



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO



UNIVERSIDAD
DE LA PLATA
URUGUAY

Indicadores para la seguridad hídrica de la Cuenca del Río Colorado

González Racero Macarena ^a, Cipponeri Marcos ^b, Salvioli Mónica ^c

^a *Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina, macarena.gonzalez@ing.unlp.edu.ar.*

^b *Facultad de Ingeniería UNLP, Argentina, mcipponeri@ing.unlp.edu.ar.* ^c *Facultad de Ingeniería UNLP, Argentina, msalvioli@ing.unlp.edu.ar.*

RESUMEN: Este trabajo presenta el desarrollo de indicadores, elaborados en el marco del Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Hidráulica de la Facultad de Ingeniería-UNLP, que reflejan distintos aspectos de la eficiencia y eficacia en la gestión de la seguridad hídrica en la Cuenca del río Colorado (Argentina), tomando como referencia los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030. Los indicadores fueron agrupados en distintas dimensiones: calidad de vida en centros urbanos; servicios ecosistémicos del ambiente acuático; capacidad efectiva de acceso a recursos hídricos y gerenciamiento ambiental.

Se desarrolla la segunda dimensión donde los indicadores contemplan la conservación de los servicios ecosistémicos, puesto que éstos retroalimentan los componentes de la seguridad hídrica a través de provisión de agua, regulación de caudales o protección del suelo, entre otros. Se vincula dicha dimensión con la variabilidad hidrológica de la cuenca y su gestión, analizando la forma en que esto influye en el estado de los servicios ecosistémicos.

Se concluye que el mejoramiento de las condiciones de vida está asociado a la relación entre la gestión del agua y la seguridad hídrica, viéndose reflejado en los resultados de cada indicador como, por ejemplo, una disminución en el servicio de abastecimiento. Actualmente, el tema es investigado en el marco de una Beca de Inicio en la Investigación en el área de Ambiente, otorgada por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

PALABRAS CLAVE: Indicadores para la seguridad hídrica, Gestión del Recurso Hídrico, Cuenca del Río Colorado.

1 INTRODUCCIÓN

El trabajo presentado fue realizado como Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Hidráulica de la Facultad de Ingeniería, perteneciente a la Universidad Nacional de La Plata. El mismo con el objetivo de desarrollar indicadores que puedan evaluar la gestión de la seguridad hídrica para la cuenca del Río Colorado, considerada como límite de inicio de la Patagonia en Argentina. Se tomaron como referencia los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030, además de las políticas nacionales incluidas en: el Plan Nacional del Agua y el Acuerdo Federal del Agua.

La seguridad hídrica puede definirse como la provisión confiable de agua cuantitativa y cualitativamente aceptable para la salud, la producción de bienes y servicios y los medios de

subsistencia, junto con un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua. (Grey y Sadoff 2007 en TEC n°14 (GWP 2010)) Esta definición acepta que el ciclo hidrológico tiene variaciones en ciclos (húmedos y secos) e interanuales que hacen que la disponibilidad de los recursos hídricos tenga un cierto nivel de incertidumbre, acentuada ésta por el cambio climático consecuencia del calentamiento global del planeta.

La cuenca del Río Colorado está atravesada por el río que le da nombre a la misma. El Río Colorado se origina a partir de la confluencia de los ríos cordilleranos Grande (Mendoza) y Barrancas (Neuquén y Mendoza) a 835 m sobre el nivel del mar en la Cordillera de los Andes, a los 36° 52' S y 69° 45 O, atravesando el país con dirección NO-SE, recorriendo 922 km hasta desembocar en el Océano Atlántico.

Para caracterizar la cuenca y sus usos se utilizó abundante información antecedente provista mayoritariamente por el COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado), la cual permitió la generación de indicadores, agrupados en dimensiones, que reflejaran la gestión de la seguridad hídrica.

2 AREA DE ESTUDIO

Según el *Diagnóstico integrado y escenarios de futuro de la región y la cuenca del río Colorado* (SOTN 2013) su superficie actualmente es de 47.458 Km². Sus aguas son compartidas por las provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires, lo que la convierte en una cuenca hídrica interprovincial (ver Figura 1).

