



Duarte Arredondo, Gonzalo Guillermo

# Efectos del sonido sobre la fauna ictícola, producido por grandes buques en la navegación sobre el Río Paraná



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.  
Atribución - No Comercial 2.5  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

*Cita recomendada:*

Duarte Arrendo, G. G. (2022). *Efectos del sonido sobre la fauna ictícola, producido por grandes buques en la navegación sobre el Río Paraná. (Trabajo final integrador). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3564>*

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

## **Efectos del sonido sobre la fauna ictícola, producido por grandes buques en la navegación sobre el Río Paraná**

*Trabajo final integrador*

**Gonzalo Guillermo Duarte Arredondo**

gonzaduar@gmail.com

### **Resumen**

La navegación de buques, genera un cierto efecto sobre las costas del río, convirtiéndolas en lugares de acumulación de distintas sustancias contaminantes ya conocidas, o que son de alguna manera tradicionales como los hidrocarburos y basuras sólidas; no obstante, actualmente se perciben nuevas problemáticas que allí se evidencian. Los contaminantes de la actividad productiva, que históricamente se analizaron, legislaron y regularon, fueron los contaminantes que los buques generaban en sus operaciones normales, y que luego estos arrojaban a las aguas sin ningún tratamiento, como ser hidrocarburos, basuras sólidas y líquidas, contaminación biológica y emisión de gases al ambiente, englobados en el Convenio Internacional de Prevención de la Contaminación por los Buques (MARPOL), tratado en el seno del Comité de Protección del Ambiente Marítimo (MEPC) de la Organización Marítima Internacional (OMI).

En este sentido, con el correr del tiempo y la evolución del comercio y la logística internacional, surgen nuevos contaminantes o formas de contaminar, uno de ellos resulta ser la emisión de energía sonora al ambiente subacuático. Esta “nueva forma” de contaminación está parcialmente investigada, y aún no se encuentra normada o regulada en la actividad naviera, quizás por su baja percepción social. Estas formas de contaminar han aparecido a causa de varios factores, uno de ellos fue la tendencia internacional de diseño de buques, que consiste en construir los buques cada vez más grandes y con maquinarias voluminosas; los cuales una vez arribados al país, surcan el Río Paraná a fin de cargar y descargar mercaderías vitales para nuestra economía y comercio exterior, haciéndolo a un costo ambiental no determinado, pero que comparado a situaciones análogas, puede llegar a producir efectos ambientales en la fauna del río.

El objeto del Trabajo Final Integrador (T.F.I.), es analizar los efectos ambientales que produce la actividad de grandes buques en el Río Paraná, navegando desde la desembocadura del Río Paraná de Las Palmas en el Río de La Plata, hasta la ciudad de

San Lorenzo (Provincia de Santa Fe), abarcando una extensión lineal total aproximada de 430 Km. El área objeto de estudio recorrida por los buques, se localiza en la denominada Ecorregión - Delta del Paraná, (Burkart, Sanchez, & Gómez, 1999), nuestra escala temporal de análisis corresponde al período de 2006 al 2016.

Por ello, en el presente, se indaga acerca de esta forma de contaminación, que actualmente se encuentra escasamente estudiada, como lo es la contaminación acústica, contaminar es entendida como “alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos” Real Academia Española (RAE, 2019) y acústica como “...parte de la física que trata de la producción, control, transmisión, recepción y audición de los sonidos, ultrasonidos e infrasonidos...”. Para ello se recopilan y analizan fuentes documentales, relacionadas con la afectación de cada uno de los componentes del ambiente, desde aquellos que viven, se alimentan, crecen y se reproducen en ese medio, como lo son los peces (Romano, 1999); como también se indagan, los documentos técnicos sobre generadores de sonidos o de contaminación acústica según el Maritime Environment Protection Comittee (MEPC, 2012) y en ella la condición de propagación de las ondas sonoras en dicho medio físico.

El aporte de fuentes bibliográficas relevantes y de expertos en el tema, son valorados con el propósito de vislumbrar, la posibilidad de la existencia de los primeros indicios de contaminación acústica subacuática, y los efectos que ocasionarían en la fauna del ambiente considerado en caso de una exposición prolongada.

### **Abstract**

The navigation of ships, generates a certain effect on the coasts of the river, turning them into places of accumulation of different pollutants already known, or that are in some way traditional as hydrocarbons and solid garbage; however, new problems are currently being perceived that are evident there. The pollutants of the productive activity, which were historically analyzed, legislated and regulated, were the pollutants that the ships generated in their normal operations, and that they then dumped into the waters without any treatment, such as hydrocarbons, solid and liquid waste, pollution biological and gas emissions to the environment, encompassed in the International Convention for the Prevention of Pollution by Ships (MARPOL), dealt with within the Maritime Environment Protection Committee (MEPC) of the International Maritime Organization (IMO).

In this sense, with the passage of time and the evolution of international trade and logistics, new pollutants or ways of polluting arise, one of them turns out to be the emission of sound energy into the underwater environment. This "new form" of pollution is partially investigated, and it is not yet regulated or regulated in shipping activity, perhaps due to its low social perception. These forms of polluting have appeared due to several factors, one of them was the international trend of ship design, which consists of building larger and larger ships with

bulky machinery; which once arrived in the country, cross the Paraná River in order to load and unload vital merchandise for our economy and foreign trade, doing so at an undetermined environmental cost, but that compared to similar situations, can produce environmental effects in the river fauna.

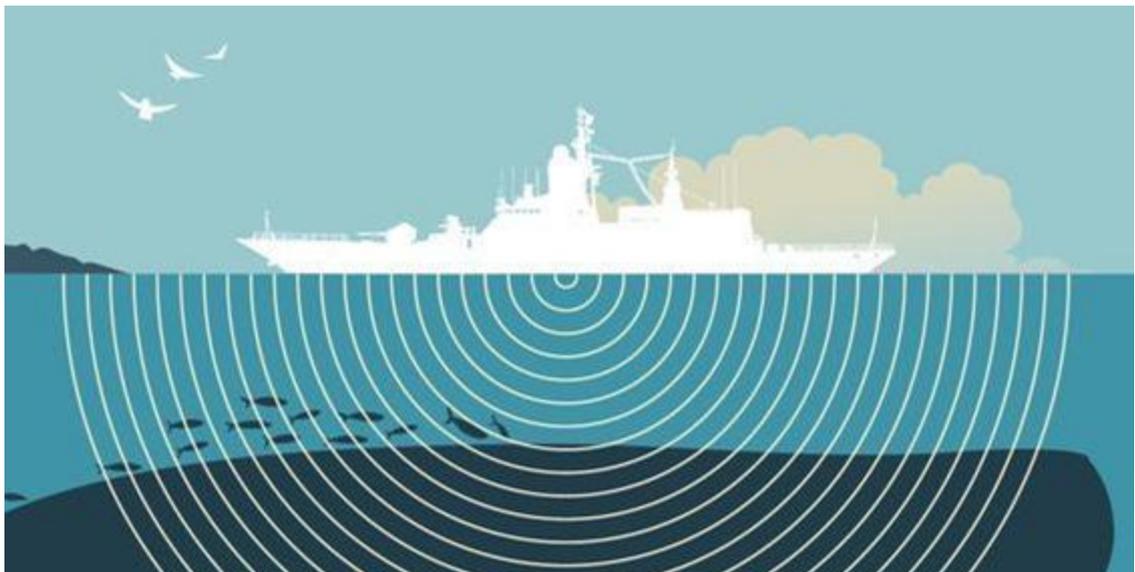
The purpose of this Integrative Final Work (TFI) is to analyze the environmental effects produced by the activity of large ships in the Paraná River, navigating from the mouth of the Paraná de Las Palmas River in the La Plata River, to the city of San Lorenzo (Province of Santa Fe), covering a total linear extension of approximately 430 km. The area under study covered by ships, is located in the so- called Ecoregion - Paraná Delta, (Burkart, Sanchez, & Gómez, 1999 ), our time scale of analysis corresponds to the period from 2006 to 2016.

For this reason, at present, it is investigated about this form of contamination, which is currently scarcely studied, such as noise pollution, to contaminate understood as "harmful altering the purity or normal conditions of a thing or a medium by agents chemical or physical" Royal Spanish Academy (RAE, 2019) and acoustics as "... part of physics that deals with the production, control, transmission, reception and hearing of sounds, ultrasounds and infrasound ...". For this, documentary sources are collected and analyzed, related to the affectation of each of the components of the environment, from those that live, feed, grow and reproduce in that environment, such as fish (Romano, 1999); as also investigated, the technical documents on generators of sounds or noise pollution according to the Maritime Environment Protection Committee (MEPC, 2012) and in it the condition of propagation of sound waves in said physical medium.

The contribution of relevant bibliographic sources and experts on the subject will be evaluated in order to glimpse, the possibility of the existence of the first signs of underwater noise pollution, and the effects that they would cause on the fauna of the environment considered in the event of a long exposure.

*Especialización en Ambiente y Desarrollo Sustentable*

“EFECTOS DEL SONIDO SOBRE LA FAUNA  
ICTICOLA, PRODUCIDO POR GRANDES BUQUES  
EN LA NAVEGACIÓN SOBRE EL RÍO PARANÁ”



**Modalidad del TFI:** Estudio de Diagnóstico.

**Alumno:** Lic. Gonzalo G. Duarte Arredondo

**Director:** MG. Adriana Pereyra

## **INDICE:**

<b>1. Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Modalidad del Trabajo Final Integrador .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Descripción del contexto que da lugar a este tema y Delimitación del área de estudio. ..</b>	<b>5</b>
<b>4. Objetivos del Trabajo .....</b>	<b>7</b>
<b>5. Marco Teórico Conceptual .....</b>	<b>7</b>
<b>6. Plan de Desarrollo Metodológico .....</b>	<b>12</b>
<b>7. Caracterización del área ambiental de estudio .....</b>	<b>13</b>
<b>8. El Problema ambiental: la navegación y sus efectos. ....</b>	<b>20</b>
<b>8.1 El diseño de los buques .....</b>	<b>25</b>
<b>8.2 La Contaminación Acústica.....</b>	<b>32</b>
<b>9. Conclusiones y nuevos interrogantes .....</b>	<b>46</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO I: Modelo de entrevista semiestructurada. ....</b>	<b>53</b>

## 1. Resumen

La navegación de buques, genera un cierto efecto sobre las costas del río, convirtiéndolas en lugares de acumulación de distintas sustancias contaminantes ya conocidas, o que son de alguna manera tradicionales como los hidrocarburos y basuras sólidas; no obstante, actualmente se perciben nuevas problemáticas que allí se evidencian. Los contaminantes de la actividad productiva, que históricamente se analizaron, legislaron y regularon, fueron los contaminantes que los buques generaban en sus operaciones normales, y que luego estos arrojaban a las aguas sin ningún tratamiento, como ser hidrocarburos, basuras sólidas y líquidas, contaminación biológica y emisión de gases al ambiente, englobados en el Convenio Internacional de Prevención de la Contaminación por los Buques (MARPOL), tratado en el seno del Comité de Protección del Ambiente Marítimo (MEPC) de la Organización Marítima Internacional (OMI).

En este sentido, con el correr del tiempo y la evolución del comercio y la logística internacional, surgen nuevos contaminantes o formas de contaminar, uno de ellos resulta ser la emisión de energía sonora al ambiente subacuático. Esta “nueva forma” de contaminación está parcialmente investigada, y aún no se encuentra normada o regulada en la actividad naviera, quizás por su baja percepción social. Estas formas de contaminar han aparecido a causa de varios factores, uno de ellos fue la tendencia internacional de diseño de buques, que consiste en construir los buques cada vez más grandes y con maquinarias voluminosas; los cuales una vez arribados al país, surcan el Río Paraná a fin de cargar y descargar mercaderías vitales para nuestra economía y comercio exterior, haciéndolo a un costo ambiental no determinado, pero que comparado a situaciones análogas, puede llegar a producir efectos ambientales en la fauna del río.

El objeto del Trabajo Final Integrador (T.F.I.), es analizar los efectos ambientales que produce la actividad de grandes buques en el Río Paraná, navegando desde la desembocadura del Río Paraná de Las Palmas en el Río de La Plata, hasta la ciudad de San Lorenzo (Provincia de Santa Fe), abarcando una extensión lineal total aproximada de 430 Km. El área objeto de estudio recorrida por los buques, se localiza en la denominada Ecorregión - Delta del Paraná, (Burkart, Sanchez , & Gómez, 1999), nuestra escala temporal de análisis corresponde al período de 2006 al 2016.

Por ello, en el presente, se indaga acerca de esta forma de contaminación, que actualmente se encuentra escasamente estudiada, como lo es la contaminación acústica, contaminar es entendida como “alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos” Real Academia Española (RAE, 2019) y acústica como “...parte de

la física que trata de la producción, control, transmisión, recepción y audición de los sonidos, ultrasonidos e infrasonidos...”. Para ello se recopilan y analizan fuentes documentales, relacionadas con la afectación de cada uno de los componentes del ambiente, desde aquellos que viven, se alimentan, crecen y se reproducen en ese medio, como lo son los peces (Romano, 1999); como también se indagan, los documentos técnicos sobre generadores de sonidos o de contaminación acústica según el Maritime Environment Protection Committee (MEPC, 2012) y en ella la condición de propagación de las ondas sonoras en dicho medio físico.

El aporte de fuentes bibliográficas relevantes y de expertos en el tema, son valorados con el propósito de vislumbrar, la posibilidad de la existencia de los primeros indicios de contaminación acústica subacuática, y los efectos que ocasionarían en la fauna del ambiente considerado en caso de una exposición prolongada.

#### **Abstract:**

The navigation of ships, generates a certain effect on the coasts of the river, turning them into places of accumulation of different pollutants already known, or that are in some way traditional as hydrocarbons and solid garbage; however, new problems are currently being perceived that are evident there. The pollutants of the productive activity, which were historically analyzed, legislated and regulated, were the pollutants that the ships generated in their normal operations, and that they then dumped into the waters without any treatment, such as hydrocarbons, solid and liquid waste, pollution biological and gas emissions to the environment, encompassed in the International Convention for the Prevention of Pollution by Ships (MARPOL), dealt with within the Maritime Environment Protection Committee (MEPC) of the International Maritime Organization (IMO).

In this sense, with the passage of time and the evolution of international trade and logistics, new pollutants or ways of polluting arise, one of them turns out to be the emission of sound energy into the underwater environment. This "new form" of pollution is partially investigated, and it is not yet regulated or regulated in shipping activity, perhaps due to its low social perception. These forms of polluting have appeared due to several factors, one of them was the international trend of ship design, which consists of building larger and larger ships with bulky machinery; which once arrived in the country, cross the Paraná River in order to load and unload vital merchandise

for our economy and foreign trade, doing so at an undetermined environmental cost, but that compared to similar situations, can produce environmental effects in the river fauna.

The purpose of this Integrative Final Work (TFI) is to analyze the environmental effects produced by the activity of large ships in the Paraná River, navigating from the mouth of the Paraná de Las Palmas River in the La Plata River, to the city of San Lorenzo (Province of Santa Fe), covering a total linear extension of approximately 430 km. The area under study covered by ships, is located in the so-called Ecoregion - Paraná Delta, (Burkart, Sanchez, & Gómez, 1999 ), our time scale of analysis corresponds to the period from 2006 to 2016.

For this reason, at present, it is investigated about this form of contamination, which is currently scarcely studied, such as noise pollution, to contaminate understood as "harmful altering the purity or normal conditions of a thing or a medium by agents chemical or physical "Royal Spanish Academy (RAE, 2019) and acoustics as“ ... part of physics that deals with the production, control, transmission, reception and hearing of sounds, ultrasounds and infrasound ... ”. For this, documentary sources are collected and analyzed, related to the affectation of each of the components of the environment, from those that live, feed, grow and reproduce in that environment, such as fish (Romano, 1999); as also investigated, the technical documents on generators of sounds or noise pollution according to the Maritime Environment Protection Committee (MEPC, 2012) and in it the condition of propagation of sound waves in said physical medium.

The contribution of relevant bibliographic sources and experts on the subject will be evaluated in order to glimpse, the possibility of the existence of the first signs of underwater noise pollution, and the effects that they would cause on the fauna of the environment considered in the event of a long exposure.

