

APORTES AL ESTUDIO DE LAS REDES HIDROSOCIALES DESDE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS DE REDES SOCIALES ARS: estudio de caso en la Cuenca alta del Río Meléndez-Colombia¹

CONTRIBUTIONS TO THE STUDY OF HYDROSOCIAL NETWORKS FROM THE ANALYSIS OF SOCIAL NETWORKS: case study of the upper basin in the Meléndez river, Colombia

Catalina Trujillo-Osorio²

Univalle: <https://orcid.org/0000-0003-0154-1127>

Miguel Peña-Varón³

Univalle: <https://orcid.org/0000-0003-1192-2134>

Lina Revelo-Osorio⁴

Univalle: <https://orcid.org/0000-0001-6748-1644>

DOI: 10.21680/1982-1662.2023v6n36ID31545

Resumen

El análisis de redes sociales (ARS) es una herramienta metodológica transdisciplinar ampliamente utilizada para comprender las estructuras de relaciones entre los actores involucrados en la gobernanza territorial de los recursos naturales. Dada la

¹ Esta investigación se realiza dentro del marco del macroproyecto Water Security and Sustainable Development Hub, financiado por el *Global Challenges Research Fund (GCRF)*, (Grant de Investigación e Innovación del Reino Unido, número: ES/S008179/1), desarrollado entre el Instituto CINARA de la Universidad del Valle y la Universidad de Newcastle, para generar conocimiento alrededor de las complejidades de la seguridad hídrica en la cuenca alta del río Cauca, y proponer instrumentos para su manejo.

² E-mail: ctrujillo@uniquindio.edu.co.

³ E-mail: miguel.pena@correounivalle.edu.co

⁴ E-mail: revelo.lina@correounivalle.edu.co

complejidad del conjunto de actores involucrados en la gobernanza territorial del agua que se da a nivel de cuencas hidrográficas, este artículo propone el ARS como una herramienta pertinente para comprender las redes de actores que se configuran alrededor del uso, control y cuidado del agua, integrando actores en diversos niveles sociales, administrativos y territoriales. Para ello se propone una metodología participativa e incluyente que permite la identificación y reconocimiento de los actores que inciden en el uso del agua, y participan de la gobernanza de la cuenca de manera directa e indirecta. A partir de esta metodología se recopiló información sobre relaciones entre actores del agua, se construyó una matriz relacional y se aplicaron métricas de ARS para analizar la estructura de la red de actores en la Cuenca alta del Río Meléndez- CARM, en Colombia. La metodología permite mostrar los actores del agua como una red hidrosocial, analizar sus características estructurales, identificar los actores más centrales y con diversa participación e importancia en las redes de gobernanza, e identificar los actores que participan del cuidado del agua, y que son claves para mejorar la capacidad de gobernanza y la seguridad hídrica de la CARM.

Palabras-clave: Análisis de redes sociales. Metodología participativa. Gobernanza territorial. Red hidrosocial. Cuenca hidrográfica.

Abstract

Social network analysis (SNA) is a transdisciplinary methodological tool widely used to understand the relationship structures between the actors involved in the territorial governance of natural resources. Given the complexity of the set of actors involved in the territorial governance of water, at the basin level, this article proposes the ARS as a pertinent tool to understand the networks of actors that are linked around water uses, control, and water care, at various social, administrative, and territorial levels. Thus, a participatory and inclusive methodology was created, that allows the identification and recognition of influencing actors that participate directly and indirectly in watershed governance. Based on this methodology, a relational matrix with information on relationships and articulations between water actors was developed in the upper basin of Meléndez river UBMR, in Colombia, and SNA metrics were applied to analyze the scope and strength of the network structure. The

methodology allows showing the water actors as a hydrosocial network, analyzing their structural characteristics, identifying the most central actors with diverse participation and importance in the network, and the excluded actors that need to be incorporated to improve the capacity of hydrosocial governance.

Keywords: Social Network Analysis. Participative research. Territorial governance. Hydrosocial network. Water Basing.

