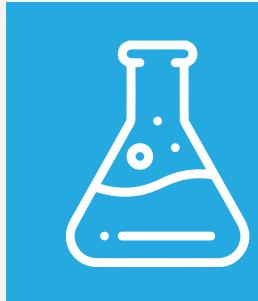
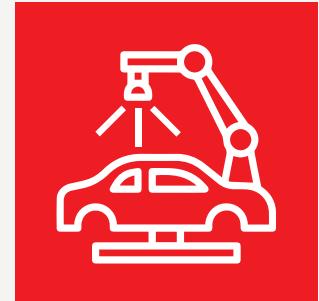
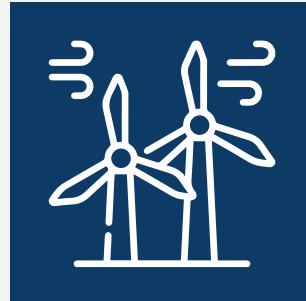


Memorias del Encuentro Argentino de Ingeniería

- | Enseñanza de la Ingeniería-CAEDI
- | Gestión de la Educación en Ingeniería
- | Agrimensura, Geodesia y Ciencias de la tierra y el mar
- | Biotecnología y Bioingeniería
- | Materiales y Nanotecnología aplicada a los materiales
- | Desarrollo Tecnológico Social, Vinculación Universidad, Empresa y Estado
- | Ejercicio Profesional de la Ingeniería, Empresas y Servicios
- | Ferroviaria, Automotriz, Naval y Transporte
- | Alimentos y Agroindustria
- | Agronomía y Forestal
- | Energía, Energías Limpias, Energías Renovables y Eficiencia Energética
- | Ingeniería Sostenible, Gestión Ambiental y Cambio Climático
- | Innovación y Emprendedorismo en Ingeniería
- | Mujeres en Ingeniería y Cambio Social
- | Obras y Proyectos de Ingeniería, Infraestructura y Conservación del Patrimonio
- | Tecnología de la Información y Comunicación



Memorias del Encuentro Argentino de Ingeniería : edición 2022 / José Basterra...

[et al.] ; contribuciones de Carolina Orcola ; compilación de Martina Perduca ; prólogo de Nestor Braidot ; Jose Basterra. - 1a ed compendiada. - Corrientes : Universidad de la Cuenca del Plata. Secretaría de Políticas del Conocimiento, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4050-08-3

1. Ingeniería. 2. Educación. I. Basterra, José, prolog. II. Orcola, Carolina, colab. III. Perduca, Martina, comp. IV. Braidot, Nestor, prolog.

CDD 620.007

ISBN 978-987-4050-08-3



9 789874 050083

A standard barcode representation of the ISBN 978-987-4050-08-3, consisting of vertical black bars of varying widths on a white background. Below the barcode, the numbers 9 789874 050083 are printed in a small, black, sans-serif font.

Gestión ambiental en la adecuación de las vías fluviales navegables

Ing. Benicio Szymula

Profesor Titular Vías de Comunicación II - Facultad de Ingeniería (UNNE)

e-mail: benicoszymula@yahoo.com.ar

Resumen

La Facultad de Ingeniería dependiente de la Universidad Nacional del Nordeste integra el Observatorio de Integridad y Transparencia de la Hidrovía Paraná - Paraguay (OITH) creada por el Estado Nacional, en cuyo marco ha creído conveniente analizar cómo se encaran y deben plantearse las obras de adecuación para la navegación en los sistemas fluviales, poniendo énfasis en los trabajos de dragado, que es el principal componente en el tramo argentino de la Hidrovía Paraná – Paraguay, entre la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay hasta la confluencia del Río Paraná con el Río de la Plata.

El planteamiento de tal temática se fundamenta en que el nuevo proceso puesto en marcha para la adecuación de la Hidrovía Paraná – Paraguay en el tramo argentino, ha generado polémicas y posiciones en una diversidad de temas, siendo quizás una de las principales la vinculada a la relación entre los trabajos a encarar y los posibles *impactos ambientales*, fundamentalmente por las *operaciones de dragado*.

