

# Impacto del Cambio Climático en la Operatividad del Canal de Panamá

## Impact of Climate Change on the Operability of The Panama Canal

*Richard Prado<sup>1</sup>, Blanca Segura<sup>1</sup>, Yazmin Mack<sup>1,2,3,\*</sup>*

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil, Panamá

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Experimental de Ingeniería, Panamá

<sup>3</sup> Sistema Nacional de Investigación (SNI) de Panamá, Panamá

**Fecha de recepción:** 23 de noviembre de 2023. **Fecha de aceptación:** 10 de enero de 2024.

\***Autor de correspondencia:** [yazmin.mack@utp.ac.pa](mailto:yazmin.mack@utp.ac.pa)

**Resumen.** En la presente investigación se busca enmarcar la incidencia de la crisis climática en el Canal de Panamá, identificando cómo los fenómenos de escasez y exceso de agua en los embalses de su cuenca hidrográfica afectan la funcionalidad de esta vía interoceánica. Para desarrollar esta idea se realizó un estudio del funcionamiento habitual de la ruta marítima en conjunto con un análisis de datos hidrometeorológicos en donde se observan eventos extremos, con el fin de entender cómo estos fenómenos naturales afectan directamente el tránsito de los buques. Los estudios realizados trajeron a colación muestras de las medidas que las autoridades han adoptado a lo largo de los años cada vez que se presenta una anomalía que influya en el volumen de las precipitaciones, lo cual se refleja en los niveles de agua de los embalses que suplen a la Cuenca del Canal. Este estudio permite concluir de manera preliminar cómo el cambio climático ha impactado con el paso del tiempo de manera significativa al Canal de Panamá, poniendo en riesgo en un futuro, el tránsito continuo y eficaz de los buques por esta ruta interoceánica, por lo que es necesario planificar estrategias adecuadas para mitigar estos efectos.

**Palabras clave.** Canal de Panamá, cuenca hidrográfica, embalses, precipitaciones, sequías.

**Abstract.** This research seeks to frame the incidence of the climate crisis in the Panama Canal, identifying how the phenomena of scarcity and excess water in the reservoirs of its watershed affect the functionality of this interoceanic route. To develop this idea, a study of the usual functioning of the sea route was carried out in conjunction with an analysis of hydrometeorological data where extreme events are observed, in order to understand how these natural phenomena directly affect the transit of ships. Studies brought up samples of the measures that the authorities have taken over the years whenever an anomaly occurs that influences the volume of precipitation, which is reflected in the water levels of the reservoirs supplying the Canal Basin. This study provides a preliminary conclusion of how climate change has significantly impacted the Panama Canal over time, putting the continuous and effective transit of ships along this interocean route at risk in the future, thus it is necessary to plan appropriate strategies to mitigate these effects.

**Keywords.** Panama Canal, watershed, reservoirs, rainfall, droughts.

## 1. Introducción

El Canal de Panamá es una de las rutas comerciales más importantes en cuanto a tráfico marítimo mundial [1]. Es una pieza fundamental para la conexión del comercio entre los hemisferios Occidental y Oriental (figura 1). A lo largo del tiempo, con la optimización del manejo de carga, esta ruta interoceánica que une los océanos Atlántico y Pacífico ha registrado movimientos mayores a 300 millones de toneladas de mercancía por año [2].

El Canal de Panamá ha visto potenciado su crecimiento de igual forma, gracias a la expansión a tres complejos de esclusas y a la infraestructura de primer nivel con la que cuentan los puertos vinculados a su funcionamiento [3]. No obstante, el desempeño de esta importante vía interoceánica se ha visto impactado debido a la crisis climática que sufre el planeta y de la que no se escapa Panamá [4]. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) define cambio climático como el cambio en el estado del clima que se puede identificar mediante cambios en la media y / o la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente décadas o más [5]. Se tiene previsto que esta crisis acelere en los próximos años [6].