Introducción

La gobernanza territorial de cuencas hidrográficas es un tema actual y complejo, de interés global, cuyo abordaje requiere de una integración disciplinar, conceptual y metodológica (BRETAS et al., 2020). Este se entiende como el proceso de organización de las múltiples relaciones e interacciones entre actores e intereses diversos, presentes en un territorio (FARINÓS, 2008; PALACIO, 2015)

Actualmente las cuencas hidrográficas son responsables del 30% de la producción de agua dulce del planeta, la cual se distribuye para consumo, producción agrícola, generación energética y usos productivos y vitales. A nivel urbano son las principales proveedoras de agua para consumo humano y mantenimiento funcional de las ciudades. Adicionalmente, las cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de montaña, ofrecen diversos servicios ecosistémicos indispensables para el mantenimiento del bienestar humano, como la regulación climática, la protección de la biodiversidad, el mantenimiento de la diversidad genética, sin contar el papel esencial que juegan en la mitigación del calentamiento global (MACDONALD; SHEMIE, 2014). A pesar de su clara importancia para el bienestar humano y ambiental, las cuencas hidrográficas sufren de fuertes presiones que ponen en riesgo su sustentabilidad y su capacidad de provisión de agua para el futuro (BRETAS et al., 2020), señalando la necesidad de consolidar sistemas de gobernanza que promuevan el cuidado y manejo sustentable del recurso (BODIN; PRELL, 2011; PAHL-WOSTL, 2017).

Acorde a Urban Water Blueprint (2014), las cuencas hidrográficas que proveen el agua de las principales ciudades del planeta presentan diversos conflictos ambientales: en promedio las coberturas de estas cuencas se encuentran principalmente en pastizales (20% área), cultivos (30% área), y bosques (40% área),

afectando su capacidad de regulación y provisión hídrica, y el 40% de ellas perdieron su cobertura vegetal durante la década pasada (MACDONALD; SHEMIE, 2014). Adicionalmente, según ONU (2018), el 80% de las aguas residuales que se producen en el planeta no reciben ningún tipo de manejo y son liberadas al ambiente sin ningún tratamiento previo, lo que resulta en un deterioro creciente de la calidad general del agua y las cuencas, con impactos perjudiciales para la salud humana y los ecosistemas (ONU-WWAP, 2018), y según el informe sobre el estado del agua potable en el mundo realizado por UNICEF en 2021, en la actualidad hay más de 2 mil millones de personas que toman su agua directamente de fuentes hídricas con algún nivel de contaminación, o consumen agua no segura para su salud (UNICEF, 2022).

En Colombia, las cuencas hidrográficas constituyen la principal fuente de agua de consumo y producción del país. La cuenca Magdalena-Cauca, que comprende los Andes Colombianos, aporta la mayor fuente de agua para consumo humano (69,7%) y sectorial (65,1 %) (IDEAM, 2019). Del volumen total de agua utilizada solo 5% recibe algún tratamiento y el restante 95% retorna a las cuencas sin ningún manejo (IDEAM, 2021). En consecuencia 60% de los cuerpos hídricos del país presentan algún tipo de contaminación con índices de calidad de agua-ICA inferiores al nivel aceptable (IDEAM, 2021). Adicionalmente, en términos de cobertura, el 73% de los hogares cuentan con el servicio de agua potable, pero solo el 17% con cobertura de saneamiento (WORLD BANK-GWSP, 2020). Lo anterior constituye un reto en términos de gobernanza para los territorios, las cuencas hidrográficas y para el país en general, y muestra la necesidad de comprender las estructuras subyacentes de la gobernanza del agua para identificar elementos que aporten a mejorar su gestión, manejo y el cuidado del recurso hídrico.