En función de lo señalado, en este trabajo se pretende demostrar cómo actúa la ingeniería en estas obras aplicando las pertinentes normativas y los recaudos medio ambientales, las evaluaciones ex ante y ex post que se llevan a cabo, los procesos constructivos que se aplican y las exigencias que se establecen en los pliegos de bases y condiciones que deben cumplir los contratistas; como un aporte a un medio de transporte, como es el fluvial, mediante el cual la Argentina realiza el 75% de sus exportaciones, siendo por lo tanto imprescindible tener claridad conceptual en tal temática, evitando que por falta de comprensión algunos sectores se opongan a tales intervenciones fundamentales para la economía de los hinterlands involucrados.

Palabras claves: adecuación vías fluviales navegables, impactos ambientales.

Environmental Management in the Adaptation of Navigable Waterways

Eng. Benicio Szymula

Professor Communication Routes II - Engineering University UNNE

e-mail: benicoszymula@yahoo.com.ar

Summary

The Faculty of Engineering of the Northeast National University (UNNE) integrates the Integrity & Transparency Observatory for the Paraná - Paraguay Waterway (OITH) created by the Government in order to analyze how the adaptation works for navigation in the river systems should be considered. This emphasizes everything related to dredging which is the main component in the Argentine section of the Waterway between the confluence of the Paraná and Paraguay Rivers to the confluence of the Paraná and Río de la Plata River.

The approach to the theme is based on the fact that the new process launched for the adjustment of the Waterway in the Argentine section has generated controversies and conflicting opinions on a variety of issues. The main key points rely on the works to be carried out and the environmental impact due to dredging operations.

As mentioned above, this study aims to demonstrate how engineering performs in these works applying the relevant regulations and environmental precautions, ex and ex post evaluations, construction processes applied in the base sheets and conditions that must be complied by contractors. This is a contribution to a means of transport, such as the river, through which Argentina carries out 75% of its exports. Therefore, it is essential to have conceptual clarity on the topic, preventing some sectors from opposing to crucial interventions for the hinterlands economy due to the lack of understanding.

Key Words: Adaptation of Navigable Waterways - Environmental Impact.

INTRODUCCIÓN

La adecuación de los sistemas fluviales a efectos de lograr su utilización como vías de transporte, conllevan la necesidad de ejecutar obras tales como:

- Dragado de construcción para la ejecución de canales
- El mejoramiento y mantenimiento de los canales existentes
- El desarrollo de espacios para la espera y el atraque de las embarcaciones
- La construcción de esclusas y canales sobre rocas
- La materialización de balizamientos y señalizaciones, entre otras tareas

El dragado es la principal práctica empleada en todo el mundo para mejorar la navegabilidad de los sistemas fluviales y canales anexos, razón por la cual existe una extensa base de información sobre los impactos de tales proyectos en las vías acuáticas interiores y normativas ambientales de aplicación en el sector, entre las cuales se destacan [1]:

- Las EPA Guidelines (Estados Unidos)
- Las normas holandesas (una de las más estrictas a nivel mundial)
- Las Recomendaciones para la Gestión del Material de Dragado en los Puertos Españoles de 1994 (RGMD)
- Las normas canadienses de protección al medio acuático

Dichas normas fijan criterios para la caracterización del material de dragado y recomendaciones para su gestión, sobre las cuales se basan las normativas que se aplican en la República Argentina; describiéndose a continuación sintéticamente y gráficamente las etapas y los procesos que involucran.

La importancia de tales trabajos para lograr una adecuada navegación de la Hidrovía Paraná-Paraguay se puede sintetizar en que alrededor del 75% de la producción agroindustrial argentina se exporta por los puertos que se encuentran emplazados en la misma. En el 2019 operaron a través de esta vía troncal en el tramo argentino alrededor de 72 millones de toneladas, por un monto de alrededor de los 70 millones de dólares. A estos se deben sumar otros 21 millones de toneladas manipulados desde Santa Fe al norte, fundamentalmente del Paraguay, Bolivia y centro sur del Brasil.

Evaluaciones ambientales Ex ante y Ex post a los procesos de dragado

En tales normativas, uno de los procesos permanentes, y fundamentalmente antes de iniciar los trabajos de

dragado en las áreas predeterminadas, corresponde a la obtención de muestras de sedimentos del fondo de los lechos fluviales mediante instrumental diseñado al respecto (Figura 1), las cuales son analizadas en laboratorios habilitados especialmente para tal fin (Figura 2), a efectos de examinar las características de tales sedimentos, no solamente en sus conformaciones granulométricas y grados de cohesión para disponer el tipo de draga, sino también en las características y magnitudes de las eventuales contaminaciones.