## **2. Modalidad del Trabajo Final Integrador:**

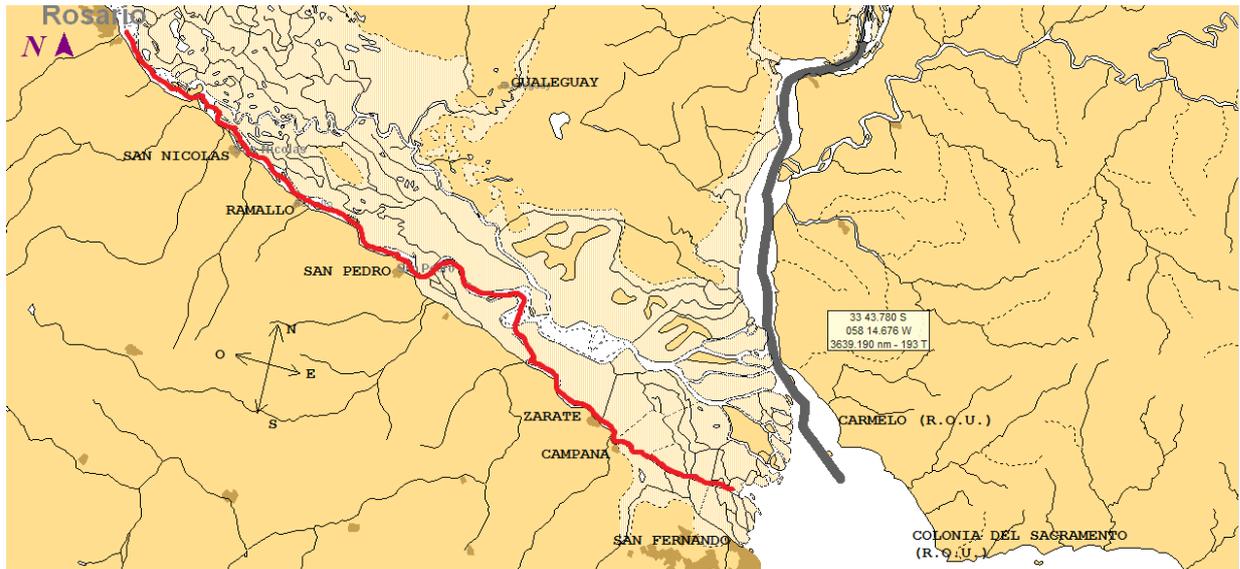
### *Estudio de Diagnóstico*

### **3. Descripción del contexto que da lugar a este tema y Delimitación del área de estudio.**

El presente tema de la investigación, surgió en el marco del desarrollo de la actividad profesional como Oficial de la Prefectura Naval Argentina (PNA) en las riberas del Río Paraná, donde se podía percibir el alto sonido de los buques en su paso por el río. Situación que planteaba diversos interrogantes, acerca de los mecanismos y posible afectación en la fauna ictícola del Río Paraná. En este sentido, la cantidad de buques, como su tamaño y sus frecuencias de navegación, ocasionarían diversos efectos que se manifestarían en el sistema ambiental en sus diferentes componentes. El área de estudio se caracteriza por la intensa navegación comercial, en la que los efectos ambientales se agudizan, es decir la ecorregión Delta del Paraná, más precisamente sobre el lecho fluvial, ambas márgenes y riberas del Río Paraná desde el km 430 (Prov. De Santa Fe) al km 0 del Río Paraná de las Palmas (Prov. De Buenos Aires) (ver Figura N° 1).

El proceso continuo que constituye la entrada formal al país de los buques al Puerto, evidencia el continuo crecimiento de las dimensiones de estos, tanto en su eslora (largo), manga (ancho) y calado (metros en que el buque se sumerge), en concordancia a la tendencia mundial de cargar más tonelaje, en menor cantidad de viajes. Situación tal que trajo aparejado un incremento de la planta propulsora de estos, para permitirles navegar de manera óptima, y en consecuencia se aumentó proporcionalmente el volumen de los equipos auxiliares de estos motores propulsores; como así también provocó que se hayan elevado notoriamente los niveles de ruidos que se producen en estos espacios.

Figura N° 1 Mapa del área de estudio: Río Paraná desde el km 430 hasta su desembocadura en el Río de La Plata.



**Fuente:** Elaboración Propia basado en Carta Náutica H116 vectorial-Nobeltec. La imagen describe el área susceptible de recibir efectos por la navegación de Buques de gran porte, delineado en color el recorrido en sus ríos principales.

Estos ruidos, constituyen ondas sonoras, y como tal tienen su correspondiente propagación en el ambiente, es así que en un medio líquido como lo es un río, tiene un buen medio para ello, pudiendo propagarse por cientos de kilómetros, debido a la buena transmisión y gran alcance de los sonidos en los líquidos (Richardson, 1995). Se identifica una correlación, respecto del relato de los pescadores que se han desplazado del Río Paraná, a arroyos más alejados de este; ya que según dicen la pesca allí ha disminuido, no sólo en cantidad sino en calidad de ejemplares. Razón por la cual, se ha planteado un interrogante, en la relación que pueda existir entre este tránsito y permanencia continua de buques en el río, y la disminución y/o ausencia de peces en dicho cauce. Esta energía liberada al ambiente en forma de ondas sonoras, acorde su nivel de intensidad y frecuencia, puede generar algún daño al ambiente, convirtiéndose en “contaminación acústica”.

A partir de la identificación y análisis de los efectos ambientales, el trabajo desarrollado enmarcado en un estudio de diagnóstico – descriptivo (cualitativo) (Hernandez Sampieri, 2014, p. 92), buscará contribuir a que en el futuro la sociedad, reconozca que la actividad naviera indiscriminada, afecta al ecosistema del Río Paraná; y por consiguiente, como toda actividad comercial, se puedan generar normas que exijan, entre otras, estudios de impacto ambiental, centrados en el objeto de establecer un protocolo de acciones a seguir, incluyendo medidas de

mitigación para que la actividad se desarrolle en el marco de la sustentabilidad, acorde lo establece la Constitución Nacional y leyes complementarias.

#### **4. Objetivos del Trabajo**

✓ Objetivo General:

Identificar los efectos ambientales de contaminación acústica, que genera la navegación de los buques de gran porte en el Río Paraná.

✓ Objetivos específicos:

- a) Describir la relevancia, singularidad y rasgos que definen al ecosistema acuático en el área de estudio.
- b) Identificar las características y frecuencia de navegación en el área de estudio en el Río Paraná.
- c) Caracterizar y definir la problemática del “ruido” ocasionado por los buques en navegación, así como sus efectos.

#### **5. Marco Teórico Conceptual**

En este trabajo, el enfoque que se adopta se enmarca en el concepto de ambiente como sistema, al efecto este término es definido por la Real Academia Española como el: “conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas sociales, etc. que rodean a los seres vivos” (RAE, 2019). Asimismo, y en consonancia con la definición anterior, Gallopín (1982) expresa “que el ambiente puede concebirse como un conjunto de variables interrelacionadas en un sistema ambiental, con una organización y dinámica dada, interactuando con el sistema humano considerado” (p.174). Avanzando en el concepto, podemos considerar al ambiente “como la forma en que representamos el resultado de las interacciones entre el sistema biofísico y el sistema cultural, que han implicado históricamente diferentes tipos de configuración estructural” (González L. de G., 1996, p.35). Nuestro país está conformado por un grupo variado de sistemas, que se encuentran relacionados entre sí; es decir, sistemas que pueden constituirse en aspectos

del orden político, sociales, geográficos, históricos y biológicos; y que tienden a conformar un “todo”. Este todo, es lo que constituye el entorno o ambiente, también llamado como sistema humano con agregación de sistema nacional, el cual se menciona como integrado por un sistema físico (ecosistemas, aire, agua, clima, etc.) y uno externo (interrelaciones comerciales, sociales, políticos, geográficos, etc.) (Gallopín, 1982).

Asimismo, Gómez Orea (1999) expresa que el “Medio Ambiente es el entorno vital: el sistema constituido por los elementos físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando la forma, el carácter, el comportamiento y la supervivencia de ambos” (p. 37). Es decir, el autor expone y nos muestra como dos sistemas, el ambiental con los factores ambientales y sus dinámicas; y el sistema humano con su desarrollo y aspecto social y político, ambos relacionados e interactuando continuamente. En el mismo sentido, González L. de G. y Valencia Cuellar (2013) afirman que se debe incorporar el “sistema cultural” al sistema ambiental; ya que gracias a este último concepto, permite definir al ambiente, como una singular forma de representación de las interacciones mencionadas, que se han creado a lo largo de la historia sobre la base de distintas configuraciones entre los seres humanos (p. 123). Respecto de estas configuraciones, González L. de G. (1996) reafirma la importancia de la responsabilidad en la interacción que mantenemos con el ambiente, por ello recuerda que este debe ser equilibrada; es decir, ninguna de las variables que la componen y que producen efectos de las interacciones, deben ser desarrolladas en mayor nivel, ya que desequilibraría el sistema, y con ello crearía nuevas interacciones que podrían ser nocivas para los elementos en ellos, por ejemplo, nosotros. Estas interacciones en el ambiente, según González L. de G. y Valencia Cuellar (2013) deben dirigirse en relación al desenvolvimiento de sus potencialidades, tanto del patrimonio biofísico (variables ambientales) como de las culturales; es decir, estas últimas reconocidas como la respuesta adaptativa de los grupos humanos en interacción con el ambiente (p. 124).

En este contexto, Diegues (2005) nos sugiere que este ambiente, permanece en equilibrio en un estado de homeostasis, regulado dinámicamente por medio de una serie de mecanismos una vez que se perturba, es decir en un equilibrio dinámico; por lo que una vez estabilizado queda en condiciones de ser nuevamente alterado, aumentando el “riesgo” de ser perturbado (p.41). Este riesgo, es entendido como una medida de la probabilidad y magnitud de ocurrencia de acontecimientos (Beck, 2002); por ello, y dependiendo el enfoque que adoptemos, se puede constituir en “amenaza”, que no es ni más ni menos que la presencia de fenómenos naturales y físicos, que pueden generar daños humanos, materiales o al ecosistema (Kobler, 2004). En este

sentido, Kobler (2004) expresa que es factible evaluar el riesgo de un ambiente o comunidad, mediante una herramienta llamada ecuación del riesgo, que expresa la relación entre la función geosistema perturbador, función componente humano, función territorio, función sistémica y gestión territorial. De alguna manera indica la relación entre amenaza y vulnerabilidad, esta última entendida como el nivel de exposición y las capacidades que dispone una región, comunidad, individuo o sistema de protegerse de un fenómeno peligroso (p.17). Hernandez Santana y Espinosa Rodriguez (2015) explican que la ecuación general de riesgo, debe ser entendida y aplicada como la integración de variables territoriales, sociales, económicas, políticas y éticas entre otras (p.52).

Si esta amenaza ocurre afectando factores ambientales y perdura en el tiempo, podríamos estar en presencia de un problema ambiental, ante el cual Gómez Orea (1999) expresa que no se puede aplicar el concepto de problemática ambiental, cuando se alteren factores ambientales por fenómenos naturales, es decir, estos deben ser de carácter exclusivamente antropocéntrico (p. 39). Al respecto González L. de G. y Valencia Cuellar, (2013) afirman que los problemas ambientales, obedecen al incremento sostenido de la interacción de la población con otros elementos, para satisfacer algunas necesidades humanas, desbordando en muchas ocasiones la capacidad del ecosistema de sostener dicha interacción, y ocasionando un agotamiento progresivo de los elementos (p. 125). Por ello, se infiere que es necesario reconocer la composición de los problemas ambientales; por un lado, la “forma de ser” que corresponde a la organización social determinada y por otro lado, según González L. de G. y Valencia Cuellar; (2013) “a la estructura y consolidación cultural de esa población humana en un contexto biofísico determinado” (p.125).

En relación a ello, Córdova Aguilar (2002) refiere que el medio físico ofrece oportunidades y límites a las distintas necesidades humanas, que conllevan a una adaptación “cultural” al ambiente y su interacción con él, mediante la toma de decisiones sobre esta necesidad, que alteran a lo largo del tiempo las características del mismo (p.174). En esa misma línea, cuando nos encontramos con procesos, que involucran variables y relaciones complejas entre los distintos elementos del ambiente, que generan afectaciones puntuales sin valorizar, estamos en presencia de efectos ambientales (Echechuri, 2002). No obstante, ante la presencia de estos procesos que van alterando el ambiente mediante estas acciones, es fundamental poder predecir cuál va a ser su nivel de cambio en el ambiente, ya que a simple vista no podemos decir que será grave, o bien que con el tiempo este efecto desaparecerá. Para ello, se va a necesitar contar con herramientas metodológicas y de acción, englobadas en la gestión ambiental, la que es definida

por Rodríguez Becerra & Espinoza (2002) como conjunto de acciones encaminadas por la sociedad, o una parte de ella, con el fin de proteger el medio ambiente” (p.7).

Es por ello, que ante actividades humanas productivas que necesiten medir, calificar, o cuantificar los efectos que se producen en el sistema ambiental, existen instrumentos de gestión que se han desarrollado en las últimas décadas, como lo es la Evaluación de Impacto Ambiental; la cual es definida por Espinoza, (2007) como “...la herramienta preventiva mediante la cual se evalúan los impactos negativos y positivos que las actividades humanas, pueden generar sobre el ambiente y se proponen las medidas para ajustarlos a niveles de aceptabilidad” (p. 34). Como parte de un procedimiento de la EIA, se identifica al estudio de impacto ambiental (EsIA) que según Conesa Fernández - Vitoria (2006) se define como “el documento técnico, de carácter interdisciplinar...destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno...”(p. 74)

El área objeto de estudio es la región del Delta del Río Paraná, partiendo desde el km 430 aguas abajo hasta la desembocadura del Río Paraná de las Palmas en el Río de la Plata; Latitud 34° 38'0850 S, Longitud 058° 45'219 W (SHN, 2001). Este ambiente de estudio, por sus características es un área denominada Delta, que por definición posee una morfología que se puede describir en tres ambientes considerados sucesivos, los cuales son proyectados hacia aguas abiertas, estos son: una llanura deltaica, un frente deltaico y un pro-delta. El área representa una llanura del tipo aluvial, recorrida por una extensa red de diversos canales ramificados que distribuyen el agua, abriéndose paso transportando sedimentos continentales, que se superponen a sedimentos fluviales o marinos, los cuales conforman el frente deltaico (Rinaldi, Abril, & Clariá, 2005).

Desde la perspectiva ambiental, el área en donde se desarrolla la problemática se denomina “Ecorregión del delta del Paraná”, que comprende “...un conjunto de macrosistemas de humedales de origen fluvial encajonados en una falla geológica, extendida en sentido norte-sur...” (Bó R. F., 2008, p. 131). En este sistema ambiental del Delta existe variada flora y fauna, que dentro de su hábitat se encuentra sometida a múltiples factores ambientales “normales” afirma Fernández et al (2002). La biodiversidad en las riberas y en los ambientes de media loma del área en cuestión, se constituyen de comunidades con la capacidad de soportar, tanto las distintas condiciones hidrológicas fluctuantes, como la fauna característica de la ecorregión; que forman entre ellas ciertas cadenas tróficas e interacciones complejas (Bó, 2008). Las condiciones llamadas hidrológicas, están basadas fundamentalmente en una gran red de ríos y canales

interconectados, que permiten un drenaje natural del Delta (Malvarez, 1999), que fluyen en grandes brazos como lo son: el Río Paraná, Río de Paraná de las Palmas y Paraná Guazú; los cuales por su gran caudal permiten la navegación de grandes buques.

Los ríos al ser navegables, se convierten en un medio barato de transporte (Córdova Aguilar, 2002), y en el área de estudio se encuentra la Hidrovía Paraguay- Paraná, gran corredor logístico, el cual consiste en un sistema de comunicación fluvial entre cinco países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Bolivia, Paraguay y Uruguay), que desde 1969 se han organizado para mejorar la cuenca del Plata, adaptándola para la navegación de buques de carga en ella (Moiraghi de Pérez, 2018). Su recorrido actual es de 3.442 km. y al respecto en nuestro país Prefectura Naval Argentina (PNA, 2016) informa que navegan el Río Paraná, alrededor de 19.560 buques de gran porte por año.

Estos buques que navegan el Río Paraná, son definidos como un flotador dotado de estanqueidad, estabilidad y navegabilidad, poseen características específicas de diseño, tipos de carga, forma, propulsión, y otras variables (Mandelli, 1986). Es decir, deben contar con dichas características, a fin de poder trasladarse y transportar con equilibrio las mercaderías específicas a través del agua, para ello debe hacerse de sus motores propulsores, hélices, y demás mecanismos auxiliares que son específicos para el transporte de cargas por agua.

El paso de buques por el medio acuático que se trate (marítimo, fluvial, lacustre, etc.), genera entre otras cosas, energía en forma de ondas sonoras en exceso en el ambiente, la cual es denominado por Esteban de Alonso (2003) como ruido; definiéndolo como “un sonido no deseado, o un sonido molesto e intempestivo, que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos” (p.74). Es por ello, que este ruido puede producir contaminación, y como expresan Cohen y Castillo (2017) sería una contaminación de carácter acústica, siendo definida por ellos como “...el exceso desmedido de ruido, producido por múltiples fuentes emisoras durante el desarrollo de las actividades cotidianas...caracterizado por no ser físicamente tangible, pero que se percibe por los sentidos, particularmente el del oído” (p. 71); hacer referencia a la contaminación es considerar que, si la fuente de energía en el ambiente presenta niveles superiores a los normales existe “contaminación” (Saura, 2015).