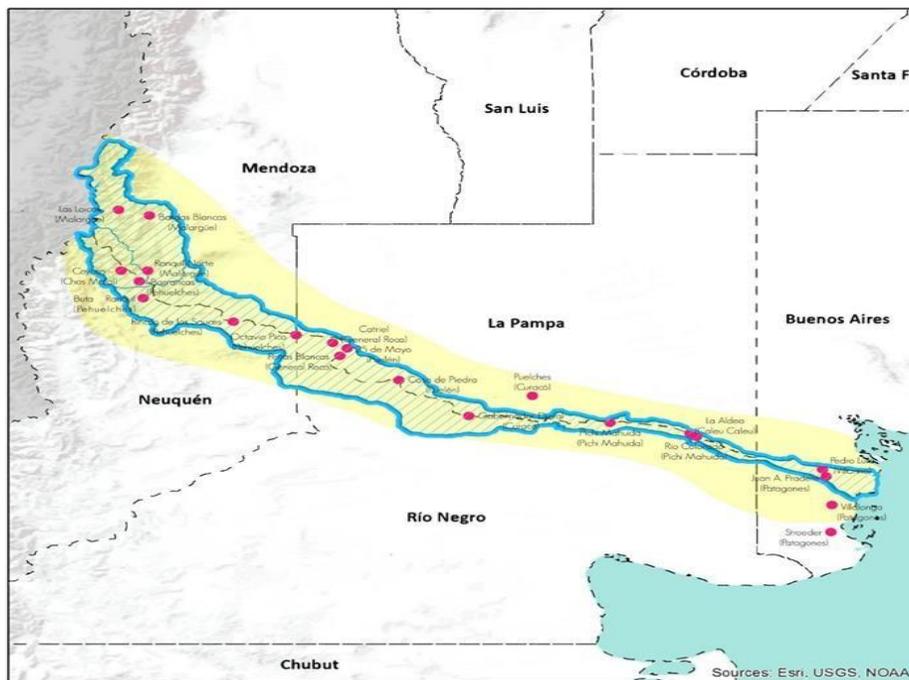


Figura 1: La región del Colorado

Su régimen es predominantemente nival, con crecidas a partir del mes de octubre o noviembre, que pueden extenderse hasta los meses de enero y febrero. La distribución espacial de la precipitación permite dividir la cuenca en dos subcuencas, que han sido establecidas por el Ing. Gustavo E. Díaz en su Relevamiento hídrico (Díaz, 2013). Una cuenca “activa” aguas arriba de Buta Ranquil y otra cuenca “pasiva” aguas abajo de dicha progresiva. El sector superior, que



comprende a las subcuencas de los ríos Grande y Barrancas hasta la confluencia de los mismos en Buta Ranquil y el sector medio e inferior, desde Buta Ranquil hasta el Océano Atlántico, conformado por la subcuenca del río Colorado.

En la primera es donde se genera la mayor proporción del recurso hídrico, que en parte escurre superficialmente por el río Colorado y en parte se infiltra en las zonas de recarga alimentando el acuífero regional. Allí se concentran las mejores condiciones para almacenar agua.

Dentro del tramo medio de esta cuenca encontramos el embalse Casa de Piedra, el cual tiene la función principal de regular crecidas y además generar energía. Producto de la existencia del embalse, se desarrolló a la vera de éste la localidad Villa Casa de Piedra, perteneciente al departamento de Puelén, La Pampa. El gobierno de esta provincia, considerando la ubicación estratégica del embalse, tomó la decisión de desarrollar este sector como un polo turístico y productivo.

En el año 1976 se crea el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO), al cual se le atribuyen distintas facultades (asegurar la distribución de caudales, control de obras dentro de la cuenca, control de calidad de agua, etc). Para caracterizar las actividades económicas y el uso del suelo dentro de la cuenca encontramos que las actividades productivas siguen tanto la oferta de recursos como las restricciones del medio natural. En este sentido la región se estructura productivamente de la siguiente manera:

- Explotación de minas y canteras -actividad hidrocarburífera centrada en el oeste (Neuquén, Mendoza, Río Negro y La Pampa).
- Zona de transición ganadera y frutícola en el centro (La Pampa, Río Negro)
- Agricultura en el este (Buenos Aires).