Para mejorar la gestión del agua y las condiciones de su manejo en los territorios, es importante analizar las formas de integración entre los actores que participan de su gobernanza, sus roles y acciones asociadas al cuidado del agua, la cuenca y el territorio en general (PAHL-WOSTL, 2017), y analizar la gestión del agua desde una perspectiva relacional que permita entender la estructura social subyacente de las relaciones entre los actores, identificar aquellos que lideran o centralizan la gestión, quienes participan en las redes de cooperación y cuidado, y los que garantizan la Seguridad hídrica-SH a nivel de cuenca y territorio. Adicionalmente, esta información es útil para comprender las características de la red hidrosocial (VENANCIO-FLORES; BERNAL-GONZALES, 2019) e identificar acciones e intervenciones

para mejorar las relaciones de gobernanza y SH en la cuenca (JEPSON et al., 2017; WUTICH, 2020).

Red hidrosocial, gobernanza y cuidado del agua

La gobernanza y cuidado del agua y el territorio es un tema complejo que involucra las acciones de múltiples actores y partes interesadas, a diversas dimensiones y escalas, asociados a sus formas de uso, cuidado, control y modos de gestión (EMPINOTTI et al., 2021). Así mismo, el cuidado del agua y el territorio debe tratarse a nivel colectivo y estructural y no puede considerarse como un proceso de índole individual exclusivamente (BALL et al., 2022; FISCHER; INGOLD, 2020; HERZOGN; INGOLD, 2020; PAHL-WOSTL, 2017), no solo por ser el agua un bien colectivo, sino porque su mantenimiento requiere de procesos realizados social y colectivamente (BAKKER, 2017; COOK; BAKKER, 2012).

La ecología política del agua ha señalado como los usos del agua y su gobernanza forman una estructura de interacciones entre múltiples actores a diversos niveles administrativos, económicos, políticos, sociales y comunitarios (BOELENS et al., 2017), con diversas formas de apropiación material y simbólica del agua (DAMONTE VALENCIA; LYNCH, 2016), y diferenciales en las formas y niveles internos de poder en los territorios (SANCHIS; BOELENS, 2018); esta complejidad que existe alrededor del uso y control del agua requiere de un abordaje complejo e integral que involucre las interacciones que se dan a nivel multi-actor, según sus roles en el territorio, y las formas y relaciones de poder que coexisten entre ellos (SWYNGEDOUW, 2009).

Desde esta perspectiva, el enfoque hidrosocial derivado de la Ecología Política, permite entender de una forma diferente los procesos que se dan entre la sociedad y el agua, y propone el concepto de Red Hidrosocial como una herramienta conceptual que integra analíticamente a los múltiples actores que inciden en el agua en una cuenca, sus formas de integración, vínculos, relaciones materiales y simbólicas, y sus conflictos y poderes en el territorio (BOELENS et al., 2017; ROCHA; DURÁN, 2016). Aquí, diversas relaciones son consideradas más allá del uso material del agua, como por ejemplo las acciones de uso, cuidado, conservación, comanejo, acaparamiento, etc., y cualquier otra forma de relación que se generen con el agua, y entre sus actores (MARTÍN; ROBIN, 2016). Así mismo, el agua no es entendida desde

una perspectiva de recurso material con valor, oferta y demanda, sino que toma un significado simbólico como elemento de la naturaleza, que es público, colectivo y vital (BAKKER, 2017; SANCHIS; BOELEN, 2018).

Acorde a Swyngedoun este conjunto de relaciones forman una compleja red de actores y flujos que inciden en la calidad y cantidad de los recursos hídricos y también direccionan los procesos que se dan al interior de los territorios (SWYNGEDOUW, 2009). Estos procesos se dan como resultado de las redes de actores o redes hidrosociales y se evidencian en las dinámicas de uso del agua y del territorio mismo que se producen cotidianamente, como es el caso por ejemplo de la construcción de sistemas de riego para usos agrícolas (WESTER, 2008), la implementación de áreas de conservación o reservas (BOELEN, 2014), la creación de áreas de producción agrícola para exportación (DAMONTE, 2015), o la defensa de prácticas locales de cuidado para el agua, como son por ejemplo la protección de quebradas y nacedores (ROCHA; DURÁN, 2016). Estas redes se dan al interior de diversos niveles y escalas geográficas, administrativas y sectoriales (MARTÍN; ROBIN, 2016), pero también a nivel individual y colectivo, privado, público, mixto y estatal, y son dinámicas en el tiempo (SÁNCHEZ; TORRES, 2021).

