



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



Gobierno del Perú



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024



# PROPUESTA DE ADAPTACIÓN EN LOS RECURSOS HÍDRICOS PARA MEJORAR LA RESILIENCIA CLIMÁTICA DEL RÍO PIURA

Tercera Edición Diálogos Académicos: Aportes de la Ciencia a Nuestro Desafío Climático

Diciembre 2022 - Lima, Perú



GRUPO IMPULSOR DE  
ACCIÓN CLIMÁTICA  
DE LA ACADEMIA

# PROPUESTA DE ADAPTACIÓN EN LOS RECURSOS HÍDRICOS PARA MEJORAR LA RESILIENCIA CLIMÁTICA DEL RÍO PIURA

Ricardo Fernando León Ochoa<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Email: r.leonochoa@gmail.com

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el transcurso de los últimos años la mejora de la gestión sostenible de los recursos hídricos aborda un eje central en la agenda de nuestro país, el cual reconoce la necesidad de un enfoque integrado trazado en el Acuerdo de París sobre Cambio Climático, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) al 2030 y en la Conferencia de Cambio Climático de la ONU en Lima, Perú (COP20) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

En este escenario debemos aplicar las mejores prácticas que garanticen un servicio sostenible, inclusivo y resiliente del manejo del recurso hídrico para la adaptación al cambio climático, ya que el agua se está convirtiendo en motivo de conflicto en muchas regiones de nuestro país al igual que en otros países. La cuenca del río Piura (ubicada al norte del Perú en la región del mismo nombre), no es ajena a esta realidad y afronta muchas tensiones entre el aumento de la demanda y la disminución de la disponibilidad. Consecuencia de una deficiente planificación de nuestras instituciones que ocasiona fracturas sociales y económicas.

Si bien es cierto, que en muchos lugares el acceso al agua dulce es impredecible dada la variabilidad "natural" de variables climáticas como las lluvias y la temperatura, principalmente; es debatible y objeto de considerable estudio, la forma en que el cambio climático alterará esta variabilidad "natural". Por ello, dada la amplia gama de opciones de adaptación, cada una con sus ventajas y desventajas, corresponde a los planificadores escoger la que mejor se acople con las condiciones específicas de cada cuenca que considere, incluso, la flexibilidad, sostenibilidad, la eficacia e idoneidad de estas acciones. Por tanto, el presente documento busca en caminar acciones a poner en práctica o continuar mejorándolas, sin ser exclusivos ni excluyentes, dentro de la cuenca del río Piura, enfocando así cuatro puntos esenciales dada la incertidumbre asociada con el cambio climático y los posibles impactos en la oferta del recurso hídrico.

## 2. HALLAZGOS

Es en este contexto es donde León et al. (2019), realizó simulaciones en la cuenca para estimar la escorrentía superficial futura en el río Piura al 2050, utilizando las rutas de concentración representativa (RCP, por sus siglas en inglés) del quinto informe del IPCC (AR5); en un escenario de estabilización y de emisiones muy altas de CO<sub>2</sub>, que son el RCP 4.5 y 8.5, respectivamente. Los resultados se detallan a continuación.

Los principales resultados de esta investigación indican que las variables futuras climáticas de temperatura y precipitación (2025-2054), acorde con las RCP, en la parte alta y media de la cuenca registran los mayores incrementos en la estación de estiaje (mayo a setiembre) con un incremento promedio máximo mensual de hasta 3,3°C; además, la precipitación media indica un aumento, donde las variaciones más altas de los modelos oscilan en un rango de entre 20 a 30 mm comparada con la de los años de 1986 al 2008 (periodo base). En cambio, en los meses lluviosos, se alcanza un aumento máximo de 2,5°C, y en los cambios porcentuales de precipitación mensual no hubo variaciones significativas comparadas con el periodo base.