En la Figura 1 se aprecian las 17 localidades ubicadas dentro de los límites físicos de la cuenca. Las características ambientales, la dotación de agua y el tipo de valorización económico-productiva, así como la infraestructura vial, han definido una estructura de pequeñas poblaciones poco estructuradas, en general consideradas rurales, con una fuerte dependencia de las áreas de riego y de los sistemas urbanos externos a la región. La cuenca del río Colorado posee alrededor de 100.000 habitantes según datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (INDEC, 2010).

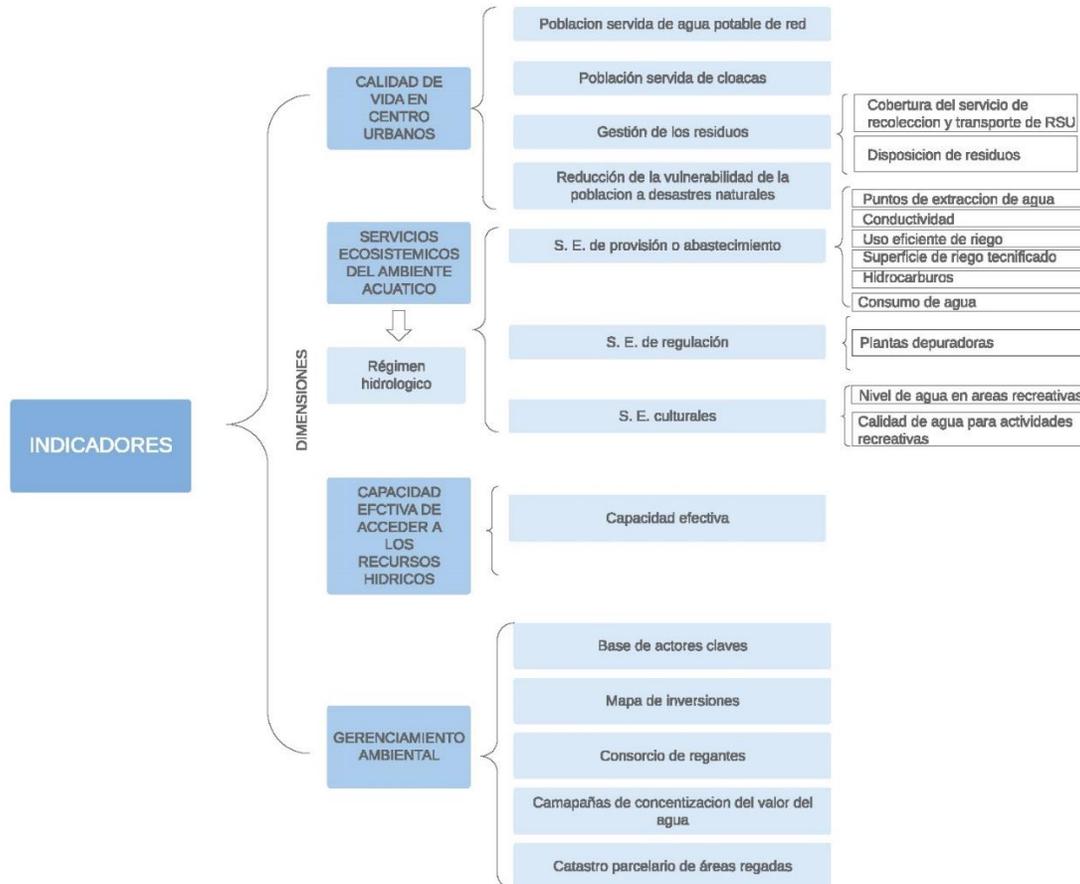
3 METODOLOGIA

El análisis de los indicadores se realizó a partir de la identificación y agrupación de los mismos en diferentes dimensiones. Partimos del supuesto teórico de que una dimensión es un elemento integrante de una variable compleja, que resulta de su análisis o descomposición (Sabino, 2000). Según los autores se establecen distintos criterios para establecer las dimensiones que sean relevantes para representar la seguridad hídrica, dado que estas reflejan metas cuantitativas y la situación en cada región.