La problemática del ruido submarino es reconocida por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y se ha plasmado por ejemplo en documentos como el del Proyecto de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) N ° 1516076, como así también mediante la Resolución MEPC 60/18, (Comité de Protección del Medio Marino de la O.M.I.; 2009.) y en la Ordenanza Marítima Prefectura Naval Argentina N ° 06/ 16 DPSN, los cuales tienden por un lado a normar

la generación de ruido en las salas de máquinas de los grandes buques, a fin de mitigar y prevenir las afecciones del ruido, tanto en relación al daño a la salud humana, como el de la fauna acuática. En otro medio como es el terrestre, se evidencia la problemática del ruido sobre la salud humana, la Superintendencia de Riesgos de Trabajo (SRT, 2016) mediante la Resolución SRT N° 85/12 elaboró una guía práctica, en la cual establece los niveles máximos de exposición al ruido, que debe estar un trabajador acorde la actividad que se trate, en la cual menciona los aspectos relativos a la acústica y establece los criterios de medición que deben realizarse en los ambientes laborales (p. 4)

Esta exposición al ruido que sufre la fauna, en especial los peces, puede ocasionar daños tanto en sus órganos auditivos, como en sus actividades de comunicación, orientación o reproducción; de acuerdo con la especie que se trate (Tavolga, Popper , & Fay, 1998). El daño ocasionado a la fauna por el ruido submarino, fue puesto en conocimiento por investigaciones que analizan el estrés producido por contaminación acústica antropogénica, en el comportamiento de peces (Banner & Hyatt, 1973); y por otro lado, se comprobó que la exposición del pez *Carassius aurata* a largos períodos e intensidades de ruido, ocasionaban problemas en su crecimiento, alimentación, reproducción y daños en los órganos auditivos (Carrasco Acosta , 2009); no obstante actualmente se ha comprobado unas 66 especies mundiales con alguna afección física o de conducta ocasionada por ruido (Weilgart, 2018)

## **6. Plan de Desarrollo Metodológico**

El proceso de investigación está organizado en cuatro fases. Este diseño metodológico surge a partir de la lectura, comparación y combinación de las distintas propuestas metodológicas para el desarrollo de investigaciones dentro del campo de las Ciencias Ambientales, en base a corresponderse a una problemática netamente ambiental. La metodología propuesta se origina a partir de la definición del problema, delimitación de objetivos, y área de estudio como escala temporal de análisis; y propone una investigación de tipo teórica con un nivel descriptivo, basándose en un diseño de investigación no experimental (Hernández Sampieri; 2006). Para ello, se analiza el aporte documental a partir de fuentes bibliográficas, en relación con características del área de estudio, el tráfico de buques en la misma, ruido, contaminación acústica y su posible efecto en el ambiente. También se efectúa la búsqueda y recopilación de normativa específica, y artículos técnicos referidos al tema objeto de este trabajo; definiéndose una población y muestra

basada en Buques Internacionales en navegación en los últimos 2 años que rondan los 39.000 buques.

En este marco, se efectúan entrevistas (*ver Anexo I*) a biólogos especializados en limnología y zoología, como también especialistas en contaminación provenientes de buques, con asiento en la Dirección de Protección Ambiental de la Prefectura Naval Argentina, quienes aportan su experticia sobre la temática de contaminación acústica, fauna, ambiente, diseño de buques, entre otras temáticas. Una vez realizado el trabajo de gabinete y de campo, del análisis de lo recogido se procede a la elaboración de la memoria escrita.

## **7. Caracterización del área ambiental de estudio**

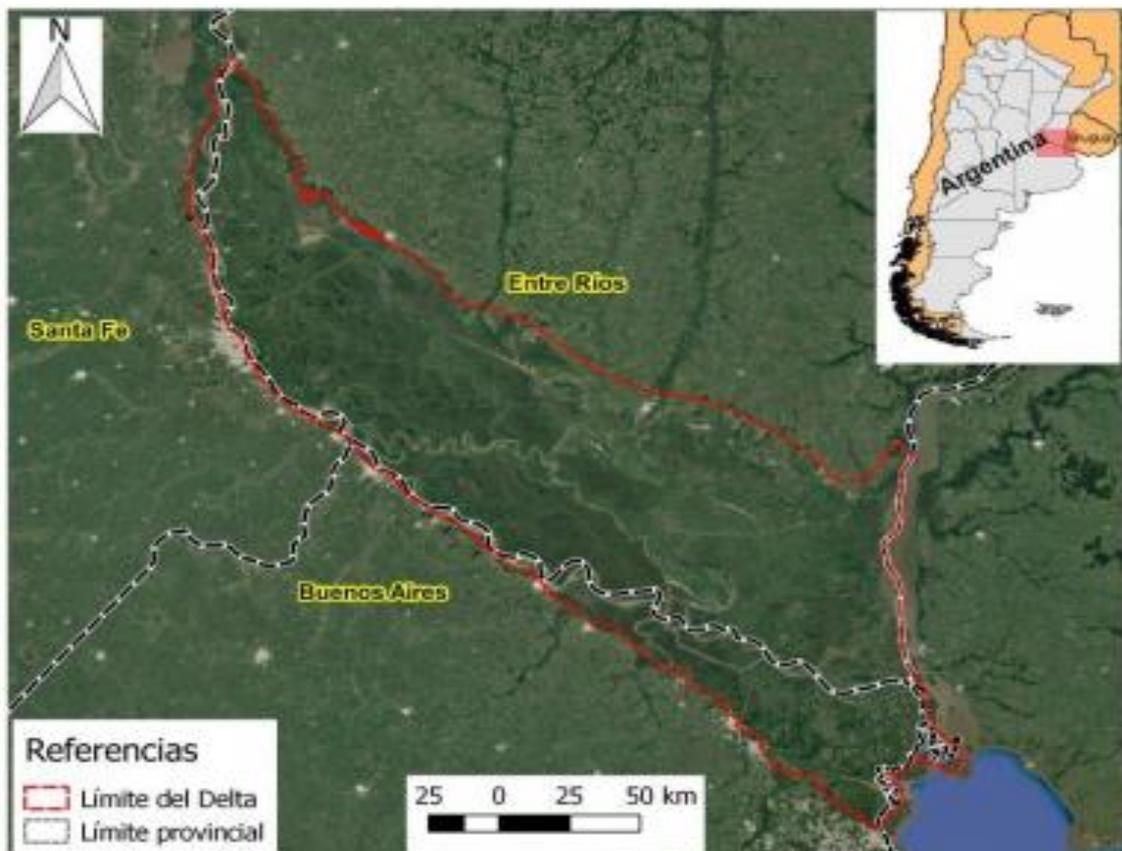
Esta área objeto de estudio corresponde al Río Paraná, partiendo desde el km 430 aguas abajo hasta la desembocadura del Río Paraná de las Palmas, en el Río de la Plata en posición Latitud

34° 38'0850 S, Longitud 058° 45'219 W; según lo indica el Servicio de Hidrografía Naval (2001). En esta área, dentro de lo que se conoce como la ecorregión del Delta del Paraná, se encuentran interconectados distintos canales que permiten el drenaje natural del agua, identificándolos en Ríos grandes (mayores a 500 mts. de ancho), Ríos Pequeños (entre 100 mts. y 500 mts.), Arroyos grandes (entre 20 y 50 mts. de ancho) y Arroyos pequeños (menores a 20 mts. de ancho); siendo el Río Paraná, junto el Río Paraná de las Palmas y el Río Paraná Guazú, Río Paraguay, Río Talavera y Río Paraná Bravo, las vías principales de drenaje del Delta según el Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PSAP, 2011). Estos cursos de agua de grandes caudales, entre los que se destacan los Ríos: Paraná, Paraná de las Palmas y Paraná Guazú, son aquellos los cuales permiten la navegación de grandes buques en la zona, que lo hacen cargados tanto aguas arriba como aguas abajo, hacia los distintos puertos que se encuentran en la vera de dichos cursos.

Asimismo, y en relación con lo expuesto, la ecorregión del Delta del Paraná representa un sistema ambiental llamado “Ecorregión del delta del Paraná”, que comprende según Bo (2008) “...un conjunto de macrosistemas de humedales de origen fluvial, encajonados en una falla geológica, extendida en sentido norte-sur...” (p. 131). A pesar de estar ubicada en una región meridional, la presencia de grandes espejos de agua y baja altitud del terreno, ocasiona un

microclima que ayuda con la proliferación de especies animales y vegetales que recuerdan a latitudes tropicales.

Figura N° 2 Imagen de la ecorregión Delta del Paraná.



**Fuente:** “Instituto Nacional del Agua”. Imagen correspondiente al área de la ecorregión del Delta de Paraná, con delimitación geográfica y provincial. El área delineada con rojo corresponde a los límites geográficos del Delta y en color negro los provinciales políticos, sobre croquis físico<sup>1</sup>.

El Delta del Paraná, se inicia en la localidad de Diamante, Provincia de Entre Ríos, y frente a la localidad de Puerto Gaboto en Santa Fe, posee una extensión lineal de 320 km, presentando un ancho muy variable, que va desde 18 km frente a Baradero (Bs. As.) hasta alcanzar alrededor de 100 km sobre el frente de la desembocadura al Río de la Plata, según lo indica la Subsecretaría de Planificación y Política Ambiental (SPPA, 2008); incluyendo en su extensión, áreas de las provincias de Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires.

<sup>1</sup> Correspondiente a la publicación “DELTA DEL PARANA PROYECTO PARA EL DESARROLLO ESTRATEGICO” recuperado de web: [https://www.ina.gov.ar/pdf/publicaciones/Informe\\_01\\_Delta-v2.pdf](https://www.ina.gov.ar/pdf/publicaciones/Informe_01_Delta-v2.pdf)

A grandes rasgos, la región puede dividirse en tres grandes sectores o eco secciones: el Delta Superior, el Delta Medio y el Delta Inferior (Burkart A. E., 1957). El Delta Superior incluye la porción situada entre el inicio de la región, y una línea imaginaria que las ciudades de Victoria (provincia de Entre Ríos) y Rosario (provincia de Santa Fe), el Delta Medio se extiende desde la línea imaginaria anteriormente señalada hasta el nacimiento del Río Paraná de las Palmas, ubicado al sur de otra línea imaginaria, que une las localidades de Baradero (provincia de Buenos Aires) e Ibicuy (provincia de Entre Ríos); y por último, el Delta Inferior que constituye la porción final de la región. (Bó R. D., 2010).

Se observa una flora y fauna diversa, que dentro de su hábitat se encuentra sometida a múltiples factores ambientales “normales”, es decir no está inmersa a condiciones ambientales o climáticas extremas, salvo las inundaciones continuas, ocasionadas por el régimen de crecidas ordinario o bien por factores meteorológicos relacionados con el viento sudeste, que produce un “taponamiento”, no permitiendo el normal desalojo de agua de la región; Kandus y Minotti (citado en Pereyra et al; 2019), indica que

“...Son tres los forzantes que dan paso a la inundación en esta región, las provocadas por el escurrimiento del río Paraná en el sentido Norte-Sur, las mareas del estuario (mareas lunares) y las crecientes provenientes del Río de la Plata, denominadas sudestadas” (p. 10).

Dichas condiciones permiten el desarrollo de la biodiversidad en las riberas, y en los ambientes de media loma del área en cuestión, se constituyen de comunidades con la capacidad de soportar las distintas condiciones hidrológicas fluctuantes, y la fauna característica de la ecorregión, las cuales forman cadenas tróficas e interacciones complejas (Bó, 2008). Esta flora y fauna característica de la ecorregión, podemos agruparlas sin ser exhaustivos en las siguientes:

Figura N° 3 Cuadro de especies más comunes de flora y fauna en la ecorregión “Delta del Paraná”

FLORA	FAUNA
Sauce criollo ( <i>Salix humboldtiana</i> )	Ciervo de los pantanos ( <i>Blastocerus dichotomus</i> )
Aliso de río ( <i>Tessaria integrifolia</i> )	Pava de monte común ( <i>Penelope obscura</i> )
Palmera pindó ( <i>Arecastrum romanzoffianum</i> ),	Biguá víbora ( <i>Anhinga anhinga</i> ).
Sauco ( <i>Sambucus australis</i> )	Cuises ( <i>Cavia aperea</i> )

Ligustrinas ( <i>Ligustrum sinense</i> )	Carpinchos ( <i>Hydrochaeris hydrochaeris</i> )
Moras ( <i>Morus sp.</i> )	Chajáes ( <i>Chauna torquata</i> ),
Fresnos ( <i>Fraxinus pennsylvanica</i> )	Comadreja overa ( <i>Didelphis albiventris</i> )
Madreselvas ( <i>Lonicera japónica</i> )	Gato montés común ( <i>Oncifelis geoffroyi</i> ),
Zarzamoras ( <i>Rubus spp.</i> )	El federal ( <i>Amblyramphus holocericeus</i> )
Espinillo ( <i>Acacia caven</i> )	Cabecita negra ( <i>Carduelis magellanica</i> ).
Chilcales ( <i>Baccharis spp.</i> )	Yarará ( <i>Bothrops alternatus</i> )
Verdolagales ( <i>Portulaca oleracea</i> )	Rana criolla ( <i>Leptodactylus ocellatus</i> )
Pastizales de <i>Luziola peruviana</i>	Bagres (de los géneros <i>Pimelodus</i> y <i>Parapimelodus</i> )
Pajonales de cortadera ( <i>Scirpus giganteus</i> )	Surubíes ( <i>Pseudoplatystoma</i> y <i>Luciopimelodus</i> )
Juncales ( <i>Schoenoplectus californicus</i> )	Sábalo ( <i>Prochilodus platensis</i> )
Canutillares ( <i>Paspalum repens</i> )	Dorado ( <i>Salminus maxillosus</i> )

**Fuente:** Elaboración propia. Lista las especies animales y vegetales, más comunes en el Delta del Paraná, acorde lo descrito por la Publicación “Situación ambiental en la ecorregión del Delta e Islas del Paraná (Bó, 2008; p.136)

El ambiente considerado, se encuentra dentro de lo afirmado por González L. de G. y Valencia Cuellar (2013), constituye una singular forma de representación de las interacciones entre los factores ambientales (Flora, fauna, etc.) y la cultura, las cuales se han creado a lo largo de la historia, sobre la base de distintas configuraciones entre los seres humanos (p. 123). Esta diversidad biológica del sistema ambiental, interactúa continuamente con los sistemas culturales, tales como las actividades productivas de la ganadería extensiva, la caza y la pesca (comercial y de subsistencia) la apicultura, la recolección de leña en la porción entrerriana, la forestación con salicáceas -sauces y álamos- para el uso de papel, y el turismo; son actividades desarrolladas mayormente en la porción baja o inferior del Delta, según lo afirma la SPPA (2008), y que constituyen el eje de la economía regional. Bó (2010) expresa que la mayoría de estas, “pese a la importante presión que ejercen sobre el ambiente, en la actualidad son poco desarrolladas e impulsadas salvo el turismo, debido al fenómeno de relocalización y despoblamiento de las islas, que desde hace varias décadas viene produciéndose en el Delta, a causa de los bajos precios pagados por los productos locales, las modalidades de producción deficientes, y,



**Fuente:** Imagen de la ubicación de los puertos más importantes del Río Paraná y Río de la Plata, con descripción de las terminales portuarias, sobre un croquis. Fuente: XXV Seminario Internacional de Puertos, Vías Navegables, Transporte Multimodal y Comercio Exterior. (2015) extraído de <https://slideplayer.es/slide/8858184/>.

Figura N° 5 Terminal Portuaria “TZ”.



**Fuente:** Imagen de la terminal Portuaria de TZ en Zarate (Bs. As.) la más importante en carga rodados del país, con tres buques amarrados y con vista del playón de rodados futuras cargas. Terminal Zarate.com.ar (2019) <http://www.terminalzarate.com.ar/>

Por ello, ese tipo de buques requiere de cursos de agua profundos y con un ancho considerable, que les permita navegar cargados, tanto de salida como de entrada al país, haciéndolo intensamente por el Río Paraná desde el Km 430 hasta el km 234, luego por el Río Paraná de las Palmas del km 190 al 56, y del km 233 al 0 del Río Paraná Guazú (PNA, 2016). El Río Paraná, con sus brazos como el Río Paraná de la Palmas y Río Paraná Guazú, nuclea la mayor parte de la navegación de los grandes buques. Cabe destacar; según el SHN (2013) el Río Paraná posee un caudal de 16.000 m<sup>3</sup>/s y una profundidad media de 12 metros, con un fondo limoso que se encuentra conformado por arcillas en un 25 %, limos 60 % y arenas 15 %; representando condiciones inmejorables para esta actividad. La PNA lleva adelante el control del tráfico de buques en estos ríos, vinculado con sus funciones específicas de Autoridad Marítima Nacional, en relación con la seguridad de la navegación, prevención de la contaminación y cuidados del ambiente.