En los últimos años se ha observado cierta irregularidad en el funcionamiento del Canal, debido a que se han presentado condiciones extremas tanto de sequías como de crecidas nunca antes observadas [7]. Como muestra de la problemática causada por la crisis del cambio climático, en el 2019 se presentó un de los registros de precipitación más bajos en los últimos 70 años en la historia de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CHCP) [8].



**Figura 1.** Principales rutas del Canal de Panamá. El correcto funcionamiento del Canal de Panamá garantiza la conectividad de navíos a nivel mundial.

**Fuente:** Mapa con licencia *Creative Commons* y rutas con base en infografía de la Autoridad del Canal de Panamá [9], [10].

El responsable de velar por el funcionamiento óptimo y la competitividad de la vía interoceánica es la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) [11]. Por tal motivo se encargan de desarrollar planes que aseguren la funcionalidad y seguridad a cada uno de los usuarios que utilicen la ruta. Para hacer frente a estas situaciones, la ACP se ve obligada a buscar soluciones para mitigar los impactos negativos. Como, por ejemplo, limitar el volumen de mercancía de sus usuarios para poder garantizar un tránsito seguro y los esclusajes cruzados que envía agua entre los dos carriles de las esclusas Panamax durante los tránsitos, para reducir su vertido al mar y así permitir el ahorro de agua [12], [13].

En este contexto, esta investigación busca resolver la siguiente cuestión: ¿Cuáles son los impactos del cambio climático en la operatividad del Canal de Panamá?, para responder a esta pregunta, se describen y analizan los efectos del cambio climático, específicamente de los fenómenos de escasez y de exceso de agua, en la operatividad del Canal de Panamá. Los resultados de esta investigación permitirán a futuro evaluar y proponer estrategias para mitigar los efectos del cambio climático en la operatividad del Canal de Panamá.

## 2. Metodología

Para llevar a cabo este artículo se realizó una revisión de literatura. Esta técnica permite realizar un estudio descriptivo del tema en cuestión, lo que posibilita identificar causas y consecuencias de la problemática para con base en estos resultados, realizar un análisis de las posibles soluciones que se pueden aplicar para mejorar dicha situación. Para la revisión de literatura se utilizaron las plataformas *Google Scholar* y *ScienceDirect*. Una limitación de este estudio es que solo se revisaron artículos Open Access. Otras fuentes de datos y literatura utilizadas son: documentos y publicaciones de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CICH) y del Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA), encontrados en las páginas web de dichas organizaciones.

Utilizando los documentos revisados, se describe el funcionamiento regular del Canal de Panamá y sus fuentes de agua para entender cómo los fenómenos de escasez y exceso de agua en la cuenca del Canal de Panamá pueden comprometer su funcionamiento.

Luego, se colectan datos hidrometeorológicos de precipitación en la cuenca del Canal de Panamá para identificar eventos extremos. El periodo de los datos estudiados es de 2008 al 2019. El área de estudio definida para la búsqueda de datos hidrometeorológicos relacionados con el Canal de Panamá es la cuenca del Canal de Panamá. Tratándose de un

estudio de escasez y exceso de agua, la cuenca hidrográfica se considera una unidad adecuada de estudio.

Por último, se describen los efectos del cambio climático en la operatividad del Canal de Panamá, específicamente los efectos de los fenómenos de escasez y de exceso de agua en los embalses que alimentan al Canal de Panamá.

### 3. Resultados y discusión

Las secuelas del cambio climático han traído notables impactos a todas las reservas naturales del planeta, viéndose afectado de manera muy evidente el recurso hídrico. Se han observado manifestaciones de esta crisis climática por medio de fenómenos como en el derretimiento de los casquetes polares, los cambios en los patrones de temperatura y la variabilidad en las precipitaciones [14]. Este último fenómeno es de particular interés para Panamá, ya que puede afectar el funcionamiento regular del Canal de Panamá.

