodo diurno en la época de invierno del año 2017. Su duración varía en función del lugar.

Los resultados se presentarán en el siguiente orden:

- Lugar: se hace una breve descripción del área estudiada.
- Resultados globales: para cada medida se recoge en una tabla la fecha, el tiempo transcurrido, la temperatura (el sonómetro trabaja en una alta gama de temperaturas, sin embargo, hay que evitar los cambios bruscos de temperatura que pueden llegar a una condensación del micrófono), las precipitaciones y el viento.
- Parámetros acústicos: Los índices acústicos medidos han sido L_{Aeq} , L_{eq} , L_{AMin} , L_{AMax} , L_{LMin} , L_{LMax} , L_4 y L_{95} . La constante de tiempo utilizada ha sido Slow y todos los parámetros se recogen en una tabla.
- Espectro en 1/3 de octava: en todos los casos se ha representado el nivel equivalente en dB y dBA en 1/3 de octava.
- Principales fuentes de ruido: en cada uno de los lugares de medida se han identificado las principales fuentes de ruido.

4.1 Casa del Parque

Se trata de un complejo creado por la Junta de Castilla y León con el objetivo de ofrecer información al público sobre la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila.

El horario de apertura abarca viernes, sábado, domingo y festivos, tanto por la mañana como por la tarde, además de días laborables destinados principalmente a excursiones de colegios e institutos.

La primera medida se realizó un día laborable coincidiendo con una visita de un grupo de 1º de la ESO del Colegio Público La Robla (León). Esta medida se realizó el 23 de febrero de 2017 por la mañana y en ese momento había una visita de 40 alumnos del Colegio Público La Robla (León). Las mediciones se separaron en tres periodos seguidos, de 15 minutos cada uno.

Durante el primer periodo los alumnos aun no habían llegado a la Casa del Parque por lo que cabe esperar niveles de ruido bajos, la segunda franja abarca la llegada del autobús y entrada a las instalaciones (a priori la franja con mayor nivel de ruido esperado) y el último intervalo corresponde a la división en dos grupos de los alumnos y comienzo de la visita guiada (un grupo permanece en el interior mientras que el resto sale al exterior del complejo).

Todos los resultados se han obtenido con el Sonómetro Brüel & Kjaer 2260 situado a 2,5 metros de distancia de la puerta principal y con ayuda del Anemómetro para medir la velocidad del viento.

- PRIMERA MEDIDA: Antes de que llegaran los alumnos.

Resultados globales:

En primer lugar se recogen los resultados globales de esta medida: día, hora, duración, temperatura, variación y velocidad máxima del viento y precipitaciones.

Tabla 7. Resultados globales de la primera medida en la Casa del Parque.

Fecha y hora		2017 Feb 23 (10:06:21)
Tiempo Transcurrido		00:15:00
Temperatura		6 °C
Viento	Velocidad máxima	2.0 m/s
	ΔV	0.6 m/s
Precipitaciones		0 l/m ²

La duración de la medida ha sido de 15 minutos, un tiempo considerado representativo para caracterizar el nivel sonoro en la zona. La velocidad máxima que alcanza el viento, 2 m/s.

Parámetros acústicos:

A continuación, se muestran los resultados de los parámetros acústicos medidos. Las medidas se han realizado con ponderación temporal Slow.

Tabla 8. Resultado de los parámetros acústicos de la primera medida en la Casa del Parque.

L_{Aeq} (dBA)	57,4
L_{eq} (dB)	67
L_{Amax} (dBA)	68
L_{AMin} (dBA)	31,4
L_{LMax} (dB)	78,7
L_{LMin} (dB)	54,4
L₄ (dB)	74
L₉₅ (dB)	55,8

Existe una diferencia de 24.3 dB y 36.6 dBA entre el nivel sonoro máximo y mínimo sin ponderación y con ponderación A respectivamente, debido a la presencia de acontecimientos ruidosos puntuales. Este hecho también se observa en el valor de los percentiles $L_4 = 74$ dB y $L_{95} = 55,8$ dB. Cabe destacar una diferencia de 9.6 decibelios entre L_{Aeq} y L_{eq} lo que pone de manifiesto que las bajas frecuencias tienen una gran contribución.

Espectro:

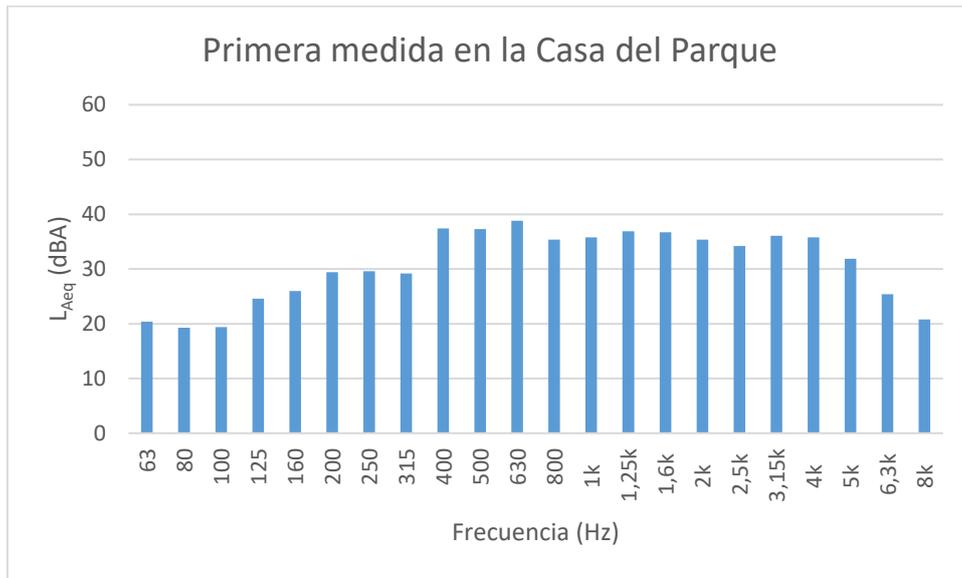


Figura 58. Espectro en dBA de la primera medida realizada en la Casa del Parque.

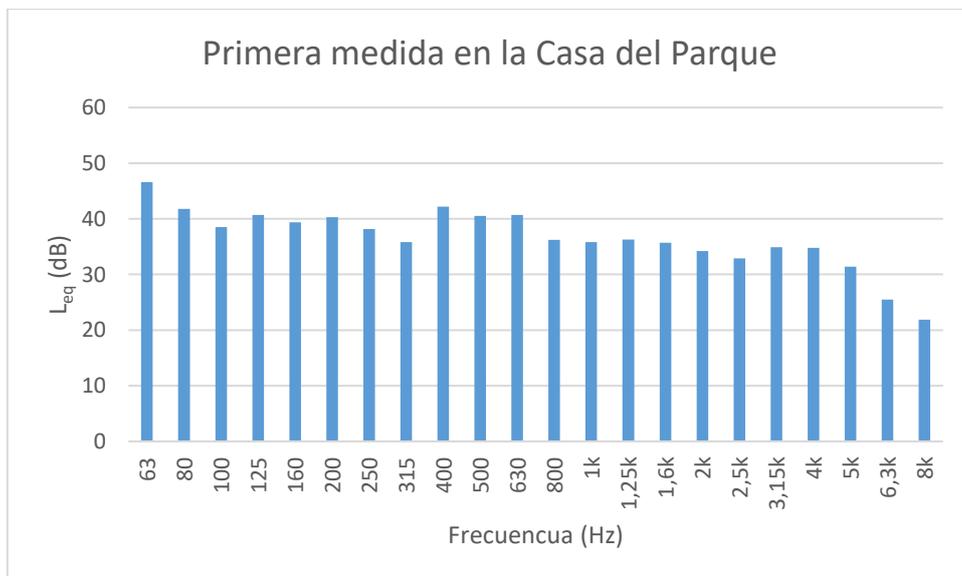


Figura 59. Representación espectral en dB de la primera medida realizada en la Casa del Parque.

Si se compara el espectro del L_{eq} medido con ponderación A y con ponderación lineal se observan diferencias significativas sobre todo a frecuencias bajas. Ésto se debe a que hay una fuerte contribución de las bajas frecuencias, que se manifiesta en el ruido de fondo. A frecuencias altas, el valor del nivel sonoro equivalente decae, mientras que por encima de 4 KHz los valores obtenidos en dB y dBA son menos elevados y muy similares ya que la ponderación apenas afecta. Las gráficas del espectro, confirman que existe una diferencia importante entre L_{Aeq} y L_{eq} , que valen 57.4 dBA y 67 dB respectivamente.

Principales fuentes de ruido:

Observando lo que ocurre en el entorno del lugar de medida, se ha llegado a la conclusión de que las principales fuentes de ruido son:

- Tráfico débil por la carretera ZA-715 (4 turismos).
 - Tránsito de los trabajadores de la Casa del Parque.
 - Ruido de aves.
- SEGUNDA MEDIDA: Bajada de los alumnos del autobús y entrada a la Casa del Parque.

Resultados globales:

En la siguiente tabla aparecen los resultados globales de la segunda medida en la Casa del Parque.

Tabla 9. Resultados globales obtenidos durante la segunda medida en la Casa del Parque.

Fecha y hora		2017 Feb 23 (10:22:48)
Tiempo Transcurrido		00:15:00
Temperatura		8 °C
Viento	Velocidad máxima	3.0 m/s
	ΔV	0.7 m/s
Precipitaciones		0 l/m ²

La velocidad máxima que alcanza el viento durante este periodo de medida, 3m/s, es un poco superior a la obtenida en la primera medida en la Casa del Parque.

Parámetros acústicos:

A continuación, se muestran los valores obtenidos de los parámetros acústicos en la segunda medida en la Casa del Parque.

Tabla 10. Parámetros acústicos obtenidos en la segunda medida en la Casa del Parque.

L_{Aeq} (dBA)	60,8
L_{eq} (dB)	70,8
L_{Amax} (dBA)	76
L_{AMin} (dBA)	33,9
L_{LMax} (dB)	80
L_{LMin} (dB)	57,9
L_4 (dB)	77,6
L_{95} (dB)	59

El valor sonoro equivalente no se considera muy elevado, pero sí existe gran diferencia entre los niveles máximo y mínimo (42.1 dB y 22.1 dBA) ya que hay eventos aislados ruidosos que afectan a este valor, como por ejemplo la explicación que se les da a los alumnos antes de visitar las instalaciones.

Espectro:

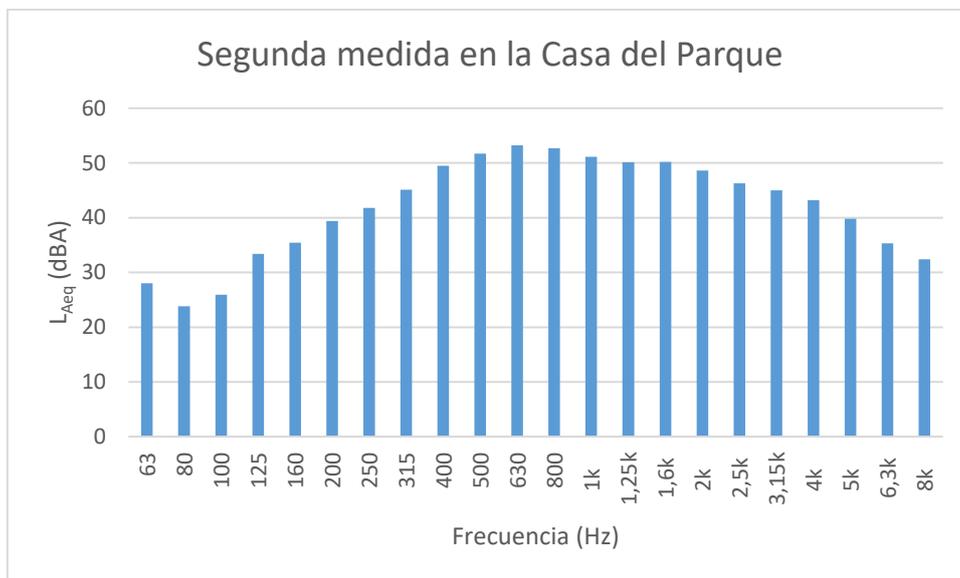


Figura 60. Espectro en dBA de la segunda medida realizada en la Casa del Parque.

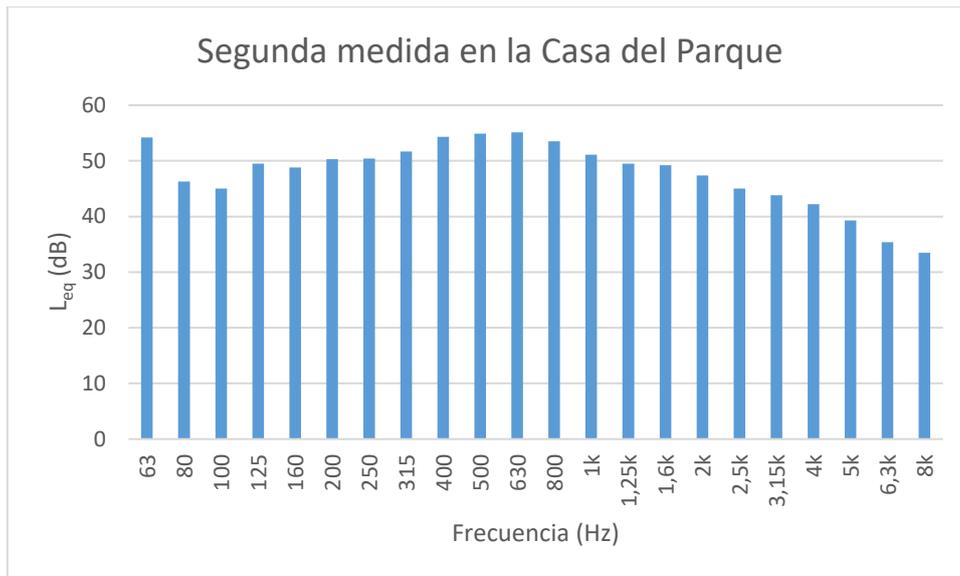


Figura 61. Representación espectral de la segunda medida realizada en la Casa del Parque.

En la segunda medida realizada en la Casa del Parque que corresponde a la llegada del autobús y acceso de los alumnos a las instalaciones, también se observa diferencia entre la representación espectral ponderada y sin ponderar, lo que pone de manifiesto que las bajas frecuencias tienen una gran contribución. Se observa que el ruido de fondo es rico en bajas frecuencias, aunque en esta ocasión no es tan estable con la frecuencia. Los niveles globales obtenidos ($L_{Aeq} = 60.8$ dBA y $L_{eq} = 70.8$ dB) son más elevados que en la primera medida realizada en la Casa del Parque por lo que el espectro toma valores superiores.

Principales fuentes de ruido:

Analizando el entorno de la Casa del Parque, se deduce que los principales focos de ruido que afectan a esta medida son:

- Llegada del autobús escolar, bajada de los alumnos del autobús y entrada de los alumnos a la Casa del Parque.
 - Tráfico escaso por la carreta ZA-715.
 - Ruido de aves.
- TERCERA MEDIDA: División en dos grupos y comienzo de la visita guiada.

Resultados globales:

Los resultados globales correspondientes a la tercera medida en la Casa del Parque se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Resultados globales obtenidos durante la tercera medida en la Casa del Parque.

Fecha y hora		2017 Feb 23 (10:38:45)
Tiempo Transcurrido		00:15:00
Temperatura		10 °C
Viento	Velocidad máxima	2.5 m/s
	ΔV	1.0 m/s
Precipitaciones		0 l/m ²

Al igual que en las medidas previas realizadas en la Casa del Parque el tiempo de duración es de 15 minutos y la velocidad máxima que alcanza el viento durante este periodo de medida es de 2.5 m/s.

Parámetros acústicos:

A continuación, se recogen los valores medidos de los diferentes parámetros acústicos en la tercera medida en la Casa del Parque:

Tabla 12. Parámetros acústicos obtenidos en la tercera medida en la Casa del Parque.

L_{Aeq} (dBA)	56,7
L_{eq} (dB)	69,7
L_{Amax} (dBA)	68,4
L_{AMín} (dBA)	32,1
L_{LMax} (dB)	79
L_{LMin} (dB)	56,4
L₄ (dB)	76,4
L₉₅ (dB)	58

La diferencia de 13 decibelios entre el nivel equivalente con ponderación A y ponderación lineal pone de manifiesto la gran contribución de las bajas frecuencias en esta medida.

Espectro:

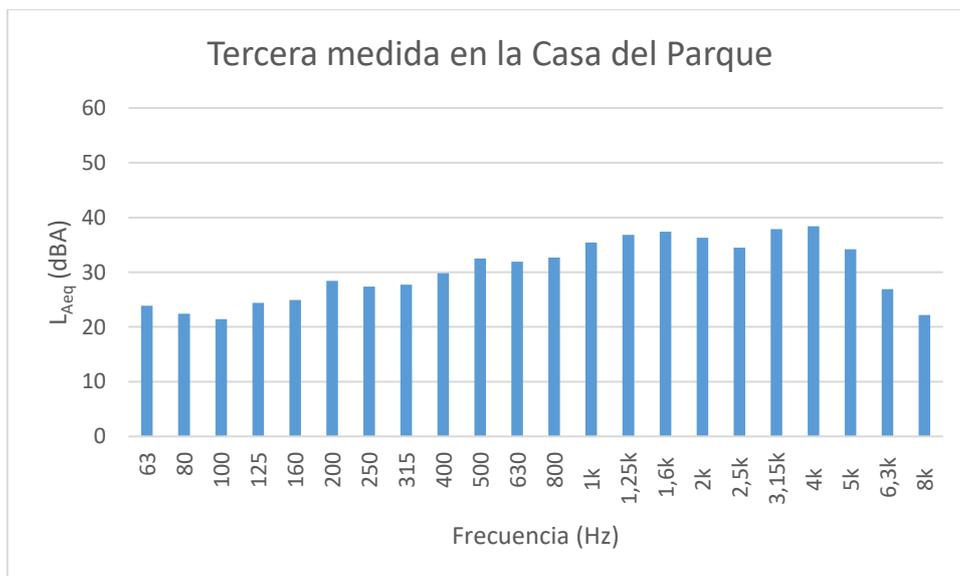


Figura 62. Espectro en dBA de la tercera medida realizada en la Casa del Parque.

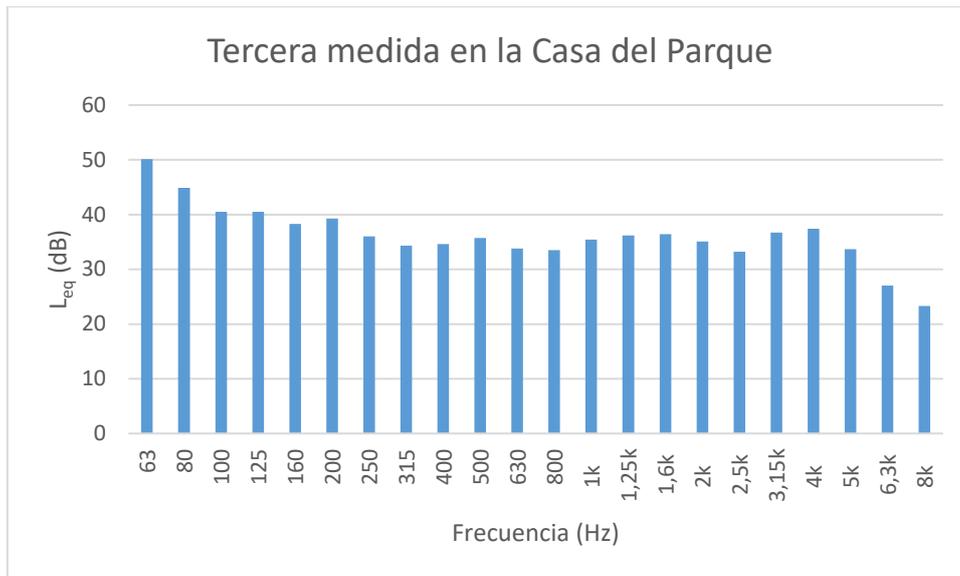


Figura 63. Representación spectral en dB de la tercera medida realizada en la Casa del Parque.

En la tercera medida realizada en la Casa del Parque, los valores obtenidos para el espectro sin ponderar también difieren respecto al espectro ponderado, debido a la gran contribución de las bajas frecuencias. Para la representación espectral ponderada se diferencian tres zonas uniformes, a bajas frecuencias se obtienen los valores más elevados (40 - 55 dB), a frecuencias altas el nivel sonoro equivalente decae y por encima de 5000 Hz adopta valores entre 20 y 25 dB, es decir, muy similar que con ponderación A.

Principales fuentes de ruido:

Las principales fuentes de ruido detectadas durante la tercera medida en la Casa del Parque son:

- Ruido generado por los alumnos durante la visita al Parque de la Fauna (*Figura 64*).
- Tráfico débil por la carretera ZA-715.
- Ruido de aves (gansos y avutardas).



Figura 64. Visita de los alumnos por el Parque de Fauna (Exterior).

- CUARTA MEDIDA: Tarde del domingo 26 de Febrero de 2017.

Esta medida se llevó a cabo un domingo, día de fin de semana en el que el complejo está abierto a todos los públicos.

En esta ocasión, en lugar de hacer diversas medidas, se ha realizado una sola medición de 1 hora y 30 minutos de duración, de 17:00 a 18:30 h, con el objetivo de obtener el nivel sonoro durante un periodo de visitas abierto a todos los públicos.

El sonómetro se colocó en la misma posición que durante la excursión de los alumnos de 1º de la E.S.O del Colegio Público "La Robla".