Figura N° 6 Tramos navegables Hidrovía Paraná, Paraná de las Palmas y Guazú



**Fuente:** Elaboración propia<sup>2</sup>. Esta imagen muestra los ríos navegables de la ecorregión del Delta del Paraná e indica los 3 ríos de navegación de buques de gran porte.

Estos ríos poseen regímenes hídricos similares, que en la región presenta un patrón complejo; ya que existen múltiples fuentes de aporte de agua que se comportan de forma diferenciada, las precipitaciones locales, los regímenes de inundación, la influencia por el régimen hidrológico del río Paraná, entre otras. Asimismo, Malvarez (1999) explica que en la parte final del Delta, se observa una mayor importancia de los efectos de las mareas, que afectan las aguas del Río de la Plata en forma diaria, y los de las sudestadas (vientos del sector SE), los cuales presentan ascensos importantes del nivel de las aguas, con influencia hasta Rosario en el caso de las primeras, y hasta Zárate en el de las segundas (p. 38).

Para el desarrollo del presente trabajo, se estableció una escala temporal que comprende el periodo de 2006 al 2016, a fin de utilizarlo para reflejar el incremento de tránsito de buques por el área considerada, y asimismo por el crecimiento de volúmenes que poseen dichos buques en sus construcciones; que nos muestran su exponencial crecimiento en el mundo<sup>3</sup>, tomando como

<sup>2</sup> Modificado de la Figura 4.3.1 “Principales ríos navegables del Delta del Paraná” (P. 143).

<sup>3</sup> <https://www.lanacion.com.ar/economia/comercio-exterior/el-dilema-del-tamano-nid1860607/>

referencia histórica la decisión de ampliación del Canal de Panamá, lugar de tránsito de los buques de gran porte más voluminosos del Planeta.

## **8. El Problema ambiental: la navegación y sus efectos.**

La región del Delta del Paraná, se caracterizó históricamente por el desarrollo de las actividades productivas relacionadas con la agricultura, artesanía, la pesca de forma deportiva y de supervivencia. Sin embargo, según Bó (2008) y (Malvarez, 1999) las condiciones de asentamiento humano fueron desapareciendo con los años, debido a problemas del propio microclima, comodidades y régimen hidrológico, lo que ocasionó un vuelco notable a la actividad de uso recreativo y de paisajismo. Por otro lado, parte del sector aguas arriba, es notablemente identificado con el tráfico de buques de gran porte, que navegan por el Río Paraná de las Palmas y Río Paraná Guazú, siendo reconocido por la población como parte del paisaje<sup>4</sup>. Si bien el Delta no constituye un espacio urbano, si es la zona más transitada por los buques debido a la presencia de Puertos de ultramar, según Bó (2008) en relación a que la ecorregión, representa la zona más industrializada del país y con mayor concentración demográfica en sus ciudades (p. 141).

Según Saura (2015) la evolución humana ha ocasionado que se interactúe con toda la biosfera, disolviendo las fronteras en torno a la globalización de la economía, de esta conducta se generan diversos impactos ambientales, como consecuencia de la “explotación de los recursos, la contaminación y las perturbaciones de los sistemas naturales” (p.113). Con la presencia de los buques, se fueron presentando diversas problemáticas ambientales en distintas regiones del mundo, como: la aceleración de la erosión costera, contaminación por vertido de hidrocarburos y otras sustancias líquidas, por basura sólida, por especies exóticas invasoras; y posiblemente por el ruido que generan. En el caso de la ecorregión del Delta del Paraná, se han identificado distintos desequilibrios por la actividad de los buques en los ríos y costas, que rápidamente ha causado esta sensación molesta a los pobladores, y que actualmente continúa manifestándose en estas poblaciones.<sup>5</sup>. Al respecto, podemos citar a Córdova Aguilar (2002) e indicar que no se ha concretado la adaptación cultural que implica el efecto ambiental, luego de las interacciones con

---

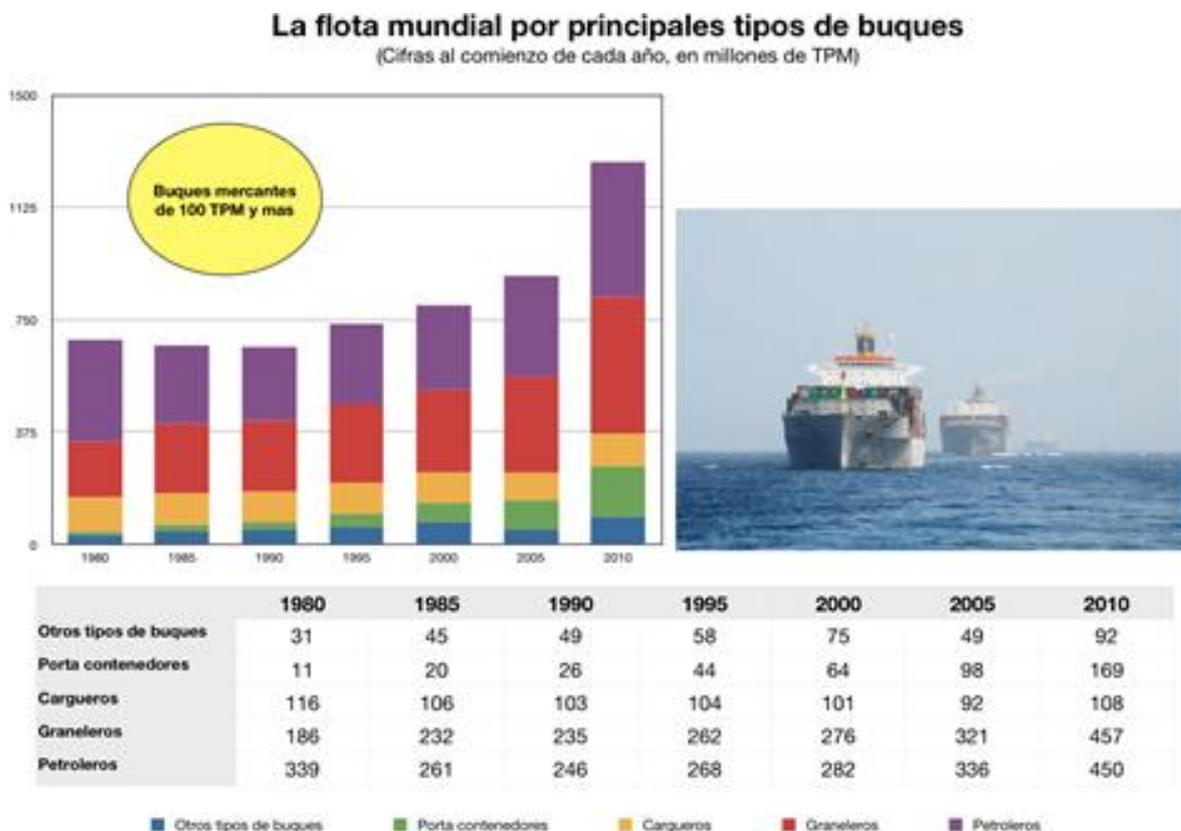
<sup>4</sup> Asociación de amigos del museo de Zarate (2019) Recuperado de [http://amigosmuseozarate.com.ar/museo\\_wp/miradas-hacia-el-pasado-zarateno/](http://amigosmuseozarate.com.ar/museo_wp/miradas-hacia-el-pasado-zarateno/)

<sup>5</sup>Paralelo 32.com.ar (2019) Recuperado de <https://paralelo32.com.ar/la-autopista-fluvial-del-sur/>

el medio físico; de ahí la molestia o incomodidad que depende directamente de su tolerancia, pudiendo provocar acciones o reacciones al respecto, teniendo en cuenta que “el nivel de incomodidad también constituye un valor cultural, solo percibido cuando se aproxima al límite de nocividad, o sea la muerte” (Gallopín, 1982, p. 11).

En el caso del tráfico de buques de gran porte, es una actividad como ya dijimos, incorporada a la cultura de la ecorregión del Delta del Paraná, no obstante, la información que se posee en relación a la formación académica o profesional previa en la temática, permite que se pueda entender que un elevado tráfico de buques de gran tamaño, con maquinarias voluminosas que permiten sus distintas operaciones, generaría un “alto” nivel de ruido transmitido al agua. A ello debemos agregar la mayor frecuencia de buques y aumento de cargas; que nos proporciona la primera pauta que dicha actividad, podría ejercer algún efecto en el ambiente, ya que inexorablemente desde la mirada antropocéntrica, en la navegación de estos buques se rompen las interacciones equilibradas.

Figura N° 7 Imagen de evolución histórica del peso de carga transportada acorde tipo de buque.



Fuente: Review of Maritime Transport 2010 / UNCTAD / Charter 2, pag 34

**Fuente:** Blog “Mar y Ciencia” <https://marygerencia.com/2011/02/23/estructura-de-la-flota-mundial/>, la describe la evolución del TPM, en el período de 1980-2010 clasificados por tipos de buques, visualizando el aumento sostenido de transporte de carga.

Un buque en navegación introduce determinada energía al ambiente, en este marco Carrasco Acosta (2009) explica que el sistema subacuático es afectado, entre otros, por el ruido, varias veces de manera excesiva en los llamados niveles de ruido subacuático, que se presentan con alta intensidad y con duración más o menos cortas, es de esta manera que puede afectar notablemente al ambiente del territorio considerado (p. 8). Comprender los posibles daños o afectación que este vivenciando el ambiente, es comenzar a identificar un posible riesgo que, según Beck (2002), es entendido como una medida de la probabilidad y magnitud de ocurrencia de acontecimientos, es decir, ciertamente del análisis primario de aquellas características propias de los buques, y el área de estudio seleccionada; nos lleva a considerar que la navegación de los grandes buques, representa un gran riesgo para el ambiente de referencia. Asimismo, ciertas investigaciones y publicaciones al respecto del ruido submarino, nos dan unos primeros indicios de la realidad de estos “acontecimientos”, es decir, de cómo puede estar afectada la fauna por el sonido, solo nos queda evaluar el nivel de probabilidad, de que esté ocurriendo fehacientemente.

Por ello, es que Kobler (2004) se refiere al riesgo puntualmente, y explica que depende el enfoque que adoptemos, este se puede constituir en “amenaza”, cuando de parte de este riesgo (navegación de grandes buques), exista la presencia de fenómenos naturales y físicos (ruido) que pueden generar daños humanos, materiales y/o al ambiente (p.10). Al respecto la MAA y MA (2012) indica que el ambiente que se encuentre sometido a exceso de ruido, presenta dos tipos de riesgos principales; por un lado, daños o lesiones a los órganos auditivos o al cuerpo, llamado efecto agudo; y por otra parte, cuando el riesgo implica la degradación del hábitat, o la exclusión de áreas de importancia por largos períodos de tiempo, es denominado efecto crónico (p. 33).

Por ello, es que se debe contar con una metodología analítica, que permita conocer ese grado de riesgo que conlleva la navegación, como primer abordaje de la problemática ambiental. Al respecto Hernandez Santana y Espinosa Rodriguez (2015) explican que la ecuación general de riesgo, debe ser entendida y aplicada como la integración de variables territoriales, sociales, económicas, políticas y éticas entre otras (p.52); es decir que debe lograrse aplicar dicha ecuación de carácter interdisciplinario, con profesionales que entiendan en las múltiples variables ambientales y culturales, integrando los mismos con base central en el efecto y características del ruido.

Figura N° 8 Ecuación General del Riesgo

EGR	=	Función del geosistema perturbador	+	Función de la componente humana	+	Función del Territorio	+	Función sistémica	+	Función de la gestión territorial
-----	---	--	---	---------------------------------------	---	------------------------------	---	----------------------	---	---

**Fuente:** Hernandez Santana y Espinosa Rodriguez (2015); p. 52 describe cada uno de los elementos a considerar a fin de obtener el nivel de riesgo de un territorio considerado.

Esta ecuación de características de configuración sistémica permite definir al riesgo desde una perspectiva multinivelada y multivariable (Hernandez Santana y Espinosa Rodriguez, 2015), haciendo hincapie en la función del componente humano, analizando cada una de las ópticas posibles en una población que tienen del ambiente y del riesgo presente, desde el nivel de educación de la población hasta la visión filosófica del ambiente. Al respecto Rodriguez Becerra y Espinoza (2002), explican que es muy importante la participación ciudadana de forma adecuada, en los instrumentos de decisión; ya que permiten una mayor apertura de la sociedad ante la problemática ambiental y el proceso decisorio, es más “han ido adquiriendo creciente en la formulación y puesta en marcha de la política ambiental, y muchas veces adelantan sustantivas acciones para la protección ambiental” (p.12).

El ruido puede acrecentar el grado riesgo de un sistema ambiental, para lo cual es necesario contar o realizar un estudio pormenorizado del ambiente, a fin de reconocer aspectos del contaminante y afectación del mismo, de una forma cuantitativa; valorando cada uno de ellos, con el fin de identificar el impacto ambiental de la navegación de los buques, en especial el ruido. En este marco, la función de la gestión ambiental, es generar instrumentos que permitan, la valorización de los efectos ambientales, pudiendo enmarcarse en diversas escalas y perspectivas desde una política específica, en una amenaza global o en los efectos de una actividad comercial al ambiente, como es en nuestro caso el ruido (Rodriguez Becerra y Espinoza, 2002).

Al respecto, existe un primer instrumento que luego de identificar los efectos busca asignarles valor, este es el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) definido por Conesa Fernández-Vitora (2009) como “...el documento técnico, de carácter interdisciplinar...destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno” (p. 74). Este aporte deberá enfocarse, en identificar la afectación local ocasionada por el ruido de los grandes buques

y valorizarla; es decir verificar la intensidad, frecuencias, propagación y absorción del sonido en el ambiente subacuático. En el mismo, es necesario distinguir la fauna local en especial los peces, y advertir si estos, efectivamente presentan daños en el sistema auditivo, si se encuentran zonas despobladas (ahuyentamiento), y verificar las conductas migratorias de las especies autóctonas, como indicativos de un posible impacto ambiental, y otras a considerar que conlleven a un daño ambiental. Esta información, descripta, aplicada, sectorizada y valorizada de acuerdo con los requerimientos establecidos en los marcos legales existentes resulta en un componente del procedimiento jurídico administrativo denominado Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), cuyo objeto de carácter preventivo resulta necesario para poder determinar la factibilidad de la actividad navegatoria. De esta forma, la autoridad competente a partir de la Declaración de Impacto Ambiental, puede determinar acciones de conservación o mitigación u otras, como ajustes y hasta su limitación, que debe implementarse por los distintos actores intervinientes.

Rodríguez Becerra y Espinoza (2002) afirman que se consideran actores claves, a los Organismos gubernamentales, las organizaciones de la sociedad civil, los medios de comunicación masivos y las empresas del sector privado. (p.10). En nuestro caso, y en relación con lo expuesto anteriormente, podemos identificar como actores claves, como afirma Tapella (2007) son “aquellas personas, grupos u organizaciones que tienen interés en un programa o proyecto” (p.3), los cuales tienen sus distintos niveles de acción en una sociedad. En el área de estudio delimitada en el trabajo, al ser extensa y tratarse de alcance regional, se observarán distintos actores claves, por lo que como afirma Pérez (1995), debemos clasificarlos y jerarquizarlos; agrupándolos inicialmente en los distintos niveles estatales, económicos, comunitarios y políticos. Dentro de los actores a nivel nacional, encontramos al Ministerio de Transporte de la Nación, la Prefectura Naval Argentina y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Desde los actores estatales provinciales encontramos a los Ministerios de Ambiente y Transporte de las Gobernaciones provinciales; y desde los actores estatales locales encontramos a los Municipios y sus Direcciones de Control del Ambiente cuyo nombre puede variar según la jurisdicción. Estos actores claves estatales, son los responsables de controlar desde sus competencias las actividades productivas, en este caso, la navegación, haciendo cumplir la normativa vigente; o bien, promoviendo nuevas.

Seguidamente podemos agrupar los actores claves desde la acción económica y encontramos en ella a las compañías navieras, los puertos privados, y empresas auxiliares o de apoyo a los buques (Agencias Marítimas, empresas de amarre, serenos de buques, entre otros). Son aquellos

actores claves que accionan a nivel regional y local; es decir encontramos las compañías navieras y algunos puertos privados que representan capitales extranjeros; y, por otro lado, encontramos el resto de los actores claves económicos, que su nivel de acción se representa a nivel local.

Por el lado de los actores comunitarios locales, encontramos a las Universidades Nacionales y privadas, las Organizaciones No Gubernamentales, que representan actores que tienden a aportar acción científica y de conocimiento. Y por último, identificamos los actores de índole político, es decir los partidos políticos y los representantes o agrupaciones de pobladores isleños.