Las dimensiones elegidas son cuatro, y son la consecuencia de la adaptación del concepto de seguridad hídrica a las características intrínsecas de la cuenca y de los usos que hace el hombre de la misma. Asimismo el trabajo está concebido considerando que el beneficiario es el COIRCO, , e intenta brindar una herramienta que muestre su acción y preocupación en la gestión del recurso hídrico, facilitando las medidas a tomar frente a cada situación, y particularmente ante la previsión de un año más o menos abundante en cuanto a disponibilidad de agua. Esta previsión surge del pronóstico que se realiza en el mes de setiembre sobre la base de la medición

del volumen de nieve acumulada cada invierno en la cuenca activa y que aporta el agua a la cuenca.

En la siguiente imagen se pueden observar las distintas dimensiones elegidas y los indicadores para cada una de ellas.



3.1 Calidad de vida en centros urbanos

Esta dimensión propone el apoyo de los aspectos relacionados al agua con el mejoramiento de la calidad de vida en ciudades. La Gestión Integral de Aguas Urbanas debe contemplar toda la infraestructura hídrica basada en el suministro de agua, los desechos sólidos, el saneamiento y el alcantarillado, como propone Tucci (2009). Dentro de este indicador se reflejan resultados de las localidades ya mencionadas y el acceso a estos servicios que poseen.

3.2 Servicios ecosistémicos del ambiente acuático.

Esta dimensión parte de la definición de un ecosistema como una unidad concreta que incluye todos los organismos de un área dada que interactúan entre sí y con su ambiente físico de manera tal de conformar un sistema con un equilibrio y dinámica propios. Los ecosistemas proveen servicios ecosistémicos, entendidos como beneficios o contribuciones, directas o indirectas, que el hombre obtiene de sus procesos o funciones ecosistémicas.

Los conceptos de seguridad hídrica y servicios ecosistémicos están relacionados en dos sentidos. Por una parte, el agua, con sus atributos de cantidad y calidad, permite la conservación de ecosistemas y estos proveen servicios ecosistémicos. Por otra parte, estos servicios



ecosistémicos son los que retroalimentan (positiva o negativamente) los componentes de la seguridad hídrica a través de servicios como provisión de agua o regulación de caudales o protección del suelo. Se vincula dicha dimensión con la variabilidad hidrológica de la cuenca y su gestión, analizando la forma en que esto influye en el estado de los servicios ecosistémicos.

3.3 Capacidad efectiva de acceder a los recursos hídricos

Esta dimensión resulta de la propuesta de Mason y Calow (2012). Más allá de las infraestructuras implementadas en la cuenca, o las que estén por construirse, se debe verificar el continuo mantenimiento y buen funcionamiento de las primeras. Esto mismo puede mostrarse a través de un índice que cuantifique esto.

3.4 Gerenciamiento ambiental

El Gerenciamiento Ambiental como dimensión tiene por objetivo el cumplimiento de los criterios ambientales considerados para la buena gestión de los recursos hídricos, operación de la infraestructura de la cuenca y por último la eficiencia de las actividades que se realizan en la misma enmarcada en el uso del agua, de manera tal que los impactos ambientales sean minimizados.

En este trabajo se presenta el desarrollo de la dimensión correspondiente a los servicios ecosistémicos del ambiente acuático y de algunos indicadores.

