

Informe de ASESORAMIENTO y TRANSFERENCIA

075-24

NO-2024-106550615-APN-DNI#INIDEP
30-09-2024

Aporte de datos al indicador 14.3.1 del Objetivo de Desarrollo Sostenible 14

Lucía Epherra, Carla F. Berghoff y Valeria Segura

Dirección: Pesquerías de Invertebrados y Ambiente Marino

Área: Programa Dinámica de Plancton Marino y Cambio Climático (DiPlaMCC)

Citar como:

Epherra L., Berghoff CF y Segura V. 2024. Aporte de datos al indicador 14.3.1 del Objetivo de Desarrollo Sostenible 14. Inf ASES INIDEP N° 075/24, 06 pp.



Aporte de datos al indicador 14.3.1 del Objetivo de Desarrollo Sostenible 14

Lucía Epherra^{1,2}, Carla F. Berghoff¹, Valeria Segura¹

(1) Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, Argentina.

(2) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

Resumen

Las determinaciones del sistema de carbonatos son fundamentales para el estudio de la acidificación oceánica, una problemática de creciente preocupación a nivel mundial, que forma parte de la meta 14.3 del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas 14-Vida Submarina “Minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos los niveles”. En este contexto el INIDEP, bajo las actividades de investigación del Programa Dinámica del Plancton Marino y Cambio Climático adquiere información de calidad necesaria para contribuir a dicha meta. Este informe presenta la actualización del procesamiento y control de calidad de la información del Sistema de los Carbonatos adquirida durante el período 2021-2024 y el aporte de datos al Portal de Datos ODS 14.3.1 (Naciones Unidas). Este portal recopila, valida y almacena datos y metadatos asociados a la acidificación de los océanos. La contribución del INIDEP al indicador ODS 14.3.1 aporta al cumplimiento de la meta ODS 14.3 y posiciona a la Argentina en un ámbito del mayor nivel internacional.

Palabras Clave

Acidificación oceánica, Sistema de los carbonatos, indicador ODS 14.3.1.

Introducción

El exceso de gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera generan procesos locales y globales de cambio en los patrones climáticos, que afectan a los sistemas naturales tanto continentales como marinos, así como a las poblaciones humanas (Pörtner et al. 2022). En particular, la concentración atmosférica de dióxido de carbono (CO_2) es un 40% mayor respecto de aquella al inicio de la revolución industrial. El océano tiene un rol clave al capturar alrededor de un cuarto de las emisiones anuales del CO_2 antropogénico liberado a la atmósfera (Friedlingstein et al. 2023), aminorando el cambio climático. Sin embargo, la absorción del exceso del CO_2 antropogénico genera cambios en el equilibrio químico del **sistema de los carbonatos (SC)** provocando un proceso denominado **Acidificación Oceánica (AO)** (Doney et al. 2009; Feely et al. 2009). La AO consiste en la disminución del pH, el aumento de carbono inorgánico disuelto (CID) y la disponibilidad de iones carbonato en el agua de mar.

El pH en la superficie del océano ha disminuido en un 30 % en comparación con la época preindustrial, y se prevé que la AO continuará en aumento (IPCC 2021: alta confianza). Numerosos estudios advierten sobre las consecuencias de la AO para los ecosistemas marinos, con impactos significativos en la biodiversidad en diferentes niveles tróficos, afectando ampliamente los servicios ecosistémicos que brindan los océanos (Turley y Gatusso 2012; Macko et al. 2017; Widdicombe et al. 2022). Por esta razón, en los últimos años se ha dado prioridad a la obtención de observaciones de alta calidad de al menos dos de las variables descriptivas del SC (pH, CID, alcalinidad total –AT– y pCO_2) en diversas regiones oceánicas y que posean una resolución temporal adecuada para comprender cómo los océanos están respondiendo al aumento en las concentraciones del CO_2 (Orr et al. 2018). Esto, a su vez, permite evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas marinos frente a la AO y desarrollar estrategias efectivas de mitigación y adaptación.