Contar con participación ciudadana en el proceso de una EIA, según Rodríguez Becerra y Espinoza (2002) aporta confiabilidad, transparencia y cumplimiento del proceso (p.149), evitando en muchos casos conflictos ambientales. Por lo tanto, la participación de la sociedad permite una mayor conciencia social respecto de la problemática; Rodríguez Becerra y Espinoza (2002) al respecto expresan:

“la participación de los ciudadanos, o los representantes de las organizaciones en que se articulan, en forma ordenada y oportuna de manera que se puedan considerar los distintos enfoques, intereses y opiniones, constituye un instrumento poderoso para la prevención y resolución de conflictos ambientales”(p.147)

Luego de haber caracterizado el área de estudio y el problema ambiental, es fundamental abordar las distintas particularidades, de los distintos tipos de buques; para comprender cabalmente el comportamiento de uno de los principales agentes causales de la problemática evidenciada.

### *8.1 El diseño de los buques*

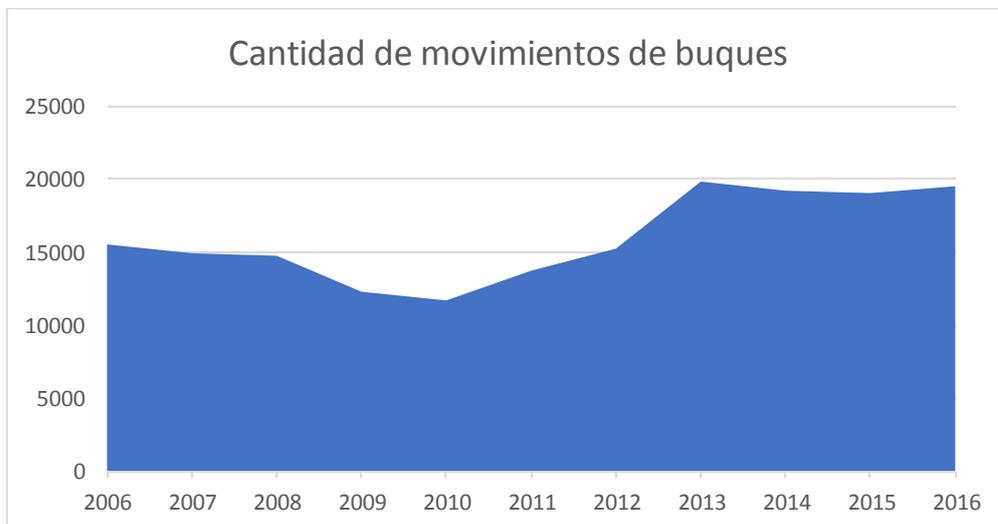
Desde tiempos pasados, los buques ingresan a nuestro país, a fin de lograr exportar distintos productos de origen nacional, e importar algunos otros de otros países; lo que conllevaba para ello, el desarrollo de la actividad logística, referida a la navegación de buques a través del río Paraná, para llegar a puertos lejanos como el de Rosario, Provincia de Santa Fe, por ejemplo; debiendo estos buques a fin de ser eficientes, navegar con la mayor cantidad de cargas con el objeto de efectuar la menor cantidad de travesías, que le impliquen menores gastos y mayores rentas.

En el período 1850 -1860, las medidas adoptadas por Urquiza con la Ley de Derechos Diferenciales, que favorece a los productos que no entran por el puerto de Buenos Aires, hacen

de Rosario el centro de actividades económicas del interior del país, alcanzando un movimiento de 611 naves con un tráfico de 24.123 toneladas transportadas<sup>6</sup>, en concordancia con Córdoba Aguilar (2002) quien afirma que los ríos al ser navegables, se convierten en un medio barato de transporte, ya que el volumen de carga que produce el flete y sus ganancias, supera ampliamente a los costos de la operación del buque.

La Hidrovía Paraguay-Paraná, cuarta en importancia a nivel mundial, constituye la principal vía navegable del país, manteniendo una profundidad mínima permanente en el Canal Emilio Mitre y demás ríos aguas arriba de 10,30 metros; gracias a ello en Argentina, navegan por el Río Paraná alrededor de 19.560 buques de gran porte por año según lo informa la PNA (2016), lo cual representa un notable incremento de la cantidad de buques en navegación por el río Paraná. En el mismo orden el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012 (como se citó en *McDonald et al., op.cit.*; p. 86) afirma que “El número de buques mercantes que navega en los océanos del mundo es aproximadamente el doble en 2003 del que era en 1965, y el arqueo bruto se cuadruplicó, con el correspondiente aumento en potencia”.

Figura N° 9 Buques de gran porte que transitan por los ríos navegables argentinos.



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos estadísticos del Servicio de Tráfico Marítimo de la Prefectura Naval Argentina (PNA), describe en cantidad de buque de gran porte en unidades y por año, en el intervalo de los años 2006 - 2016.

<sup>6</sup>Cámara Argentina de la construcción publicación Infraestructura Portuaria. (2020). Recuperado de <http://www.camarco.org.ar/File/GetPublicFile?id=1207>

Los buques que navegan por los distintos cursos de agua, pero en especial en nuestra área de estudio, presentan diversas características constructivas en forma general, estos buques son definidos por diseño según Mandelli (1986) como flotadores dotados de estanqueidad, estabilidad y navegabilidad; poseen características específicas de diseño, tipos de carga, forma, propulsión, y otras variables. Estos buques como todo flotador, tienden a ejercer una resistencia al avance, la cual va a variar en torno a la densidad del fluido, la forma y el tamaño del flotador, la velocidad de avance y la calidad de la superficie del flotador (Mandelli, 1986; p. 158). Cada buque varía el diseño, de acuerdo con la zona a navegar (mar, río, lago, etc.), el tipo y la cantidad de la carga que transportan, entre otras. De esta manera se construyen en los astilleros, a fin de que puedan cumplir adecuadamente con sus propósitos. En dicha instancia, indica Mandelli (1986) es importante definir la potencia del propulsor, estableciendo que motor va a utilizar el buque, analizando las variables de velocidad requerida, desplazamiento máximo y volumen o coeficiente de carena<sup>7</sup>. Datos que al momento de la construcción, nos va a indicar que tipo de motor va a necesitar cada buque, para alcanzar esa potencia requerida, o bien eligiendo si utiliza un combustible a explosión o alternativo como combustión-eléctrico, eléctrico, nuclear, a GNC<sup>8</sup>, etc.; lo cual cambia radicalmente tanto las prestaciones, como el volumen del motor y sus emisiones de gases o ruidos.

El buque debe poseer una hélice propulsora que va a estar en contacto directo con el agua, la cual también es importante en su diseño, ya que permite mediante las variables de cantidad de palas, ángulo de palas y paso<sup>9</sup>, lograr un mejor avance del buque. En este marco, según Mandelli (1986) refiere a la transmisión de energía producida por el motor en energía de empuje, utilizado mayormente en el mecanismo de la Hélice propulsora. Esta, deberá tener propiedades esenciales para transmitir el empuje, y generar el avance adecuado del buque. El principio de empuje, consiste en el flujo de agua que debe expulsar la hélice, para que el buque se desplace en sentido contrario, lo que genera una gran zona de turbulencia por los pasos de las palas, en especial como indica Mandelli (1986) cuando se genera una sobrepresión de las hélices en la superficie del agua, que hace de la expulsión de agua para empuje muy deficiente, llamada cavitación.

La propulsión como sistema, a modo general, consiste en motores principales o propulsores que transmiten la potencia de giro a las cajas reductoras, las cuales, mediante reducciones mecánicas, reducen las revoluciones originales de los motores, a unas menores transmitidas al eje de la

---

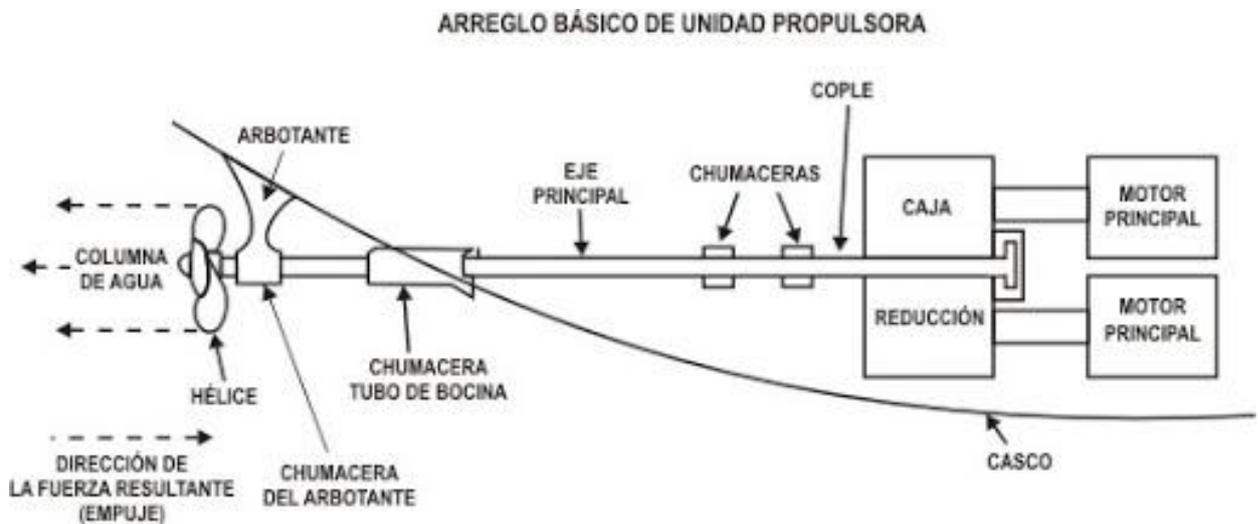
<sup>7</sup> Carena: Parte del buque medida en volumen que se encuentra sumergida.

<sup>8</sup> GNC: Gas Natural Comprimido.

<sup>9</sup> Paso: Distancia recorrida por una pala de hélice medido entre dos cortes sucesivas de dicha pala en un plano considerado.

hélice y permitiendo además que este gire en ambos sentidos de rotación. Este eje al ser muy prolongado y al efecto de evitar desalineaciones y deformaciones por el trabajo, es sostenido por chumaceras<sup>10</sup>, y por el arbotante<sup>11</sup> cuando el eje pasa al contacto con el agua, y con el fin de soportar golpes posibles con el medio acuático. Cuando el eje gira en un sentido determinado, ocasiona que la hélice gire en el mismo sentido, produciendo una columna de agua, que ejerce una fuerza de empuje en sentido contrario, transmitidos a través del eje principal hasta el cople<sup>12</sup> o manchón, en donde se produce el avance del buque.

Figura N° 10 Sistema de propulsión de un buque



**Nota:** Fuente Web [ricepropulsion.com](http://www.ricepropulsion.com)(2019). Extraído de <http://www.ricepropulsion.com>. Describe los componentes básicos del sistema de propulsión de los buques en un corte longitudinal.

En este marco, los buques a fines de sus operaciones específicas, necesitan contar con mecanismos y equipamiento que permitan laborear, acomodar, transportar y almacenar las cargas que transportan como mercadería (flete) y otras cargas necesarias para el funcionamiento del buque, por ejemplo, el combustible de consumo, agua potable, etc.; para lo cual necesitan distintos motores auxiliares por ejemplo los generadores de energía eléctrica, los motores de las grúas, las bombas que empujan agua o combustible, los incineradores de basura, etc. Cada uno

<sup>10</sup> Chumaceras: Rodamientos que sirven de sostén para ejes prolongados.

<sup>11</sup> Arbotante: Piezas reforzadas que dan protección a una pieza ante fuerzas o elementos externos.

<sup>12</sup> Manchón: Pieza de gran resistencia en donde se apoya el eje principal y se transmite la fuerza de las hélices.

de estos equipamientos y sistemas, que, en su operación a bordo del buque, van a generar ruido por principios de funcionamiento de sus componentes internos, dependerán de su tamaño y ubicación en el buque para generar y transmitir más o menos ruido al ambiente, el cual afectará de forma directa al recinto en que se encuentren, y por propagación a otros ambientes.

Entre los buques que actualmente navegan en la región objeto de estudio, encontramos: buques de carga general, graneleros, tanques, portacontenedores y de transporte de rodados.

Figura N° 11 Buque de carga General.



**Fuente:** Web Marinetraffic.com. Nombre BBC FUJI, eslora (largo) 120 metros, manga (ancho) 20.34 metros y calado (longitud hundida del buque) 6,20 metros.

En estos buques cargan en el país, sin ser extensos en la lista: caños de acero, bobinas de acero, madera, muebles, embarcaciones menores, y otra carga solida suelta.

Figura N° 12 Buque de carga a granel



**Fuente:** Web Marinetraffic.com. Nombre del buque FEAKAS, eslora (largo) 225 metros, manga (ancho) 33,46 metros y calado (longitud hundida del buque) 10,20 metros.

Su carga es específica, y refiere a todo tipo de cargas a granel sólidas, es decir, granos, maíz, sorgo, lino y cereales en general, o urea granulada (fertilizantes), mineral de hierro, etc.: se embarcan sueltos en sus grandes bodegas.

Figura N° 13 Buque Tanque



**Fuente:** Web Marinetraffic.com. Nombre del buque CHEMTRANS STAR, eslora (largo) 228 metros, manga (ancho) 33,86 metros y calado (longitud hundida del buque) 10,10 metros.

Este tipo de buques, se dedica a llevar todo tipo de carga líquida referida a petróleo y sus derivados, Fuel oil, naftas, Crudo, aceites, etc.

Figura N° 14 Buque portacontenedor



**Fuente:** Web Marinetraffic.com. Nombre del buque LOG-IN AMAZONIA, eslora (largo) 182,52 metros, manga (ancho) 28,22 metros y calado (longitud hundida del buque) 8,60 metros.

Como lo indica su nombre, transporta solo contenedores, pero cabe recalcar que en cada contenedor puede llevar carga refrigerada, cargas químicas, cargas generales, contenedores vacíos, armamento, residuos peligrosos, etc.

Figura N° 15 Buque de transporte de carga rodada.



**Fuente:** Web Marinetraffic.com. Nombre del buque BRAZILIAN HIGHWAY, eslora (largo) 199,97 metros, manga (ancho) 29,63 metros y calado (longitud hundida del buque) 9,10 metros.

Este tipo de buques, se dedica a la carga de automotores y carga rodada, es decir maquinaria agrícola, colectivos, camiones, etc.

Por lo tanto, podemos afirmar que tanto la diversidad de buques, como la cantidad de ellos, que navegan en el área de estudio ocasionan determinados efectos ambientales, entre ellos el ruido.

## *8.2 La Contaminación Acústica*

El desarrollo económico de los países, presenta una relación directa con los procesos de apropiación y extracción de recursos naturales y, por lo tanto, deberá tender a mejorar la eficacia y eficiencia de los mismos, ya que los resultados de sus interacciones se manifestarán en el ambiente. Para ello en ocasiones, la actividad requiere del aporte de energía mayormente intensa y directa, en cualquiera de sus formas. La actividad naviera, requiere que un buque con grandes dimensiones pueda desplazarse por el Río Paraná, generando en su paso entre otros, energía sonora intensa; ya sea en su contacto con el medio (resistencia al agua), la acción de empuje de las hélices con el agua, y de los motores en funcionamiento; que son diversos acordes su operatoria específica. Esta energía en ondas sonoras en exceso en el ambiente, es denominado ruido, y se puede definir como un sonido no deseado o un sonido molesto e intempestivo, que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos (Esteban de Alonso, 2003). Al respecto Canter (1998) indica que existen dos primeros tipos de ruidos, que nos pueden afectar o dañar, estos son, los llamados ruidos de impacto, los cuales presentan alta intensidad y de poca duración; y los llamados continuos que son de baja intensidad y larga duración (p.369).

Podemos afirmar, que el buque en su actividad produce esos “ruidos”, por ello cabría poder verificar que tipo de características presentan estos, a fin de determinar si es posible que haya producido, o tenga potencial, para generar estos efectos fisiológicos y psicológicos, tanto en el humano como en la biocenosis del sistema ambiental estudiado. Es decir, comenzar a vislumbrar si la fuente de energía en el ambiente, presenta niveles superiores a los normales; si es así, Saura (2015) afirma que existe “contaminación”.

No obstante, en el desarrollo de este estudio, podemos identificar primariamente la fuente de contaminación que deseamos analizar de manera integral, Cohen y Castillo (2017) expresan que:

“el exceso desmedido de ruido producido por múltiples fuentes emisoras durante el desarrollo de las actividades...caracterizado por no ser físicamente tangible pero que se percibe por los sentidos, particularmente el del oído (el ser humano sólo es capaz de oír hasta los 16-20 kHz) es contaminación acústica” (p. 71).