Figura 65. Ubicación del sonómetro durante la medida.

Resultados globales:

En la siguiente tabla aparecen los resultados globales (fecha, hora, duración, temperatura, viento y precipitaciones) característicos de la cuarta medida en la Casa del Parque:

Tabla 13. Resultados globales obtenidos durante la cuarta medida en la Casa del Parque.

Fecha y hora	2017 Feb 26 (17:01:01)	
Tiempo Transcurrido	00:15:00	
Temperatura	15 °C	
Viento	Velocidad máxima	4.6 m/s
	ΔV	1.2 m/s
Precipitaciones	0 l/m ²	

El valor máximo de la velocidad del viento durante el tiempo de medida es bastante elevado, 4,6 m/s, llegado casi al límite permitido para considerar la medición fiable (5 m/s).

Parámetros acústicos:

Los resultados de los parámetros acústicos obtenidos en la cuarta medida en la Casa del Parque se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 14. Parámetros acústicos obtenidos durante la cuarta medida en la Casa del Parque.

L_{Aeq} (dBA)	53,7
L_{eq} (dB)	73,8
L_{Amax} (dBA)	73,9
L_{AMin} (dBA)	28,6
L_{LMax} (dB)	81,3
L_{LMin} (dB)	55,4
L₄ (dB)	79,4
L₉₅ (dB)	61,6

Hay una gran diferencia entre los valores máximos y mínimos obtenidos del nivel sonoro equivalente, ya que se van alternando eventos ruidosos durante el transcurso de la medida (llegada y salida de visitantes a las instalaciones). Además, la diferencia de 20 decibelios entre $L_{Aeq} = 53.7$ dBA y $L_{eq} = 73.8$ dB indica que el ruido de fondo es rico en frecuencias bajas como se ve en el espectro contribuyen mucho al valor del L_{eq} .

Espectro:

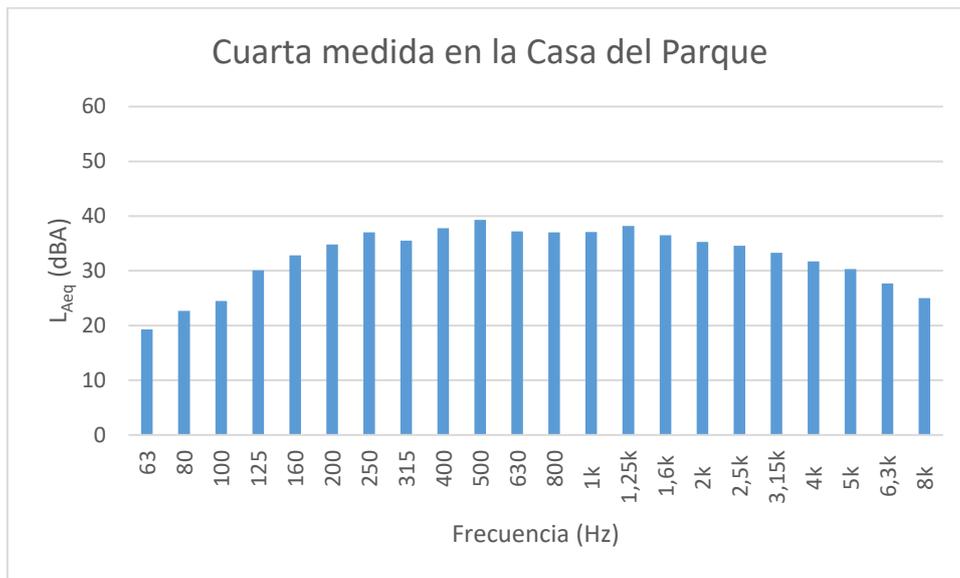


Figura 66. Espectro en dBA de la cuarta medida realizada en la Casa del Parque.

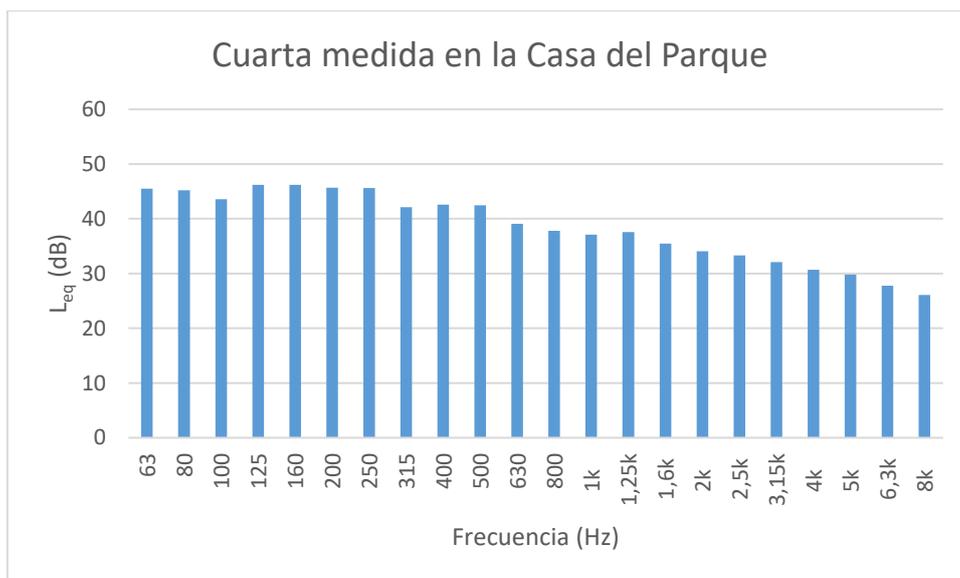


Figura 67. Representación espectral de la cuarta medida realizada en la Casa del Parque.

En la última medida realizada en la Casa del Parque durante un día de fin de semana, se observa que a bajas frecuencias hay bastante diferencia entre el espectro con ponderación A y sin ponderar ya que el ruido de fondo está muy presente ($V_{\max \text{ viento}} = 4.6 \text{ m/s}$). Para frecuencias altas los valores son similares (comprendidos entre 40 – 45) dBA/dB y ocurre lo mismo para las frecuencias más elevadas ya que la ponderación apenas afecta.

Principales fuentes de ruido:

Los focos de ruido más relevantes, presentes durante esta medida son los siguientes:

- Visitantes que entran y salen a la Casa del Parque.
- Tráfico poco denso por la carretera ZA-715.
- Ruido de aves (gansos y avutardas).
- Ruido debido al viento, $V_{\text{maxima viento}} = 4.6 \text{ m/s}$.



Figura 68. Posición del anemómetro durante la cuarta medición en la Casa del Parque.

4.2 Villarrín de Campos

El área de trabajo corresponde al municipio zamorano de Villarrín de Campos. Cuenta con diferentes instalaciones que elevan el impacto del ruido antrópico: gasolinera, farmacia, bares, colegio, parques, campo de golf, centro de salud, además la carretera ZA-702 atraviesa el pueblo.

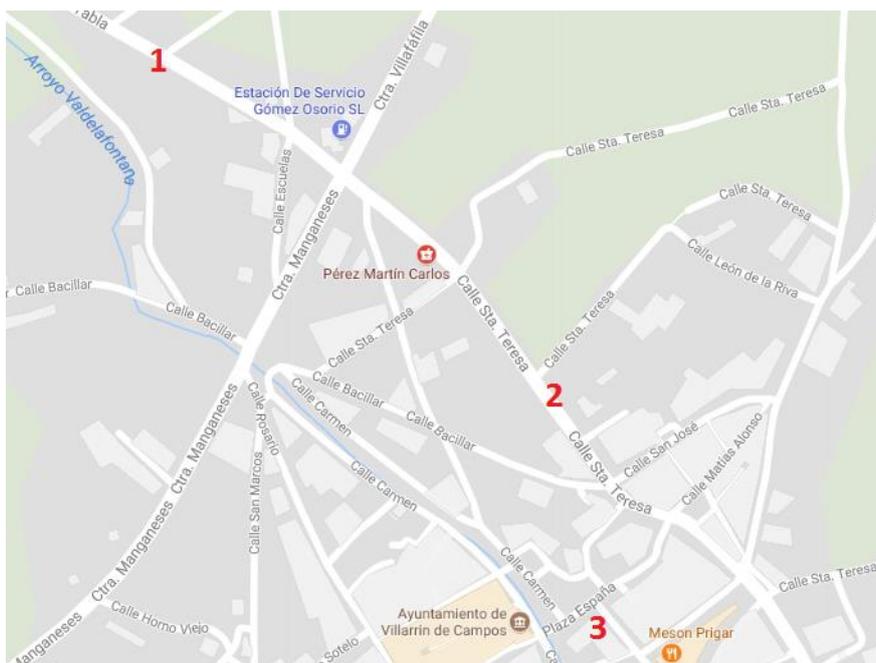


Figura 69. Mapa de Villarrín de Campos. [21].

En nuestro caso nos hemos centrado en 3 puntos del municipio que se muestra en la *Figura 69*: Colegio Público Villarrín de Campos (1), Centro de Salud (2) y Plaza España de Villarrín de Campos (3).

4.2.1 Colegio Público Villarrín de Campos

En el colegio de Villarrín de Campos (*Figura 70*) que cuenta con un total de 19 alumnos se han llevado a cabo 3 mediciones durante un día lectivo, el 24 de enero de 2017, con el objetivo de cuantificar el impacto de ruido originado por los alumnos durante el recreo.

Cabe destacar que el colegio se halla en el interior del pueblo, alejado de la carretera ZA-702 que atraviesa al municipio.

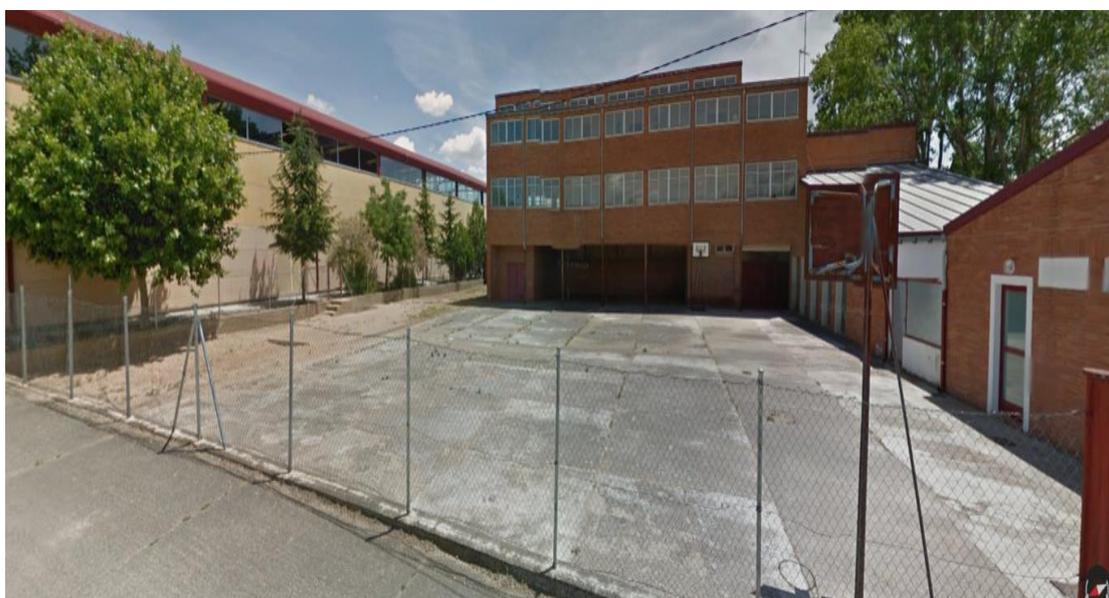


Figura 70. Colegio Público Villarrín de Campos.

Por tanto, la primera medición tiene una duración de 15 minutos correspondiente al periodo previo al recreo y desarrollo del mismo. La segunda medida también abarca 15 minutos pertenecientes al recreo. La tercera toma de datos sólo dura 10 minutos ya que corresponde a los últimos instantes de recreo (suena la sirena) y acceso al aula (situación similar a la inicial).

- PRIMERA MEDIDA: Periodo previo al recreo e inicio del recreo.

Resultados globales:

En primer lugar se recogen los resultados globales de esta medida: día y hora a la que comenzó la medida, duración, temperatura, velocidad del viento y precipitaciones.

Tabla 15. Resultados globales en la primera medida en el colegio.

Fecha y hora		2017 Ene 24 (12:27:25)
Tiempo Transcurrido		00:15:00
Temperatura		7 °C
Viento	Velocidad máxima	1.8 m/s
	ΔV	1.3 m/s
Precipitaciones		0 l/m ²

Parámetros acústicos:

A continuación, se muestran los resultados de los parámetros acústicos medidos. Las medidas se han realizado con ponderación temporal Slow.

Tabla 16. Parámetros acústicos obtenidos en la primera medida en el Colegio.

L_{Aeq} (dBA)	60,3
L_{eq} (dB)	65,8
L_{Amax} (dBA)	76,4
L_{AMín} (dBA)	37,1
L_{LMax} (dB)	81,3
L_{LMin} (dB)	48,7
L₄ (dB)	76
L₉₅ (dB)	50,6

Se observa que el nivel sonoro equivalente medido es $L_{Aeq} = 60.3$ dBA y $L_{eq} = 65.8$ dB, es decir, existe una diferencia de 5.5 decibelios. De acuerdo a la Ley 5/2009, del Ruido de Castilla y León [39]; pone de manifiesto que el colegio se trata de una zona levemente ruidosa.

Espectro:

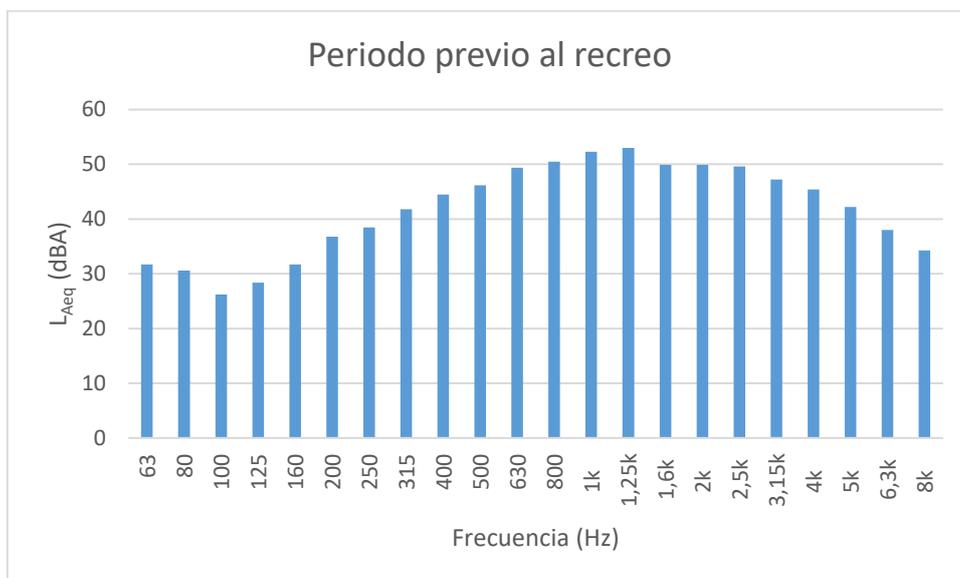


Figura 71. Espectro en dBA de la primera medida realizada en el Colegio.

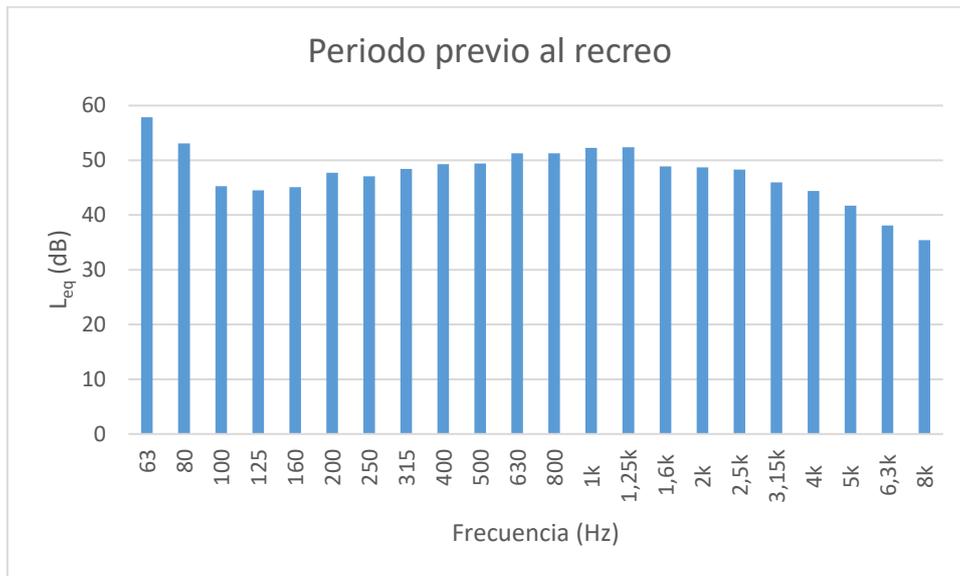


Figura 72. Espectro en dBA de la primera medida realizada en el Colegio.

Se observa que hay bastante diferencia entre el espectro con ponderación A y sin ponderar, especialmente a bajas frecuencias debido al ruido de fondo. A partir de frecuencias medias, el nivel sonoro equivalente disminuye y se comporta de manera similar en ambos casos. Para frecuencias altas, la ponderación apenas afecta obteniendo valores muy similares en el espectro con ponderación A y sin ponderar.

Principales fuentes de ruido:

Observando lo que ocurre en el entorno del lugar de medida, se ha llegado a la conclusión de que las principales fuentes de ruido que afectan a esta medida son:

- Tráfico débil por la carretera ZA-702.
 - Salida de alumnos al patio (8 alumnos y la maestra).
 - Coche con el motor arrancado, parado próximo a la puerta.
- SEGUNDA MEDIDA: Durante el recreo.

Resultados globales:

Resultados globales obtenidos durante el desarrollo del recreo:

Tabla 17. Resultados globales durante el recreo.

Fecha y hora		2017 Ene 24 (12:49:11)
Tiempo Transcurrido		00:15:00
Temperatura		8 °C
Viento	Velocidad máxima	1.6 m/s
	ΔV	0.1 m/s
Precipitaciones		0 l/m ²

Parámetros acústicos:

En la siguiente tabla aparecen los valores obtenidos de los parámetros acústicos en la segunda medida en el Colegio Público de Villarrín de Campos.

Tabla 18. Parámetros acústicos obtenidos en la segunda medida en el Colegio.

L_{Aeq} (dBA)	64,9
L_{eq} (dB)	68,7
L_{Amax} (dBA)	74,9
L_{AMín} (dBA)	50,1
L_{LMax} (dB)	81,2
L_{LMin} (dB)	58,4
L₄ (dB)	75
L₉₅ (dB)	59,2

El valor del nivel sonoro equivalente medido indica que, durante el recreo, el área de estudio se catalogará como zona levemente ruidosa. Existe una diferencia de 24.8 dBA y 22.8 dB entre los niveles máximos y mínimos ya que hay eventos ruidosos que afectan al nivel sonoro, como por ejemplo cuando los alumnos juegan y gritan en el patio.

Espectro:

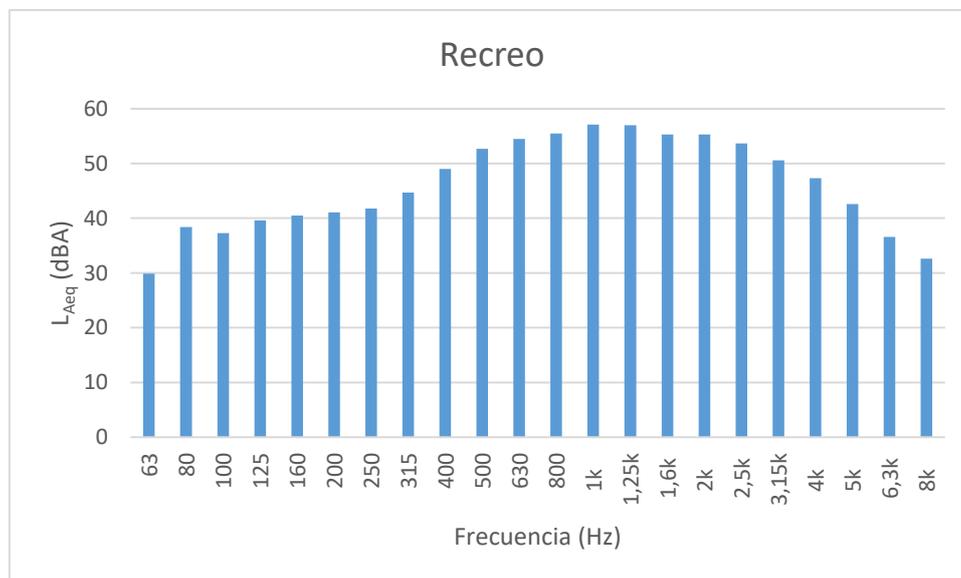


Figura 73. Espectro en dBA de la segunda medida realizada durante el recreo.