La relevancia de obtener observaciones del SC de alta calidad sostenidas en el tiempo y en diferentes regiones para evaluar la AO, es reconocida por las Naciones Unidas (ONU) en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 14 - Vida submarina de bajo la meta 14.3 “Minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos los niveles”. El progreso hacia esta meta se evalúa mediante el indicador 14.3.1 “Acidez media del mar (pH) medida en un conjunto convenido de estaciones de muestreo representativas”.

La información para el indicador de los Estados miembros de Naciones Unidas se recopila, valida y almacena en el Portal de Datos ODS 14.3.1 (<https://oa.iode.org>). Con esta información la Comisión Oceanográfica Internacional (COI) genera anualmente productos sobre la acidez marina promedio, con control de calidad, en diferentes regiones del océano. Estos productos se presentan en el Reporte del Indicador 14.3.1 en el Foro Político de Alto Nivel sobre el Desarrollo Sostenible de ONU y la Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco de ONU sobre el Cambio Climático. Los métodos de medición aceptados, el tipo y calidad de datos y metadatos requeridos, así como la modalidad para el aporte de los datos se encuentran descritos en la metodología del indicador (<https://oceanexpert.org/document/26155>) lo que garantiza que los Estados Miembros de la ONU puedan reportar el indicador y que la COI genere productos globales. Esta metodología se basa en los métodos aceptados por la Red Global de Observación de la Acidificación de los Océanos (GOA-ON, por sus siglas en inglés) y sigue el criterio de calidad de Newton et al. (2015). Los datos pueden enviarse para compartirse en diferentes modalidades de restricción.

El Programa Dinámica del Plancton Marino y Cambio Climático (DiPlaMCC) del INIDEP aborda la temática de la AO desde 2014, y colecta regularmente información de pH y AT en las series de tiempo ecológicas “Estación Permanente de Estudios Ambientales” (EPEA) en la Plataforma Bonaerense (Segura et al. 2024), en las secciones “COSTAL” (de la COSTa al TALud) de la Zona Común de Pesca Argentino Uruguaya (Negri et al. 2016; Berghoff et al. 2021a; Berghoff et al. 2023) y, desde 2018, en “El Veril del Banco de Afuera” del sector costero de Mar del Plata (Figura 1). Con el objetivo de garantizar que las mediciones del SC tengan la calidad adecuada e inter-comparables, fueron implementados el método de determinación espectrofotométrica de pH (Berghoff 2020), y los métodos de determinación espectrofotométrica y potenciométrica de AT (Astor 2013; Berghoff et al. 2016; 2021b).

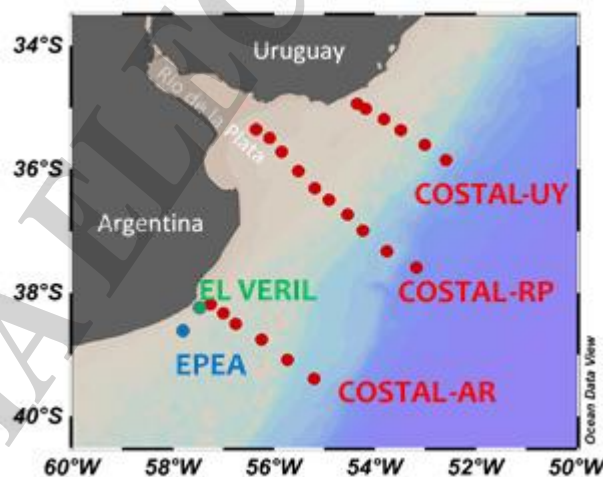


Figura 1. Mapa de las series de tiempo ecológicas llevadas a cabo por el Programa DiPlaMCC-INIDEP, donde se colectan regularmente información del sistema de los carbonatos. “Estación Permanente de Estudios Ambientales” (EPEA, azul), “El Veril del Banco de Afuera” (El Veril, verde) y secciones “COSTAL” (rojo). (Figura tomada de Berghoff y Epherra 2024)