Desde el enfoque hidrosocial, las condiciones de calidad e incluso la oferta de agua de un territorio, son el resultado de las interacciones que se dan en la red de actores y partes interesadas por el agua, y por ello, las formas de gobernanza, de cuidado del agua y los impactos ambientales, requieren de un análisis relacional (PALACIO, 2015), puesto que son el resultado de las relaciones subyacentes de la red de actores, y están inmersas en las estructuras de esta red (WESTER, 2008). Así, el estudio del cuidado y la sostenibilidad del agua, e incluso la seguridad hídrica, debe hacerse desde el análisis de la complejidad multi-actor de la red hidrosocial, considerando sus características estructurales, los grupos o sectores al interior de ella, y los actores que son claves en las acciones y prácticas del cuidado (MARTÍN; ROBIN, 2016; VENANCIO-FLORES; BERNAL-GONZALES, 2019).

Así, el cuidado del agua, la conservación, la restauración ecosistémica, y la seguridad hídrica, toma un carácter relacional y complejo, centrado en las relaciones sociales con el recurso y entre los múltiples actores de la red, que definen las acciones y políticas con el agua a diferentes niveles sociales, políticos y geográficos (ROCHA; DURÁN, 2016). Este enfoque relacional permite ver los conflictos del agua

como el resultado de las relaciones sociales que forjamos con ella más allá de los impactos específicos que se dan a nivel sectorial, o por parte de determinado actor hidrosociales (JEPSON et al., 2017; WUTICH et al., 2017).

El análisis de redes ARS en la gobernanza y el cuidado del agua

El Análisis de Redes Sociales (ARS) ayuda a entender la gobernanza del agua: a nivel estructural permite identificar los actores que participan de la gestión social del agua, sus roles, acciones y vínculos, constituyéndose en una herramienta útil para analizar redes hidrosociales y sus relaciones con el cuidado del agua. Esta herramienta permite comprender la estructura de las relaciones que se tejen entre los actores que participan de la gobernanza del agua, visibilizando los diferentes tipos de relaciones que se dan entre ellos según sus formas de poder, las formas de cuidado y gestión y sus efectos en la estructura de la red y el estado del recurso (BODIN; CRONA, 2009; BODIN; PRELL, 2011; FISCHER; INGOLD, 2020; PRELL; HUBACEK; REED, 2009).

Desde la aplicación del ARS se ha identificado como la gobernanza del agua requiere de una estructura de actores integrados (PRELL; HUBACEK; REED, 2009) que trabajen articuladamente en redes de cooperación (HERZOGN; INGOLD, 2020; STEIN; ERNSTSON; BARRON, 2011), comunicación (MCNICHOLL; MCROBIE; CRUICKSHANK, 2017), saneamiento (ES'HAGHI et al., 2022; NARAYAN; FISCHER; LÜTHI, 2020), adaptación al cambio climático (SCHRAMSKI; MCCARTY; BARNES, 2018) y toma de decisiones de política y gestión hídrica (FRIJA et al., 2017; STEIN; ERNSTSON; BARRON, 2011).

Los ARS también son útiles para analizar redes de colaboración en actores dependientes de recursos naturales (STEIN; ERNSTSON; BARRON, 2011), identificar la importancia de las diversas formas de jerarquías en la gestión del agua (MCNICHOLL; MCROBIE; CRUICKSHANK, 2017) y la necesidad de la integración multinivel en el saneamiento urbano (NARAYAN; FISCHER; LÜTHI, 2020). En México los estudios de ARS han revelado como la complejidad de la gobernanza del agua a nivel urbano, y la debilidad de sus instituciones, están actuando en detrimento del servicio urbano de agua y de las condiciones mismas de la gobernanza (VENANCIO-FLORES; BERNAL-GONZALES, 2019).