#### 3.1 Funcionamiento del Canal de Panamá

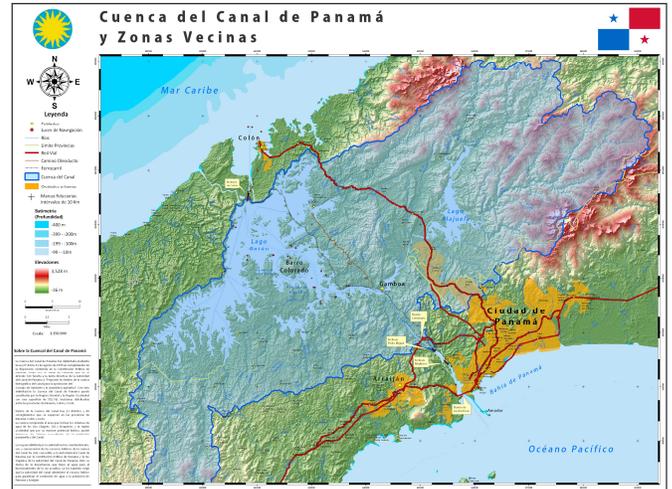
El Canal actualmente emplea dos sistemas de esclusas, el de más antigüedad conformado por las esclusas de Pedro Miguel, Miraflores y Gatún y el más reciente conformado por las esclusas de Aguas Clara y Cocolí [15].

Estas estructuras se encargan de subir los buques desde el nivel del mar hasta el nivel del lago Gatún para que los buques puedan transitar por el cauce del Canal, o de igual forma bajar los buques, después de dicho tránsito, desde el nivel del Lago Gatún hacia el nivel del mar, emulando así el movimiento de un ascensor [15].

El agua empleada para la realización de dicha función en cada juego de esclusa proviene de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá la cual cuenta con una superficie de 3434.21 kilómetros cuadrados (figura 2) [16]. La cuenca cuenta con los embalses de agua dulce, Alhajuela, Gatún y Miraflores, los cuales mediante gravedad o por sistemas de alcantarillas llenan con sus grandes masas de agua las cámaras de cada una de las esclusas [17].

A su vez las masas de agua almacenadas en dichos embalses provienen de distintas fuentes, tales como lo son el Río Chagres quien vierte sus aguas en el Lago Alhajuela, los ríos Trinidad y Ciri Grande que abastecen el Lago Gatún y el río Grande que suple al Lago Miraflores [18].

Debido a la importancia de contar con fuentes de agua para el funcionamiento del Canal, la ACP se encuentra evaluando constantemente estudios que se realizan en cuencas hidrográficas estratégicas identificadas en el Plan Nacional de Seguridad Hídrica (PNSH), como el río Bayano, con el fin de encontrar alternativas para reforzar la capacidad hídrica de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá [19].



**Figura 2.** Delimitación de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.  
**Fuente:** Portal STRI GIS [20]

#### 3.2 Eventos extremos en la cuenca del Canal de Panamá

A lo largo de los años la cuenca hidrográfica del Canal ha experimentado la incidencia de diversos fenómenos naturales a causa de la crisis climática [7]. El año 2010 fue muestra de ello, cuando en diciembre se presentó la tormenta “Purísima”, la cual azotó al istmo panameño, afectando directamente al Canal [21]. Dicho acontecimiento ocasionó que la cuenca del Canal experimentara la mayor tormenta de tres días en su historia, el flujo principal registrado en la estación Chico para este periodo fue de 908 m<sup>3</sup>/s, siendo la mayor cifra registrada durante los últimos 78 años hasta ese momento [21].