Es relevante mencionar que Argentina, como Estado Miembro de la ONU, adhiere a la Agenda 2030 y sus ODS, comprometiéndose a monitorear la AO. En este contexto, el INIDEP asumió en 2022 el compromiso voluntario de aportar la información del Sistema de los Carbonatos colectada por el DiPlaMCC. Durante 2022 y 2023 el INIDEP reportó al Portal de Datos ODS 14.3.1 cinco conjuntos de datos pH y AT (y metadatos asociados) consistentes en 28 campañas realizadas a la EPEA durante 2017- 2022, 28 visitas a El Veril durante 2018-2023 y los datos colectados durante 2019 en las secciones COSTAL (campañas VA-2019/01 y VA-2019/12) y en el Canal Beagle (campaña VA-2019/11). La cantidad y calidad de datos enviados previamente se encuentran detallados en un Informe de Asesoramiento y Transferencia (Berghoff y Epherra 2024). El presente informe proporciona una actualización de los datos enviados al Portal de Datos ODS 14.3.1 en agosto de 2024. El envío de datos fue autorizado por la Dirección Nacional de Investigaciones del INIDEP bajo la nota GDE NO-2024-71972616-APN-DNI#INIDEP.

Desarrollo

Durante 2024 se realizó el procesamiento, control y garantía de calidad de la información del Sistema de los Carbonatos adquirida en dos campañas a la sección COSTAL-AR realizadas en 2021 (VA2021-01 y VA2021-06), en cuatro campañas a la EPEA realizadas durante 2023 (MA2023-07, MA2023-10, VA202309 y AH202303), y en cinco visitas a El Veril durante el período 2023-2024. Esto incluyó el registro de la metodología y equipamiento utilizado, la identificación y evaluación de valores atípicos, la estimación de la precisión e incertidumbre de la medición, así como la consistencia de los valores hallados en base a los datos previamente colectados (Berghoff y Epherra 2024), siguiendo los procedimientos recomendados por la comunidad especializada (Dickson et al. 2007). Posteriormente, los datos se etiquetaron con banderas de calidad (flag) de nivel primario del Experimento Mundial de Circulación Oceánica (WOCE, por sus siglas en inglés) según Jiang et al. (2022): 2 para mediciones aceptables, 3 para las cuestionables y 4 para las malas.

De este modo se actualizó la base de datos del SC del DiPlaMCC y sus variables asociadas (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) colectadas en las series de tiempo ecológicas EPEA, COSTAL-AR y El Veril. Se sumaron 12 registros de pH y AT a la base de datos de la EPEA, la cual actualmente consiste en 96 registros de pH y 97 de AT de 32 campañas a la EPEA. Respecto a la COSTAL-AR, se sumaron 42 registros de pH y 33 de AT, haciendo un total de 88 registros de pH y 64 de AT en las cuatro visitas a esta sección. Por último, se sumaron 5 registros de pH y AT, con un total de 29 registros de pH y 28 de AT en la base de datos de El Veril. La precisión del pH fue del orden de 0,004 unidades de pH y la de la AT en 5 $\mu\text{mol}/\text{kg}$. Las etiquetas de banderas utilizadas en la totalidad de datos enviados fueron 2 (mediciones aceptables) y 3 (mediciones cuestionables), éstos últimos tenían más de 0.01 (para pH) y más 5 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ (AT) de desviación estándar en análisis replicados. Del total de datos enviados en 2024, sólo 7 mediciones de pH y 1 de AT fueron marcados con bandera 3. Finalmente se recopiló la información vinculada con las determinaciones y el procesamiento y se preparó un archivo de los metadatos asociado a cada conjunto de datos. La tabla 1 presenta la cantidad de datos enviados en 2024, los cuales fueron enviados bajo la modalidad de restringidos en su totalidad, lo que solo permite que la COI derive productos con el propósito de informar sobre el indicador 14.3.1.