También desde el SNA se ha analizado la policentricidad de la gobernanza hídrica (ES'HAGHI et al., 2022; FRIJA et al., 2017; NARAYAN; FISCHER; LÜTHI, 2020;

STEIN; ERNSTSON; BARRON, 2011) y las instituciones y actores hidrosociales más relevantes para el mantenimiento de la red (ANGST; FISCHER, 2020) o más disruptivas en términos de su integración (HERZOGN; INGOLD, 2020). Esta información permite tener un mejor entendimiento de las relaciones al interior de las redes de actores que configuran la gobernanza del agua, y entender los diversos ejes y niveles de la gestión, que permiten una mejor planificación de las intervenciones y el diseño de políticas hídricas, conservación, cuidado del agua, y seguridad hídrica (KOEBELE; BULTEMA; WEIBLE, 2020).

La aplicación de ARS ha contribuido a mejorar la comprensión de las complejidades de la gobernanza territorial del agua, en cuatro elementos principales: Primero, permite profundizar en la identificación e interpretación de los roles específicos de los actores en la red de gobernanza, permitiendo identificar roles de guardián, intermediación, control de flujos, y poder que son determinantes para comprender los procesos de gobernanza al interior de la red (BODIN; CRONA, 2009; HERZOGN; INGOLD, 2020).

En segundo lugar, la representación gráfica de las redes y sus características (sociogramas) permite observar visualmente las interacciones e identificar a los actores claves y marginados, y las estructuras de las redes internas formales e informales, ofreciendo una herramienta para trabajar la inclusión de actores en la red y la participación más equitativa de los actores; así mismo permite identificar redes colaborativas o puntos de intervención que ayudan a mejorar la comunicación entre actores y trazar agendas de trabajo colaborativas entre actores. (BALL et al., 2022; MCNICHOLL; MCROBIE; CRUICKSHANK, 2017; NARAYAN; FISCHER; LÜTHI, 2020; PRELL; HUBACEK; REED, 2009).

En tercer lugar, el propio proceso de recopilación de datos del ARS tiene efectos positivos en los actores, pues aumenta su conocimiento de otros actores en la red, mejora la construcción de relaciones con ellos, permite identificar relaciones y conflictos que permanecían ocultos, y planificar mejor las agendas de intervención en torno a la gobernanza del agua y la construcción de relaciones de cuidado y seguridad hídrica (BALL et al., 2022; MCNICHOLL; MCROBIE; CRUICKSHANK, 2017; NARAYAN; FISCHER; LÜTHI, 2020).

En cuanto a sus alcances, la metodología de ARS también presenta algunas debilidades y sesgos que deben ser considerados al momento de analizar y presentar

los resultados:

Primero, el origen relacional de los datos generados a partir de información directa de los actores se basa en sus percepciones sobre las relaciones que cada uno teje en la red. Esto puede generar sesgos en la información y diferencias en las respuestas según las diversas perspectivas y opiniones de los actores (HIGGINS; RIBEIRO, 2018). En segundo lugar, cuando el proceso de información se da de manera grupal y participativo o incluso en grupos focales, pueden darse sesgos de información debido a la presión generada por actores que direccionan o constriñen las respuestas grupales (PRELL; HUBACEK; REED, 2009). Tercero, el tamaño o límite de la muestra no es exhaustivo pues al tratarse de una red de relaciones de gobernanza de agua, es difícil establecer sus límites e incorporar a todos los actores que participan de ella, y siempre habrá actores vinculados a niveles administrativos superiores, o con vínculos débiles que se queden por fuera de la red (BODIN; PRELL, 2011; PALACIO, 2015). Y cuarto, el ARS solo permite analizar los datos en un único momento, por lo que constituye una foto en el tiempo sin poder analizar los cambios dinámicos que se presentan en la red.

Alcances y objetivos de la investigación

A través de un proceso participativo y de aprendizaje social, esta investigación realiza un análisis de redes Sociales (ARS), con el objetivo de construir conocimientos que aporten a la gobernanza del agua en la Cuenca Alta Río Meléndez (CARM). A través de este proceso se busca dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las características estructurales de la red hidrosocial? ¿Qué actores son más influyentes y centrales en la gobernanza y el cuidado del agua? ¿Qué comunidades de actores están asociados al cuidado del agua y la seguridad hídrica? ¿Como podemos influir en las dinámicas de la red para promover procesos de cuidado del agua y la seguridad hídrica de la cuenca?