La oferta hídrica del río Piura se ve afectada con la variación promedio de los caudales. Aquí los escenarios RCP 4.5 y 8.5 proyectarían, aprox., en los meses lluviosos una mayor oferta mensual con promedio de +80,5 m<sup>3</sup>/s y +31.3 m<sup>3</sup>/s. Sin embargo, en los meses de estiaje estos caudales mensuales disminuyen mensualmente alrededor de -11,7 m<sup>3</sup>/s y -12,3 m<sup>3</sup>/s para el escenario RCP 4.5 y 8.5, respectivamente. Del análisis se podría interpretar una variación mínima, aunque es preciso hacer notar que esta variación mínima existente es producida por un promedio en la cantidad de eventos con variaciones positivas (aumento de la oferta) y negativas (disminución de la oferta), ya que el modelo HadGEM2-ES presenta doce meses con variación negativa (siete en la ruta RCP4.5 y cinco en el RCP8.5); a diferencia del modelo CSIRO-Mk3-6-0, el cual simula diecisiete meses con variación negativa (nueve con ruta RCP4.5 y ocho con ruta RCP8.5). Asimismo, los meses de estiaje que proyecta una disminución drástica en la escorrentía, se da en los meses de julio, agosto y setiembre con los máximos descensos.

| Escenarios                                   | Ene  | Feb   | Mar   | Abr   | May  | Jun  | Jul  | Ago | Set | Oct | Nov | Dic  |
|----------------------------------------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| <b>Periodo Base</b>                          | 33.5 | 104.0 | 224.3 | 174.6 | 45.3 | 24.8 | 13.1 | 6.3 | 1.4 | 1.1 | 1.1 | 6.2  |
| <b>HadGEM2-ES<br/>RCP 4.5<sup>a</sup></b>    | 48.5 | 112.8 | 194.3 | 124.6 | 37.8 | 17.1 | 3.3  | 1.5 | 0.9 | 7.6 | 9.0 | 25.0 |
| <b>HadGEM2-ES<br/>RCP 8.5<sup>a</sup></b>    | 73.2 | 121.0 | 233.2 | 140.2 | 46.8 | 15.9 | 5.3  | 2.2 | 0.2 | 2.0 | 4.1 | 16.5 |
| <b>CSIRO-Mk3-6-0<br/>RCP 4.5<sup>a</sup></b> | 47.1 | 116.2 | 221.4 | 107.4 | 19.0 | 3.8  | 0.7  | 1.3 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 6.8  |
| <b>CSIRO-Mk3-6-0<br/>RCP 8.5<sup>a</sup></b> | 58.0 | 111.1 | 254.2 | 107.0 | 19.3 | 2.9  | 0.7  | 0.5 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 9.5  |

<sup>a</sup> Escenarios futuros simulados en el periodo futuro 2025-2050

Fuente: León et al. (2019).

**Tabla 1. Caudales medios mensuales (m<sup>3</sup>/s) en la cuenca Piura, Perú**

Esta simulación en conjunto pronostica que la cuenca del río Piura, en un futuro cercano esta propensa a eventos de sequías e inundaciones (FEN) más frecuentes. Siendo afectado por un incremento de la temperatura media del aire, y de la disminución de la precipitación y caudales del río en los meses de invierno pudiendo afectar severamente la disponibilidad hídrica.

### 3. OPCIONES DE ACCIÓN

- Desarrollar estrategias técnicas a largo plazo que garanticen la sostenibilidad del agua para abastecer diferentes demandas con un enfoque múltiple que integre soluciones tradicionales, rescatando el conocimiento ancestral local y que logre una gobernanza inclusiva del agua.
- Actualizar y fortalecer la red de información que involucre directamente a los “usuarios de agua”, y los servicios ecosistémicos hídricos, en cada localidad responsables de su gestión del agua con su respectivo organismo ministerial, que involucre a las municipalidades, gobiernos regionales y a los beneficiados en la supervisión del uso de este recurso.
- Promover un mecanismo de fiscalización y regulación financiera para la resolución de conflictos dentro de la cuenca que enfatice los beneficios mutuos para las comunidades en la parte alta y baja de la cuenca, definiendo a estas “comunidades” dentro de sus respectivas microcuencas y/o subcuencas para establecer su relevancia y dependencia.

#### 3.1. Almacenamiento de agua

Es importante señalar que un almacenamiento adecuado de agua para la agricultura puede contribuir tanto al alivio de la pobreza como a la adaptación al cambio climático en esta región, siendo una acción común el almacenamiento con represas o estanques cuando hay abundancia de la oferta de agua (enero-marzo) para conservarse y usarse en época de escasez (mayo-noviembre). Al analizar las nacientes del río Piura, se evidencia que actualmente este tiene una ausencia de infraestructura de almacenamiento que estimule el crecimiento económico y ayude a aliviar la pobreza al hacer que el agua esté disponible cuando y donde se necesite, limitando así su capacidad para hacer frente a sequías e inundaciones.