Las fuertes y extensas precipitaciones ocasionaron que se realizara también el mayor vertido de agua en la represa Madden (Alhajuela), vaciando 4530.70 m<sup>3</sup>/s [21]. Múltiples reportes y organismos internacionales presentan el impacto que ocasiona el cambio climático y particularmente para el Canal de Panamá, dichos reportes señalan los bajos niveles de precipitaciones producto de sequías [14]. La manifestación que más afectaciones produce es el Fenómeno del Niño, que vuelve anómalo el patrón de lluvias en múltiples localidades del mundo, con la consecuente sequía en la cuenca del Canal, como muestra en las mediciones de las precipitaciones [22], [23]. Específicamente en el mes de mayo de 2016 el embalse de Gatún mostró su nivel más bajado hasta la fecha, llegando a 23.84 metros [14]. El Lago Gatún se encontraba entonces, alrededor de 1.8 metros debajo de la altura proyectada para ese periodo del año, mientras que el lago Alhajuela se hallaba 6 metros por debajo de sus estimaciones [23].

Continuando con la tendencia el, 2019 no escapó de la realidad, ese año finalizó con 2149.5 milímetros en promedio de precipitación, esta cifra trazaba un 20% menos debajo del promedio histórico [13]. Durante todos los meses de este mismo año, el patrón de lluvias se mantuvo por debajo de los promedios históricos, posicionándolo como el quinto más seco dentro de los últimos 70 años [13].

La precipitación promedio acumulada del 1 de enero al 31 de diciembre en la CHCP, en milímetros, ha ido variando durante el periodo 2008-2019 siendo el valor más alto 3767.1 mm correspondiente al año 2010 y el valor más bajo 1777.9 mm correspondiente al año 2015 [24].

### 3.3 Efectos de la escasez de agua en la operabilidad del Canal de Panamá

En el caso particular de la vía acuática, los registros de los últimos años señalan que los bajos niveles de precipitaciones traen como consecuencia las sequías en la vía, lo que ha causado que la Autoridad del Canal de Panamá deba implantar medidas restrictivas a los buques que deseen transitar por esta ruta interoceánica [14]. Este fenómeno provoca un fuerte impacto negativo en el desempeño del tránsito marítimo, servicios portuarios y actividades logísticas y de la cadena de suministro [14].

A partir del año 2015 la frecuencia con la que se han manifestado efectos de la sequía ha sido más notable, esto va de la mano a los sucesos de origen climático como lo son el Fenómeno del Niño, el cual causó la temporada más seca de la vía interoceánica en el año 2016, viéndose afectado los embalses que nutren a la cuenca, especialmente el Lago Gatún que registró su nivel mínimo (23.86 metros) más crítico en el mes de mayo de ese mismo año [24]. Así mismo, en el año 2019 tanto los embalses Gatún y Alhajuela presentaron niveles de agua por debajo de su nivel óptimo, observándose en 24.95 metros y 65.58 metros respectivamente.

A consecuencia de los efectos causados por la escasez de agua, la ACP ha tenido que tomar estrictas medidas de esta limitación se dio por primera vez en 1998, medida que tuvo una duración de 108 días, y la cual se repitió en la temporada de 2015-2016, en la cual se limitó la cantidad de carga que podían transportar los buques por un periodo más corto de tiempo (42 días); ambas restricciones fueron causadas por el fenómeno natural antes mencionado [24].

Durante este último periodo mencionado, la restricción inicial de calado que se impuso fue de 11.89 metros (39 pies), encontrándose 11 centímetros por debajo del calado máximo permitido en el antiguo juego de esclusas, y este iría decreciendo en función de los niveles de agua [25].

No obstante, el volumen de los embalses Alhajuela y Gatún no solo hacen funcional el tránsito de las naves por la ruta interoceánica, sino que a su vez se encargan de la generación de electricidad y también de asegurar el suministro de agua cruda que luego de ser potabilizada abastece a las poblaciones de Colón, Arraiján, Chorrera y Panamá [26]. La realización de dichas actividades también altera la estabilidad de los niveles de agua de los lagos en la Cuenca del Canal, por esta razón una de las medidas históricas que se aplicó para mitigar la escasez de agua en el 1997, fue suspender la generación de energía eléctrica en el lago Gatún, así como aplicar un razonamiento en el suministro de ciertos sectores urbanos [27].