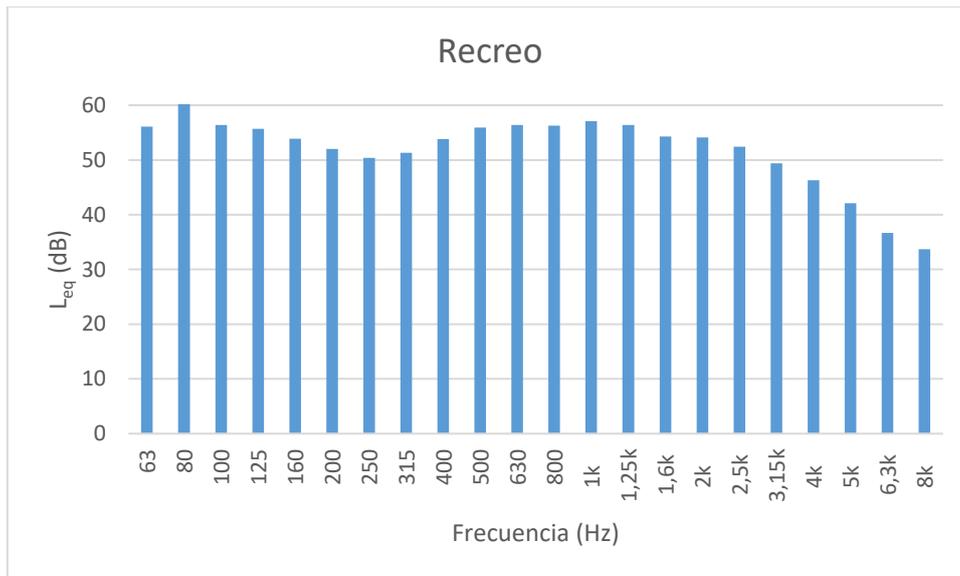


Figura 74. Espectro en dB de la segunda medida realizada durante el recreo.

Durante el transcurso del recreo en el Colegio Público de Villarrín de Campos, los valores del nivel sonoro en frecuencias bajas son bastante distintos entre el espectro con ponderación A (10 – 30 dBA) y el espectro sin ponderar (55 – 65 dB) lo que pone de manifiesto que el ruido de fondo es rico en frecuencias bajas. En frecuencias medias, el nivel sonoro es equiparable y toma valores en torno a 50 dBA ó dB, mientras que a partir de 1000 Hz la ponderación apenas afecta y los valores obtenidos en ambos casos son bastante similares.

Principales fuentes de ruido:

Observando el entorno del colegio durante la toma de datos, se ha llegado a la conclusión de que los principales focos de ruido que afectan a esta medida son:

- 19 alumnos jugando en el patio, como se muestra en la *Figura 75*.
- Tráfico débil por la carretera ZA-702.



Figura 75. Mediciones en el Colegio de Villarrín de Campos durante el recreo.

- TERCERA MEDIDA: Final del recreo y acceso al aula.

Resultados globales:

En la tabla aparecen los resultados globales de la medida de ruido en el Colegio Público de Villarrín de Campos durante el transcurso del recreo y el tiempo de acceso al aula.

Tabla 19. Resultados globales obtenidos durante la tercera medida en en colegio.

Fecha y hora		2017 Ene 24 (13:06:34)
Tiempo Transcurrido		00:10:40
Temperatura		8 °C
Viento	Velocidad máxima	1.7 m/s
	ΔV	0.2 m/s
Precipitaciones		0 l/m ²

En esta ocasión el tiempo de medida es inferior, 10 minutos en lugar de 15 minutos, ya que una vez que finaliza el recreo y los alumnos acceden al aula el nivel sonoro permanece muy similar y se considera un tiempo significativo para caracterizar el nivel sonoro de la zona.



Figura 76. Situación durante la tercera medida (vuelta al inicio).

Parámetros acústicos:

En la siguiente tabla aparecen los valores obtenidos de los parámetros acústicos en la tercera medida en el Colegio Público de Villarrín de Campos.

Tabla 20. Parámetros acústicos obtenidos en la tercera medida en el Colegio.

L_{Aeq} (dBA)	59,5
L_{eq} (dB)	65,1
L_{Amax} (dBA)	79,2
L_{AMín} (dBA)	31,9
L_{LMax} (dB)	78,7
L_{LMin} (dB)	55,8
L₄ (dB)	71,2
L₉₅ (dB)	56,4

Hay una diferencia de 47.3 dBA y 22.9 dBA entre el nivel máximo y mínimo, debido a que el ruido no es estable porque existen eventos aislados de niveles muy altos, frente a otros de niveles bajos. Por ejemplo, cuando suena la sirena para que los alumnos accedan al aula el nivel aumenta, mientras que después del acceso al aula el nivel es muy bajo.

Espectro:

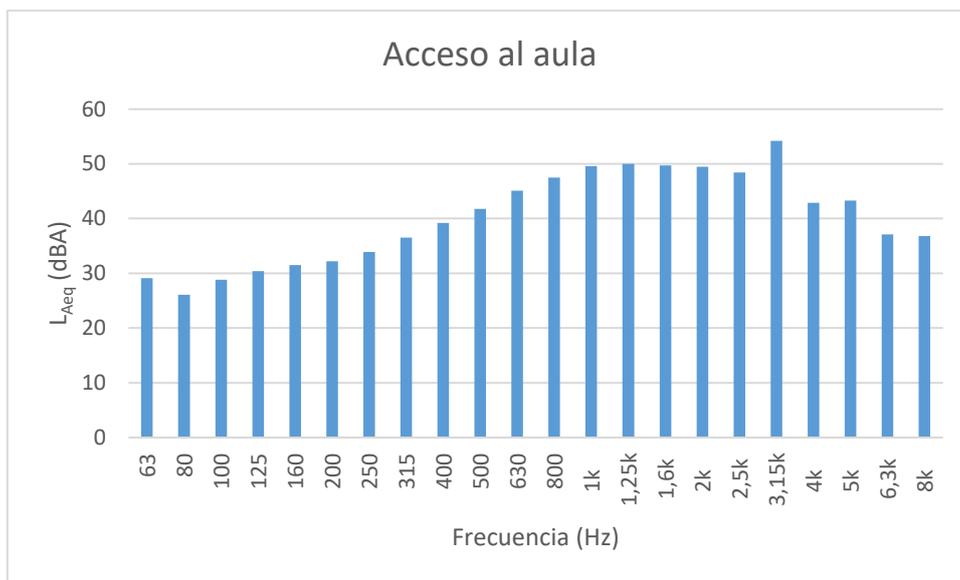


Figura 77. Espectro en dBA de la tercera medida realizada al finalizar el recreo.

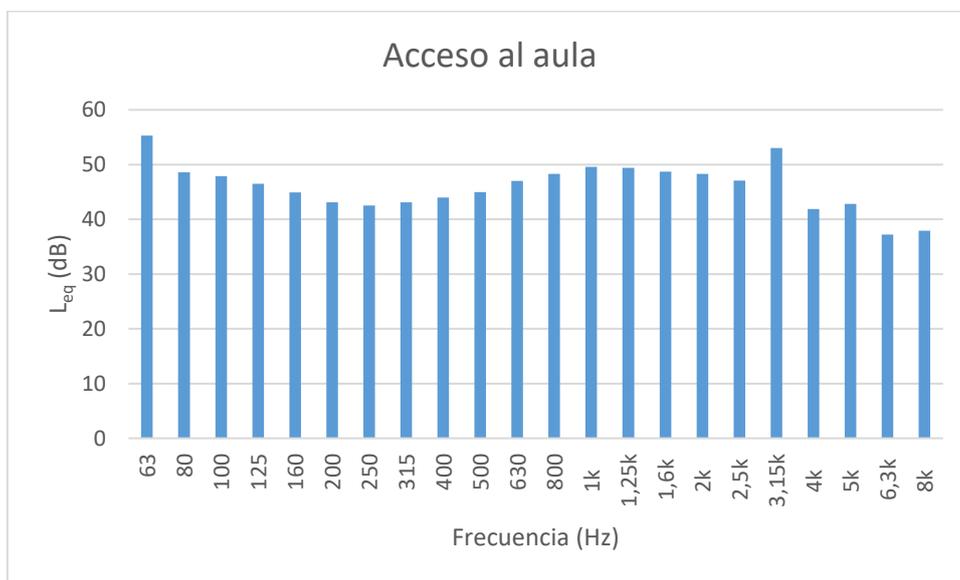


Figura 78. Espectro en dB de la tercera medida realizada al finalizar el recreo.

En la última medición llevada a cabo en el Colegio Público de Villarrín de Campos, tras la finalización del recreo, los valores obtenidos son los más bajos ($L_{eqA} = 59.5$ dBA y $L_{eq} = 65.1$ dB).

También se observa que en ambas gráficas, a una frecuencia de 3kHz, hay un valor que destaca sobre el resto lo que hace sospechar que se deba al ruido de la sirena que indica el final del recreo.

Principales fuentes de ruido:

- Sirena para indicar la entrada al aula.
- Tráfico débil por la carretera ZA-702.
- Ruido de aves.

4.2.2 Centro de Salud de Villarrín de Campos

El Centro de Salud se ubica a la entrada del municipio limítrofe a la carretera ZA-702 (Figura 79).

Se han recogido datos acústicos durante dos periodos correspondientes al mediodía del martes 24 de enero de 2017, ya que es el periodo durante el cual los niveles de ruido antrópico aumentan en este punto, debido al tránsito constante de personas por Villarrín de Campos y a los diversos vehículos (coches, tractores y motos) que pasan por la puerta del Centro de Salud.

Ambas mediciones apenas presentan diferencia horaria (11:41 y 12:04 respectivamente) y su duración es la misma, 15 minutos, ya que es tiempo suficiente para obtener valores significativos debido a que el nivel sonoro es muy estable a lo largo de toda la mañana.



Figura 79. Centro de Salud.

- **PRIMERA MEDIDA EN EL CENTRO DE SALUD DE VILLARRÍN DE CAMPOS.**

La primera medida se ha realizado ubicando el sonómetro a 6 metros de distancia de la puerta de acceso al Centro de Salud de Villarrín de Campos. Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Resultados globales:

En la tabla siguiente se recogen los resultados globales de esta medida:

Tabla 21. Resultados globales obtenidos durante la primera medida en el Centro de Salud.

Fecha y hora	2017 Ene 24 (11:41:37)	
Tiempo Transcurrido	00:10:00	
Temperatura	2 °C	
Viento	Velocidad máxima	4.1 m/s
	ΔV	0.3 m/s
Precipitaciones	0 l/m ²	

Se observa que el viento alcanza una velocidad máxima de 4.1 m/s con bastante estabilidad, llegando casi al límite permitido para que la medida fuera fiable (5 m/s), por tanto, afectará de manera directa sobre el nivel de ruido.

Parámetros acústicos:

A continuación, se muestran los valores medidos en los diferentes parámetros acústicos durante la primera toma de datos en el Centro de Salud Lampreana de Villarrín de Campos.

Tabla 22. Parámetros acústicos obtenidos en la primera medida en el Centro de Salud.

L _{Aeq} (dBA)	60,2
L _{eq} (dB)	71,1
L _{Amax} (dBA)	76,8
L _{AMín} (dBA)	32,4
L _{LMax} (dB)	81,9
L _{LMin} (dB)	52,1
L ₄ (dB)	79,4
L ₉₅ (dB)	53

Existe una diferencia de 10.9 decibelios entre el nivel equivalente con ponderación A y sin ponderación, lo que pone de manifiesto la gran contribución de las bajas frecuencias en este tipo de ruido.

También hay gran diferencia entre los valores máximos y mínimos (30 dB y 44 dBA) debido a que el ruido no es estable, presenta eventos aislados de niveles altos como por ejemplo el tráfico ya que el Centro de Salud se ubica en la carretera ZA-715 que atraviesa el municipio. Esta variabilidad del ruido también se pone de manifiesto con los valores de los percentiles L₄ y L₉₅.

Espectro:

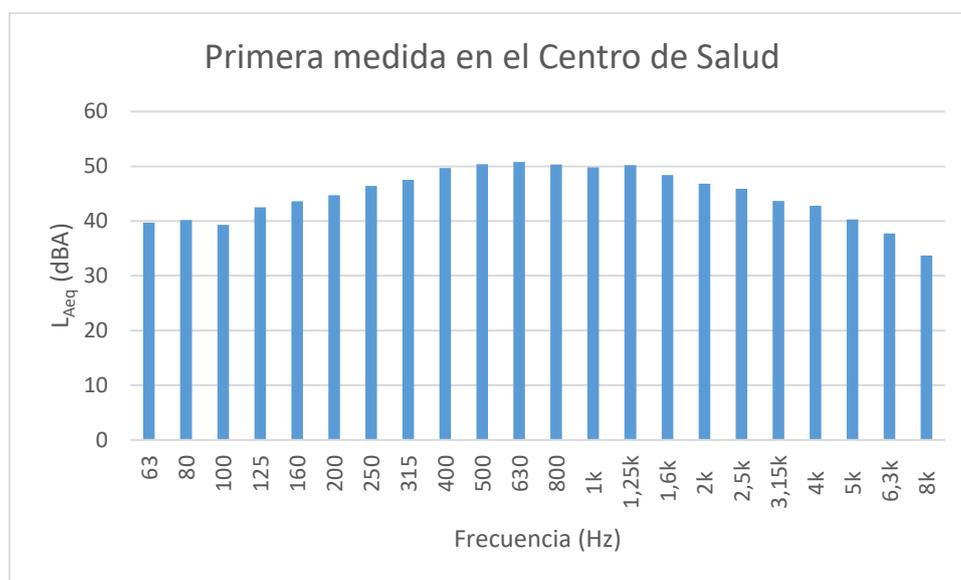


Figura 80. Espectro en dBA de la primera medida realizada en el Centro de Salud.

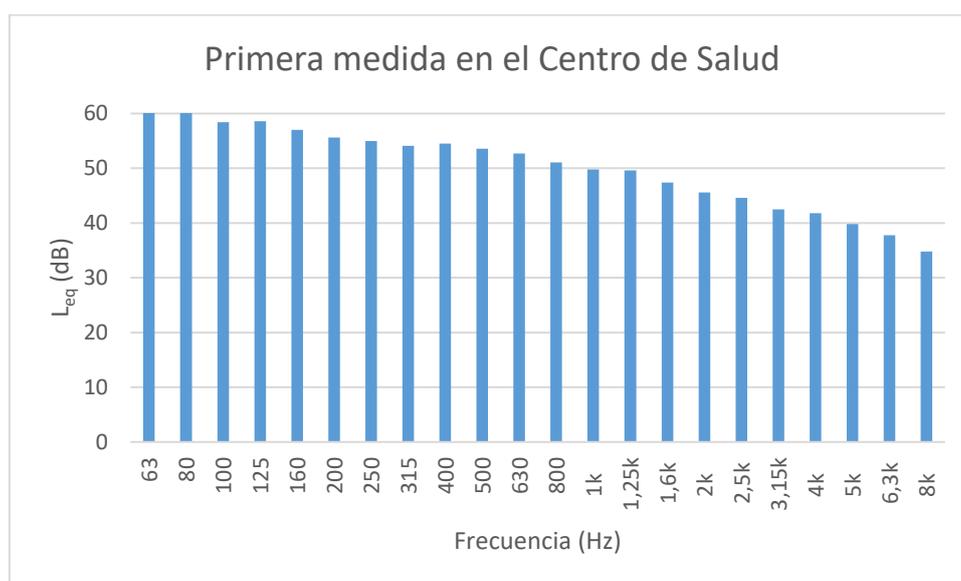


Figura 81. Espectro en dB de la primera medida realizada en el Centro de Salud.

En la primera medida realizada en el Centro de Salud Lampreana de Villarrín de Campos se aprecia una gran diferencia entre el espectro con ponderación A y sin ponderar. Eso se debe a que hay una fuerte contribución de las bajas frecuencias por los ruidos de fondo. Para frecuencias medias, la diferencia es menor, 50 dBA frente a 55 dB. En frecuencias altas, el nivel sonoro equivalente desciende y adopta valores muy similares en ambos casos ya que la ponderación casi no afecta.

Principales fuentes de ruido:

- Tráfico de vehículos por la carretera ZA-702 (3 coches y 1 camión).
- Habitantes del pueblo que pasean dialogando por la calle.
- Ruido del viento ($V_{\text{maxima}} = 4.1 \text{ m/s}$)

• SEGUNDA MEDIDA EN EL CENTRO DE SALUD.

Posteriormente hemos realizado una segunda medición en el Centro de Salud de Villarrín de Campos, cambiando la posición del Sonómetro.

Resultados globales:

Tabla 23. Resultados globales de la segunda medida en el Centro de Salud.

Fecha y hora	2017 Ene 24 (12:04:19)	
Tiempo Transcurrido	00:10:00	
Temperatura	2 °C	
Viento	Velocidad máxima	4.3 m/s
	ΔV	1.1 m/s
Precipitaciones	0 l/m ²	

Al igual que en la primera medida realizada en el Centro de Salud, el valor máximo que alcanza el viento es bastante elevado, 4.3 m/s, aunque en este caso existe una mayor variabilidad.

Parámetros acústicos:

A continuación, se recogen los valores medidos de los parámetros acústicos en la segunda toma de datos en el Centro de Salud:

Tabla 24. Parámetros acústicos obtenidos en la segunda medida en el Centro de Salud.

L_{Aeq} (dBA)	58,8
L_{eq} (dB)	69,3
L_{Amax} (dBA)	77,5
L_{AMin} (dBA)	32,3
L_{LMax} (dB)	82,4
L_{LMin} (dB)	51,1
L_4 (dB)	76,6
L_{95} (dB)	52,8

El valor del nivel sonoro equivalente no es elevado, sin embargo, existe mucha diferencia entre los valores máximos y mínimos, 45.2 dBA y 31.3 dB, lo que pone de manifiesto que el ruido no es estable, si no que aparecen eventos puntuales con niveles de ruido elevados como por ejemplo el tránsito de vehículos. La diferencia de más de 10 decibelios entre L_{Aeq} y L_{eq} pone de manifiesto la presencia de ruido de fondo rico en frecuencias bajas.

Espectro:

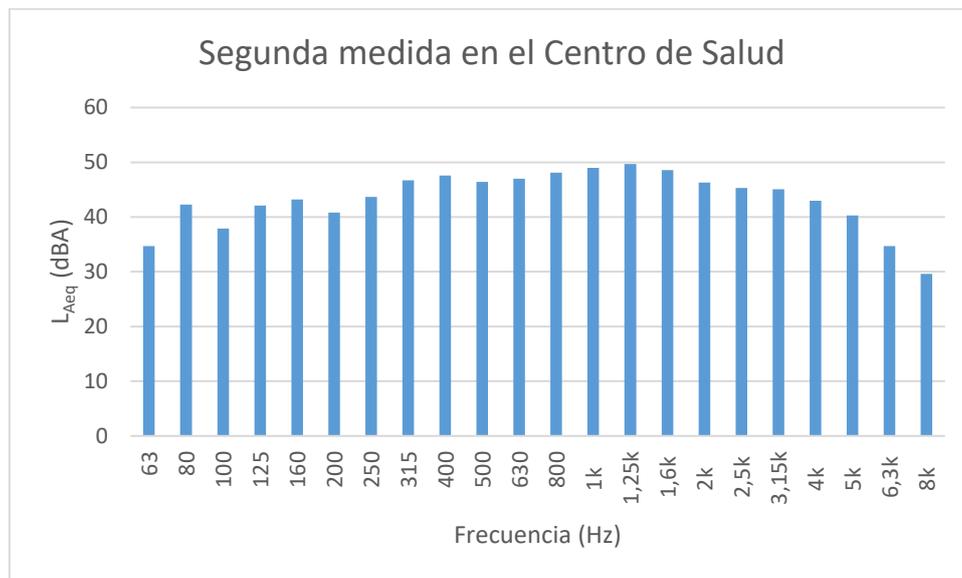


Figura 82. Espectro en dBA de la segunda medida realizada en el Centro de Salud.

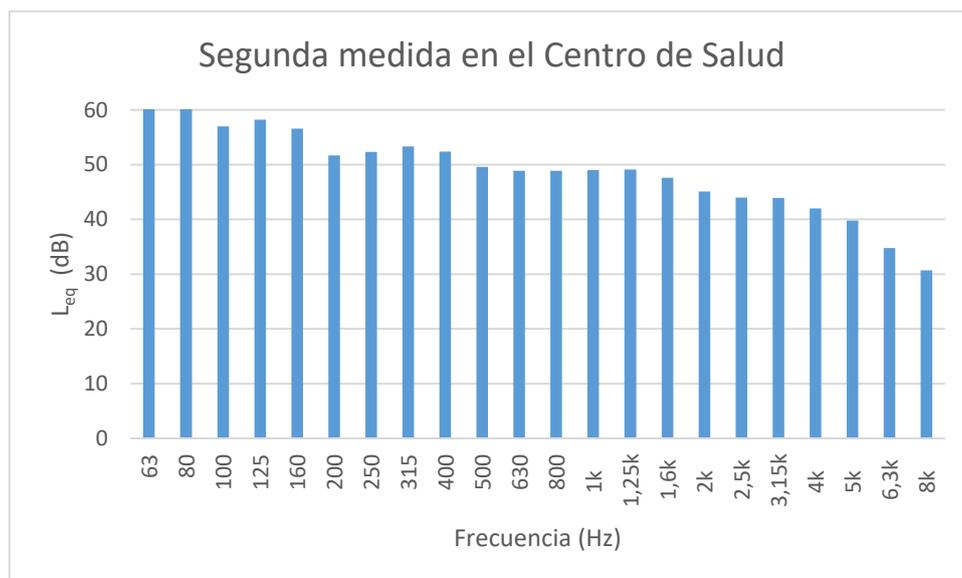


Figura 83. Espectro en dB de la segunda medida realizada en el Centro de Salud.