El almacenamiento físico de agua es un componente de una variedad de estrategias de adaptación, como estrategias de manejo o la adaptación de cultivos, en el caso agrícola por ser la de mayor consumo (Ricart y Castelletti, 2021). Estos son enfoques complementarios, no mutuamente excluyentes, que alcanzan los mejores resultados cuando se logra un equilibrio entre ellos. Si bien se conocen a las represas como una de las muchas opciones de almacenamiento de agua superficial y subterránea, otros incluyen llanuras aluviales, humedales, lagunas o estanques de recolección de agua de lluvia (q’ochas). Otros métodos efectivos de almacenamiento, relativamente simples y económicos, incluyen los estanques y tanques construidos por hogares individuales o comunidades para almacenar agua recolectada de microcuencas y sitios elevados. Estos pueden tener un volumen pequeño, pero en algunos lugares esta agua es vital para complementar los suministros de agua domésticos, los huertos familiares, los cultivos de secano y el ganado.

Por otro lado, el agua subterránea en la cuenca Piura se viene explotando sin cuidar la recarga de los acuíferos. Esta práctica debe ser controlada en la cuenca, ya que, si el

bombeo excede la tasa de recarga, los niveles de agua caerán hasta que se agote el acuífero o hasta que sea antieconómico bombear. Barlow y Clarke (2017), señalan que esta situación sucede en regiones como Gaza, al norte de China, y California en EE. UU, devastando a los agricultores pobres. Aquí la recarga artificial de los acuíferos es la solución más utilizada.

### **3.2. Resiliencia a la sequía**

Las siguientes medidas planteadas contribuyen a disminuir los impactos de la sequía, y adaptarse al clima cambiante en el contexto de cambio climático.

La reducción de la demanda agrícola es una de las mejores maneras de aumentar la resiliencia a la sequía, ya que otorga una mayor flexibilidad para administrar la demanda en este evento, por ejemplo, al repensar la combinación de cultivos perennes y anuales, o el uso controlado semillas modificadas con menor consumo de agua, ayudarían en la adaptación de la agricultura ante el cambio climático.

Mejorar el acceso a la información sobre el uso del agua en cantidad y calidad es clave, ya que tanto la medición como las asignaciones deben plantearse como requisitos previos que evalúen de forma transparente la disponibilidad aguas superficiales y subterráneas. Aquí los gobiernos regionales y locales, tienen un rol fundamental de brindar apoyo técnico y financiero objetivo que priorice la comunicación de los expertos locales para establecer una sinergia efectiva entre líderes para comprender los problemas, comunicar las necesidades e identificar posibles soluciones.

La planificación y evaluación en simultaneo de pequeños embalses en la cuenca de Piura es una acción a implementar que mejoraría el medio de vida del pequeño agricultor y, asimismo, contribuye con la seguridad alimentaria en nuestro país. Los pequeños embalses de usos múltiples son una antigua adaptación a vivir en áreas secas con lluvias muy variables y donde las sequías o las inundaciones estacionales son comunes, (características propias de la zona en cuestión). En conjunto, estos embalses almacenan una gran cantidad de agua, y están unidos por pequeños ríos y arroyos que han sido represados para crearlos o por los acuíferos que los alimentan. Además, según literatura podemos notar que existe un consenso general que señala Ayalew et al. (2017), acerca de la reducción de los picos de inundación por el conjunto de embalses pequeños. Aunque, Thompson (2012), explica sobre la disminución del caudal medio anual cuando existen un conjunto de pequeños embalses en una cuenca.

### **3.3. Control de inundaciones**

La cuenca Piura enfrenta grandes desafíos en los próximos años que incluyen cambios en el paisaje urbano y rural, que desde un punto de vista ambiental se considera lidiar con las consecuencias de los cambios en el sistema de agua, el cual se ve amenazado por un cambio constante en la cobertura de suelo que favorece el aprovechamiento hídrico, siendo uno de los principales la deforestación de los bosques secos

característicos de la zona, y riesgos ambientales relacionados con el cambio climático como las olas de calor e inundaciones. Centrándonos en este último, es preciso indicar que la capacidad de retención de agua y regulación del flujo de un humedal atenúa la magnitud de la inundación, lo que puede resultar en una reducción de los impactos de la inundación.