Figura N° 16. Cuadro de niveles de audición del oído humano

Tabla 1: Efectos como nos afecta el ruido

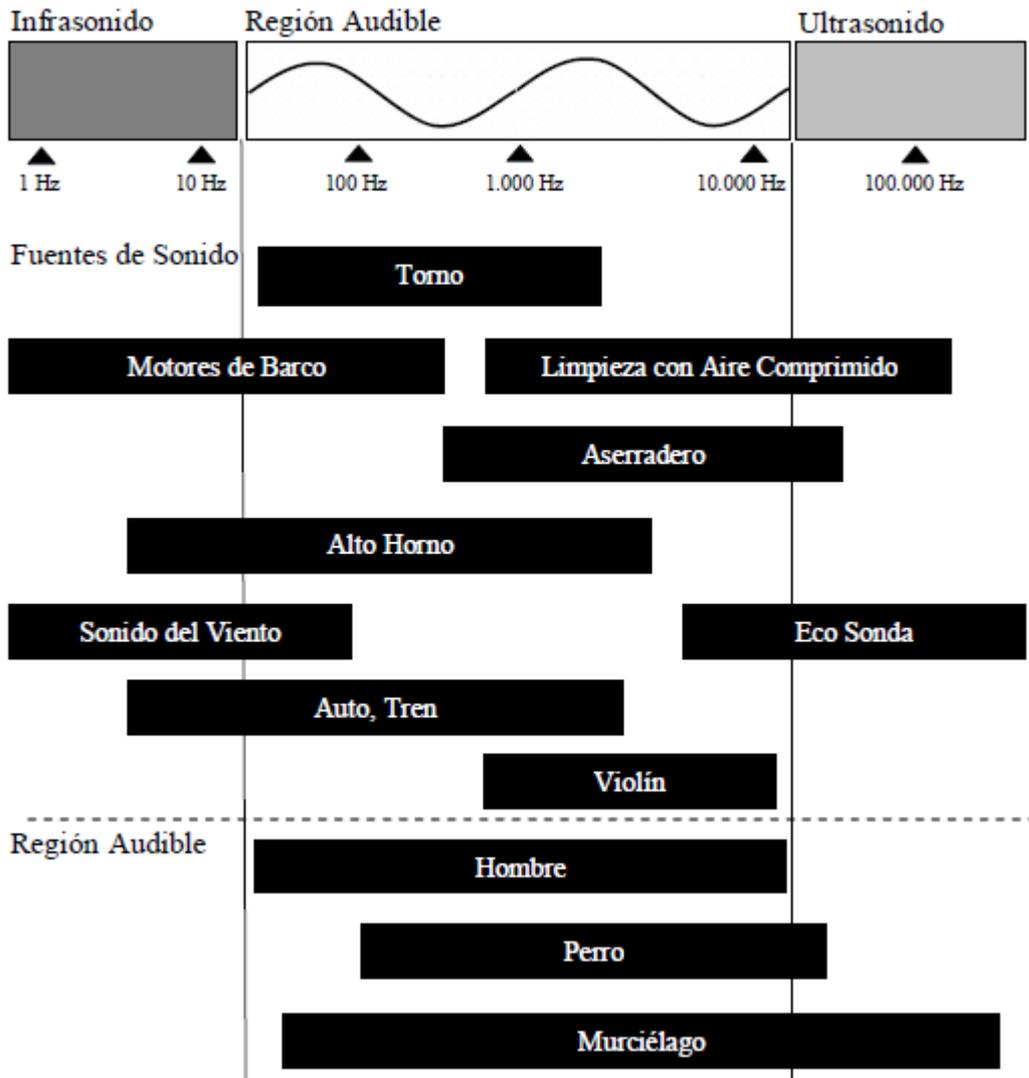
Db	Niveles de intensidad sonora	Percepción subjetiva
150	Perforación del tímpano	Intolerable
140	Cohete espacial (a cortar distancia)	
130	Avión «jet» al despegar (a 25 metros)	
120	Música rock amplificada (umbral dolor)	
110	Taladrador del pavimento	
100	metro en marcha	Muy ruidoso
90	motocicleta sin tubo de escape	
80	tráfico pesado	
70	gritos niños	
60	conversación en voz alta	Poco ruido
50	música de radio (tono alto)	
40	música de radio (tono bajo)	
30	conversación en voz baja	
20	susurro en un bosque	Silencio
10	respiración tranquila	
0	umbral de la audición	

**Fuente:**(Esteban Alonso, 2003; p. 75). Muestra los niveles de intensidad sonora en unidades de decibeles (dB), indicando la fuente y la percepción del oído humano.

En el mismo sentido, en nuestro país la SRT (2016) aborda la temática del ruido, en relación con los establecimientos productivos que poseen fuentes generadoras de ruido, e indican que el rango audible del humano consta de un espectro que va de los 20 a los 20.00 Hz (p. 1). Luego, por

fuera de esto rangos, existen los infrasonidos (menores a 20 Hz) y los ultrasonidos (superiores a 20.000 Hz), de los cuales ambos pueden ser percibidos por algunos animales.

Figura N° 17. Relación los sonidos audibles por el ser humano y algunos animales.



**Fuente:** Imagen extraída de SRT (2016) pagina 2. Describe los rangos audibles del ser humano y algunos animales, comparándolos con distintas fuentes de ruido y su frecuencia (Hz).

En el creciente tráfico de buques, y en relación con sus dimensiones, se producen inexorablemente mayores niveles de contaminación acústica o sonora, ya que podemos vislumbrar que la fuente de energía sonora, aparece de forma más recurrente, con mayor frecuencia y cada vez en niveles superiores. Gallopín (1982) al hacer referencia a los impactos que generan el desarrollo de las actividades económicas, indica que el ruido y la contaminación

se incrementarán en relación con los decibeles (dB)<sup>13</sup>. En este sentido, el autor enfatiza, que este tipo de contaminación, en principio afecta los niveles de audición, la concentración y la comunicación de los individuos, pero que seguramente aparecerán nuevos daños; es más, Canter (1998) al respecto indica que el efecto del ruido genera stress, el cual al momento no ha sido cuantificado, pero a causa de este, se desprenden otros efectos a la salud relacionados, como lo son: la suba de la presión sanguínea, problemas gástricos y anomalías cardiológicas. (p. 376). En el mismo sentido, Cohen y Castillo (2017) exponen que, si bien es conocido que el exceso de ruido, produce efectos nocivos en el aparato auditivo de las personas expuestas, asimismo indica que trae aparejado igualmente otros efectos en la salud; estos pueden ser, "...alteraciones del sistema nervioso y circulatorio, tensión muscular, cambios hormonales, incremento de la presión arterial, fallas cardíacas, trastornos en el sistema digestivo y problemas en el embarazo" (p.74), entre otros.

Canter (1998) al respecto indica que el ruido es un sonido indeseable, que afecta al ser humano y su ambiente incluido la fauna, pudiendo transmitirse a través de los gases líquidos y sólidos; es por ello, que este problema ambiental, puede claramente estar presente en el medio acuático. En ese sentido, la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) (1983) busca hacer visibles distintas problemáticas de agentes contaminantes, que producen efectos en el medio marino, y globalmente los define como:

*"contaminación del medio marino se entiende por la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino incluidos los estuarios, que produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluidos la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento"* (p. 30).

En relación con dicha definición, podemos afirmar entonces, que el problema de la contaminación acústica, puede darse en el medio acuático tanto marino como fluvial, afectando sus factores ambientales bióticos y abióticos; ya que como se enunció anteriormente, se emana energía en forma de ondas sonoras al ambiente, que para el caso del Río Paraná podría estar afectando a los recursos vivos. En torno a dicho tema, se puede afirmar que la problemática del ruido es reconocida por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), y en efecto se ha plasmado por ejemplo, en documentos como el del Proyecto de Naciones Unidas para el Medio

---

<sup>13</sup> Decibel (dB): es una unidad que se utiliza para expresar la relación entre dos valores de presión sonora

Ambiente (PNUMA) N ° 1516076, en el cual se impulsó la investigación de la afectación del ruido submarino, en ciertas especies de ballenas y delfines en el Océano Pacífico, arrojando unos primeros resultados que indicaban que las bajas frecuencias en los mares, producían un desorden en el comportamiento de ciertos mamíferos, y problemas en la orientación y reproducción de estos.

Por otro lado, y al efecto de introducir que nivel de ruido emana un buque, según datos de la Organización Marítima Internacional (OMI) de los últimos años se identificó un aumento en discapacidades auditivas de los tripulantes de grandes barcos, expuestos a las zonas de más ruidos, es decir las salas de máquinas y otros compartimientos de equipamiento necesario con maquinaria dentro.

Al efecto la OMI ha intervenido sobre el tema mediante la Resolución MEPC 60/18, (Comité de Protección del Medio Marino de la O.M.I.; 2009.) y adecuado a la normativa nacional mediante la Ordenanza Marítima Prefectura Naval Argentina N ° 06/ 16 DPSN. En dichos documentos, se especifica los niveles de decibeles de ruido que produce el buque, y a los que está expuesto el tripulante a saber:

Figura N° 18: Cuadro descriptivo de límites de ruido en espacios de buques.

Designación de salas y espacios	Tamaño del buque	
	1 600 – hasta 10 000 GT	≥ 10 000 GT
<b>Espacios de trabajo</b>		
Espacios de máquinas	110	110
Cámaras de mando de máquinas	75	75
Talleres que no formen parte de los espacios de máquinas	85	85
Espacios de trabajo no especificados (otras zonas de trabajo)	85	85
<b>Espacios de gobierno</b>		
Puente de navegación y cuartos de derrota	65	65
Puestos de vigía, incluidos alerones y ventanas del puente de navegación	70	70
Cuartos de radio (con el equipo radioeléctrico en funcionamiento pero sin emitir audiosignales)	60	60
Cuartos de radar	65	65
<b>Espacios de alojamiento</b>		
Camarotes y enfermerías	60	55
Comedores	65	60
Salas de recreo	65	60
Zonas de recreo al aire libre (zonas de recreo externas)	75	75
Oficinas	65	60
<b>Espacios de servicio</b>		
Cocinas, con el equipo de elaboración de alimentos sin funcionar	75	75
Oficios	75	75
<b>Espacios no ocupados habitualmente</b>		
Espacios a los que se hace referencia en la sección	90	90

**Fuente:** Parte A de la Resolución del Comité de Protección del Medio Ambiente MEPC 60/18 punto 4.2. Indica los niveles de ruidos en decibeles por distintas fuentes propias, que afectan a cada sector de un buque acorde sus Toneladas de Arqueo.<sup>14</sup>

Se puede advertir en el cuadro anterior, que el ruido producido por los grandes buques, es realmente significativo, por lo que su peligrosidad ha sido considerada ante la generación de una normativa internacional, y luego aplicada en nuestro país a través de la Ordenanza Marítima N° 06/16 (PNA) al resto de los buques que son de bandera nacional, a fin de resguardarlos de dicha fuente de contaminación acústica.

Ello nos lleva a la necesidad de conocer, como ese nivel de ruido producido por los buques llega o se transmite vía acuática o submarina, y ver que niveles de ruido se transmiten en dicho medio. Al respecto, se han recopilado una numerosa cantidad de fuentes de sonidos y ruidos que producen contaminación acústica, y en ella se indica que el ruido provocado por el tráfico marítimo de buques, es actualmente la primera fuente de contaminación acústica marina (MAA y

<sup>14</sup> Toneladas de Arqueo: Unidad de volumen que indica el volumen total de un buque, luego de calcular cada espacio cerrado de este. Esta unidad sirve para clasificar los buques y determinar la carga máxima en volumen que puede transportar un buque, en idioma inglés GT= Gross Tonnage.

MA, 2012). De los estudios realizados en buques mercantes del Pacífico Norte, se puede afirmar que el nivel de ruido en estos, fue acrecentándose a razón de 3 dB por década, en las últimas cuatro décadas. Es decir, a medida que evolucionó el diseño y el aumento de carga de los grandes buques, estos a su vez incrementaron el nivel de ruido, por ello la OMI en la Resolución A.982 (24) (2005), reconoce al ruido como uno de los vertidos, emitidos por los buques, que puede causar daños al medio ambiente marino y a los recursos vivos del mar. Esta Resolución tiende a clarificar entre otras cuestiones, las medidas de protección disponibles para los Estados parte para su aplicación, entre ellas se encuentran la designación de restricciones de descargas específicas, la identificación de áreas a evitar, la adopción de rutas de navegación de acuerdo a estas áreas, entre otras.

Por otro lado, el MAA y MA (2012) indican que los grandes buques emiten ruido de baja frecuencia bajo el agua, en el rango de 190 dB re 1  $\mu$  Pa<sup>15</sup> / frecuencia de 5-500 Hz<sup>16</sup> a 1m de profundidad; indicando además que dentro de los que más producen ruido, se encuentran los buques tipo petroleros y graneleros, el resto de los buques son productores de ruido, pero a una menor intensidad; no obstante estos niveles de ruidos al mantenerse en una baja frecuencia, le permiten a las ondas sonoras viajar grandes distancias. Aunque la mayor parte del ruido de los grandes buques es de bajas frecuencias, inferiores de 600 Hz, se concluyó que la emisión acústica de un buque moderno, se encuentra en niveles en bandas de 1/3 de octava a 30 kHz, por encima de los 150 dB RMS<sup>17</sup> re 1  $\mu$ Pa a 1 m y niveles de banda ancha (0,354 a 44,8 kHz) de 136 dBRMS re 1  $\mu$ Pa a >700 m de distancia.

Estos niveles elevados a altas frecuencias, se registran a velocidades de navegación de 16 nudos, la mayor parte del ruido de un barco navegando a velocidades de más de 10 nudos, se origina por la “cavitación” de las palas de la hélice; este efecto se produce por el golpe de cada una de las palas de la hélice con el agua, que produce burbujas que explotan ruidosamente, de modo que los componentes en altas frecuencias, se relacionan normalmente con la velocidad de rotación del motor. El MEPC (2018) destaca que el 83% del campo acústico de un buque, lo produce la hélice y en especial en la cavitación, pero advierte que el uso de tecnología naval como lo es el

---

<sup>15</sup>  $\mu$ Pa: Unidad de millar de pascal (símbolo Pa) es la unidad seleccionada del Sistema Internacional de Unidades para medir la presión. Se basa en la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado.

<sup>16</sup> Hertz (HZ): Unidad de frecuencia del Sistema Internacional, que equivale a la frecuencia de un fenómeno periódico cuyo período es 1 segundo, se utiliza a su vez Kilo hertz (kHz) lo cual equivale a 1000 Hz.

<sup>17</sup> RMS (Root Mean Square): Raíz cuadrática media o Nivel de presión acústica, refiere a la media de presión cuadrática que ejerce un sonido en un intervalo de tiempo.

ecosonda<sup>18</sup> que utiliza frecuencias 8-30 kHz para aguas profundas, con un nivel de fuente máximo de 220 dBp- p re 1  $\mu$ Pa a 1m, una duración máxima de pulso de 10 ms, tendría otras implicancias en la fauna marina.

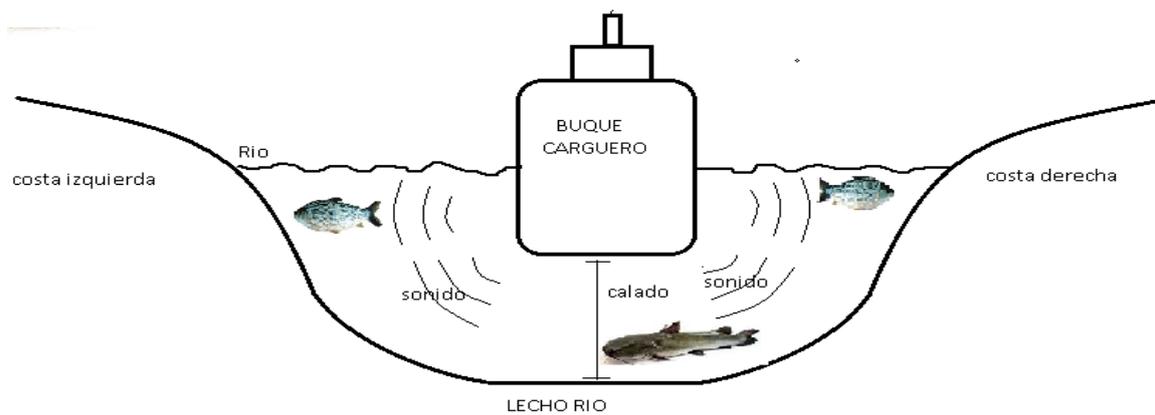
Para determinar la afectación, es importante interpretar cómo es que la onda sonora se propaga en el medio acuático, Redondo y Ruiz Mateo ( 2017) explican que la velocidad de propagación de la onda en el mar y el agua dulce, suelen estar comprendida entre 1450 y 1540 m/s, y pueden medirse directamente (p.73); pero es habitual su cálculo mediante fórmulas empíricas en función de la temperatura T ( $^{\circ}$ C), la salinidad S (g/kg) y la presión (uPa), que es proporcional a la profundidad z (m), indicando que si sube cualquiera de ellas, incrementa el valor de velocidad de la onda en relación a su valor inicial. En el mismo orden, surge que la intensidad del sonido desde la fuente hasta el receptor, varia y disminuye debido a un determinado índice de absorción, que tiene el agua (cuanta más profundidad mayor absorción) y el fondo (cuanto más arenoso mejor propagación); en donde será mayor esta, para las frecuencias altas y despreciable para las frecuencias bajas (Redondo & Ruiz Mateo, 2017).