En la segunda medida realizada en el Centro de Salud de Villarrín de Campos, también se aprecia gran diferencia a bajas frecuencias entre el espectro con ponderación A y sin ponderar debido al rico ruido de fondo. Para frecuencias medias, el espectro toma valores más similares, aunque más inferiores que en la primera medida ya que el nivel sonoro equivalente es más bajo ($L_{Aeq} = 58.8$ dBA y $L_{eq} = 69.3$ dB). En frecuencias altas, la ponderación casi no afecta y los datos son muy similares en ambos casos.

Principales fuentes de ruido:

Analizando el ambiente que rodea al Centro de Salud durante el transcurso de la medida, se identifican las siguientes fuentes de ruido:

- Tráfico constante de vehículos por la carretera ZA-702 (coches, alguna moto y algún tractor).
- Entrada/salida de los pacientes al Centro de Salud.
- Habitantes del pueblo que pasean dialogando por la calle.
- Ruido del viento sobre el micrófono del sonómetro.

4.2.3 Plaza España de Villarrín de Campos.

En la Plaza España (Plaza Mayor) de Villarrín de Campos se han realizado dos mediciones de diferente duración en días distintos.

En primer lugar, se ha llevado a cabo una medida de 1 hora de duración durante la mañana del jueves 23 de febrero de 2017, una mañana sin mercadillo.

Por otro lado, se han tomado datos durante 1 hora en la mañana del martes 7 de marzo de 2017 aprovechando que se trata del día de la semana en el que ponen un mercadillo en la plaza.

En ambos casos se ha empleado el sonómetro Brüel & Kjaer 2260 situado a 1 metro de altura y 25 metros de distancia del pórtico de la iglesia (*Figura 84*).



Figura 84. Ubicación del sonómetro durante todas las mediciones en la Plaza de España.

- PRIMERA MEDIDA EN LA PLAZA DE ESPAÑA: Día sin mercadillo.

Resultados globales:

Tabla 25. Resultados globales de la Plaza España sin mercadillo.

Fecha y hora		2017 Feb 23 (11:55:00)
Tiempo Transcurrido		01:00:00
Temperatura		12 °C
Viento	Velocidad máxima	4.6 m/s
	ΔV	2.1 m/s
Precipitaciones		0 l/m ²

En este caso la velocidad máxima del viento es bastante elevada, 4.6 m/s, aproximándose casi al límite del valor permitido (5 m/s).

Parámetros acústicos:

En la *Tabla 26* se muestran los valores medidos de los parámetros acústicos en la Plaza de España de Villarrín de Campos durante un día de diario sin mercadillo:

Tabla 26. Parámetros acústicos en la Plaza España sin mercadillo.

L_{Aeq} (dBA)	55,5
L_{eq} (dB)	65,6
L_{Amax} (dBA)	70,1
L_{AMín} (dBA)	39,7
L_{LMax} (dB)	80,5
L_{LMin} (dB)	50,3
L₄ (dB)	72
L₉₅ (dB)	52

De acuerdo a la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León; el valor sonoro equivalente obtenido en la primera medida realizada en la Plaza España de Villarrín de Campos ($L_{Aeq} = 55,5$ dBA y $L_{eq} = 65,6$ dB), cataloga a la zona de medida como un área de silencio o levemente ruidosa. La diferencia de 10 decibelios en el nivel sonoro equivalente con ponderación A y sin ponderar se debe a la fuerte contribución de las bajas frecuencias por los ruidos de fondo, mientras que la gran diferencia entre los niveles sonoros máximos y mínimos indica la presencia de eventos ruidosos puntuales.

Espectro:

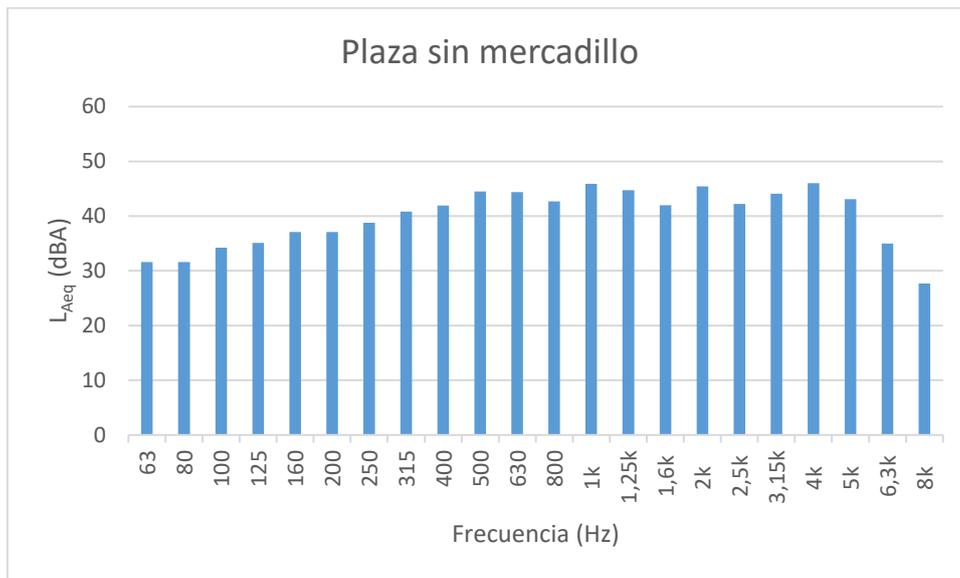


Figura 85. Espectro en dBA de la primera medida realizada en la Plaza un día sin mercadillo.

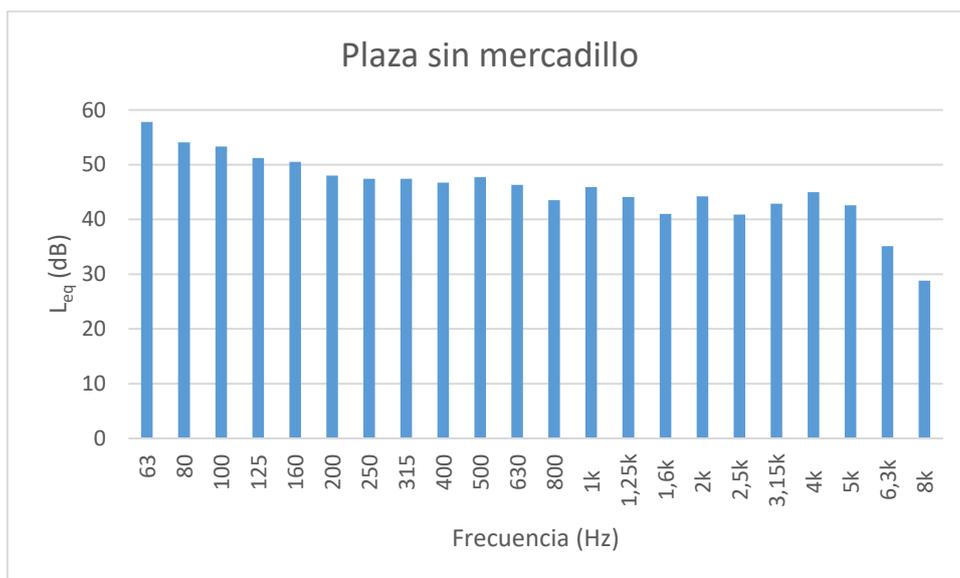


Figura 86. Espectro en dB de la primera medida realizada en la Plaza un día sin mercadillo.

Por debajo de 100 Hz, hay mucha diferencia entre el espectro con ponderación A que no supera los 35 dBA y el espectro sin ponderar que no baja de 45 dB, llegando incluso a valores superiores a 55 dB. Ésto se debe a que el ruido de fondo es muy rico en frecuencias bajas. Para frecuencias medias, ambos niveles sonoros equivalentes son muy similares y adoptan valores en 45 dBA y 45 dB respectivamente. Para frecuencias altas, los niveles sonoros descienden en ambos casos y continúan siendo bastante parecidos ya que la ponderación casi no afecta.

Principales fuentes de ruido:

Analizando el entorno que rodea a la plaza, se han detectado las siguientes fuentes de ruido:

- Tráfico débil por la plaza y calles próximas (coches exclusivamente).
 - Tránsito de gente.
 - Campanadas a las 12:00 y 12:30 h.
 - Grupo de turistas visitando la plaza.
 - Paso de una excavadora próxima al sonómetro.
 - Ruido de aves (cigüeñas, palomas y pardales).
 - Ruido del viento.
-
- SEGUNDA MEDIDA EN LA PLAZA ESPAÑA: Mercadillo



Figura 87. Mediciones durante la segunda medida en la Plaza de España.

Resultados globales:

A continuación, se indican los resultados globales obtenidos durante la medida en la Plaza de España de Villarrín de Campos un día con mercadillo.

Tabla 27. Resultados globales obtenidos durante la segunda medida en en la Plaza España.

Fecha y hora	2017 Mar 07 (12:07:54)	
Tiempo Transcurrido	01:00:00	
Temperatura	13 - 14 °C	
Viento	Velocidad máxima	4.3 m/s
	ΔV	2.1 m/s
Precipitaciones	0 l/m ²	

Se observa, que en esta ocasión la velocidad máxima del viento también es elevada, además este parámetro presenta gran variación entre la velocidad máxima y mínima del viento medida durante el transcurso de la toma de datos.

Parámetros acústicos:

En la *Tabla 28* se recogen los valores de los parámetros acústicos medidos en la Plaza de España un día con mercadillo.

Tabla 28. Parámetros acústicos obtenidos durante la segunda medida en la plaza.

L _{Aeq} (dBA)	56,7
L _{eq} (dB)	75,5
L _{Amax} (dBA)	77,2
L _{AMin} (dBA)	39,6
L _{LMax} (dB)	82,7
L _{LMin} (dB)	55,8
L ₄ (dB)	80,6
L ₉₅ (dB)	62,4

Si contrastamos los resultados obtenidos un día sin mercadillo frente a un día con mercadillo, se observa que el nivel sonoro es más elevado en el segundo caso ya que existen más fuentes de ruido. Además, se observa que la diferencia entre los niveles máximos y mínimos es bastante elevada, 37.6 dBA y 26.9 dB, debido a la existencia de eventos ruidosos puntuales como por ejemplo las campanas o el tránsito de vehículos y personas por la plaza. También se aprecia en el valor del percentil L₄=80.6 dB.

Espectro:

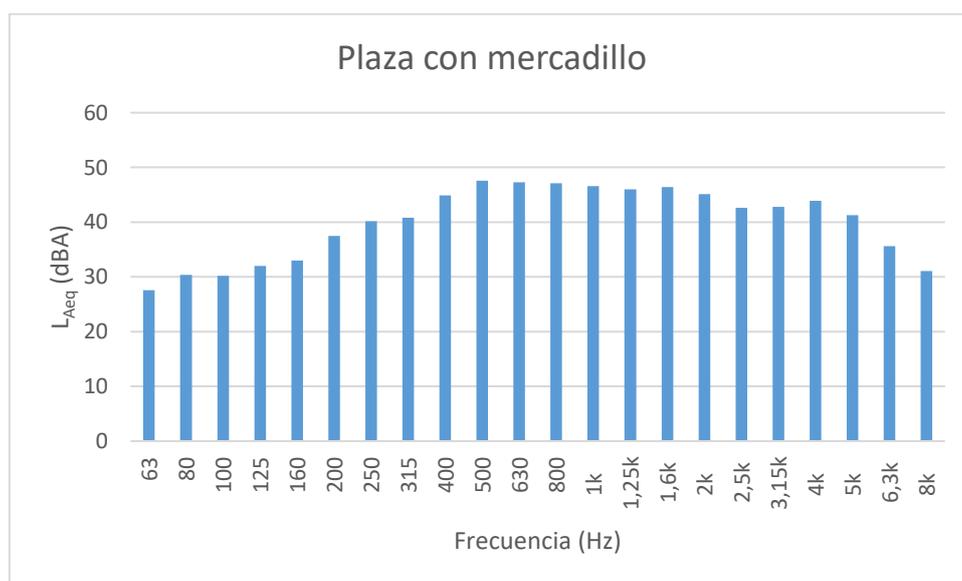


Figura 88. Espectro en dBA de la primera medida realizada en la Plaza un día con mercadillo.

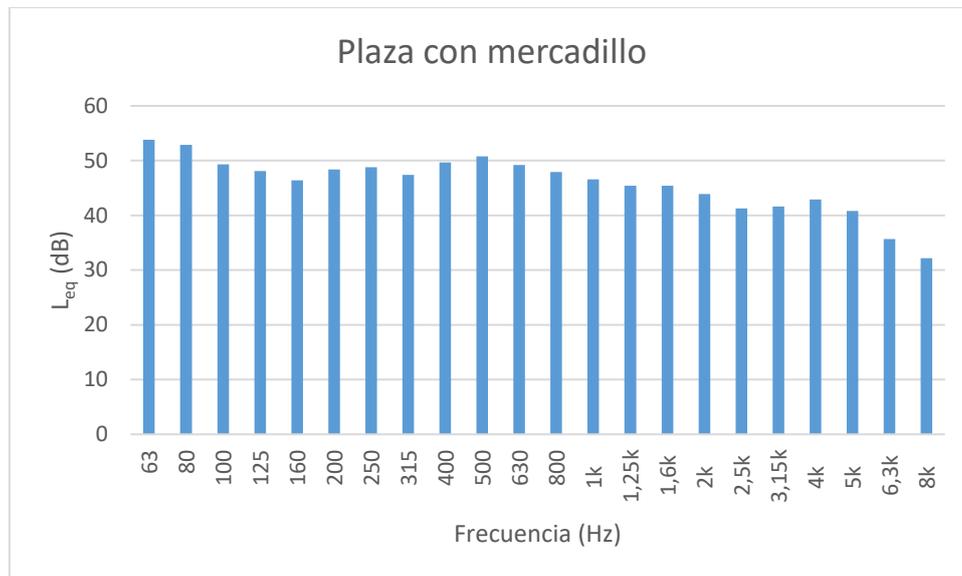


Figura 89. Espectro en dB de la primera medida realizada en la Plaza un día con mercadillo.

A bajas frecuencias, existe mucha diferencia entre el espectro con ponderación A y sin ponderar, 25-30 dBA frente a 55 dBA, debido al ruido de fondo existente. A partir de 300 Hz en adelante, el nivel sonoro es muy similar en ambos casos y toma valores desde 45 - 50 decibelios hasta descender a 30 decibelios para las frecuencias más altas. En general, los datos obtenidos son altos lo que verifica el nivel sonoro equivalente medido: $L_{Aeq} = 56.7$ dBA y $L_{eq} = 75.5$ dB.

Principales fuentes de ruido:

Si estudiamos el entorno presente durante la medida, se identifican diversos focos de ruido:

- Tráfico débil por la plaza y calles próximas (coches y alguna moto).
- Mercadillo y tránsito de gente.
- Campanadas a las 12:30 y 13:00 h.
- Ruido de aves (cigüeñas, palomas y pardales).
- Ruido del viento.

4.3 Resultados en la autovía A-6

Las mediciones para valorar el ruido del impacto antrópico han sido tomadas en dos fechas diferentes. La primera toma de datos se llevó a cabo durante el mediodía del jueves 26 de enero de 2017, mientras que la segunda medida se realizó la tarde del viernes 27 de enero de 2017.

Ambas mediciones se desarrollaron durante un periodo diurno, con la misma instrumentación.

En los dos casos la duración de las mediciones ha sido similar 1:11:53 h en la primera y 1:15:00 h en la segunda, ya que se considera que es tiempo suficiente para valorar el impacto de ruido originado principalmente por el tránsito constante de vehículos.

En ambos casos el sonómetro se ha situado en un área de servicio, muy cercano a la A-6, autovía del Noroeste, a 2 metros de distancia (*Figura 90*).

A priori se espera que el impacto de ruido antrópico sea superior durante la segunda medida.



Figura 90. Posición del sonómetro durante las mediciones en la autopista A-6.

- PRIMERA MEDIDA EN LA AUTOVÍA A-6: Día laborable.

La primera medida en la A-6, autovía del Noroeste, se ha llevado a cabo un jueves a mediodía.

Resultados globales:

Tabla 29. Resultados globales obtenidos durante la primera medida en la A-6.

Fecha y hora	2017 Ene 26 (11:59:42)	
Tiempo Transcurrido	01:11:53	
Temperatura	3 - 4 °C	
Viento	Velocidad máxima	5.3 m/s
	ΔV	0.8 m/s
Precipitaciones	0 l/m ²	

El tiempo transcurrido durante esta medida es bastante superior a las anteriores, con el objetivo de caracterizar fiablemente la zona. La velocidad máxima del viento alcanza 5.3 m/s con poca variabilidad, un valor algo superior al recomendado por la normativa.

Parámetros acústicos:

Tabla 30. Parámetros acústicos obtenidos durante la primera medida en la A-6.

L_{Aeq} (dBA)	74,4
L_{eq} (dB)	80,2
L_{Amax} (dBA)	86,5
L_{AMin} (dBA)	49,7
L_{LMax} (dB)	95,3
L_{LMin} (dB)	58,9
L_4 (dB)	87,2
L_{95} (dB)	63,6

El nivel sonoro medido es bastante superior que en las medidas anteriores ya que existe un tráfico constante y denso de vehículos por la A-6. Hay una diferencia aproximada de 36 decibelios entre los niveles máximos y mínimos que corresponde con momentos aislados en los que no existía tránsito de vehículos por la autovía (valores mínimos) y con momentos en los que el tráfico es bastante denso (valores máximos).

Espectro:

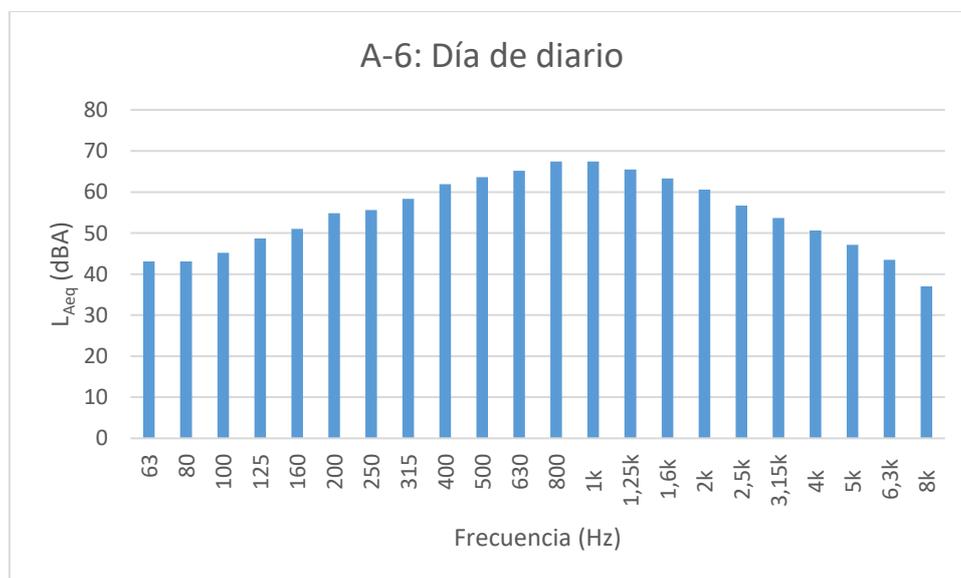


Figura 91. Representación espectral en dBA de la medida realizada en la A-6 un día laborable.

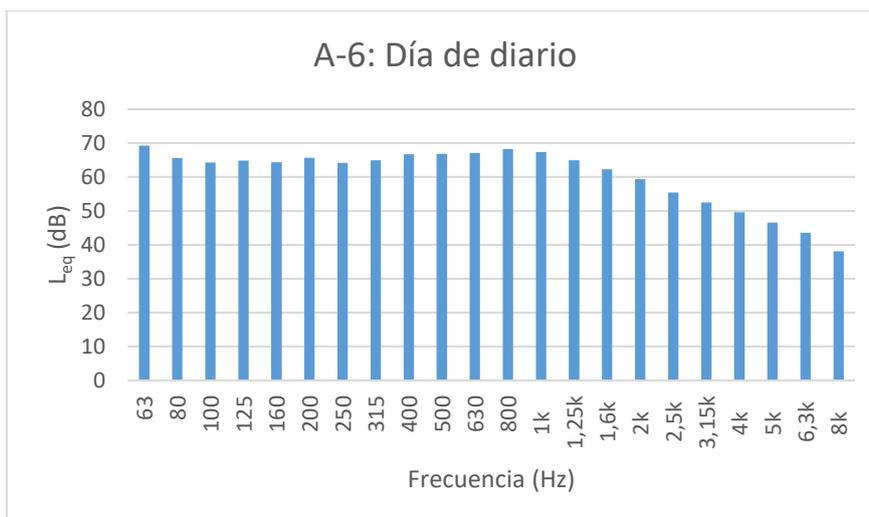


Figura 92. Representación espectral en dB de la medida realizada en la A-6 un día laborable.

La primera medida realizada en la autovía A-6 se llevó a cabo un día laborable y en ambas representaciones espectrales, espectro con ponderación A y espectro sin ponderar, se obtienen valores del nivel sonoro equivalente bastante más elevados que en los casos anteriores ($L_{Aeq} = 74.4$ dBA y $L_{eq} = 80.2$ dB). Se observa que en el espectro con ponderación A la contribución principal corresponde a las medias frecuencias, mientras que en el espectro con ponderación lineal la contribución principal se encuentra en bajas y medias frecuencias.

Principales fuentes de ruido:

En la primera medida en la autovía A-6, día laborable, se han detectado los siguientes focos de ruido:

- Tráfico constante por la A-6 (numerosos coches y camiones).
- Viento.
- SEGUNDA MEDIDA EN LA AUTOVÍA A-6: Fin de semana.

Resultados Globales:

A continuación, se muestran los resultados globales de la segunda medida en la autovía A-6 del Noroeste.