En este sentido, las soluciones basadas en la naturaleza (Infraestructura Azul-Verde, IAV), se muestran al restaurar y mantener la funcionalidad de humedales y llanuras aluviales o al revitalizar ríos y pequeñas quebradas. Estas soluciones permiten el ingreso del agua de lluvia y su distribución continua de forma más natural en un área más amplia. Y, se ha demostrado que mejoran la protección contra inundaciones catastróficas a lo largo de ríos y costas (Seddon et al., 2020). Por ejemplo, en términos generales, dado que muchos factores interactúan, los manglares pueden reducir el riesgo de inundaciones costeras al reducir el viento y las olas; niveles de inundación por marejada ciclónica; los impactos de las grandes olas; limitar las inundaciones costeras por la erosión costera y contrarrestan el aumento del nivel del mar mediante el aumento del nivel del suelo (dependiendo del suministro de sedimentos), reduciendo así la pérdida de vidas y los daños a la propiedad en áreas cercanas a los manglares. Mientras que la degradación de los manglares y bosques en la zona reducirá estos servicios, y se requerirá la implementación de infraestructura gris, como diques, presas o acueductos, para reemplazar las funciones perdidas que estos ecosistemas en la cuenca pueden brindarnos.

Anderson y Renaud, (2021) señalan como la infraestructura basada en la naturaleza se viene implementado con gran éxito. Sin embargo, falta una integración con el mercado, y una opción prometedora para abordar esto es compartir los beneficios de los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MERESE) para apoyar la participación del sector privado. De forma paralela, una herramienta complementaria eficaz se da con modelos que simulen el entorno acuático, con el fin de orientar mejor las soluciones de ingeniería y gestión en las cabeceras de cuencas que responda a las preocupaciones sobre la cantidad y la calidad del agua aguas abajo. Aunque, estos modelos tienen una utilidad limitada para comprender la complejidad de los sistemas socioambientales y ecológicos, son primordiales para agilizar la acción política, ya que ilustran las relaciones causales inmediatas y las consecuencias a largo plazo.

### **3.4. Aspectos en la gestión de cuenca**

En nuestro país las complejidades institucionales, muchas veces suelen caracterizarse por una alta fragmentación interna y responsabilidades superpuestas, que obstaculizan los esfuerzos para gestionar eficazmente los recursos naturales. Sin embargo, los desafíos del manejo en una cuenca aguas arriba y aguas abajo son independientes de las fronteras políticas, y son urgentes de atención si hay usuarios de agua dispersos en la misma cuenca (Meredith, y Givental, 2016). Estas recomendaciones pretenden reconciliar los intereses a lo largo y ancho de la cuenca para el desarrollo sostenible en

varios sectores económicos y comunidades, considerando la incidencia del cambio climático y las características únicas del medio ambiente en la cuenca de Piura que aumente los beneficios sociales de los recursos hídricos, incluyendo la representación cultural y la identidad de las comunidades y los servicios ecológicos.

Por tanto, un punto trascendental es eliminar el mal concepto en la cuenca del río Piura, y en otras cuencas, que, dado el gradiente natural del flujo del río, muchas veces supone que la responsabilidad total de la gestión del agua recae en las comunidades residentes en las cabeceras de cuenca, mientras que los beneficios se disfrutan en las partes bajas de la cuenca. La gestión del agua en la cuenca debe fomentar políticas que conciban un equilibrio en el uso y la protección del recurso hídrico entre los usuarios aguas arriba y aguas abajo dentro y fuera de la cuenca según sostiene Roder et al. (2021), con experiencias recientes muy positivas en la región del Himalaya. Además, esto implica que las comunidades que viven en las nacientes del río Piura asuman el compromiso de conservar el ecosistema natural, respaldados por una asistencia financiera para cumplirlo.

Otro factor para poder facilitar la gestión integrada de la cuenca e identificar vías que involucren a las comunidades y las partes interesadas, es el distanciamiento del enfoque administrativo tradicional, a través de la creación de nuevas redes de información y la mejorar las existentes (p. ej. Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos – SNIRH/ANA). Este enfoque es una oportunidad para el compromiso horizontal de las partes involucradas, diferente a la estructura vertical convencional, donde el público en general debería participar en debates para desarrollar un sentido de propiedad de la red y apoyar su sostenibilidad.