Compilando lo descripto, se evidencia que los grandes buques cuando ingresan al Río Paraná, se encuentran inmersos en un canal que es relativamente angosto y poco profundo, por lo cual podemos deducir que la intensidad de propagación del sonido (de hélices, motores, desplazamiento y ecosondas) mientras avanza el buque, casi no tiene absorción del agua; no obstante, no se propagaría largas distancias debido a las curvas del cauce del río y la poca profundidad.

Figura N° 19: Imagen descriptiva de distancia propagación onda sonora en un río.

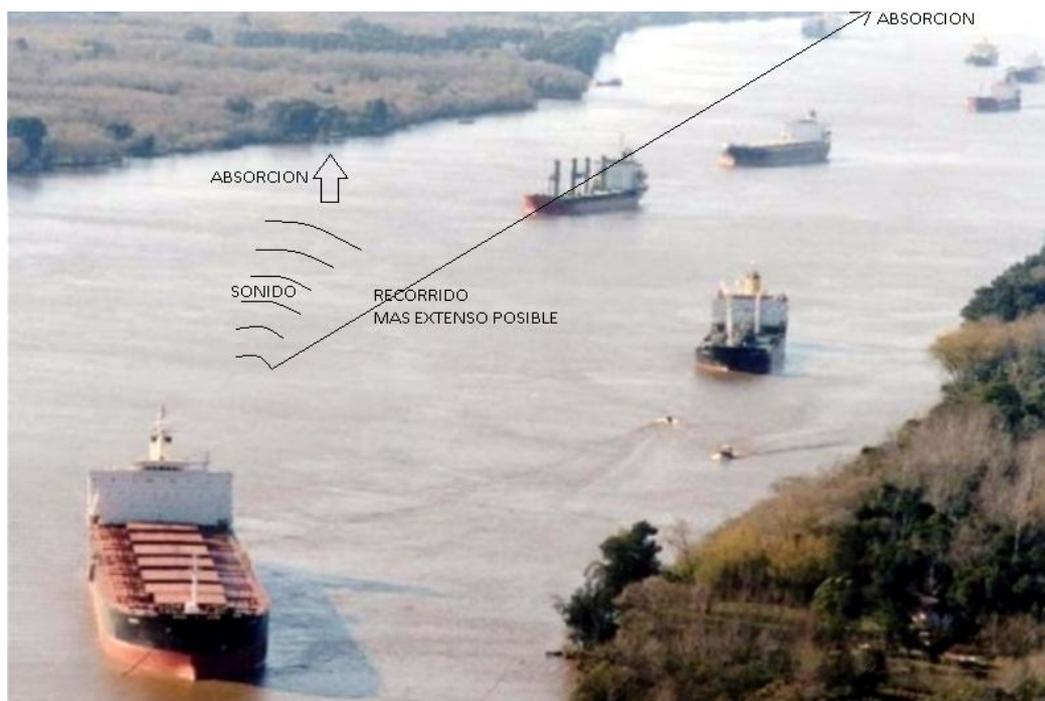
---

<sup>18</sup> Equipamiento electrónico utilizado en navegación, que permite mediante él envío de un impulso sonoro al medio, y el tiempo de su retorno (eco), calcular la profundidad de un cuerpo de agua.



**Fuente:** Elaboración Propia. Describe gráficamente el buque de porte como fuente de ruido, y los límites transversales en la propagación del sonido en un río o canal en cercanía con la fauna.

Figura N° 20: Imagen de la propagación onda sonora en un río.

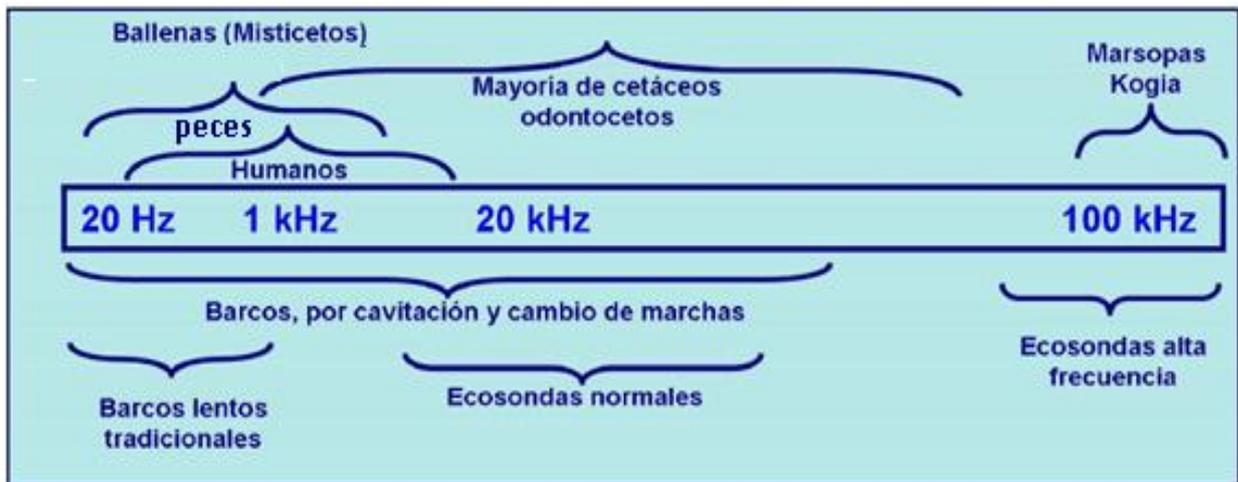


**Fuente:** Elaboración propia. Describe gráficamente el buque de gran porte como emisor de ruido, y las distancias longitudinales máximas que habitualmente pueden recorrer las ondas sonoras en un río o canal, hasta llegar a la costa.

En principio, y de acuerdo con Tavalga, et al, (1998), los buques son las principales fuentes de ruido submarino, en especial cuando estos navegan canales estrechos, lagos o estuarios, transmitiendo un gran espectro de sonido en diversas frecuencias e intensidades, y que esta

exposición al ruido que sufre la fauna en especial los peces, puede ocasionar en ellos daños, tanto en sus órganos auditivos como en sus actividades de comunicación, orientación o reproducción, de acuerdo con la especie que se trate (p.24).

Figura N° 21: Frecuencias emitidas buques.



**Fuente:** Elaboración propia. Indica las ondas sonoras producidas por los buques en relación a sus frecuencias, y con indicación de la frecuencia escuchada por la fauna acuática.

El daño ocasionado a la fauna por el ruido submarino, fue puesto en conocimiento por investigaciones de Banner y Hyatt (1973), quienes analizaron el estrés producido por contaminación acústica antropogénica, en el comportamiento de diversos peces. Al respecto, concluyen en que la mayoría de los peces, tienden a escuchar en frecuencias por arriba de los 3 kHz, pero que el rango normal de audición es entre 0,3 – 1 kHz; aquel sonido arriba de este, puede generar según el tiempo de exposición e intensidad, algún daño o desorden. Tavolga, et al, (1998), afirma que el ruido en general, puede producir una serie de respuestas y afecciones que son comunes en la mayoría de especies de peces y mamíferos (p.24); indican a grandes rasgos que cuando el pez se encuentra ante un sonido que es audible para él, y que por la intensidad recibida le afecta, tiende a huir de la fuente de sonido, lo cual puede generarle por dicha exposición alguna afección a sus órganos auditivos; o bien; puede afectar su reproducción por no poder desovar en el lugar elegido para hacerlo, o no continuar con su búsqueda de alimento (Tavolga et al, 1998). Por otro lado, puede ocurrir que la fuente sonora pueda ser recibida, y perturbar solamente su organismo audible, lo cual no ahuyentará al pez, sino que puede producir que le cueste encontrar sus presas, y de esta manera afectar su alimentación. Asimismo; Weilgart

(2018) expone que si el tiempo de exposición al ruido, sumado al hambre por no encontrar el alimento y el desgaste de energía alto al hacerlo, puede producir estrés en este pez; ocasionando inexorablemente con el tiempo, alguna respuesta del organismo (tamaño menor, afecciones renales, mayor producción de hormonas de cortisol y otras) (p.12).

Carrasco Acosta (2009) indica que la exposición del pez *Carassius aurata*, a sonidos externos de intensidad moderada en cortas duraciones, generaban un movimiento natatorio errático y un aleteo excesivo e irregular; atribuyéndoselo a una reacción de estrés típica (p.432). La función biológica del estado de estrés en el individuo, es colocar al organismo en situación de emergencia lo cual representa un shock agudo para el pez. Asimismo, luego de exposición a largos períodos de ruido, ocasionaban mejores condiciones de respiración y de movimientos, interpretándose que el pez iniciaba un proceso de adaptación al estrés; no obstante, a lo largo de exposiciones en un periodo de varios días, los peces presentaban mayormente problemas en su crecimiento, alimentación, reproducción y daños en los órganos auditivos (Carrasco Acosta, 2009).

Esas respuestas biológicas que presentan los peces ante situaciones de estrés, es lo que permite definir, según Romano (1999) distintos bioindicadores de contaminación, es decir poder analizar diferentes signos y síntomas presentes en la fauna local, puede mostrarnos la existencia de contaminación en el subsistema biológico (p.2). Estos bioindicadores se obtienen de estudios histológicos, hematológicos, bioquímicos, e inmunológicos; que permiten estimar el impacto de la contaminación sobre la biota; los cuales en su conjunto pueden afectar su sistema inmune por estrés. Por ello Romano (1999) manifiesta que el estrés induce a cambios fisiológicos, que inhiben o retardan la respuesta inmune a patógenos del agua, algunos de estos son el incremento en la concentración de corticoides sanguíneos, niveles altos de glucocorticoides que inhiben la producción de interleuquina, que dificultan la presencia del antígeno; y mayor aumento en la concentración en sangre de catecolamina, estas hormonas aceleran los procesos de inmunosupresión activando rápidamente moléculas y células supresoras de la respuesta inmune (p.3).

Redondo y Ruiz (2017) explican que los grupos de especies, se pueden catalogar como cetáceos (rangos auditivos de altas, medias o bajas frecuencias), pinnípedos<sup>19</sup>, tortugas y peces (con vejiga natatoria o planos); y afirman que actualmente no existen conclusiones definitivas sobre la métrica más adecuada para expresar cada tipo de efecto, sobre cada grupo de especies, y menos

---

<sup>19</sup> Los pinnípedos son mamíferos carnívoros adaptados a la vida acuática. Son de cuerpo alargado, patas cortas, manos y pies palmeados en forma de aleta

aún sobre los umbrales de ruido correspondientes (p.75). No obstante, ello es importante destacar como regla general en el abordaje de la problemática, lo que afirma Romano (1999) respecto de los peces, indicando que “todas las estructuras y fisiología se han adaptado para desarrollarse en ese hábitat, y forman parte de un bucle trófico que los hace imprescindibles para el desarrollo armónico del sistema ambiental” (p.1); es decir, la falta de una especie en un ambiente específico, en este caso los peces, afectarían el bucle trófico del mismo.

En este sentido Weilgart (2018) expone que actualmente se han investigado unas 66 especies de peces y 36 de invertebrados, en los cuales se ha demostrado afecciones del ruido antropogénico, que se pueden agrupar en malformaciones, crecimiento elevado o menor producción de huevos, mortalidad temprana y trastornos en el desarrollo (p.1). Al respecto, Weilgart expresa que no todos los grupos de peces responden de la misma manera ante el ruido, indica que algunos, huyen, otros nadan erráticamente como desorientados, y otros permanecen quietos paralizados (p.14). Asimismo indican que la presencia de ruido ante actividades de reproducción provocan una serie de inconvenientes: un desove de menor cantidad de huevos, un entierro o ocultamiento deficiente ante los depredadores, y un mayor índice de agresividad por parte de los mismos ejemplares al momento del apareamiento (p.14). De ese total de especies investigadas Weilgart (2018) indica que la región de América del Sur está subrepresentada por no contener investigaciones locales, y por ser solo una parte de las especies investigadas, las que están presentes en el continente (p.6).

Resulta fundamental entonces, conocer la afectación de la fauna completa de la Ecorregión, en especial el grupo de peces que tiene como hábitat el Río Paraná. Al respecto Parmentier *et al* (2011) estudiaron a la especie autóctona llamada “Mojarra” (*Eucinostomus argenteus*), mediante el estímulo de sonido en la obtención de alimento, utilizando al respecto frecuencias diferentes de 75; 150, 300, 600, 900, 1200, 1500, 1800 y 3600 Hz; a niveles de sonido en cada frecuencia, de 164 dB 1 uPa, disminuyendo las intensidades en pasos de 6 dB. Como resultado, se pudo determinar que esta especie mantiene funciones auditivas, cuando busca su presa en el lecho, no así cuando nada en posición libre; por lo que por deducción se vería afectado por el sonido en exceso al momento de alimentarse, y por consiguiente si este es de una frecuencia y decibel alto no le permitiría hacerlo, más aún, de exponerse a un ruido demasiado agresivo puede dañar su aparato auditivo y de esta manera dificultar su alimentación (Parmentier *et al*, 2011).

Figura N° 22: Mojarra



**Fuente:** [blog.birdingbuenosaires.com](http://blog.birdingbuenosaires.com). Permite visualizar la mojarra “*Eucinostomus argenteus*”, en contraste con una mano a fin de dar una impresión de sus dimensiones.

Para identificar las evidencias del problema ambiental en el área de estudio, se realizaron entrevistas con formato semiestructurado (Hernández Sampieri, 2014; p. 403), en las cuales se consultó acerca de aspectos específicos de la contaminación acústica y sus posibles consecuencias, como también acerca de la importancia de realizar un abordaje del tema (Anexo I). Las entrevistas fueron realizadas a un grupo de cuatro biólogos de especialidades de ecología, limnología y zoología, un ingeniero ambiental y un licenciado en gestión ambiental.

En relación con el desarrollo de las entrevistas, se puede afirmar que la mayoría de las respuestas afirman, que los buques de gran porte en navegación, ocasionan contaminación por la emisión de diversos desechos incluyendo el sonido, pudiendo considerarse un desecho de energía por una operación específica. En referencia al interrogante de respuesta abierta sobre la problemática en el presente, un aspecto común a todos indica, que si bien no existen estudios o investigaciones en concreto de la temática para el medio fluvial, si lo hay en las áreas marinas; por lo que, en un principio, la problemática podría darse de manera similar en la zona del Delta del Paraná. Las respuestas evidenciaron, que podría ser más importante el efecto acústico de las embarcaciones menores; como así también, afirman que habría que considerar las operaciones de dragado como fuente de ruido. Por otro lado, los expertos afirman de forma unánime, que podrían generar problemas a la fauna local en sus órganos auditivos, o bien producir una disminución de ejemplares de peces en las áreas de tráfico de grandes buques; lo cual podría llevar a una alteración de las cadenas tróficas, o desplazamiento de predadores a otras

regiones; es decir, afirman que la contaminación acústica podría estar presente en el área del Delta del Paraná.

La siguiente pregunta consultaba, de qué manera es afectada la fauna local respecto de la problemática planteada, o bien por qué no. Las respuestas expresan en mayor medida que alterarían las rutas migratorias, reproducción y distribución de peces, evitando las zonas ruidosas. En otro sentido, y de forma puntual, se afirma que la costa ribereña será afectada por las olas y no por el ruido, y algunos aclaran que se basan en conocimiento de estudios de mamíferos, pero no obstante al tener algunas características compartidas, probablemente podrían padecer los mismos efectos.

Al consultar sobre temas a investigar respecto de la temática, existieron enfoques diversos, algunos expertos indican que debería realizarse una medición concreta del sonido emitido por los buques en navegación, en especial en el Río Paraná, que por ser caudaloso posee sonido propio, por lo que debe diferenciarse correctamente cada uno. Otros consideran importante, realizar estudios más profundos de cada especie de peces autóctona, de esta manera se podría vislumbrar efectos dañinos de la contaminación sonora. Por último, un grupo menor indicó que sería importante tratar de obtener patrones de aumento de ejemplares en riachos y arroyos menores, a fin de verificar si existe un desplazamiento de especies a lugares más silenciosos.

En relación con el grado de conocimiento, de alguna experiencia de mitigación del efecto en otras regiones o países, el resultado de las respuestas indicó que el 50% de los consultados, conocían alguna experiencia basada en técnicas de mitigación de estos efectos ambientales; mencionando coincidentemente en un grupo menor, conocer el proyecto AQUO de la Unión Europea.

Finalmente, se consultó a los profesionales sobre la necesidad de abordar la problemática del sonido producido por los buques, a fin de reglamentar la actividad. Las respuestas a las entrevistas, evidenciaron la necesidad de impulsar una investigación más detallada de la problemática, de carácter interdisciplinario, a fin de abordar el problema desde variados campos de estudio con un enfoque integral; asegurando que debido a la falta de información resulta fundamental. En el mismo orden, indican que deberían trabajarse en grupos interdisciplinarios para profundizar de manera integral la problemática, con el objetivo de fundamentar, la promulgación de futuras reglamentaciones que regulen la actividad.