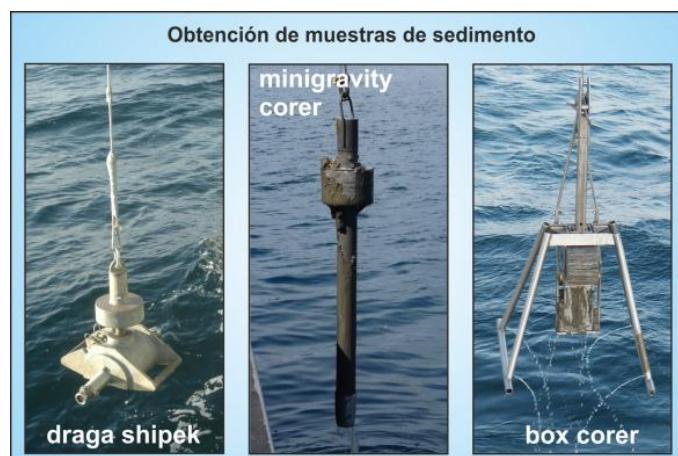


Figura 1: Obtención muestras de sedimentos



Figura 2: Análisis de muestras en laboratorio

Correlativamente se efectúan los correspondientes análisis de las muestras de agua, con el objetivo de determinar los eventuales niveles de contaminación y los grados de turbidez que se puedan generar por los procesos de dragado; así como la obtención de datos hidrodinámicos que permitan establecer la trayectoria de los sedimentos removidos y la eventual afectación a espacios que deban ser protegidos por las normativas medioambientales aplicables al efecto (Figura 3).

Por razones de costos y de tiempo, tales evaluaciones se realizan en forma permanente en aquellos sectores que categóricamente están o pueden estar sujetos a contaminaciones, como son las áreas portuarias o lugares aledaños a centros urbanos y/o actividades industriales, y con períodos más prolongados en el resto de los espacios. La constante obtención de tales informaciones permite tener un mapeo de cuáles son los espacios críticos en lo que se refiere a los grados de contaminación de los sedimentos del lecho y eventualmente de las masas acuáticas..

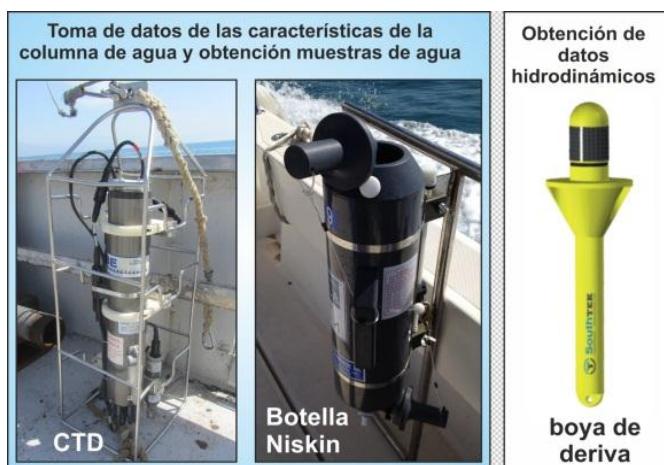


Figura 3: Obtención muestras de agua y datos hidrodinámicos

Sin embargo la utilización de imágenes satelitales obtenidas con diferentes espectros electromagnéticos y en tiempo real, permite en la actualidad utilizar una herramienta confiable con una visión general en todos los sitios involucrados, tal cual se puede observar en la Figura 4, con la presencia de un abanico de sedimentos en la desembocadura del Río Guadalhorce en España.



Figura 4: Imagen satelital

Sobre la base de tales evaluaciones se procede a determinar la matriz de puntos representativos en los cuales se efectúan las extracciones periódicas de muestras y sus correspondientes análisis (Figura 5). Las periodicidades de dichas extracciones están en función de los procesos y del grado de contaminación que se producen o puedan producirse.