Tabla 1. Cantidad y calidad de datos del INIDEP enviados al Portal de Datos ODS 14.3.1

Denominación del conjunto de datos	Nº del conjunto de datos	Nº de envío 2024	Cobertura temporal de los datos	Nº total de datos enviados
EPEA	406	834	2023	103
COSTAL-AR	496	836	2021	28
EL VERIL	344	835	07/2023 – 02/2024	33



Conclusiones

La acidificación oceánica (AO) es una prioridad creciente tanto en la ciencia como en las esferas políticas, debido a su impacto ecológico y socioeconómico a nivel global. El monitoreo de las variables asociadas a la AO en diferentes regiones es crucial para evaluar la tasa y la escala de cambio, lo que hace esencial la contribución a bases de datos como el Portal de Datos ODS 14.3.1. En el contexto de la Década de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible, la participación del INIDEP en el suministro de datos del SC al indicador 14.3.1 es de gran importancia, ya que ayuda a Argentina a cumplir con la meta ODS 14.3 y facilita el entendimiento de la AO en nuestra región del Atlántico Sudoccidental. Esta información es valiosa, ya que hay pocos estudios en la región dedicados a este tema, y aún se desconocen muchas de las posibles consecuencias de la AO sobre los organismos marinos, incluidos los recursos pesqueros.

Agradecimientos

Agradecemos a M. Luz Torres Alberto así como a nuestros colegas del DiPlaMCC y del Gabinete de Oceanografía Física del INIDEP, quienes permitieron la exitosa colecta de datos anexos al SC durante las campañas. También agradecemos a los buzos y buzas del Club CASE por la colecta de datos en El Veril. Este informe es una contribución de los proyectos NF-POGO Alumni Network for the Ocean “NANO Global Project: observation of coastal productivity, deoxygenation and ocean acidification at selected sites” y “El Veril del Banco de Afuera: Buceando en un mar de cambios” del Plan Nacional de Ciencia Ciudadana, de la Subsecretaría de Ciencia y Tecnología.

Bibliografía

- Astor Y. 2013. Método 7. Determinación de Alcalinidad total. En: Astor YM, Lorenzoni L, Scranton M. Eds. Manual de Métodos para el Análisis de Parámetros Oceanográficos en la Estación Serie de Tiempo Cariaco/Handbook of Methods for Analysis of Oceanographic Parameters at the Cariaco Time-Series Station. Colección Cuadernos FLASA. Serie de Ciencia y Tecnología N°12. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas, Venezuela.
- Berghoff CF. 2020. Procedimiento de determinación de pH de agua de mar por espectrofotometría con púrpura de meta-cresol. Inf Ases Transf INIDEP N° 086/20. 16 p.
- Berghoff CF, Balestrini CF, Osiroff AP, Kahl LC, Bianchi A. 2016. Determinación de alcalinidad total y carbono inorgánico disuelto mediante titulación potenciométrica en celda cerrada. Inf Invest INIDEP N° 10/16. 17 p.
- Berghoff CF, Pierrot DP, Lutz VA, Epherra L, Silva RI, Segura V, Hozbor MC, Carignan MO, Barbero L, Negri RM. 2021a. Propiedades físicoquímicas y comunidades microbianas en la sección “COSTAL” en verano (Campaña VA-01/19). Inf Invest INIDEP N° 01/21. 30 p.
- Berghoff CF, Epherra L, Pierrot D. 2021b. Determinación potenciométrica de alcalinidad total de agua de mar en celda abierta. Informe de Procedimientos Operacionales INIDEP 001/202. 24p.
- Berghoff CF, Pierrot D, Epherra L, Silva RI, Segura V, Negri RM, Hozbor MC, Carignan MO, Barbero L, Lutz VA. 2023. Physical and biological effects on the carbonate system during summer in the Northern Argentine Continental Shelf (Southwestern Atlantic). J Marine Sys. 237:103828.
- Berghoff CF, Epherra L. 2024. Sistema de los carbonatos y acidificación oceánica: procesamiento de la información adquirida y aporte de datos al indicador 14.3.1 del Objetivo de Desarrollo Sostenible 14. Inf ASES INIDEP N° 024/2024, 10 pp
- Dickson AG, Sabine CL, Christian JR. 2007. Guide to best practices for ocean CO₂ measurements. PICES Special Publication 3, North Pacific Marine Science Organization. British Columbia. 176 p.