### 3.4 Efectos del exceso de agua en la operabilidad del Canal de Panamá

Por exceso o por defecto el Canal se resiente [7]; Panamá cuenta con un clima tropical lluvioso, por lo que las precipitaciones durante los meses de abril hasta diciembre son bastantes frecuentes [28]. Desde el inicio de las operaciones del Canal, se diseñaron estrategias con el fin de mitigar las consecuencias de eventos naturales fortuitos que comprometieran la funcionalidad de las estructuras, como lo serían las inundaciones a lo largo de la Cuenca del Canal [29]. Estas estrategias se basan en la realización de vertidos preventivos en los embalses, lo que implica desalojos de agua moderados desde los mismos hacia el curso final original del río Chagres [30].

Pese a que esta medida se tenía presente, no se aplicaba con regularidad debido a que los efectos del cambio climático no eran muy notables [29]; no fue entonces, hasta finales del 2010, cuando la ACP se vio forzada a detener temporalmente el paso de los buques por la cuenca del Canal, puesto que los embalses de Gatún y Alhajuela mostraron altos registros históricos en sus niveles de agua como resultado de las fuertes lluvias que se presentaron en el país [31]. Otra de las medidas tomadas, contemplando la seguridad de las comunidades aledañas al Canal, fue la evacuación de 50 residentes [31].

Luego de estos acontecimientos registrados, la ACP le dio mayor preponderancia a la realización de vertidos preventivos, dentro los cuales se pueden destacar los realizados en los años 2012 y 2016 cuando el lago Gatún alcanzó y sobrepasó su máximo nivel operativo de 26.67 metros [32], [33].

## 4. Conclusiones

En este trabajo se describen los efectos del cambio climático, específicamente de los fenómenos de escasez y de exceso de agua, en la operatividad del Canal de Panamá. Se identificó que los principales impactos en la operatividad del Canal debido al cambio climático son la reducción de calado para el tránsito de naves y suspensiones de generación eléctrica en el caso de escasez de agua y, cierre temporal del tránsito de buques, evacuación de residentes aledaños y vertidos preventivos en el caso de exceso de agua. Esta investigación presenta resultados preliminares que sirven para entender la situación actual y a futuro y a la vez servirán para analizar trabajos a futuro en cuanto a estrategias para administrar nuestros recursos hídricos y para mantener la operatividad del Canal de Panamá al máximo. Se puede concluir que el cambio climático tiene serias implicaciones en la operatividad del canal. A pesar de que existen estrategias que han sido aplicadas cuando se dan casos de escasez o de exceso, se espera que la situación del cambio climático empeore, por lo que es necesario planificar estrategias para contrarrestar estos efectos a futuro.

## AGRADECIMIENTOS

Al Sistema Nacional de Investigación (SNI) de Panamá por su apoyo a la investigación.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