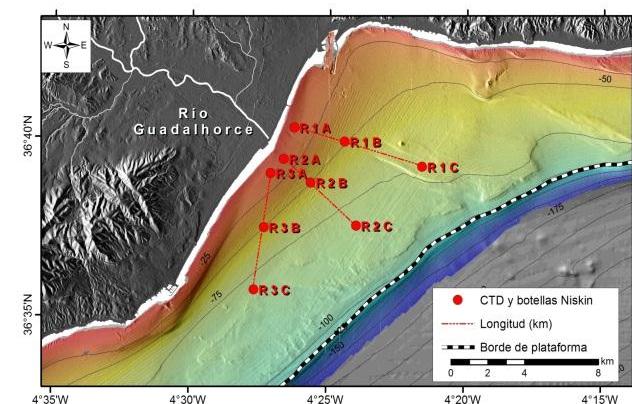


Figura 5: Determinación matriz de puntos a ser evaluados

Complementariamente e indefectiblemente se deben llevar a cabo estudios batimétricos y geotécnicos como los que se señalan en la Figura 6 y a la extracción de muestras del lecho con saca testigos, fundamentalmente para definir los procesos de dragado y el equipamiento a utilizar (Figura 7).

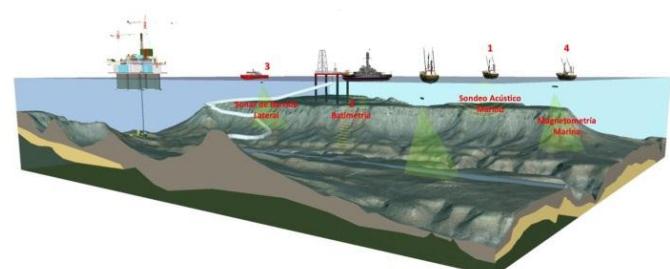


Figura 6: Estudios batimétricos y geotécnicos

Efectuadas las evaluaciones descriptas precedentemente, se procede a establecer las zonificaciones a efectos de planificar los procedimientos de dragado según las características de los materiales del lecho, garantizando que los trabajos de extracción, transporte y deposición sean concordantes con las normas ambientales previstas al efecto, y que las dragas a ser adoptadas sean las adecuadas para lograr los objetivos establecidos, no solamente desde el punto de vista ambiental, sino también por las particularidades geotécnicas de los mismos (Figura 8).

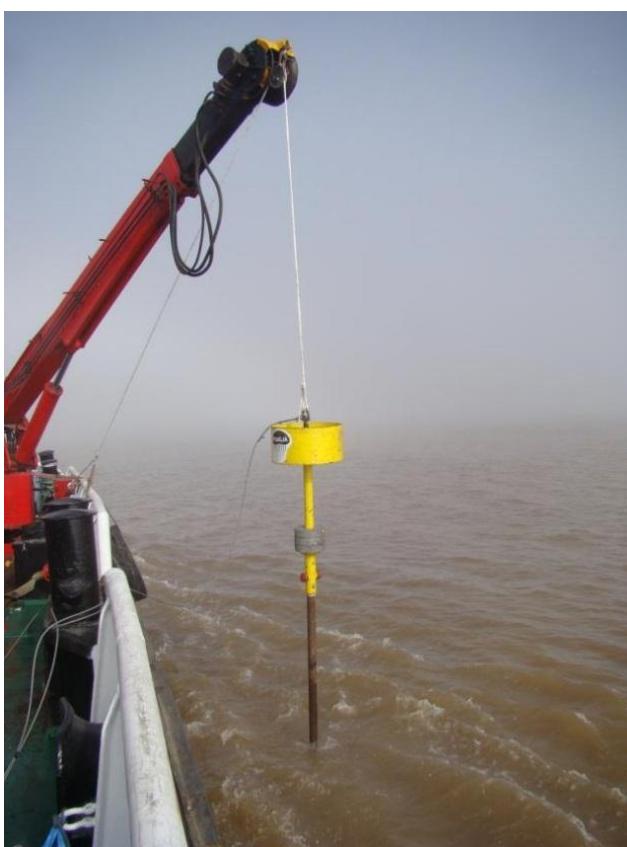


Figura 7: Toma de muestras con sacatestigos



Figura 8: Planificación proceso de dragado de los corredores navegables de los puertos de Buenos Aires y Dock Sud

Aplicación de los procesos de dragado

Con los estudios precedentemente citados deben definirse dos cuestiones que son el soporte de los procesos de dragado:

- 1.- En primer lugar donde se depositarán los productos provenientes del dragado en

función de las condiciones prevalecientes: grado de contaminación de los materiales del lecho y condiciones hidrodinámicas en los sitios de dragado.

- 2.- En segundo término que dragas utilizar en función del contexto geotécnico del lecho, del entorno hidrodinámico y del grado de contaminación de los materiales.