Seguidamente, se abordó la afectación que tendría la sociedad y cuál era el estrato más afectado, mayormente el grupo indicó, que los pobladores ribereños e isleños que realizan pesca de

subsistencia, serían los estratos más afectados; no obstante, un grupo menor indicó que en lugares en donde la pesca recreativa es fundamental en la economía local, afectaría estratos sociales de clase media.

A continuación, los interrogantes plantearon como es el abordaje de esta problemática, en instituciones científicas o académicas; manifestando el grupo completo que existen investigaciones en el medio terrestre, pero no ha sido abordado puntualmente desde la óptica del ruido subacuático. Indicaron que mayormente existen estudios de las pesquerías en aguas continentales, o investigaciones sobre humedales, que desarrollan aspectos de las especies de peces autóctonos y sus hábitos de migración, mencionando el ruido de la ciudad.

Para finalizar se consultó al panel de expertos, respecto del conocimiento de seminarios o talleres de las autoridades ambientales u otras organizaciones, respecto del ruido subacuático, manifestaron uniformemente que no, que al ser parte de una actividad específica y ser una temática relativamente nueva, no hay abordaje por el momento.

## **9. Conclusiones y nuevos interrogantes**

El notorio aumento del tráfico de buques por el Río Paraná, navegando aguas arriba y abajo hacia los distintos puertos de la Ecorregión del Delta del Paraná, transportando diversas cargas las cuales se vieron incrementadas en el diseño de los buques; generó una preocupación que indicaba que la actividad de estos, necesariamente debía tener alguna consecuencia en el ambiente.

Es por ello, que mediante el presente trabajo se pudo advertir, que el buque genera contaminación acústica, debido a la producción de una gran gama de ruidos, que se transmiten al ambiente acuático. Estos ruidos son originados desde el habitáculo donde se alojan los motores de propulsión y auxiliares, llamado “sala de máquinas”; desde el área de su desplazamiento sobre el agua, la propulsión a través de los grandes motores, la hélice en el agua, y de los equipos de medición de profundidad (ecosonda) de forma directa sin ningún tipo de tratamiento que lo reduzca.

Las ondas sonoras emitidas por los buques, poseen especiales características de propagación, que emitidas en el agua del Río Paraná, ocasionan una exposición directa a la fauna local del

ambiente que consideramos, casi sin absorción del ruido, salvo por las costas. Es por ello, que se puede sugerir que estos ruidos, poseen buenas condiciones ambientales de propagación, facilitando notablemente la afectación de la fauna subacuática, en especial los peces; teniendo en cuenta que perciben la amplia gama de las frecuencias que emiten los buques, y en altas intensidades.

Podemos afirmar, a partir de investigaciones realizadas con mamíferos marinos y peces, de hábitats extranjeros y locales, que la contaminación acústica genera ciertos daños en la fauna subacuática, como lo son: la afectación física y la conductual; dependiendo directamente si la exposición a los ruidos, es de manera frecuente con intensidades bajas prolongadas; o rápida y violenta en intensidades variadas. La contaminación acústica generada por los buques, puede afectar concretamente a las especies locales, ya que por su fisonomía son similares de los ya investigados, tal es el caso de la especie autóctona Mojarra (*Eucinostomus argenteus*).

Resulta relevante investigar cuantitativamente, cada afectación de la fauna subacuática de la ecorregión del Delta del Paraná; tanto daños en los órganos auditivos, el crecimiento, la falta de reproducción; para finalmente poder abordar, como el ahuyentamiento provocado por los ruidos de los buques, podría repercutir en la distribución de los peces e incidir sobre las especies predatoras, alterando las condiciones ambientales existentes e impactando a corto plazo en la biodiversidad que ostenta la región.

Analizar la problemática, en la línea que viene abordando la OMI, en relación a revisar el diseño de los componentes del buque que producen ruidos; sean estos la propulsión, la acción de la hélice, el desplazamiento sobre el agua y la tecnología de eco sonido; representan estrategias de mitigación correctas a futuro, pero que deben procurar su rápida implementación. Por otro lado, a fin de reducir impactos, es posible implementar una regulación del tráfico fluvial que contribuya a lograr una mitigación del efecto, entre el paso de un buque y otro; es decir, disminuir la frecuencia de navegación en la ecorregión; como así también, prevenir el efecto al redirigir los buques a otros canales menos transitados, o limitar el volumen de los buques a navegar por el territorio.

Cabe destacar, que, de la opinión de expertos ambientales, surge la importancia de la valoración y preservación del ambiente, como también la necesidad de generar proyectos de investigación, que tiendan a cuantificar el impacto de estos buques sobre la fauna local y el sistema ambiental. Estas investigaciones nos permitirán dar luz a un posible riesgo en el ambiente seleccionado, y definir concretamente la problemática del ruido como contaminante acuático, permitiendo en un futuro generar cuerpos normativos que tiendan a regular la problemática ambiental. Uno de los

instrumentos de gestión ambiental sugerido es la Evaluación de Impacto Ambiental, con participación de los distintos actores sociales involucrados, teniendo como propósito final, contribuir a estrategias de prevención y mitigación del contaminante acústico en el Río Paraná. Para ello, es muy importante abordar la temática presentada, desde un punto de vista interdisciplinario, más aún en lo relativo a la etapa del Estudio de Impacto Ambiental, ya que un buque en sí mismo, permite el abordaje de las distintas ópticas de un gran número de profesiones, por ejemplo, arquitectos navales, ingenieros hidráulicos y mecánicos, expertos en comercio exterior, políticas públicas, en gestión ambiental, ciencias biológicas, en seguridad marítima, prácticos, capitanes, etc. y la sociedad civil de las comunidades; a fin de que de esta manera, se pueda contribuir efectivamente a un desarrollo sustentable de la actividad.

## 10. Bibliografía

- Banner, A., & Hyatt, M. (1973). *Effects of noise on eggs and larvae of two*. Miami: Trans. Am. Fish. Soc. Obtenido de [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1973\)102<134:EONOEAE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1973)102<134:EONOEAE>2.0.CO;2).
- Beck, U. (2002). *La sociedad del riesgo global*. Madrid: Siglo XXI. Obtenido de <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/sites/sistema-nacional-emergencias/files/documentos/publicaciones/La%20sociedad%20del%20riesgo%20hacia%20una%20nueva%20modernidad%20-BECK.pdf>
- Bó , R. F. (2008). *Situación ambiental en la ecorregión Delta e islas del Paraná*. Obtenido de <http://www.oab.org.ar/capitulos/cap06.pdf>
- Bó, R. D. (2010). Caracterización general de la región del Delta del Paraná. En F. p. LAC, *Endicamientos y terraplenes en el Delta del Paraná: Situación, efectos ambientales y marco jurídico*. (págs. 05-13). Buenos Aires, Argentina: Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales / Wetlands International.
- Burkart, A. E. (1957). *Ojeada sinóptica sobre la vegetación del Delta del río Paraná*. Buenos Aires: Darwiniana.
- Burkart, R., Sanchez , R. O., & Gómez, D. A. (1999). *Eco-regiones de la Argentina*. Secretaria de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable., Administración de Parques Nacionales. CABA: PROIA Programa Institucional Ambiental. Obtenido de [https://sib.gob.ar/archivos/Eco\\_regiones\\_de\\_la\\_Argentina\\_1999.pdf](https://sib.gob.ar/archivos/Eco_regiones_de_la_Argentina_1999.pdf)
- Cantarino, C. M. (1999). *El estudio de impacto ambiental*. Obtenido de Repositorio Didactico Universidad Virtual de Quilmes: <https://repositorio.uvq.edu.ar/>
- Canter, L. W. (1998). *Manual de Evaluacion de Impacto Ambiental - Tecnicas para la elaboracion de Estudios de impacto*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Carrasco Acosta , M. (2009). ). *Estudio sobre el estrés producido por contaminación acústica antropogénica en el comportamiento de Carassius aurata (Pisces: Cyprinidae)*. Obtenido de [www.sudocument.ulpgc.es](http://www.sudocument.ulpgc.es)
- Cohen , A., & Castillo, S. (2017). *Ruido en la Ciudad*. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0186-72102017000100065&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0186-72102017000100065&lng=es&nrm=iso)
- Conesa Fernandez - Vitora, V. (2006). *Guia Metodologica para la Evaluacion del Impacto Ambiental*. Madrid: Mundi Prensa.
- Córdova Aguilar, H. (2002). *Naturaleza y sociedad: una introducción a la geografía*. San Miguel, Perú: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Diegues, A. (2005). *El Mito o Moderno de la Naturaleza Intocada*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12936>
- Echechuri, H. A. (2002). *Evaluación de Impacto Ambiental: Entre el Saber y la Práctica*. Buenos Aires: Espacio.
- Espinoza, G. (2007). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago de Chile: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Esteban Alonso, A. (2003). *Contaminación acústica y salud. Observatorio Medioambiental*. Obtenido de <https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/OBMD0303110073A>
- Fernández, L. (2002). *Los servicios ecológicos que brindan los humedales. El caso de Tigre provincia de Buenos Aires*. Obtenido de Universidad Nacional de General Sarmiento: [http://www.urbared.ungs.edu.ar/textos/tesis\\_ecolog%EDa.pdf](http://www.urbared.ungs.edu.ar/textos/tesis_ecolog%EDa.pdf)
- Gallopín, G. (1982). *Medio ambiente y urbanización*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Artes Gráficas Santo Domingo S.A.
- Gómez Orea, D. (1999). *Evaluación del Impacto Ambiental. Un Instrumento preventivo para la gestión ambiental*. Madrid, España: Mundi Prensa y Editorial Agrícola Española.
- González Ladron de Guevara, F. J., & Valencia Guellar, J. (2013). *Conceptos para repensar la problemática ambiental. Gestión y Ambiente*, 123-128.
- González, L. (1996). *Reflexiones Acerca de la Relación entre los Conceptos: Ecosistema, Cultura y Desarrollo*. Santa fe de Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación sexta edición*. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hernandez Santana, J. R., & Espinosa Rodriguez, L. M. (2015). Estudio del riesgo. Análisis multifactorial, multinivel y multitemporal. 52. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/58037>
- Kobler, A. J. (2004). *MANUAL: El análisis de riesgo – una base para la gestión de riesgo de desastres naturales*. Obtenido de <http://www.observatorioubogrd.cl/descargas/ANALISIS%20DE%20RIESGO%20PARA%20LA%20GRD.pdf>
- MAA y MA. (2012). *Documento Técnico sobre Impactos y Mitigación de la Contaminación Acústica Marina*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Malvarez, A. I. (1999). *El Delta del río Paraná como mosaico de humedales*. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Mandelli, A. (1986). *Elementos de Arquitectura Naval*. BuenosAires: Librería y Editorial Alsina.
- MEPC. (2012). *Sound Ship Noise*. International Maritime Organisation.
- Moiraghi de Pérez, L. E. (18 de junio de 2018). *Hidrovia: Contaminación e Impacto Ambiental*. Obtenido de nanopdf.com: [https://nanopdf.com/download/019-5b25bc0d1c714\\_pdf](https://nanopdf.com/download/019-5b25bc0d1c714_pdf)

- PARMENTIER, E., MANN, K., & MANN, D. (2011). *Hearing and morphological specializations of the mojarra (Eucinostomus argenteus)*. Liege: Université de Liège.
- Pereyra, A., González, A., Leiva, C., Sabarotz, P., & Ventura, P. (2019). *FENÓMENOS HIDROMETEROLÓGICOS EN EL BAJO DELTA BONAERENSE EL RIESGO DE INUNDACIÓN DESDE LA PERCEPCIÓN DE LOS POBLADORES ISLEÑOS*. Luján: Universidad Nacional de Luján.
- PNA. (2016). *Trafico de Buques de ingreso a los puertos fluviales argentinos*. Buenos Aires: Servicio de Trafico Maritimo.
- PREFECTURA NAVAL ARGENTINA. (2016). *ESTADISTICAS TRAFICO DE BUQUES HIDROVIA*. Buenos Aires: Servicio de Trafico Maritimo.
- Programa de Servicios Agrícolas Provinciales. (2011). *PROYECTO DESARROLLO SUSTENTABLE DEL DELTA BONAERENSE - ANEXO VI - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL*. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca de la Nacion Argentina.
- RAE. (26 de JUNIO de 2019). *REAL ACADEMIA ESPAÑOLA*. Obtenido de <https://dle.rae.es/contaminar>
- Redondo, L., & Ruiz Mateo, A. (2017). *Ruido subacuático: Fundamentos, Fuentes, cálculos y umbrales de contaminación ambiental*. Ingenieria civil Cedex, <http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/download/28/22/>.
- Richardson, W. J. (1995). *Marine Mammals and Noise*. San Diego, EEUU: Academic Press. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/289848419\\_Marine\\_Mammals\\_and\\_Noise](https://www.researchgate.net/publication/289848419_Marine_Mammals_and_Noise)
- Rinaldi, Victor A., Abril, E. G., & Clariá, J. J. (2005). *ASPECTOS GEOTÉCNICOS FUNDAMENTALES DE LAS FORMACIONES DEL DELTA DEL RÍO PARANÁ Y DEL ESTUARIO DEL RÍO DE LA PLATA*. Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil., Vol. 6(2) 131.
- Rodriguez Becerra, M., & Espinoza, G. (2002). *Gestion Ambiental en America Latina y el Caribe*. Nueva York: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Romano, L. A. (1999). *Revista Aquatic*. Obtenido de <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic>
- Sánchez, O., Vega, E., Peters, E., & Monroy-Vilchis, O. (2003). *Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/291407256\\_Conservacion\\_de\\_Ecosistemas\\_Templados\\_de\\_Montana\\_en\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/291407256_Conservacion_de_Ecosistemas_Templados_de_Montana_en_Mexico)
- Saura, C. (2015). *Arquitectura y Medio Ambiente*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- SHN. (2001). *H-201 DERROTERO ARGENTINO PARTE I. RÍO DE LA PLATA Y SUPLEMENTO*. Buenos Aires Argentina.: Servicio de Hidrografia Naval.
- SPPA. (2008). *PLAN INTEGRAL ESTRATÉGICO PARA LA CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE EN EL DELTA DEL PARANÁ*. Buenos Aires:

Subsecretaría de Planificación y Política Ambiental - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Obtenido de [https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-reg/Plan-Integral-Estrategico-para-la-Conservacion-y-Aprovechamineto-Sostenible-en-el-Delta-del-Parana-\(Entre%20Rios,-Santa%20Fe,-Buenos%20Aires\).pdf](https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-reg/Plan-Integral-Estrategico-para-la-Conservacion-y-Aprovechamineto-Sostenible-en-el-Delta-del-Parana-(Entre%20Rios,-Santa%20Fe,-Buenos%20Aires).pdf)

Superintendencia de Riesgos de Trabajo. (2016). *Guia practica sobre el ruido en el ambiente laboral*. Buenos Aires: Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social.

Tavolga, A., Popper, N., & Fay, R. (1998). *Frequency discrimination in teleosts-central or peripheral*. Obtenido de <https://www.springer.com/>

Weilgart, L. (2018). *THE IMPACT OF OCEAN NOISE POLLUTION ON FISH AND INVERTEBRATES*. Nueva York: Dalhousie University - Oceancare.

## **ANEXO I: Modelo de entrevista semiestructurada.**

1. ¿Qué problemas ambientales puede observar a partir de la circulación de buques de gran porte?

Respuesta Abierta.

2. Puede explicar brevemente desde su formación profesional, la situación actual de la problemática.

Respuesta Abierta.

3. ¿De qué manera cree usted que la fauna subacuática del Delta del Paraná, es afectada por la problemática de la contaminación acústica?

Respuesta Abierta.

4. En relación a la pregunta anterior, puede expresar de forma general, ¿qué afectación posee el grupo de peces autóctonos? o bien ¿Por qué no es afectada la fauna?

Respuesta Abierta

5. ¿Qué temas considera habría que profundizar en una investigación al respecto?

Respuesta Abierta.

6. ¿Conoce experiencias extranjeras de procesos de mitigación de la problemática ambiental de contaminación acústica?

Respuesta Abierta.

7. Desde su formación y opinión profesional, ¿Es necesario y posible abordar la problemática del sonido producido por los buques a fin de reglamentar la actividad?

Respuesta Abierta

8. ¿A qué estrato social considera que la contaminación acústica subacuática afecta?

Respuesta Abierta.

9. ¿Cómo es el abordaje de la problemática del ruido subacuático por parte de instituciones académicas y organismos no gubernamentales?

Respuesta Abierta.

10. ¿Conoce si el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, o los organismos ambientales de las provincias involucradas, han abordado la problemática del ruido subacuático mediante investigaciones o encuentros (seminarios, talleres, grupos técnicos, etc.) ?.

Respuesta Abierta.