## REFERENCIAS

- [1] A. N. Menéndez, E. A. Lecertua, y N. D. Badano, “Optimización del diseño del sistema de llenado/vaciado del Tercer Juego de Esclusas del Canal de Panamá”, *RIBAGUA - Revista Iberoamericana del Agua*, vol. 1, núm. 1, pp. 4–13, ene. 2014, doi: 10.1016/S2386-3781(15)30003-7.
- [2] H. T. Y. Yoshizaki, J. C. V. Martínez, y C. Mejia-Argueta, *Supply Chain Management and Logistics in Latin America: A Multi-Country Perspective*. Emerald Group Publishing, 2018.
- [3] A. Pagano, G. Wang, O. Sánchez, R. Ungo, y E. Tapiero, “The impact of the Panama Canal expansion on Panama’s maritime cluster”, *Maritime Policy & Management*, vol. 43, núm. 2, pp. 164–178, feb. 2016, doi: 10.1080/03088839.2016.1140241.
- [4] G. Magrin, “Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe”, dic. 2015, Consultado: el 25 de septiembre de 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/39842>
- [5] Intergovernmental Panel On Climate Change, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, 2014.
- [6] United Nations Human Settlements Programme, “Las Ciudades Y El Cambio Climático: Orientaciones Para Políticas”. 2011. [En línea]. Disponible en: <https://unhabitat.org/las-ciudades-y-el-cambio-clim%C3%A1ticoorientaciones-para-pol%C3%ADticas-spanish-language-version>
- [7] Autoridad del Canal de Panamá, “Sequías o agua en tromba: el clima ya desestabiliza el canal de Panamá – Canal de Panamá”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://pancanal.com/sequias-o-agua-en-tromba-el-clima-ya-desestabiliza-el-canal-de-panama/>
- [8] Autoridad del Canal de Panamá, “Registro de precipitación en la Cuenca del Canal es el segundo más bajo en 70 años – Canal de Panamá”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://micanaldepanama.com/registro-de-precipitacion-en-la-cuenca-del-canal-es-el-segundo-mas-bajo-en-70-anos/>
- [9] E. Gaba, “Blank world map centred on the Americas (shore lines)”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:World\\_map\\_blank-Americas\\_centred.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:World_map_blank-Americas_centred.svg)
- [10] R. Vásquez, “El desempeño del Canal de Panamá en el año fiscal 2020 y nuestra visión a futuro”, *El Faro | Canal de Panamá*. Consultado: el 27 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://elfarodelcanal.com/el-desempeno-del-canal-de-panama-en-el-ano-fiscal-2020-y-nuestra-vision-a-futuro/>
- [11] Autoridad del Canal de Panamá, “Fundamentos Legales”, Autoridad del Canal de Panamá. Consultado: el 27 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pancanal.com/fundamentos-legales/>
- [12] H. Fountain, “What Panama’s Worst Drought Means for Its Canal’s Future”, *The New York Times*, el 20 de mayo de 2019. Consultado: el 23 de mayo de 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.nytimes.com/2019/05/17/climate/drought-water-shortage-panama-canal.html>
- [13] Autoridad del Canal de Panamá, “Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá cierra 2019 como quinto año más seco – Canal de Panamá”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://micanaldepanama.com/cuenca-hidrografica-del-canal-de-panama-cierra-2019-como-quinto-ano-mas-seco/>
- [14] J. Guardia, “Cambio Climático: El impacto sobre las fuentes de agua”. 2019. [En línea]. Disponible en: <https://elfarodelcanal.com/wp-content/uploads/2021/11/elfaro-noviembre2019.pdf>
- [15] Autoridad del Canal de Panamá, “Conoce la historia del Canal de Panamá”, Autoridad del Canal de Panamá. Consultado: el 27 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pancanal.com/conoce-la-historia-del-canal-de-panama/>