4 RESULTADOS

Dentro de la dimensión 3.2 encontramos como un primer indicador el *Régimen hidrológico*, debido a la dependencia del agua que existe dentro de la cuenca; cuando el derrame anual es mayor a 4400 hm³ queda cubierta la cuota de agua que utiliza la provincia de Buenos Aires (la cual junto a Río Negro son las que están aguas abajo en la cuenca) y por lo tanto las demás provincias; cuando el derrame es menor a este valor se dice que se está frente a una situación de escasez hídrica, y se toman medidas pertinentes, como por ejemplo bajar el nivel del embalse Casa de Piedra de modo de aportar desde el mismo el déficit de agua en el marco de escasez hídrica mencionado más arriba. Este indicador se calculó como:

$$\text{Indicador régimen hidrológico} = \frac{\text{Derrame pronosticado estacional}}{\text{Derrame necesario estacional}} \quad (1)$$

COIRCO clasifica el régimen hidrológico, en extra seco, seco, medio, húmedo y extra-húmedo. Este indicador se calculó con los valores pronosticados para el derrame anual en la estación de Buta Ranquil. De acuerdo con los resultados se establece un rango para evaluar cada situación con una escala de colores que indiquen la mejor, en color verde, y la peor en color rojo. En este caso la mejor condición es cuando el indicador toma valores a 0,95 para el cual se cubren razonablemente las necesidades de agua.

4.1 Servicios ecosistémicos de provisión o abastecimiento

En esta categoría de servicios ambientales se agrupan los beneficios obtenidos de la naturaleza para su consumo o utilización, ya sea de manera directa o previo procesamiento. (Para todos se utilizó la metodología ya mencionada en el indicador de régimen hidrológico). Dentro de este servicio encontramos los siguientes indicadores: Puntos de *extracción de agua, conductividad, uso eficiente de riego, superficie de riego tecnificado, hidrocarburos, consumo de agua*. Se explica uno de ellos:

4.1.1 Conductividad

La capacidad del agua para conducir la electricidad aumenta con la concentración de sales. De esta forma, midiendo la conductividad eléctrica (CE) del agua mediante equipamiento adecuado, se puede estimar su salinidad. La misma toma un rol muy importante en la cuenca, debido a los usos ya mencionados que se da al agua en la misma, este parámetro se debe respetar especialmente en los meses de riego que van de agosto a abril, donde tener parámetros muy alejados de lo permitido pueden traer consecuencias grandes como son la pérdida de la productividad agrícola. La principal sección de control es Buta Ranquil, donde el valor permitido es de 870 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Otro punto de control es Paso Alsina donde la conductividad aceptable es de 1767 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Por lo tanto, se evaluó:

$$\text{Indicador conductividad} = \frac{\text{Concentración muestreo}}{\text{Concentración límite}} \quad (2)$$

Se establecen valores de calidad de agua, en función de la conductividad, de acuerdo con el uso del agua para riego, que es para el cual se toman las medidas pertinentes, con valores entre 0,4 (la mejor situación) hasta 1,6 (mayor a este no se debe permitir el ingreso del agua a las parcelas ya que puede traer grandes consecuencias como la pérdida de la cosecha)

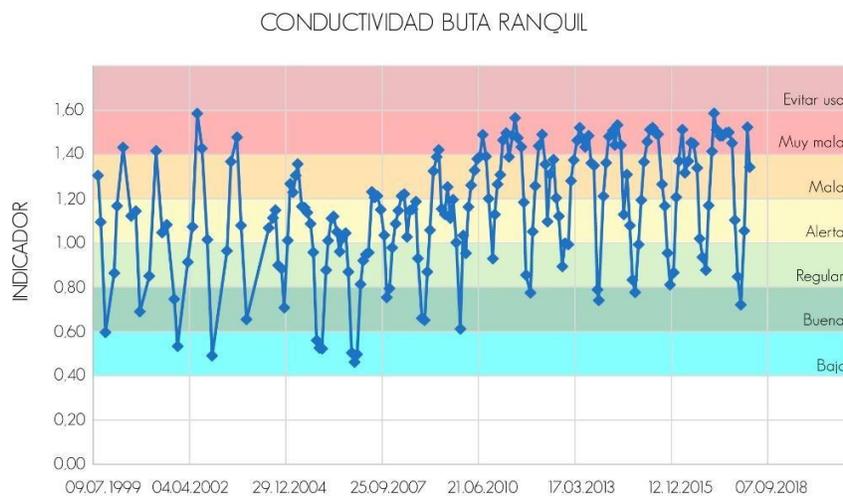


Figura 2: Resultados indicador conductividad

La Figura 2 muestra los resultados de este indicador desde el año 1999 a 2018 para la estación Buta Ranquil, sobre la base de datos provistos por COIRCO.