Doney S, Fabry V, Feely R, Kleypas J. 2009. Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Mar Sci* 1:169-192.

Feely RA, Doney SC, Cooley SR. 2009. Ocean acidification: Present conditions and future changes in a high-CO₂ world. *Oceanography*, 22(4), 36-47.

Friedlingstein P, O'sullivan M, Jones MW, Andrew RM, Bakker DC, Hauck J, Landschützer P, Le Quéré C, Luijkx IT, Peters GP, et al. 2023. Global carbon budget 2023. *Earth Syst Sci Data*. 15(12): 5301-5369.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In: Masson-Delmotte VP, Zhai A, Pirani SL, Connors C, Péan S, Berger N, Caud Y, Chen, L. Goldfarb, MI, Gomis M, et al. eds. Cambridge University Press.

Jiang, LQ, Pierrot D, Wanninkhof R, Feely RA, Tilbrook, B, Alin, S, Barbero L, Byrne RH, Carter BR, Dickson AG, et al. 2022. Best practice data standards for discrete chemical oceanographic observations. *Front. Mar. Sci.* 8: 705638.

Macko SA, Fantasia C, Xue G. 2017. Chapter 2: Potential Global Economic Impacts of Ocean Acidification. In: Nordquist MH, Moore J, Long R. (Eds.). *International Marine Economy*. Leiden: The Netherlands, Brill-Nijhoff. p. 79-97.

Negri, RM, Mollinari G, Carignan M, Ortega L, Ruiz MG, Cozzolino E, Cucchi-Colleoni AD, Lutz V, Costagliola M, García A, Izzo S, Jurquiza V, Salomone A, Odizzio M, La Torre S, Sanabria A, Hozbor MC, Peresutti SR, Méndez S, Silva R, Martínez A, Cepeda G, Viñas MD, Diaz MV, Pájaro M, Mattera MB, Montoya, N, Berghoff C, Leonarduzzi E. 2016. Ambiente y Plancton en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en un escenario de cambio climático (marzo 2014). *Revista Frente Marítimo*. 24: 251-316.

Newton JA, Feely RA, Jewett EB, Williamson P, Mathis J. 2015. Recommended measurement uncertainties for climate and weather Global Ocean Acidification Observing Network: Requirements and Governance Plan, Second Edition. GOA-ON, http://www.goa-on.org/docs/GOA-ON_plan_print.pdf.

Orr JC, Epitalon JM, Dickson AG, Gattuso JP. 2018. Routine uncertainty propagation for the marine carbon dioxide system. *Mar. Chem.* 207: 84-107.

Pörtner HO, Roberts DC, Poloczanska ES, Mintenbeck K, Tignor M, Alegría A, Craig M, Langsdorf S, Löschke S, Möller V, Okem A. 2022. IPCC, 2022: summary for policymakers. En: *Climate change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of working group II to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge, UK and New York, NY, US, pp. 3-33.

Segura V, del Valle D, Lutz V, Epherra L, Berghoff C, Fernández Acuña J, Giorgini M, Silva I, Diaz M, Do Souto M, Luz Clara M, Allega L, Cepeda G; Leonarduzzi E, Ruiz M, Hozbor C, Peresutti S, Maenza R, Montoya N, Albornoz M. 2024. Estudio de las Variables Ambientales y del Plancton en la Serie de Tiempo Ecológica Marina EPEA durante el año 2022. *Inf Investigación INIDEP N° 019/24*, 34 pp

Turley C, Gattuso JP. 2012. Future biological and ecosystem impacts of ocean acidification and their socioeconomic-policy implications. *Curr Opin Env Sust.* 4(3): 278-286.

Widdicombe S, Isensee K, Artioli Y, Gaitán-Espitia JD, Hauri C, Newton JA, Wells M, Dupont, S. 2023. Unifying biological field observations to detect and compare ocean acidification impacts across marine species and ecosystems: what to monitor and why. *Ocean Sci.* 19: 101-119.