- [16] Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, “Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <http://www.cich.org/LaCuenca.html>
- [17] Autoridad del Canal de Panamá, “Funcionamiento del Canal de Panamá”. 2017. [En línea]. Disponible en: <https://micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2017/08/Funcionamiento-del-Canal-de-Panama-08-28.pdf?iframe=true>
- [18] Autoridad del Canal de Panamá, “Anuario Hidrológico 2019”. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://pancanal.com/wp-content/uploads/2022/03/Anuario-Hidrologico-2019.pdf>
- [19] Autoridad del Canal de Panamá, “Estudios sobre nuevas fuentes de agua – Canal de Panamá”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://pancanal.com/estudios-sobre-nuevas-fuentes-de-agua/>
- [20] “Mapa de la Cuenca del Canal de Panamá | STRI GIS Portal”. Consultado: el 27 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://stridata-si.opendata.arcgis.com/documents/a47504a5881b48ebaeff8b4f473bdeb1/about>
- [21] J. A. Espinosa, “Water Management in the Panama Canal during the December 2010 Extreme Flood”, en Proceedings of the Second International Symposium on Building Knowledge Bridges for a Sustainable Water Future, Panamá: Autoridad del Canal de Panamá, 2011. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Shahbaz\\_Khan8/publication/271770533\\_Building\\_Knowledge\\_Bridges\\_and\\_not\\_Walls\\_for\\_a\\_Sustainable\\_Water\\_Future/links/54d19bcc0cf28370d0e0da6d.pdf#page=51](https://www.researchgate.net/profile/Shahbaz_Khan8/publication/271770533_Building_Knowledge_Bridges_and_not_Walls_for_a_Sustainable_Water_Future/links/54d19bcc0cf28370d0e0da6d.pdf#page=51)
- [22] J. L. R. Batista, “Estudio de caso: Impacto de la construcción y ampliación del Canal de Panamá sobre lo ambiental, antrópico-tecnológico”, Observatorio Medioambiental, vol. 21, pp. 247–269, 2018, doi: 10.5209/OBMD.62661.
- [23] Autoridad del Canal de Panamá, “Sequía obliga a otra restricción de calado en el Canal | La Prensa Panamá”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: [https://www.prensa.com/economia/restriccion-calado-Canal\\_0\\_4456054521.html](https://www.prensa.com/economia/restriccion-calado-Canal_0_4456054521.html)
- [24] J. B. Madrid, “Agua, tan prioritaria como siempre”, El Faro | Canal de Panamá. Consultado: el 27 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://elfarodelcanal.com/agua-tan-prioritaria-como-siempre/>
- [25] Autoridad del Canal de Panamá, “Canal de Panamá anuncia restricciones al calado de buques por efectos del fenómeno de El Niño – Canal de Panamá”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://micanaldepanama.com/canal-de-panama-anuncia-restricciones-al-calado-de-buques-por-efectos-del-fenomeno-de-el-nino/>
- [26] V. A. Vega Cervera, “Análisis de la Gestión del Recurso Hídrico en Panamá”, Universidad de Alicante, 2012. [En línea]. Disponible en: <https://iuaca.ua.es/es/master-agua/documentos/-gestadm/trabajos-fin-de-master/tfm06/tfm-valery-vega-cervera.pdf>
- [27] J. Jenkins Molieri, “Principales consecuencias del fenómeno de los niños en Panamá”, en Principales consecuencias del *fenómeno de los niños en Panamá*, 1998, pp. 9–9. Consultado: el 27 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-287526>
- [28] Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá, “Descripción General del Clima de Panamá”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.imhpa.gob.pa/es/descripcion-general-clima-panama>
- [29] cdp\_admin, “5 preguntas y respuestas sobre los vertidos preventivos del Canal en época de lluvia”, Autoridad del Canal de Panamá. Consultado: el 27 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pancanal.com/5-preguntas-y-respuestas-sobre-los-vertidos-preventivos-del-canal-en-epoca-de-lluvia/>
- [30] Autoridad del Canal de Panamá, “Canal inicia vertido preventivo en embalse Gatún – Canal de Panamá”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://micanaldepanama.com/canal-inicia-vertido-preventivo-en-embalse-gatun/>
- [31] Autoridad del Canal de Panamá, “ACP atiende situación en el Canal debido a fuertes lluvias – Canal de Panamá”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.micanaldepanama.com/acp-atiende-situacion-en-el-canal-debido-a-fuertes-lluvias/>
- [32] Autoridad del Canal de Panamá, “Continúa vertido preventivo en represas de Gatún y Madden – Canal de Panamá”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.micanaldepanama.com/continua-vertido-preventivo-en-represas-de-gatun-y-madden/>
- [33] Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, “El Canal de Panamá, ejemplo de sostenibilidad y eficiencia en el uso del agua”. Consultado: el 10 de noviembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://eird.org/americas/noticias/el-canal-de-panama-ejemplo-de-sostenibilidad-y-eficiencia-en-el-uso-del-agua.html#.X6riIWhKjie>