Tabla 31. Resultados globales obtenidos durante la segunda medida en la A-6.

Fecha y hora	2017 Ene 27 (16:59:53)	
Tiempo Transcurrido	01:15:00	
Temperatura	5 - 7 °C	
Viento	Velocidad máxima	4.8 m/s
	ΔV	0.8 m/s
Precipitaciones	0 l/m ²	

En esta ocasión, la medida se ha realizado durante la tarde del viernes que puede considerarse como un día de fin de semana en lugar de laborable. El tiempo transcurrido es amplio, 1 hora y 15 minutos, para poder caracterizar perfectamente la zona. La velocidad máxima del viento presenta un valor alto y poca variabilidad, pero no llega a superar los 5 m/s.

Parámetros acústicos:

En la siguiente tabla se recogen los valores medidos de los parámetros acústicos en la autovía A-6 durante un periodo de fin de semana:

Tabla 32. Parámetros acústicos en la segunda medida en la A-6.

L_{Aeq} (dBA)	79,6
L_{eq} (dB)	84,1
L_{Amax} (dBA)	89
L_{AMin} (dBA)	60,1
L_{LMax} (dB)	98,6
L_{LMin} (dB)	66,7
L₄ (dB)	90,2
L₉₅ (dB)	71,4

Se observa que nos encontramos con los valores de nivel sonoro más elevados de todas las medidas realizadas ya que la medición se realizó en la autovía durante un periodo de fin de semana, momento en el que más desplazamientos se producen. También se aprecia que hay una diferencia de 29 dBA y 32 dB entre los valores máximos y mínimos que se debe a eventos aislados menos ruidosos. Además, el percentil L₉₅ = 71.4 dB presenta un valor bastante elevado, y muy superior al obtenido en la primera medida en la A-6 (63.6 dB).

Espectro:

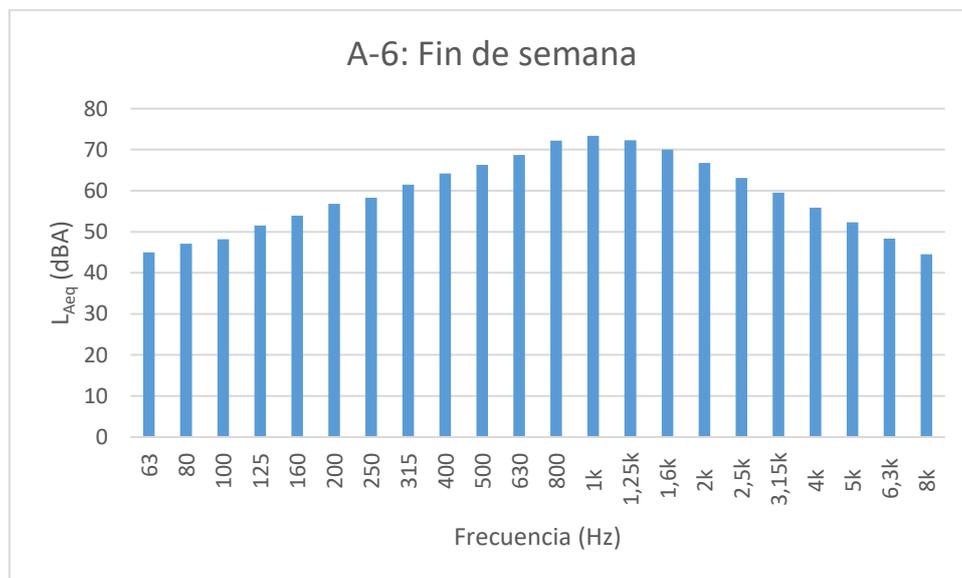


Figura 93. Espectro en dBA de la medida realizada en la A-6 un día de fin de semana.

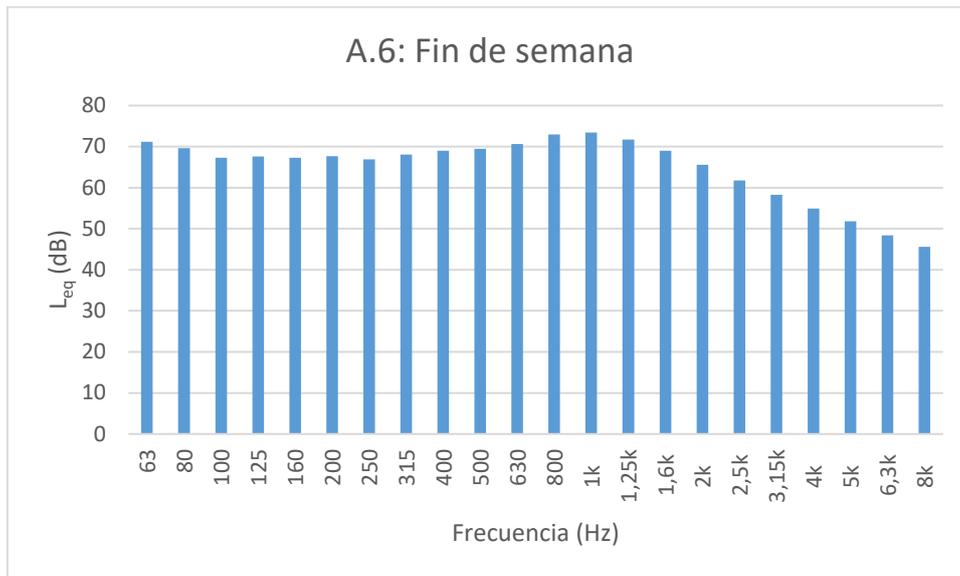


Figura 94. Espectro en dB de la medida realizada en la A-6 un día de fin de semana.

La segunda toma de datos que se ha hecho en la autovía A-6 se llevo a cabo durante un periodo de fin de semana y corresponde con la medición donde los niveles sonoros equivalentes son los más elevados de todas las medidas realizadas ($L_{Aeq} = 79.6$ dBA y $L_{eq} = 84.1$ dB). Aunque en bajas frecuencias haya diferencia entre el espectro con ponderación A (45 - 55 dBA) y sin ponderar (65 - 70 dB) debido al ruido de fondo existente, para medias y altas frecuencias el nivel sonoro es bastante uniforme y similar en ambos casos (adopta valores entre 50 y 70 dBA / dB).

Principales fuentes de ruido:

En la segunda medida realizada en la autovía A-6, periodo de fin de semana con gran número de desplazamientos, se han detectado los siguientes focos de ruido:

- Tráfico continuo por la autovía A-6 y mayor que en la medida previa.
- Ruido del viento sobre el micrófono del sonómetro.

4.4 Ruido de origen natural.

Por último, se han llevado a cabo tres mediciones sucesivas durante el mediodía del domingo 15 de enero de 2017 en tres puntos diferentes, pero próximos pertenecientes a la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila alejados de toda actividad de carácter antrópico.

Las dos primeras medidas se tomaron en puntos próximos a la Laguna Salina Grande (Punto 1 y 2 de la *Figura 95*), mientras que la tercera toma de datos se llevó a cabo en la parte inferior que rodea la Laguna de Barillos (Punto 3 de la *Figura 96*).



Figura 95. Localización de los puntos de medida de ruido de origen natural. [21].

El objetivo de estas medidas es cuantificar el ruido natural existente en esta área natural, de puntos alejados de otras fuentes de ruido diferentes a los sonidos naturales propios del lugar, para posteriormente compararlo con los niveles de ruido obtenidos en puntos próximos a otros tipos de fuentes como los anteriormente discutidos.

Entre las sucesivas medidas existe un intervalo muy corto de tiempo y todas ellas tienen una duración comprendida entre 10 y 15 minutos, ya que se considera un intervalo suficiente para evaluar el ruido natural presente en los diferentes puntos de medida, ya que existe poca variabilidad. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- PRIMERA MEDIDA DEL RUIDO DE ORIGEN NATURAL

Resultados globales:

Tabla 33. Resultados globales obtenidos durante la primera medida de ruido de origen natural.

Fecha y hora	2017 Ene 15 (11:42:00)
Tiempo Transcurrido	00:15:00
Temperatura	5 °C
Viento	$\Delta V = 1.7 \text{ m/s}$
Precipitaciones	0 l/m ²

Parámetros acústicos:

Tabla 34. Parámetros acústicos obtenidos en la primera medida de ruido de origen natural.

L_{Aeq} (dBA)	37,6
L_{eq} (dB)	76,8
L_{Amax} (dBA)	61,9
L_{AMin} (dBA)	26,1
L_{LMax} (dB)	81,9
L_{LMin} (dB)	54,3
L_4 (dB)	80,6
L_{95} (dB)	60,8

Se observa que el nivel sonoro de ruido equivalente con ponderación A (37,6 dBA) es inferior al de las medidas previas, donde existían fuentes de ruido de origen antrópico. Hay gran diferencia entre los niveles máximos y mínimos (35.8 dBA y 37.6 dB) debido a la presencia de eventos aislados ruidosos. Además, L_{Aeq} y L_{eq} difieren en casi 40 decibelios ya que el ruido de fondo es rico en frecuencias bajas y hace sospechar que el viento sea el causante de esta contribución.

Espectro:

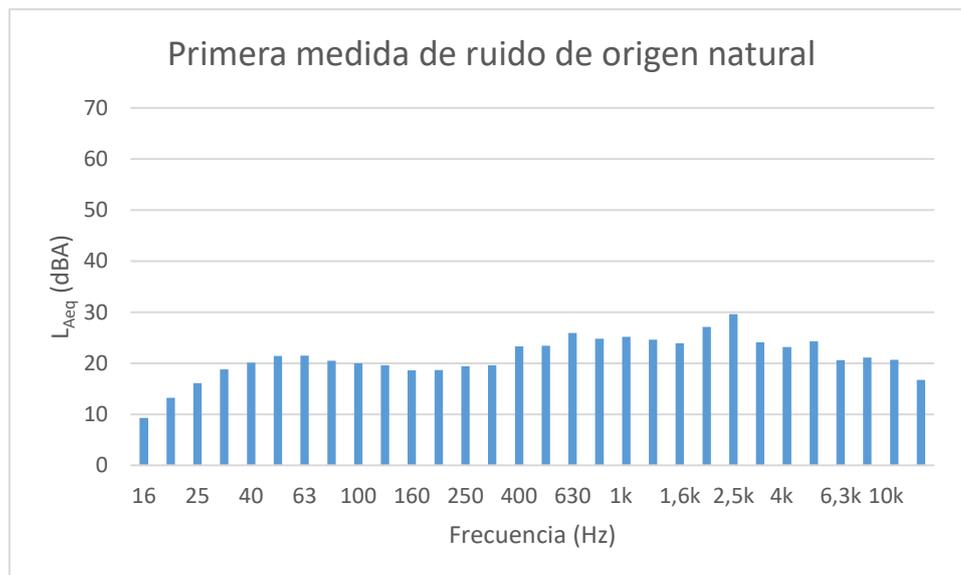


Figura 96. Espectro en dBA de la primera medida de ruido de origen natural.

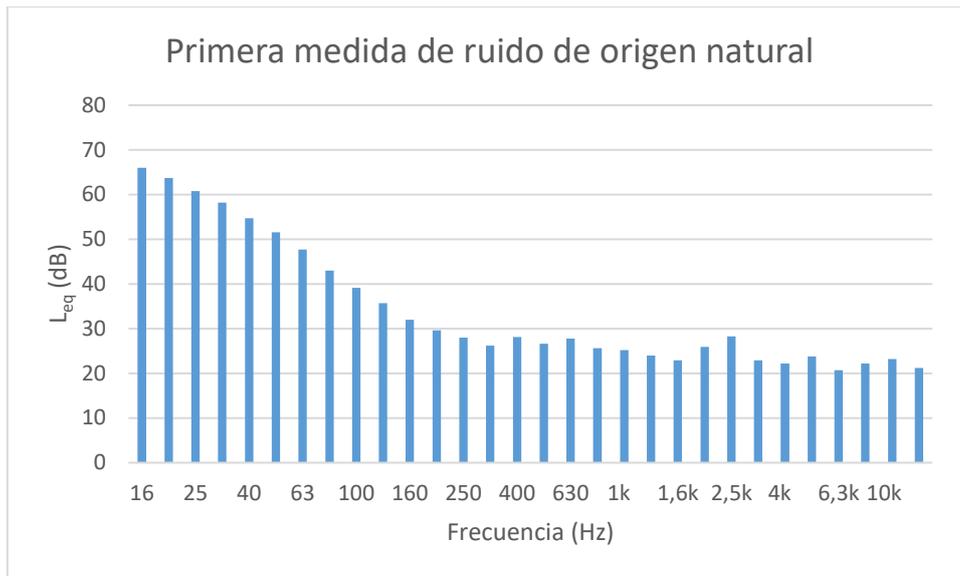


Figura 97. Espectro en dB de la primera medida de ruido de origen natural.

Hay bastante diferencia entre el espectro con ponderación A y el espectro sin ponderar que se debe a que existe una fuerte contribución de las bajas frecuencias por los ruidos de fondo, llegando a valores superiores a 65 dB. A partir de frecuencias medias en adelante, el espectro toma valores muy similares ya que la ponderación cada vez afecta menos y en general son registros bastante menos elevados (comprendidos entre 20 – 30 dBA / dB) que en las medidas analizadas previamente donde existían focos de ruido de origen antrópico.

Principales fuentes de ruido:

La principal fuente de ruido en esta zona es el ruido provocado por las aves que habitan en la zona y se podría considerar ruido natural.

- SEGUNDA MEDIDA DEL RUIDO DE ORIGEN NATURAL

Resultados globales:

Los resultados globales obtenidos en la segunda medida de ruido de origen natural han sido los siguientes:

Tabla 35. Resultados globales obtenidos durante la segunda medida de ruido de origen natural.

Fecha y hora	2017 Ene 15 (12:17:54)
Tiempo Transcurrido	00:15:00
Temperatura	6 °C
Variación de la velocidad del viento	$\Delta V = 2.1 \text{ m/s}$
Precipitaciones	0 l/m ²

Parámetros acústicos:

Tabla 36. Parámetros acústicos obtenidos en la segunda medida de ruido de origen natural.

L_{Aeq} (dBA)	33,4
L_{eq} (dB)	76,2
L_{Amax} (dBA)	42,7
L_{AMin} (dBA)	23,3
L_{LMax} (dB)	81,6
L_{LMin} (dB)	55,1
L_4 (dB)	80,6
L_{95} (dB)	57,8

Al igual que en la medida de ruido natural previa, en la zona 2 (este de la Laguna Grande), se obtiene un nivel sonoro equivalente bajo: 33.4 dBA. Existe una diferencia significativa entre los niveles máximos y mínimos, 19.4 dBA y 26.5 dB, debido a momentos puntuales durante la medición en los que el ruido aumenta.

Espectro:

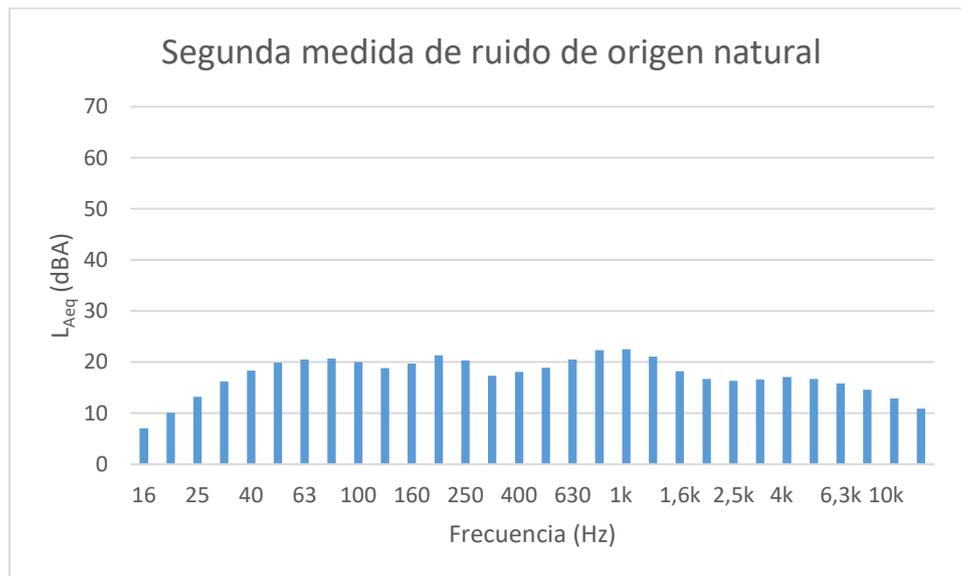


Figura 98. Espectro en dBA de la segunda medida de ruido de origen natural.

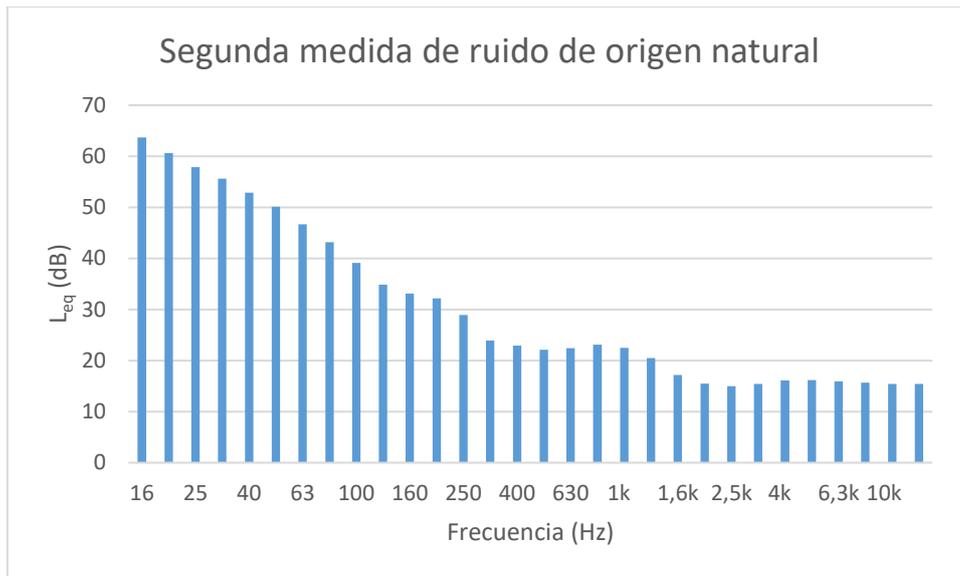


Figura 99. Espectro en dB de la segunda medida de ruido de origen natural.

En la segunda medida de ruido de origen natural el nivel sonoro equivalente es menor que en el caso anterior ($L_{Aeq} = 33.4$ dBA), lo que conlleva una representación espectral con valores bajos tanto con ponderación A como con ponderación lineal, salvo para las bajas frecuencias donde L_{eq} toma valores entre 50 y 65 dB; y es mucho mayor que L_{Aeq} que varía entre 10 y 20 dBA debido a la presencia de ruido de fondo. Para el espectro con ponderación A la principal contribución se aprecia a frecuencias medias, entre 63 y 1000 Hz; mientras que para el espectro sin ponderar la principal contribución está vinculada con las bajas frecuencias.

Principales fuentes de ruido:

En la zona 2, dónde se ha cuantificado el ruido de origen natural, la principal fuente de ruido se debe a las aves.

- TERCERA MEDIDA DEL RUIDO DE ORIGEN NATURAL

Resultados globales:

En la tercera medida realizada para catalogar el ruido de origen natural en una zona donde no existen fuentes de ruido antropogénico, los resultados globales obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 37. Resultados globales obtenidos durante la tercera medida de ruido de origen natural.

Fecha y hora	2017 Ene 15 (12:34:00)
Tiempo Transcurrido	00:15:00
Temperatura	8 °C
Variación de la velocidad del viento	$\Delta V = 2.8$ m/s
Precipitaciones	0 l/m ²

Al igual que en todas las medidas realizadas para caracterizar el ruido de origen natural, el tiempo transcurrido ha sido 15 minutos.

Parámetros acústicos:

A continuación, se recogen los valores medidos de los parámetros acústicos en la zona 3, dónde se ha intentado registrar el ruido de origen natural.

Tabla 38. Parámetros acústicos obtenidos en la tercera medida de ruido de origen natural.

L_{Aeq} (dBA)	42
L_{eq} (dB)	79,8
L_{Amax} (dBA)	51,4
L_{AMin} (dBA)	25,9
L_{LMax} (dB)	82,3
L_{LMin} (dB)	68,4
L₄ (dB)	80,6
L₉₅ (dB)	72,2

El nivel sonoro equivalente es bajo y bastante a similar a las otras zonas donde se ha medido el ruido de origen natural. También existe variabilidad, aunque menos que en los casos anteriores, entre los valores máximos y mínimos obtenidos, debido a la presencia de eventos aislados en los que sube el nivel de ruido.