Las normas ambientales internacionales categorizan el material de dragado en función de los efectos que su disposición pudiere producir sobre el medio biológico. Así, establecen categorías según los niveles de concentración de ciertos parámetros basados en la contaminación del material a dragar, lo que determina:

- A.- Libre disposición del material de dragado
- B.- Disposición en forma controlada sin tratamiento previo
- C.- Disposición contenida con tratamiento previo
- D.- Disposición con confinamiento

A.- La clasificación de materiales de dragado de libre disposición, se refieren a cuando los sólidos del lecho no se encuentran contaminados y además los escurrimientos no inciden para que los sedimentos dragados vuelvan inmediatamente a depositarse en los sectores en los cuales se concretan tales trabajos. A tal efecto se propende a la utilización de dragas como las que se visualiza en la Figura 9, las cuales extraen el material del lecho y las lanzan por presión hacia los laterales de las dragas, fuera de las áreas previstas para la navegación u operación de las embarcaciones.



Figura 9: Dragado para condiciones de libre disposición del material utilizado en la Hidrovía Paraná - Paraguay

B.- La tipificación de materiales de disposición en forma controlada sin tratamiento previo, corresponde a aquellos casos en que sin que los sedimentos tengan un grado de contaminación importante y/o por razones vinculadas a las condiciones hidrodinámicas, se establecen sectores dentro de los propios espacios acuáticos para el depósito de los mismos, tal cual se puede observar en la Figura 10, donde previo a la extracción y acumulación en las cántaras de las dragas, la deposición final se efectúa mediante la apertura de compuertas en la parte inferior.



Figura 10: Dragado para condiciones de disposición del material en forma controlada (embarcaciones con cántaras)

C.- La categorización de materiales de disposición contenida con tratamiento previo, corresponde cuando los sedimentos del lecho presentan un grado de contaminación tal, que sin ser extrema, las normas no permiten que los materiales se depositen en las masas acuáticas, como son los dos casos descriptos precedentemente, sino que al menos temporalmente se almacenen fuera de ellas, como lo son las islas o sectores continentales previamente habilitados para tal fin y permitan el confinamiento en los tiempos mínimos preestablecidos para lograr la depuración anaeróbica. Ante tales situaciones se suelen utilizar dragas como la que se visualiza en la Figura 11, las cuales disponen de equipamientos de bombeo y cañerías que permiten trasladar y depositar el material extraído en lugares aptos geomorfológicamente para que permanezcan confinados sin afectar el entorno biótico.

D.- La disposición con confinamiento incumbe cuando los materiales se encuentran altamente contaminados,

como suele acontecer en las áreas portuarias, fundamentalmente asociadas a procesamientos o actividades industriales; o en la desembocadura de sistemas de escurrimiento aunados a poblaciones con deficiencias en el tratamiento de residuos cloacales. En tal caso los componentes extraídos se cargan en barcazas para luego ser depositados en lugares preestablecidos que permitan un total confinamiento, incluido la previsión de que no se produzca la contaminación de las napas freáticas como consecuencia de tales resguardos (Figura 12).



Figura 11: Dragado para condiciones de disposición del material en forma controlada



Figura 12: Dragado para condiciones de disposición del material con necesidad de confinamiento y/o tratamiento

Dinámica fluvial de la Hidrovía Paraná – Paraguay

Para complementar las cuestiones expuestas, es necesario tener en cuenta un factor fundamental en esta temática, cual es la dinámica fluvial de la Hidrovía Paraná – Paraguay, a efectos de contrarrestar a quienes pregonan el daño que se efectúa a tal sistema hídrico con

los trabajos de ingeniería concernientes al mejoramiento de la navegación.

El Río Paraná arrastra anualmente alrededor de los 160.000.000 de toneladas de arenas, limos y arcillas, variable según condiciones de crecientes o estias. Ello origina que el lecho sufra permanentes modificaciones por los traslados y sedimentaciones que alteran los canales de navegación. En función de lo señalado, es necesario entender que prioritariamente los procesos de dragado tienen como único objetivo restablecer las profundidades previstas para los calados de los transportes náuticos prevalecientes en cada tramo de navegación, y si no existieran tales transformaciones tampoco serían necesarios tales trabajos. En una palabra, los dragados acompañan el ritmo de las sedimentaciones en función de la dinámica fluvial dominante en cada tramo en particular, sin alterar la dinámica fluvial general que predomina en el sistema fluvial de la Hidrovía Paraná - Paraguay.