Se puede observar, a partir del año 2010, una clara tendencia de aumento del indicador (lo cual es negativo para los cultivos) que además se sostiene en el tiempo.

4.2 Servicios ecosistémicos de regulación

Los servicios de regulación ofrecidos por los ecosistemas hacen referencia a procesos ecológicos que mejoran, o en algunos casos hacen posible, nuestra vida.

Para el mantenimiento de estos servicios por parte del río Colorado es fundamental la preservación de la calidad de sus aguas, en esta marco es muy importante la función *plantas*



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

depuradoras de efluentes cloacales. Por ello se generó un indicador que considere a las mismas en cada localidad: y contempla el estado en que se encuentra (cada una) y si la capacidad es acorde al producto generado.

4.3 Servicios ecosistémicos culturales

Los servicios culturales de los ecosistemas son valores o beneficios no materiales que se obtienen [de la naturaleza a través del enriquecimiento personal o espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, el disfrute de la naturaleza, los placeres estéticos que ofrecen los propios ecosistemas, etc. Para representar este servicio se generaron dos indicadores: a) *Nivel de agua en áreas recreativas*, el cual compara el nivel que hay en épocas de verano con el nivel necesario para que se realicen actividades recreativas y b) *Calidad de agua para actividades recreativas*, este compara los valores muestreados con los valores permitidos para actividades recreativas.

5 CONCLUSIONES

Se concluye que el mejoramiento de las condiciones de vida está asociado a la relación entre la gestión del agua y la seguridad hídrica, viéndose reflejado en los resultados de cada indicador como, por ejemplo, la disminución de los servicios ecosistémicos de provisión o abastecimiento. Aquí, vemos que el resultado del indicador de conductividad (junto a su escala de valores) indica una necesaria toma de decisión y un accionar de las autoridades pertinentes, en lo que respecta al manejo de las áreas de riego. Lo mismo sucede con el indicador de régimen hidrológico: con un valor mayor a 0.95 se asegura el agua para los distintos usos en toda la cuenca. Cabe aclarar que los sistemas de gestión ambiental no son sistemas estáticos, por lo cual, deben estar en permanente actualización y revisión. En ese sentido, la metodología de los sistemas de gestión ambiental debe ser el mejoramiento continuo. A modo de ejemplo se presentaron los resultados de dos indicadores sobre los que se tenía datos para generarlos, lo cual no fue posible en todos los casos.

6 REFERENCIAS

1. COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado). (2013). Programa Multisectorial de Preinversión III – Préstamo del BID 1896/OC-AR. Cuenca del Río Colorado Determinación de Áreas de Riesgo Hídrico. HALCROW,
2. CONSEJO HÍDRICO FEDERAL. (2013). Principios rectores de política hídrica de la República Argentina.
3. DÍAZ, G. (2013). Cuenca del Río Colorado. Uso de las Aguas del Río Colorado. Evaluación Multipropósito Portezuelo del Viento Malargüe MGIA AMPdV. Universidad Nacional de Cuyo.
4. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (2016). Agenda 2030 y los objetivos de Desarrollo sostenible. CEPAL.
5. PARAGUASSU DE SÁ, F. A.; ROJAS RODRÍGUEZ, C. R. (2002) Indicadores para el gerenciamiento del servicio de limpieza pública. OPS/CEPIS/PUB/02.87. Lima Perú.
6. PEÑA, H. (2016). Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe. CEPAL
7. QUIROGA MARTÍNEZ, R. (2009). Guía Metodológica para desarrollar Indicadores Ambientales y de Desarrollo Sostenible en países de América Latina y el Caribe. Manual N°61, CEPAL.
8. SCHUSCHNY, A.; SOTO H. (2008). Guía metodológica. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. CEPAL.
9. SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS DE LA NACIÓN. (2016) Plan Nacional del Agua.
Disponible en: https://www.mininterior.gov.ar/plan/docs/PLAN_NACIONAL_AGUA_1-32017.pdf