Espectro:

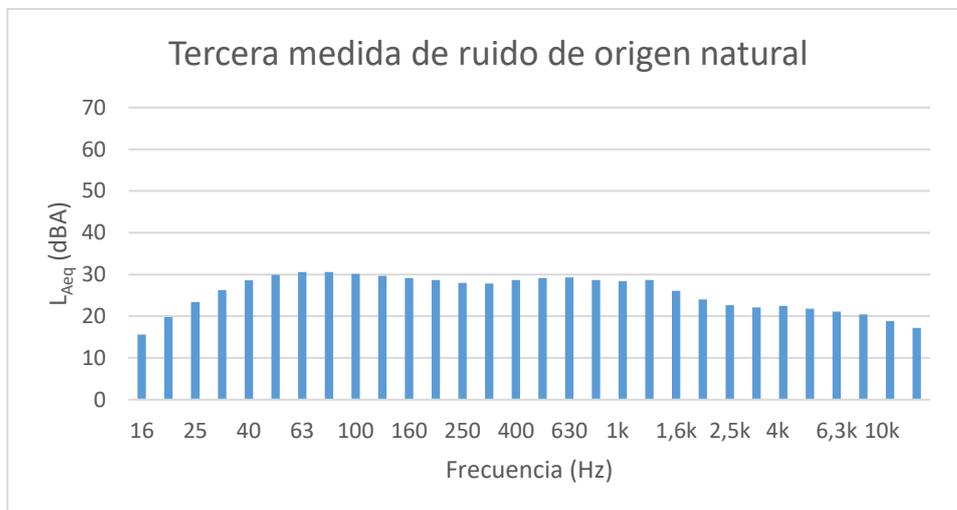


Figura 100. Espectro en dBA de la tercera medida de ruido de origen natural.

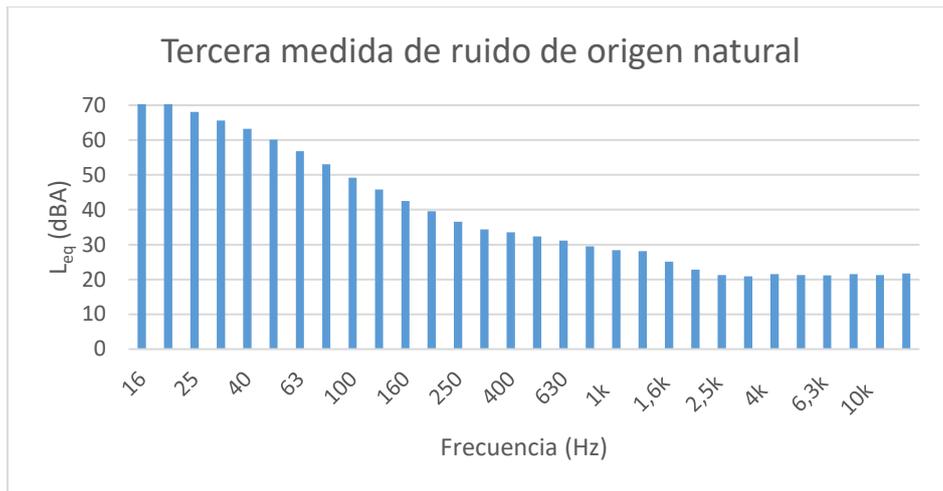


Figura 101. Espectro en dB de la tercera medida de ruido de origen natural.

En la tercera y última medida de ruido de origen natural el nivel sonoro equivalente con ponderación A también es bastante bajo ($L_{Aeq} = 42$ dBA) que se refleja en ambas gráficas del espectro donde a partir de medias y altas frecuencias no supera los 30 dBA ó 40 dB respectivamente. Para bajas frecuencias existe una diferencia de más de 50 decibelios, lo que pone de manifiesto que las bajas frecuencias tiene una gran contribución. En el espectro con ponderación A la máxima contribución se observa para frecuencias medias, mientras que en el espectro sin ponderar la máxima contribución se aprecia para frecuencias bajas.

Principales fuentes de ruido:

Al igual que en los casos anteriores en los que se ha medido el ruido de origen natural, la principal fuente de ruido se debe a las aves.

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Las medidas del ruido antrópico se han realizando en tres zonas, todas pertenecientes a la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila. La zona 1 corresponde a la Casa del Parque. La zona 2 pertenece al municipio zamorano de Villarrín de Campos, donde se ha medido el ruido en el Colegio Público, en el Centro de Salud y en la Plaza de España. La zona 3 es la ubicación de las medidas realizadas próximas a la autovía A-6. La zona 4 corresponde a las medidas de ruido de origen natural

Las mediciones de ruido de origen natural se han llevado a cabo en tres zonas diferentes de las Lagunas de Villafáfila, alejadas de cualquier fuente de ruido antrópico (*Figura 102*).



Figura 102. Mapa de las zonas donde se han realizado las medidas de ruido antrópico.

A continuación se analizan los resultados obtenidos en cada zona:

✧ ZONA 1: CASA DEL PARQUE

Vamos a analizar conjuntamente los resultados obtenidos en la Casa del Parque en diferentes situaciones.

Tabla 39. Resultados obtenidos en las medidas realizadas en la Casa del Parque.

	Periodo previo a la visita	Llegada y bajada del autobús	Visita del colegio	Visita turistas fin de semana
L_{Aeq} (dBA)	57,4	60,8	56,7	53,7
L_{eq} (dB)	67	70,8	69,7	73,8
L_4 (dB)	74	77,6	76,4	79,4
L_{95} (dB)	55,8	59	58	61,6

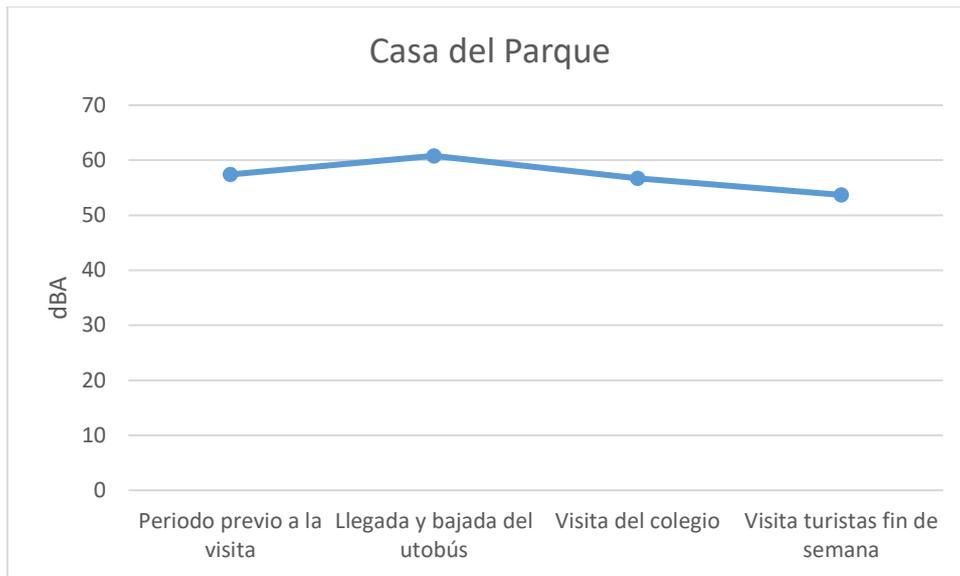


Figura 103. Gráfica de los valores del L_{Aeq} obtenido en la Casa del Parque.

El nivel sonoro equivalente con ponderación A adopta valores similares en las medidas realizadas en la Casa del Parque, tanto el día de la visita del colegio como un día de fin de semana. El valor más alto (60,8 dBA) se obtiene cuando llega el autobús (principal fuente de ruido) y los alumnos bajan para acceder a la Casa del Parque. El nivel sonoro más bajo (53,7 dBA) medido en la Casa del Parque corresponde a la visita de turistas un día de fin de semana, ya que en el momento de la medición el clima no acompañaba y no había muchas personas, además la medida se realizó en el exterior y la gran parte de los visitantes se hallaban en el interior de las instalaciones.

Con estos valores se puede considerar la zona como levemente ruidosa, de acuerdo a la Ley 5/2009 del ruido de Castilla y León.

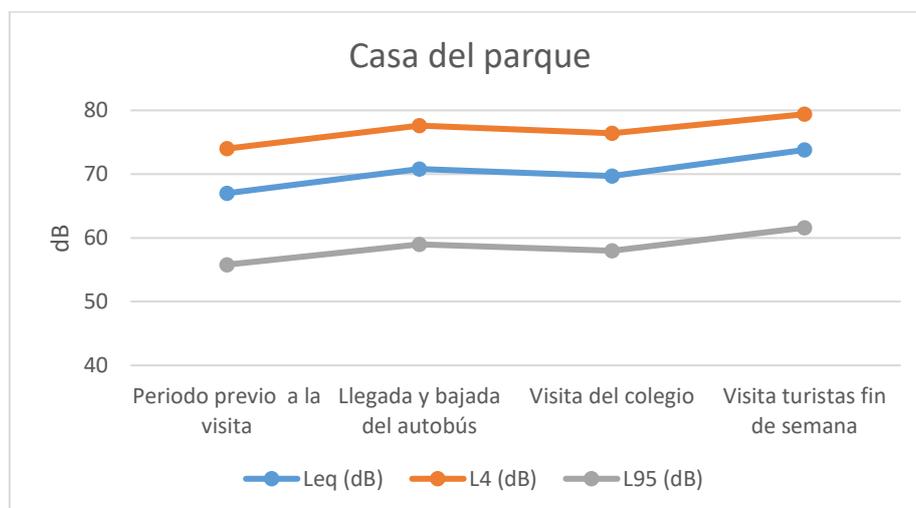


Figura 104. Gráfica de los resultados obtenidos en la Casa del Parque.

En la *Figura 104* se representa el L_{eq} , L_4 y L_{95} obtenidos en las diferentes medidas realizadas en la Casa del Parque de las Lagunas de Villafáfila. Se aprecia que el nivel sonoro equivalente más bajo es $L_{eq} = 67$ dB y corresponde al período previo a la visita del colegio, momento en el que el recinto sólo cuenta con la presencia de los trabajadores. Además, en todas las medidas la diferencia entre los parámetros (L_{eq} , L_4 y L_{95}) son similares lo que indica que el ruido es estable.

Por otro lado, se observa que el nivel más elevado es $L_{eq} = 73.8$ dB y está asociado con la medida realizada durante un día de visitas, en el que el complejo cuenta con numerosos turistas que se acercan a conocer las instalaciones de la la Reserva Natural. La diferencia entre ambos valores es de 6,8 dB.

Los periodos correspondientes a la llegada del autobús y bajada de los alumnos y el recorrido por la Casa del Parque, tienen un nivel sonoro equivalente muy similar (71 y 70 dB respectivamente) y toman un valor intermedio entre el valor más alto (73,8 dB) y más bajo (67 dB).

Los percentiles verifican lo anterior, por ejemplo, durante el periodo previo a la llegada de los alumnos durante el 95% del tiempo se sobrepasan los 55.8 dB y durante el 4% del tiempo de medida el nivel está por encima de 74 dB, mientras que en el periodo correspondiente al día de visitas el 95% del tiempo tenemos valores por encima de 61.6 dB, llegando durante el 4% de la medida a sobrepasar los 79.4 dB.

Las principales fuentes de ruido antrópico se deben a la salida y entrada de visitantes a la Casa del Parque, al recorrido de los mismos por las instalaciones y al tráfico por la carretera ZA-715. El ruido de origen natural es causado por las aves que allí habitan, especialmente gansos y avutardas.

❖ ZONA 2: VILLARRÍN DE CAMPOS

❖ Colegio Público de Villarrín de Campos

Vamos a analizar conjuntamente los resultados obtenidos en el Colegio Público de Villarrín de Campos que se recogen en la *Tabla 40* (y se representan en las *Figuras 105* y *106*).

Tabla 40. Resultados obtenidos en las medidas en el Colegio Público de Villarrín de Campos.

	Antes del recreo	Desarrollo del recreo	Entrada al aula
L_{Aeq} (dBA)	60,3	64,9	59,5
L_{eq} (dB)	65,8	68,7	65,1
L_4 (dB)	76	75	71,2
L_{95} (dB)	50,6	59,2	56,4

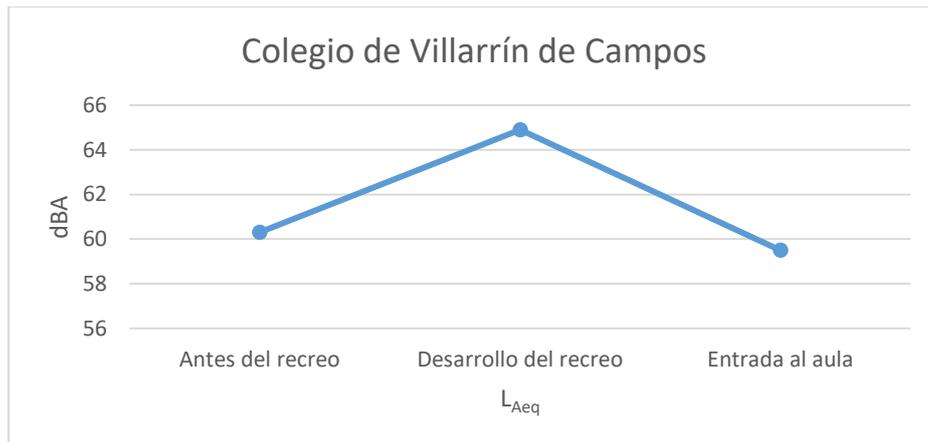


Figura 105. Gráfica de los valores del L_{Aeq} obtenido en Colegio Público de Villarrín de Campos.

La gráfica de la *Figura 105* muestra que durante el recreo se obtiene el valor más alto del nivel sonoro equivalente con ponderación A (64,9 dBA) ya que es el periodo en el que los alumnos salen al exterior a jugar, mientras que en los intervalos previos y posterior, 60,3 dBA y 59,5 dBA respectivamente, el valor es más bajo.

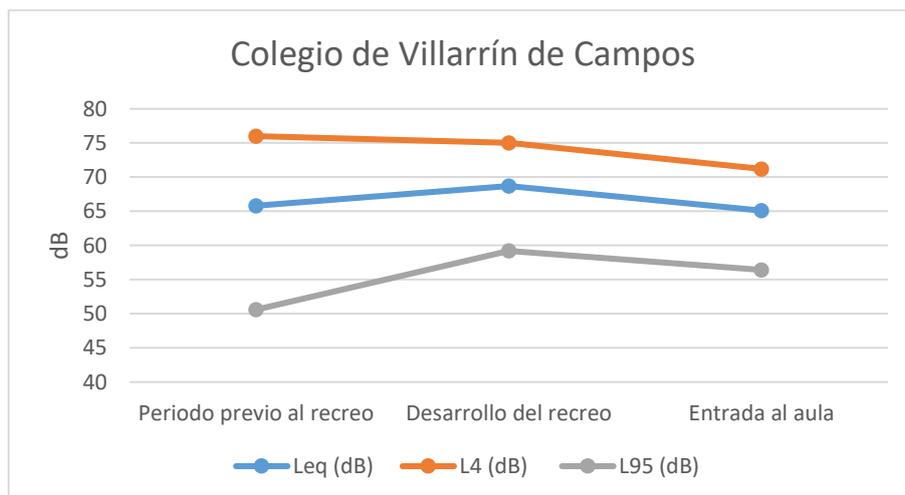


Figura 106. Gráfica de los resultados obtenidos en el Colegio de Villarrín de Campos.

El periodo con el nivel sonoro equivalente más elevado corresponde al transcurso del recreo (68,7 dB), mientras que durante el intervalo previo y posterior a la salida de los alumnos al recreo, se observa que el nivel sonoro de ruido es menos elevado y muy similar: 65,8 y 65,1 dB respectivamente. (*Figura 106*).

Analizando los percentiles observamos que durante el 95% del tiempo de cada medida, el nivel de ruido sobrepasa los 50,6 y 56,4 dB antes y después del recreo respectivamente, mientras que durante el transcurso del mismo este valor asciende a 59,2 dB. Por otro lado, se aprecia que el valor obtenido del percentile L₄ más alto se obtiene en el periodo previo al recreo y se debe a la sirena que suena al salir y al entrar al recreo.

Se trata de un colegio con poco alumnado, donde los niveles de ruido no son elevados durante toda la jornada, incluso en el recreo. Las principales fuentes de ruido antrópico son los alumnos que juegan en el patio, el tráfico por la carretera ZA-715 y la alarma que suena cuando finaliza el recreo. El ruido de origen natural se debe a las aves que vuelan por la zona.

Se observa que existe una mayor diferencia entre ambos percentiles respecto al L_{eq} en el periodo previo al recreo que durante el desarrollo del mismo y vuelta al aula. Además, en esta medida, periodo previo al recreo, el L_4 alcanza el valor más elevado (76 dB).

❖ Centro de Salud de Villarrín de Campos

A continuación, se recogen los resultados obtenidos en las dos mediciones realizadas en el Centro de Salud de Villarrín de Campos (Tabla 41).

Tabla 41. Resultados obtenidos en las medidas en el Centro de Salud.

	Primera medida	Segunda medida
L_{Aeq} (dBA)	60,2	58,8
L_{eq} (dB)	71,1	69,3
L_4 (dB)	79,4	76,6
L_{95} (dB)	53	52,8

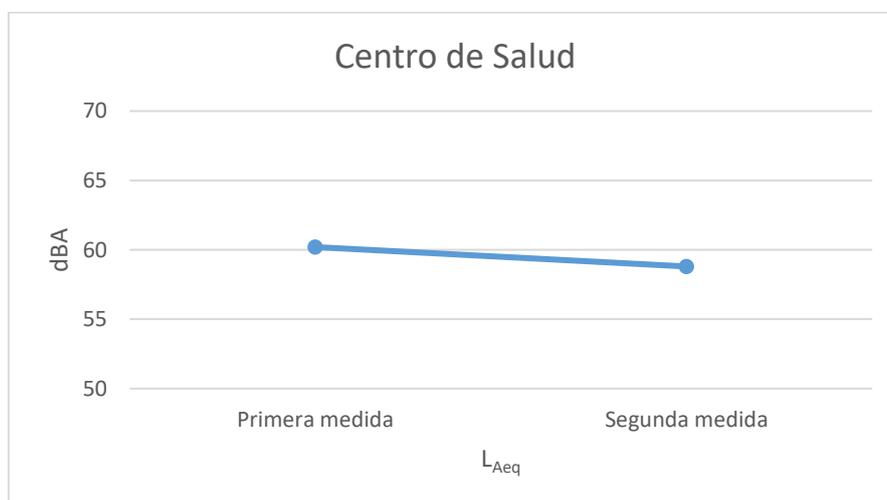


Figura 107. Gráfica L_{Aeq} obtenidos en el Centro de Salud.

En ambas medidas el nivel sonoro equivalente con ponderación A es muy parecido, 60,2 dBA en la primera toma de datos y 58,8 dBA en la segunda medición, ya que se trata de medidas con características similares realizadas la misma mañana. (Figura 107).

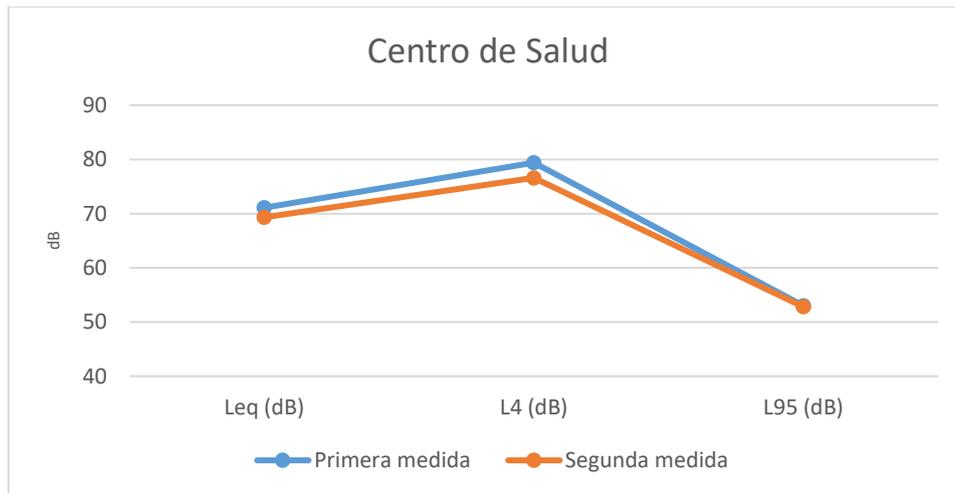


Figura 108. Gráfica de los resultados obtenidos en el Centro de Salud.

En el Centro de Salud de Lampreana de Villarrín de Campos, a la vista de las gráficas (*Figura 108*), se observa que los valores que toman los diferentes parámetros no son elavados y son muy similares en ambos casos, ya que las medias se realizaron durante la misma mañana.

El ruido antrópico es causado por los habitantes del municipio que acuden al Centro de Salud o por aquellos que pasean por la calle, además del tráfico existente en la carretera ZA-702 que atraviesa el pueblo.

❖ Plaza de Villarrín de Campos

Vamos a pasar a analizar conjuntamente los datos obtenidos en la Plaza España de Villarrín de Campos, un día sin mercadillo frente a otro en el que sí había mercadillo. Los resultados se recogen en la *Tabla 42*.

Tabla 42. Resultados obtenidos en las medidas realizadas en la Casa del Parque.

	Sin mercadillo	Mercadillo
L_{Aeq} (dBA)	55,5	56,7
L_{eq} (dB)	65,6	75,5
L_4 (dB)	72	80,6
L_{95} (dB)	52	62,4

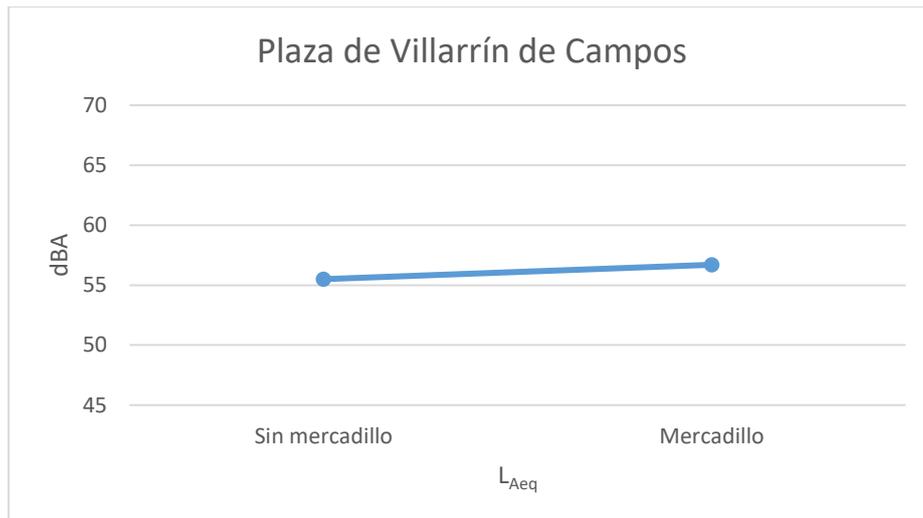


Figura 109. Gráfica L_{Aeq} obtenidos en la Plaza de España.