Los volúmenes anuales de dragado no sobrepasan el 5% de lo que se movilizan por la dinámica fluvial general. Por otra parte es necesario tener en cuenta que los sedimentos no son propios del sistema fluvial, sino que provienen de las erosiones que se generan en los sectores continentales, cuyos volúmenes se encuentran en crecimiento a la par del incremento de las diferentes actividades que se desarrollan antrópicamente, como lo son las deforestaciones para la producción agrícola-ganadera. Lo señalado precedentemente permite establecer que es infundado suponer que las obras de dragado originan impactos negativos, y que en algunas situaciones puedan ser irreversibles.

La intervención en tal ámbito natural empezó a tener una gran relevancia a partir de la creación del Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraná – Paraguay (CIHPP) en el año 1992 conformada por los cinco países que tienen injerencia en la misma. En las cuatro décadas que transcurrieron desde entonces, no se ha producido ningún reporte por entidad pública, privada o académica que detectara o manifestara impactos negativos por las operaciones de dragado, siendo seguramente la prueba más contundente de cómo se encaran las adecuaciones de los sistemas fluviales bajo el paraguas de la dimensión ambiental que aplica la ingeniería en los proyectos de esta naturaleza.

Dimensión ambiental en la enseñanza de la ingeniería

En la enseñanza de la Ingeniería se encuentra incorporada la Dimensión Ambiental, tal cual lo establece la Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI), al cual pertenecen las Facultades de Ingeniería de la Argentina (Figura 13).

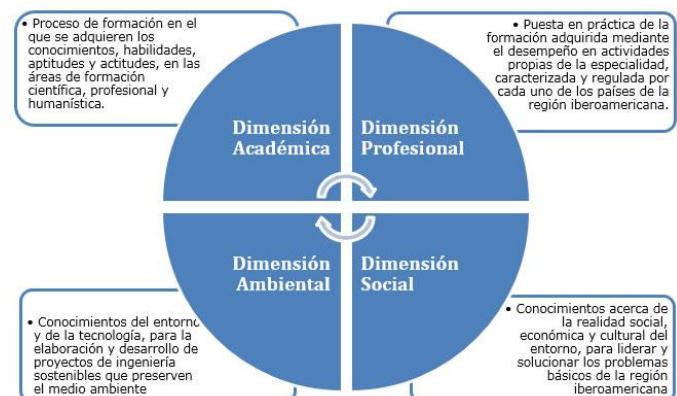


Figura 13: Dimensión Ambiental en la enseñanza de la Ingeniería - Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI)

La ASIBEI [2] establece que “bajo la dimensión ambiental el ingeniero Iberoamericano adquirirá la facultad para:

- Contribuir a controlar y minimizar el impacto de las obras y proyectos de ingeniería sobre el cambio climático, la explotación de recursos no renovables, el uso del agua, la generación de desechos, entre otras variables ambientales especialmente sensibles en la región.
- Buscar el equilibrio entre los distintos aspectos del desarrollo humano, la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente desde una perspectiva sustentable, atendiendo a los derechos de las generaciones futuras.
- Estimar el riesgo de afectación de los diferentes componentes ambientales por cuenta del desarrollo de obras y proyectos.
- Actuar de conformidad con principios de prevención, higiene y seguridad en el trabajo, observando normas de protección de la vida del hombre y del medio ambiente”.

Conclusiones

En contra de lo que algunos suponen, las obras de Ingeniería no se realizan de cualquier forma. En el caso particular del acondicionamiento de las vías navegables en general y de la Hidrovía Paraná-Paraguay en particular, los trabajos se efectúan teniendo en cuenta las normativas ambientales, tanto locales como internacionales, con equipamientos y procesos adecuados, tal cual se expuso precedentemente.

Por lo tanto, para un modo de transporte troncal y fundamental para la Argentina, es necesario analizar la

temática expuesta con racionalidad, como lo hace la ingeniería, fuera de cualquier contexto de subjetividad. La ciencia debe estar por encima de las suposiciones.

- [1] Jozami, Alfonzo Mingo (2018). *Como conciliar dragado y medio ambiente: el caso de la provincia de Buenos Aires*. Tradenews
- [2] Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI) (2015). *Perfil del Ingeniero Iberoamericano*. Boletín Agosto 2015, 4.