Considerando implicaciones económicas en términos de análisis de costo-beneficio, debemos explorar enfoques regulatorios financieros como oportunidades para solucionar conflictos de carácter político-ambiental y mantener un equilibrio. A modo de ejemplo, los incentivos financieros como el pago por los servicios ecosistémicos, MERESE, son de utilidad para revelar beneficios mutuos para las partes aguas arriba y aguas abajo (Chafuelán y Wladimir, 2020), a través de estrategias cooperativas que internalicen las externalidades positivas proporcionadas por los administradores de tierras río arriba a los usuarios de agua río abajo. La implementación de tales esquemas puede ser un desafío con altos costos operativos y se ven comprometidos por acuerdos privados autoorganizados con una cobertura geográfica limitada y una participación reducida de las partes interesadas locales como se refleja en experiencias recientes en la cuenca (Cabrera et al., s.f.). En consecuencia, estos esquemas deben institucionalizarse a nivel local y deben ser más transparentes e inclusivos con un seguimiento constante basado en resultados para evitar fallas en su implementación como lo demuestran algunos proyectos en Etiopía (Mengistu y Assefa, 2020).

En último término, es frecuente notar conflictos sociales en la zona motivado por una baja y/o nula participación de las comunidades locales en los procesos de planificación e

implementación. En cambio, la inclusión de insumos y conocimientos locales es un aspecto clave para la solución de fracturas comunitarias y aumentar los beneficios sociales de los recursos hídricos. Asimismo, promueve la trascendencia de los valores y el patrimonio cultural (tradiciones y creencias), desarrolladas durante cientos de años, a las siguientes generaciones. Tal como podría ser la revaloración del “Canal incaico” que cruza varios distritos como: Huarmaca, Salitral, Buenos Aires, Catacaos, Sechura, hasta el desierto de Morrope (Lambayeque), entre otras infraestructuras hidráulicas milenarias que están siendo olvidadas en la cuenca del río Piura. Estos conocimientos pueden ayudar a los formuladores de políticas a identificar nuevos problemas y plantear soluciones locales y factibles que reduzcan los impactos de la degradación del agua en un futuro próximo.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, C. C., & Renaud, F. G. (2021). A review of public acceptance of nature-based solutions: The ‘why’, ‘when’, and ‘how’ of success for disaster risk reduction measures. *Ambio*, 50(8), 1552-1573.

Ayalew, T.B., Krajewski, W.F., Mantilla, R., Wright, D.B., Small, S.J., 2017. Effect of spatially distributed small dams on flood frequency: insights from the soap creek watershed. *J. Hydrol. Eng.* 22 (7), 04017011

Barlow, M., & Clarke, T. (2017). *Blue gold: The battle against corporate theft of the world’s water*. Routledge.

Cabrera, A., del Sur, S., & Humphries, S. (s.f). *Financial Analysis of a Reforestation and Payment for Environmental Services Project in Piura, Peru*

Chafuelán, C., & Wladimir, L. (2020). *Esquemas de pago por servicios ambientales: una mirada a su efectividad para la conservación del recurso hídrico en el Ecuador (Master’s thesis, Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica)*.

León Ochoa, R. F.; Portuguese Maurtua, D. M.; & Chávarri Velarde, E. A. (2019). Modelación de la disponibilidad hídrica del río Piura-Perú, considerando la incidencia del cambio climático. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(3), 182-193.

Mengistu, F., & Assefa, E. (2020). Towards sustaining watershed management practices in Ethiopia: A synthesis of local perception, community participation, adoption and livelihoods. *Environmental Science & Policy*, 112, 414-430.

Meredith, D., & Givental, E. (2016). Hydro-politics and hydro-economics: Comparing upstream and downstream challenges for Vietnam and Ethiopia. *Yearbook of the Association of Pacific Coast Geographers*, 78, 148-167.

Ricart, S.; & Castelletti, A. (2021). How far is climate change adaptation policy from practice? Contrasting the effectiveness and acceptance of local and regional strategies in irrigated agricultural systems in Northern Italy. In *Water Security and Climate Change Conference 2021* (pp. 57-57).

Roder, G., Chapagain, S., Katramiz, T., Mohan, G., Mishra, B. K., & Fukushi, K. (2021). *Transforming Water Conflicts into Collaborative Watershed Management Solutions—Lessons from the Greater Himalayan Region*.

Seddon, N., Daniels, E., Davis, R., Chausson, A., Harris, R., Hou-Jones, X., ... & Wicander, S. (2020). Global recognition of the importance of nature-based solutions to the impacts of climate change. *Global Sustainability*, 3.

Thompson, J.C., 2012. Impact and Management of Small Farm Dams in Hawke's Bay, New Zealand. Ph.D. thesis. Victoria University of Wellington, New-Zealand.