El nivel sonoro equivalente con ponderación A obtenido en la Plaza de España de Villarrin de campos es muy similar un día sin mercadillo frente a una mañana en la que hay mercadillo, 55,5 y 56,7 dBA respectivamente. Al tratarse de un mercadillo pequeño, el nivel sonoro apenas se ve afectado.

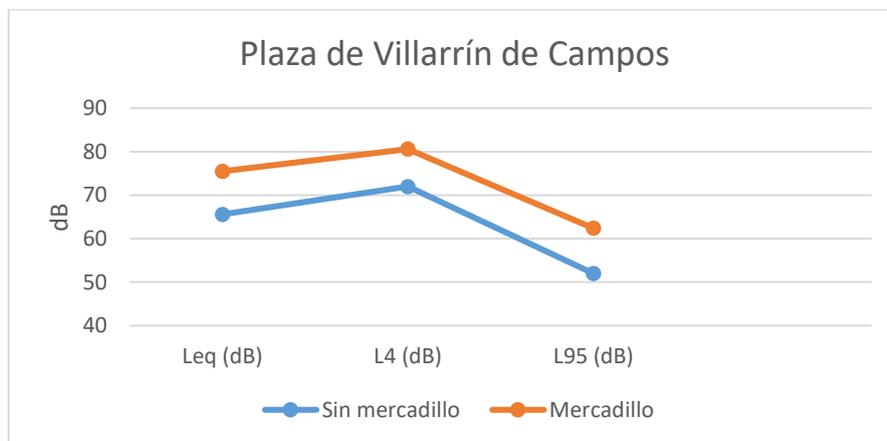


Figura 110. Gráfica de los resultados medidos en la Plaza de España.

Sin embargo, el nivel sonoro equivalente en la Plaza de España difiere en 9.9 dB entre una mañana en la que hay mercadillo (75,5 dB) frente a otra mañana cualquiera (65,6 dB), lo que indica que el ruido de mercadillo es principalmente de frecuencias bajas.

El ruido de carácter antrópico se debe principalmente a los habitantes que transitan por la calle y/o se acercan al mercadillo, al escaso tráfico existente por la plaza y a las campanas de la Iglesia que suenan cada 30 minutos. El ruido de origen natural tiene como fuente principal a las aves (palomas, cigüeñas y pardales).

✧ ZONA 3: AUTOVÍA A-6

Tabla 43. Resultados obtenidos en las medidas realizadas en la autovía A-6.

	Día laborable	Fin de semana
L_{Aeq} (dBA)	74,4	79,6
L_{eq} (dB)	80,2	84,1
L_4 (dB)	87,2	90,2
L_{95} (dB)	63,3	71,4

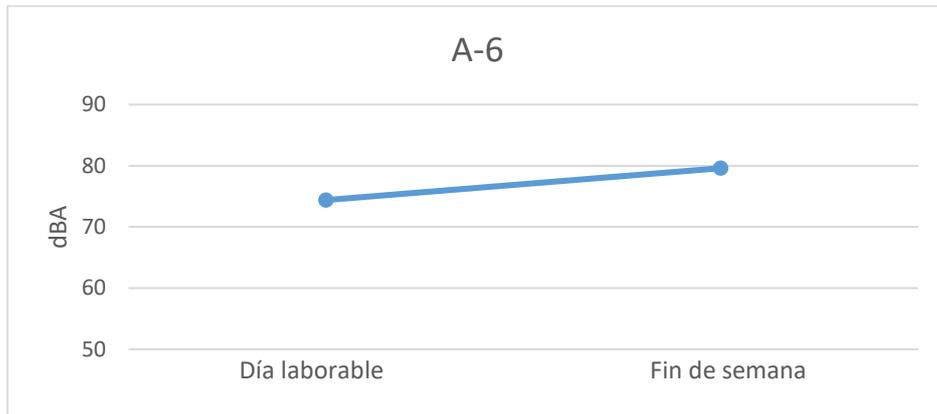


Figura 111. Gráfica L_{Aeq} obtenidos en la autovía A-6.

En la autovía A-6 es el lugar donde alcanzamos los niveles sonoros equivalentes con ponderación A más altos de todas las medidas realizadas. Durante un día de laborable $L_{Aeq} = 74,4$ dBA y un día de fin de semana $L_{Aeq} = 79,6$ dBA. En ambos casos son valores elevados, que ponen de manifiesto que se trata de una zona ruidosa según [39] debido al tránsito constante de vehículos.

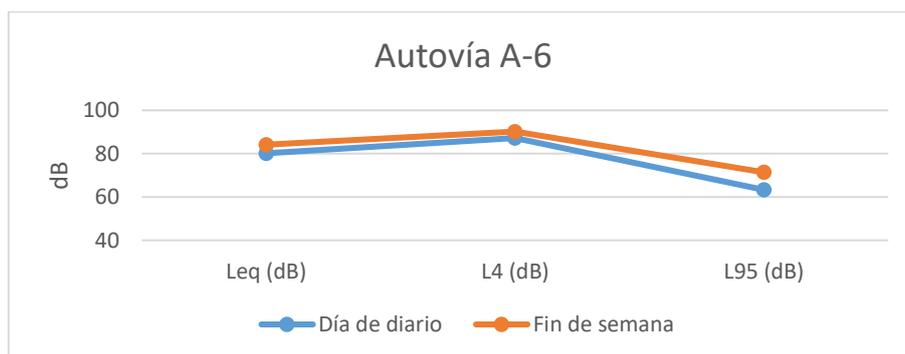


Figura 112. Gráfica de los resultados obtenidos en la autovía A-6.

En la *Figura 112* se observa que en la autovía A-6, el nivel sonoro equivalente es más elevado que en las zonas analizadas previamente. Un día laborable alcanza 80.2 dB, mientras que un viernes por la tarde, que se puede considerar como fin de semana, es uno de los periodos en los que más desplazamientos se realizan por la autovía A-6 y alcanza 84.1 dB.

La principal fuente de ruido antrópico es el tráfico constante de coches, camiones y motos; en este punto apenas existen focos de ruido de origen natural. Además, los valores del L_{95} también son más elevados que en las otras zonas.

✧ ZONA 4: RUIDO DE ORIGEN NATURAL.

Por ultimo, se recogen los valores obtenidos en las medidas de ruido de origen natural en 3 puntos de la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila. (Tabla 44).

Tabla 44. Resultados obtenidos en las medidas de ruido de origen natural.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3
L_{eq} (dBA)	37,6	33,4	42

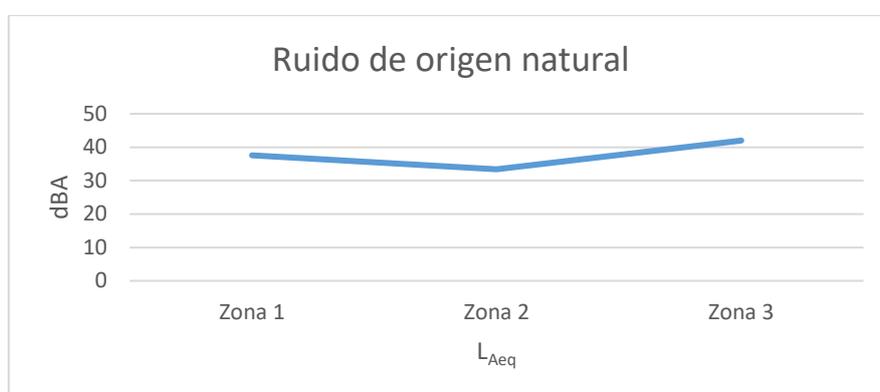


Figura 113. Gráfica L_{Aeq} de ruido de origen natural medidos en la Reserva.

Las zonas de las Lagunas de Villafáfila donde se ha medido el ruido de origen natural, en puntos alejados de los municipios y de cualquier foco de ruido antrópico perteneciente a la Reserva Natural, tienen un nivel sonoro equivalente con ponderación A mucho más bajo que los analizados previamente: [33,4 – 42] dBA, ya que prácticamente sólo se identifican ruidos de aves. De acuerdo a la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León [39] se trata de áreas de silencio.

5.1 COMPARATIVA DE LAS ZONAS

A continuación, se recoge el nivel sonoro equivalente medio en cada una de las zonas de la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila donde se han realizado las mediciones, separando por un lado los lugares donde existe ruido de origen antrópico y por otro lado aquellos lugares donde sólo está presente ruido de origen natural:

Tabla 45. Nivel sonoro equivalente medio en cada una de las zonas con ruido de origen humano.

Tipo de ruido	Lugar	L _{Aeq} (dBA)	L _{Aeq} medio (dBA)	
Ruido de origen antrópico	Casa del Parque	Primera medida	57,4	57,1
		Segunda medida	60,8	
		Tercera medida	46,7	
		Cuarta medida	53,7	
	Colegio Público de Villarrín de Campos	Periodo previo al recreo	60,3	62,3
		Recreo	64,9	
		Entrada al aula	59,5	
	Centro de Salud	Primera medida	60,2	59,6
		Segunda medida	58,8	
	Plaza Mayor	Sin mercadillo	55,5	56,1
		Mercadillo	56,7	
	Autovía A-6	Día entre semana	74,4	77,7
Fin de semana		79,6		

Tabla 46. Nivel sonoro equivalente medio en cada una de las zonas con ruido de origen natural.

Tipo de ruido	Lugar	L _{Aeq} (dBA)	L _{Aeq} medio (dBA)
Ruido de origen natural	Zona 1	37,6	38,99
	Zona 2	33,4	
	Zona 3	42	

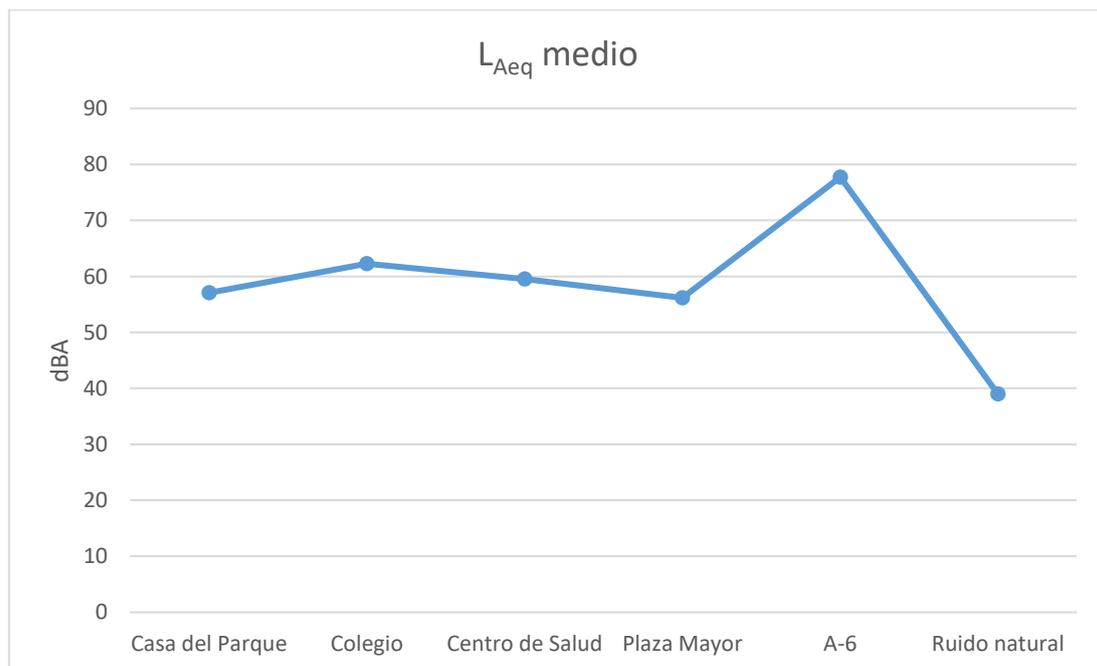


Figura 114. Gráfica del nivel sonoro equivalente medio en cada zona de medida.

A la vista de la gráfica anterior (*Figura 114*) se identifica que el nivel sonoro medio más bajo de los diferentes lugares pertenecientes a la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila donde se han hecho las medidas de ruido antrópico, corresponde a la Plaza Mayor de Villarrín de Campos (56.1 dBA), seguida por la Casa del Parque (57,1 dBA), el Centro de Salud (59,6 dBA) y el Colegio (62,3 dBA); mientras que en la autovía A-6 se ha obtenido un valor más elevado (77,7 dBA).

L_{Aeq} es muy similar en todos los puntos de medida con ruido antrópico (en torno a 60 dBA), excepto en la autovía A-6 donde alcanza valores entre 74,4 y 79,6 dBA. En las medidas del ruido de origen natural el L_{Aeq} es sensiblemente menor (40 dBA).

Respecto al ruido de origen natural, se obtiene un nivel sonoro bastante más bajo que en los puntos donde existen fuentes de ruido de origen humano, 38,99 dBA.

Una vez analizados los resultados, si se cotejan los valores obtenidos en el presente trabajo con los límites máximos de niveles sonoros ambientales que establece la Ley 5/2009 del ruido de Castilla y León [39], se puede catalogar a la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila como un área de silencio o levemente ruidosa. El valor del L_{Aeq} máximo para el periodo horario de 07:00 a 19:00 según la Ley 5/2009 es de 60 dBA para áreas de silencio y en ninguna zona con fuentes de ruido antrópico donde se han realizado las medidas se sobrepasa dicho rango, salvo en la autovía A-6 donde se obtiene un nivel equivalente de 77,74 dBA quedando definida como un área especialmente ruidosa debido al tránsito constante de vehículos.

Respecto al ruido de origen natural, de acuerdo a la Ley 5/2009 del ruido de Castilla y León, las Lagunas de Villafáfila quedarían definidas como un área de silencio ya que en ninguna de las zonas donde se han realizado las mediciones de ruido de origen natural se superan los 55 dBA (*Tabla 46*).

Seguidamente en las *Tablas 47 y 48* se muestran los valores máximos de niveles sonoros ambientales que establece la Ley 5/2009 del ruido de Castilla y León, respecto a los cuales hemos comparado nuestros datos obtenidos en las diferentes mediciones llevadas a cabo.

Tabla 47. Valores límite de niveles sonoros ambientales. [39].

Área receptora	Indices de ruido dB(A)			
	L_d 7 h – 19 h	L_e 19 h – 23 h	L_n 23 h – 7 h	L_{den}
Tipo 1. Área de silencio	60	60	50	61
Tipo 2. Área levemente ruidosa	65	65	55	66
Tipo 3. Área tolerablemente ruidosa	70	70	65	73
– Uso de oficinas o servicios y comercial.	73	73	63	74
– Uso recreativo y espectáculos				
Tipo 4. Área ruidosa	75	75	65	76
Tipo 5. Área especialmente ruidosa	sin determinar			

Tabla 48. Valores límites de niveles sonoros en espacios naturales. [39].

Área receptora	Índices de ruido dB(A)			
	L _d 7 h – 19 h	L _e 19 h – 23 h	L _n 23 h – 7 h	L _{den}
Tipo 1. Área de silencio: Espacios naturales	55	55	45	56

Por último en la siguiente tabla aparece el L₉₅ medido en cada una de las zonas donde existen fuentes de ruido antropogénicas (Tabla 49):

Tabla 49. L₉₅ en los puntos donde se han llevado a cabo las medidas.

Lugar		L ₉₅ (dB)	L ₉₅ medio (dB)
Casa del Parque	Primera medida	55,8	59,1
	Segunda medida	59	
	Tercera medida	58	
	Cuarta medida	61,6	
Colegio Público de Villarrín de Campos	Periodo previo al recreo	50,6	56,6
	Recreo	59,2	
	Entrada al aula	56,4	
Centro de Salud	Primera medida	53	52,9
	Segunda medida	52,8	
Plaza Mayor	Sin mercadillo	52	59,7
	Mercadillo	62,4	
Autovía A-6	Día entre semana	63,3	69
	Fin de semana	71,4	

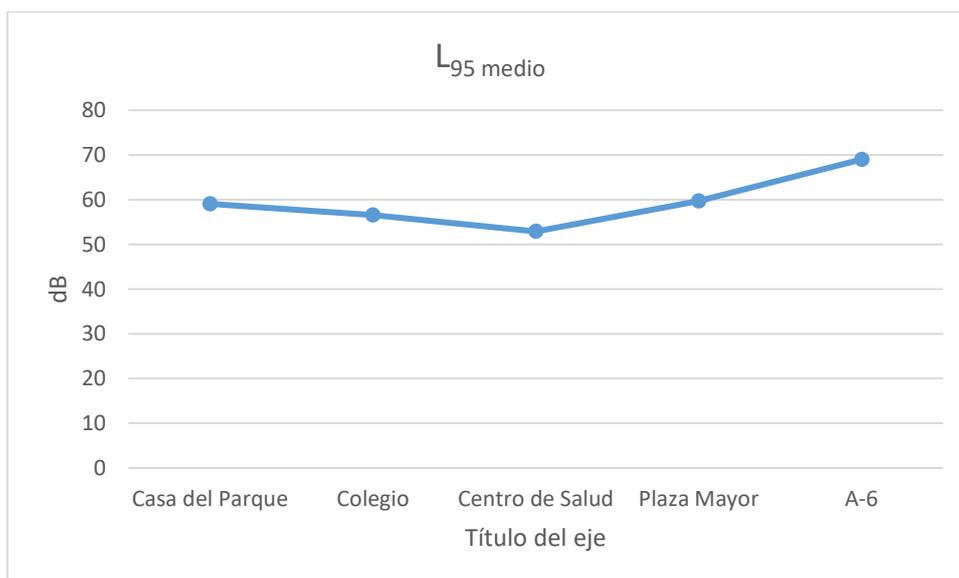


Figura 115. Gráfica del L₉₅ medio en cada zona de medida.

En función del valor del percentile L_{95} (*Figura 115*) se aprecian dos zonas claramente diferenciadas. Por un lado, la Casa del Parque y el municipio de Villarrín de Campos (Colgio, Centro de Salud y Plaza Mayor) que se catalogarían como zonas silenciosas ya que en ningún caso L_{95} sobrepasa los 60 dB y por otro lado la A-6, autovía del Noroeste, que corresponde a una zona ruidosa ($L_{95 \text{ medio}} = 67,4$ dB).

6. ESTUDIOS REALIZADOS EN OTRAS ÁREAS NATURALES

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en algunos estudios de ruido realizados en diferentes áreas naturales.

■ PRIMER ESTUDIO

En primer lugar, se muestran las medidas halladas en el estudio realizado por Ricardo Hernández Molina: "Análisis del valor límite en las áreas naturales a través del estudio del paisaje sonoro natural" [26].

El área de trabajo se circunscribe a la parroquia de Anceu, constituida por Anceu, Esfarrapada y Os Ramís (Pontevedra). La principal infraestructura que afecta al área de estudio es la PO-0203 a su paso entre la PO-255 y la Aldea de Os Ramís, dado que es la carretera que pasa por la aldea de Anceu donde se midió.

El ensayo se llevó a cabo en periodo nocturno, en un punto situado fuera de la aldea de Anceu. Las medidas se realizaron los días 12 y 13 de agosto de 2012, entre las 22:59:05 y las 00:32:40 horas, con una duración total de 1:33:35 horas. El registro temporal con los marcadores de los eventos registrados se muestra más detallado en la siguiente tabla (*Tabla 50*):

Tabla 50. Resultados de las medidas acústicas realizadas en Anceu.

Nombre	Duración	L _{Aeq}	% Ruido Antrópogénico
Ruido existente	1:33:35	37	
<hr/>			
Paso avión	0:09:14	42,5	48,4
Paso vehículos	0:05:43	35,6	
Gente	0:29:50	37,1	
Ruido antropogénico	0:44:47	36,8	
<hr/>			
			% Ruido natural
Perros	0:08:59	43,9	51,6
Ovejas	0:00:35	32,3	
Intervalo libre de ruido	0:39:33	28,7	
Ruido natural	0:48:48	37,1	

En el estudio realizado en Anceu (Pontevedra), se ha obtenido que el 48,4 % pertenece a ruido de origen humano, mientras que el 51,6 % corresponde con ruido de origen natural.

■ SEGUNDO ESTUDIO

En segundo lugar, se muestran los resultados hallados por López Uribarri, L. en su trabajo: *“Desarrollo y validación de una metodología para la caracterización del paisaje sonoro natural en áreas Rurales”*. [27].

El área de estudio pertenece al cuadrante Oeste de Láncara en Lugo, España. En este espacio también existen fuentes de ruido antrópico como la línea de ferrocarril, obras del AVE y toda actividad inherente al sector primario.

Los valores medidos fueron los siguientes:

Tabla 51. L_{Aeq} , L_{90} , L_{50} y L_{10} obtenidos en el estudio de ruido de Láncara, Lugo.

L_{Aeq} (dBA)	[27.1 - 64]
L_{90} (dBA)	[24.6 - 54.9]
L_{50} (dBA)	[25.7 - 55.8]
L_{10} (dBA)	[28.4 - 62.6]

Los mayores valores de L_{Aeq} y L_{10} , corresponden a tráfico continuo y al ruido de la población del núcleo municipal, los datos más elevados de L_{50} y L_{90} , están vinculados con el ruido del río, mientras que los valores más bajos se relacionan con puntos donde domina el ruido de la naturaleza y poblados de masas forestales.

En esta Reserva Natural es el ruido de las infraestructuras el que más afecta (Ferrocarril y AVE), la propagación del ruido de la carretera se ve frenado por grandes masas forestales donde se ubica, mientras que en los asentamientos y trabajos rurales su influencia se reduce a una pequeña área alrededor de cada fuente.

También se pone de manifiesto que el ruido de la naturaleza se presenta como un sonido constante disminuyendo la diferencia entre los niveles percentiles mientras que las fuentes de origen antrópico se escuchan frecuentemente como eventos sonoros que en función de su frecuencia e intensidad influyen más o menos en la configuración del paisaje.

Por último, se muestran los resultados obtenidos por Ricardo Hernández Molina en su estudio: *Exposición al ruido antropogénico en las áreas naturales protegidas: Parque metropolitano “Marismas de los Toruños y Pinar de la Algaida”*. [24].

■ TERCER ESTUDIO

El estudio pretende identificar la influencia de las actividades antrópicas en el paisaje sonoro natural del Parque Metropolitano Marismas de los Toruños y Pinar de Algaida perteneciente al Parque Natural de la Bahía de Cádiz (España).

Las principales fuentes de ruido son carreteras y vías de acceso al parque, aunque también hay fuentes puntuales como la estación depuradora de aguas residuales, colindante al área de estudio.

Las medidas se han agrupado en función de cada uno de los ecosistemas existentes en el parque: salinas, pinar, marisma y zona litoral, y los resultados han sido los siguientes:

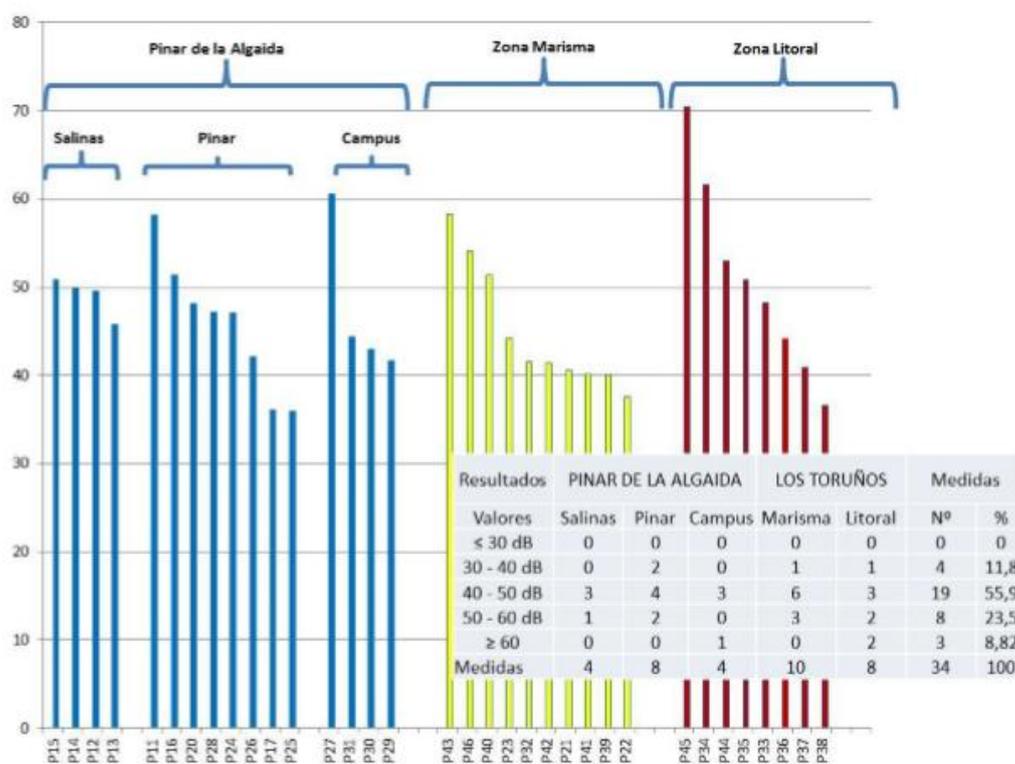


Figura 116. L_{eq} obtenidos en los diferentes puntos del Parque Marisma de los Toruños y Pinar de Algaída. [24].

El 55.9% de los puntos medidos (eje X) se hallan entre 40 y 50 dBA (eje Y). El 23,5 % son valores entre 50 y 60 dBA que representan actividades propias del parque como el paso del tren turístico o de visitantes. Un 8,8% están por encima de los 60 dBA, debido al chiringuito de la playa, la depuradora de aguas residuales y al propio ruido del mar. Tan solo el 11.8% se encuentran entre 30 y 40 dBA y no se obtuvo ningún valor por debajo de 30 dBA.

Cabe destacar que en los cuatro puntos de las Salinas pertenecientes al Pinar de la Algaída, L_{eq} adopta valores entre 45 y 50 dB.

A continuación, en la *Figura 117* se muestra una representación espectral de los niveles de ruido agrupados por criterios de fuentes similares en el Parque Metropolitano Marismas de los Toruños y Pinar de la Algaída.

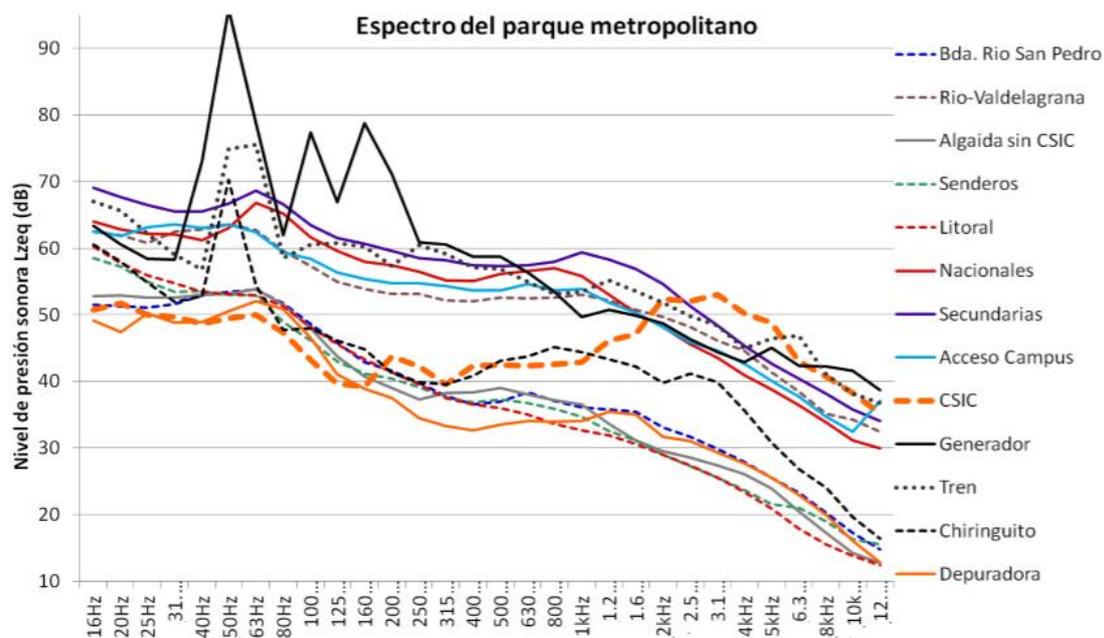


Figura 117. Representación espectral. [24].

Se ha comprobado que el ruido del tráfico, en mayor o menor medida, está presente prácticamente en todos los puntos. El impacto sobre el entorno debido a la visita continua de visitantes es mínimo y constituye el propio objetivo del parque. Además, se ha verificado que los valores más bajos se encuentran en las zonas más densas del Pinar de la Algaida, mientras que los valores más altos (excluyendo los influenciados por fuentes próximas) los obtenemos en la franja litoral.

Cabe destacar que el nivel de presión sonora debido a las carreteras (nacionales y secundarias) es bastante similar a la medida realizada en nuestro estudio en la A-6, autovía del Noroeste, (Figura 118) que comprende valores entre 40 y 70 dB; y la mayor contribución se observa a bajas y medias frecuencias.

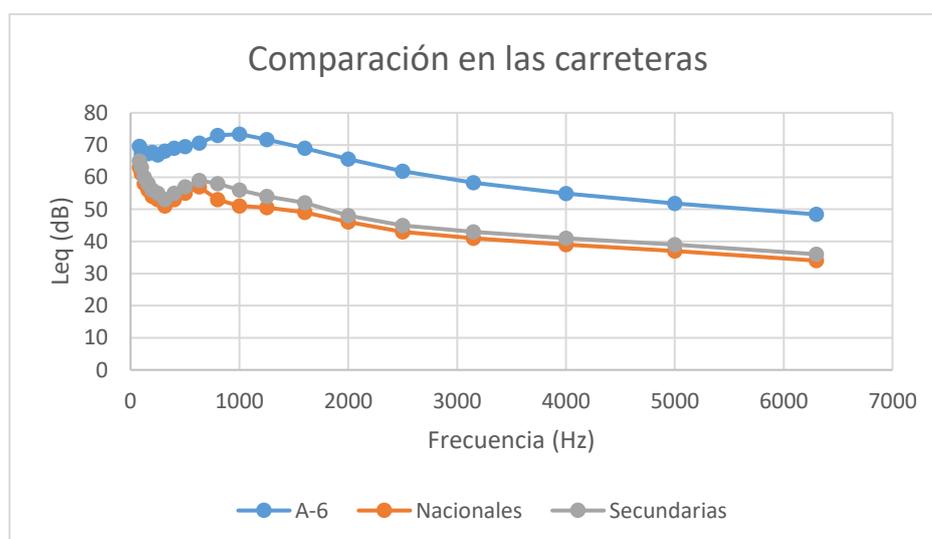


Figura 118. Comparación de valores obtenidos en la A-6 en las Lagunas de Villafáfila con el Parque metropolitano.

7. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se han realizado medidas en zonas diferentes, consideradas representativas, de la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila para caracterizar su paisaje sonoro, especialmente el paisaje sonoro de carácter antrópico.

Del análisis de las medidas se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- De las cinco zonas con ruido antropogénico en las que se han medido (Casa del Parque, Colegio, Centro de Salud, Plaza Mayor y A-6), en cuatro de ellas los valores de L_{eq} están comprendidos entre [46.7 – 64.9] dB, tratándose de zonas silenciosas de acuerdo a la Ley 5/2009 del ruido de Castilla y León.
- En la quinta zona donde se ha medido ruido de origen antrópico, la A-6 autovía del Noroeste, el ruido es considerablemente más elevado ya que L_{eq} adopta valores entre [74,4 - 79,6] dB, tratándose por tanto de una zona ruidosa.
- Para caracterizar el ruido de origen natural se ha medido en tres zonas no afectadas por fuentes antrópicas. Los valores del nivel sonoro equivalente obtenidos pueden considerarse bajos ya que están comprendidos entre [33,4 – 42] dBA.
- En el análisis espectral del ruido se ha puesto de manifiesto la alta contribución de las bajas frecuencias, lo que justifica la gran diferencia entre los valores con ponderación A y sin ponderación. Posiblemente estos valores altos a bajas frecuencias se deban al viento presente en los puntos de medida.
- Comparando nuestro estudio con el análisis realizado por Ricardo Hernández Molina en las Marismas de Toruño y Pinar de la Algaida [24], los resultados obtenidos en las Salinas del Pinar son muy similares a los datos medidos en el exterior de la Casa del Parque donde se ubican las tres lagunas artificiales. Además, cotejando su espectro con el nuestro se observa que la principal fuente de ruido de origen antropogénico se debe al tráfico (y al generador) y en ambos casos el nivel de presión sonora equivalente, L_{Zeq} , está comprendido entre [40 – 70] dB y la máxima contribución se halla en frecuencias bajas y medias.

8. LÍNEAS FUTURAS

Para continuar caracterizando el paisaje sonoro de las Lagunas de Villafáfila, una idea muy interesante sería realizar un estudio similar en una época del año diferente, por ejemplo, durante el estío y observar si el paisaje sonoro sufre grandes modificaciones ya que durante este periodo las visitas a la Casa del Parque podrían aumentar, el número de habitantes en el municipio zamorano de Villarrín de Campos también podría crecer o el tráfico por la autovía A-6. Por el contrario, la actividad humana en el Colegio se pararía por completo o el número de aves en la Reserva, principal fuente de ruido de origen natural, se vería más mermado debido a las migraciones.

También sería una buena idea llevar a cabo la toma de datos en periodos nocturnos y a primera hora de la mañana, principalmente en otoño y en primavera, para ver si factores como por ejemplo el tráfico (una de las principales causas del ruido de origen antrópico), afecta a los niveles de ruido.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Rodríguez Alonso, M. y Palacion Alberti, J., Guía de la fauna de la reserva natural <<Las Lagunas de Villafáfila>>. Propiedad: Junta de Castilla y León. (2006)
- [2] Ley 8/1991, de 10 de mayo, de espacios naturales de Castilla y León.
- [3] Lagunas de Villafáfila. (2016). <http://www.villafafila.net>. Consultada el 15/11/2016.
- [4] Lagunas de Villafáfila. (2016). <http://www.seo.org/zona/lagunas-de-villafafila/> Consultada el 15/11/2016.
- [5] El encinar. (2016). <http://ichn.iec.cat/Bages/alzinar/cimg08.htm>. Consultada el 22/11/2016.
- [6] Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila. (2016). http://www.wikiwand.com/es/Reserva_natural_de_Lagunas_de_Villafafila. Consultada el 22/11/2016.
- [7] Micología. (2016). <http://www.valdorba.org/micovaldorba2/> Consultada el 22/11/2016.
- [8] Níscalos y rebollones 2016. (2016). <http://www.cestaysetas.com/niscalos-rebollones-2016/> Consultada el 22/11/2016.
- [9] Amanita phalloides. (2016). <http://www.amanitacesarea.com/amanita-phalloides.html> Consultada el 22/11/2016.
- [10] Guía de las aves de España. (2017). <http://quedadanatural.com/foro/guia-detalle.php?seo=166&g=aves> Consultada el 23/11/2016.
- [11] La avutarda. (2017). <http://elmundo.es> Consultada el 23/11/2016.
- [12] Proyecto avutarda. (2017). <http://www.proyectoavutarda.mncn.csic.es/> Consultada el 23/11/2016.
- [13] <http://victorestebanblancodiez.blogspot.com.es/el-vuelo-de-la-avutarda.html> Consultada el 23/11/2016.
- [14] Huellas de animales salvajes. (2017). <http://mapio.net/pic/p-51624464/> Consultada el 30/11/2016.
- [15] <http://www.villafafila.com> Consultada el 01/12/2016.
- [16] Aves y fotografías de Naturaleza. El ánsar común. (2017). <http://delfingofe.blogspot.com.es/2014/02/a> Consultada el 01/12/2016.
- [17] Cernícalo primilla - falco naumanni. (2017). <http://www.avesfotos.eu/altadefinicion/cernicalo-primilla-1.html> Consultada el 01/12/2016.
- [18] Guía de los peces. (2017). <http://www.peceswiki.com/> Consultada el 07/12/2016.

- [19] La Tenca (*Tinca tinca*). (2017). <http://commons.wikimedia.org/> Consultada el 07/12/2016.
- [20] Gambusia. (2017). <http://faunasalvajeiberica.blogspot.com.es/> Consultada el 07/12/2016.
- [21] Mapas coordenadas geográficas. (2017). <http://www.coordenadas-gps.com/>
- [22] Evolución demográfica de Villarrín de Campos. (2017). Instituto Nacional de Estadística de España.
- [23] Skip Ambrose; Shandill Company; NPS Report No. GRCA-05-02; January 25, 2006.
- [24] Hernández Molina, R. Exposición al ruido antropogénico en las áreas naturales protegidas: Parque metropolitano "Marismas de los Toruños y Pinar de la Algaida". FIA 2014. (2014). 584-593.
- [25] Hernández Molina, R. Las áreas naturales a través del análisis de su paisaje sonoro. Revista de acústica. Vol.44 N°1 y 2.21-30.
- [26] Hernández Molina, R. Análisis del valor límite en las áreas naturales a través del estudio del paisaje sonoro natural. Acústica 2012. (2012). 1-12
- [27] López Uribarri, L. Desarrollo y validación de una metodología para la caracterización del paisaje sonoro en áreas naturales. TecniAcustica. (2013) 548-555.
- [28] Benitez Pablo, A. Analizador de espectro. (2006)
- [29] Susan Fuller, Anne. Connecting soundscape to landscape: Wich acoustic index best describes landscape configuration. Elsevier. 2015
- [30] Ambrose, S. y Burson, S, Soundscape Studies in National Parks. The George Wright FORUM. Volume21 N°1. 29-38
- [31] ISO-2010. Acoustics-Soundscape-Part 1: Concept, evaluation and application.
- [32] Sonómetro Brüel & Kjaer. (2017) <http://moiseslaguna.com/analisis-bruel-kjaer-2260/> Consultada el 22/12/2016.
- [33] Medidas de ruido. http://www.ugr.es/~ramosr/CAMINOS/conceptos_ruido. Consultada el 22/12/2016.
- [34] Maximum, Minimum and Peak Sound Level. <http://www.noisemeters.com> Consultada el 22/12/2016.

[35] Indicadores de Ruido. <http://www.hazruidocontraelruido.com/wp-content/uploads/2014/12/Tema-5.-INDICADORES-DE-RUIDO.pdf> Consultado el 22/12/2016.

[36] 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.

[37] 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.

[38] Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

[39] Ley 5/2009, de 4 de junio, del ruido de Castilla y León.

ANEXO

Permiso para la realización de Trabajo Fin de Grado sobre el ruido en la Reserva Natural de las Lagunas de Villafáfila.

Zamora, 29 de septiembre de 2016
ESPACIOS NATURALES
Ref.:PNA(ZA)/ 16/0973 (mra-jh)

 **Junta de Castilla y León**
Delegación Territorial
Servicio Territorial de Medio Ambiente
ZAMORA

Destinatario:
**Escuela de Ingenieros Industriales
(Sede Mendizabal)**
A/a D^a M^a Angeles Martín Bravo
CC/Francisco Mendizabal s/n
47014 VALLADOLID

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN
DELEGACIÓN T. EN ZAMORA
Salida Nº. 20164740000649
30/09/2016 09:31:28

ASUNTO: RESERVA NATURAL DE LAGUNAS DE VILLAFÁFILA
AUTORIZACIONES TRABAJOS FIN DE GRADO

En relación con su solicitud de permiso para la realización de *TRABAJOS FIN DE GRADO SOBRE EL SONIDO* en la Reserva Natural de Lagunas de Villafáfila, adjunto remito a Vd. *RESOLUCIÓN de 29 de septiembre de 2016 del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Zamora, por la que se autoriza dicha actividad.*

EL JEFE DEL SERVICIO TERRITORIAL
DE MEDIO AMBIENTE,


Fdo.: J. Castro López Cañibano

Visto el expediente referenciado, visto el informe técnico del Director del Espacio y entendiendo que la actividad solicitada constituye un uso autorizable de acuerdo con lo estipulado en el art. 58 del PORN del Espacio Natural, este Servicio Territorial

RESUELVE

AUTORIZAR a:

D.Sergio Vegas Navas con DNI 71155155D y D. Javier Sierra López con DNI 71176549Ja y acompañantes su solicitud para la realización de dos trabajos basados “**el sonido y el ruido en la Reserva**”, dentro del ámbito territorial de la Reserva Natural de Lagunas de Villafáfila durante los años 2016 y 2017:

En el caso de tener que entrar en el interior de las laguna, antes de penetrar en estas deberá notificárselo a la guardería de la Reserva llamando al teléfono 620110444

El titular responderá civil y penalmente de sus acciones en cuanto éstas lesionen derechos a terceros.

Esta autorización se emite a efectos ambientales y no presupone la existencia de cualesquiera otras que fueran necesarias, incluidas las de los propietarios de los terrenos afectados.

Contra la presente Resolución, que no pone fin a la vía administrativa, podrá interponerse por los interesados, recurso de alzada, en el plazo de un mes, contado a partir del día siguiente a aquel en que tenga lugar su notificación.

Transcurrido dicho plazo sin haberse interpuesto el recurso, la resolución será firme a todos los efectos.

EL JEFE DEL SERVICIO TERRITORIAL DE MEDIO AMBIENTE


 Fdo.: J. Caño López Cañibano

ESPACIOS RED NATURA 2000	ESPACIOS NATURALES (Ley 8/1991 de E.N. de CYL)
ZEPA Lagunas de Villafáfila (ES 0000004) LIC Lagunas de Villafáfila (ES 4190146)	Reserva Natural Lagunas de Villafáfila
OTROS INSTRUMENTOS O FIGURAS DE PROTECCIÓN	FECHA DE ENTRADA REGISTRO
Zona húmeda Catalogada ZA-15: Laguna de San Pedro Zona húmeda Catalogada ZA-16: Laguna Las Salinas Zona húmeda Catalogada ZA-18: Laguna Salina Grande Zona húmeda Catalogada ZA-19: Laguna de Barillos Zona húmeda Catalogada ZA-22: Laguna de la Fuente Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León	26 de septiembre de 2016