Este artículo tiene como objetivo (i) proponer el ARS como una herramienta metodológica para comprender la estructura de la red hidrosocial de la CARM que direcciona la gobernanza y el cuidado del agua; (ii) presentar una metodología participativa para la realización de un ARS, que permita comprender las relaciones que se dan entre los actores del Agua; y (iii) Analizar las estructuras y composición de la red hidrosocial, identificando los actores claves asociados al agua en la CARM y sus

roles en la red y el territorio; esta información es útil para identificar actores potenciales que inciden en la calidad de la gobernanza del agua, el cuidado del recurso hídrico, y la SH de la cuenca.

Metodología

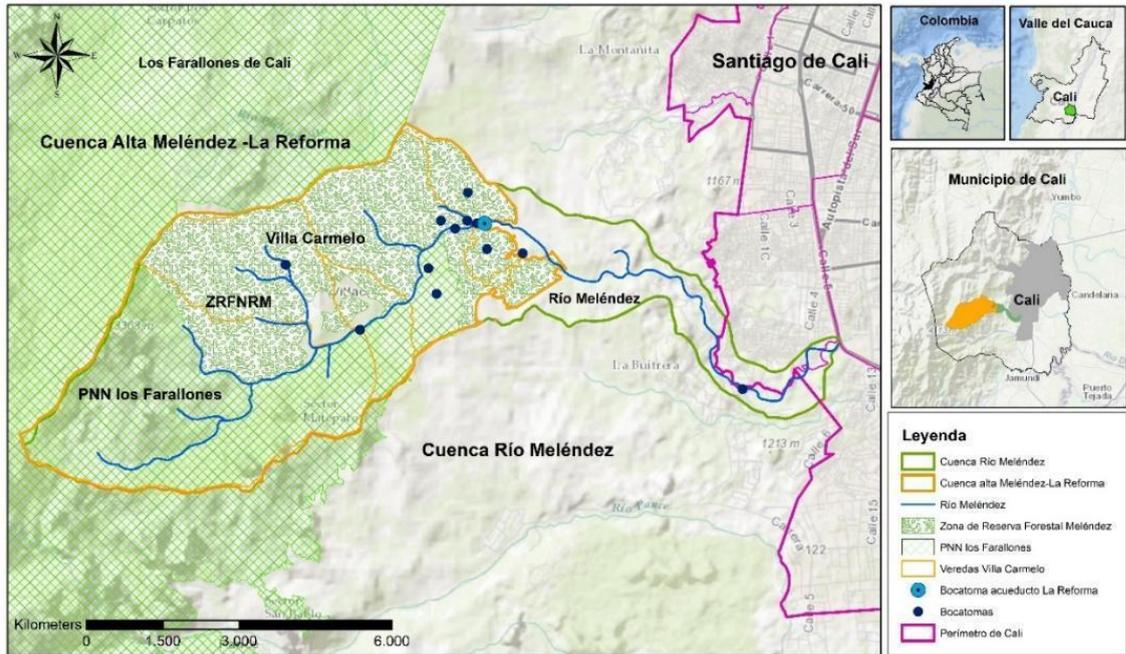
Lugar de estudio: la red hidrosocial de la Cuenca Meléndez en los Andes colombianos

El Río Meléndez nace al interior del Parque Nacional Natural Farallones de Cali (PNNFC) en el corregimiento de Villa Carmelo-Cali-Colombia. Su cuenca alta provee el agua potable para aproximadamente 520 mil habitantes de la ciudad de Cali (20% de la población de la ciudad), a través del Acueducto La-reforma, administrado por las Empresas Municipales de Cali (ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI, 2020; PINZÓN, 2017).

La zona de estudio está delimitada por la Cuenca alta abastecedora del Río Meléndez, desde su nacimiento hasta la bocatoma del Acueducto La-reforma. Esta zona cuenta con 3.041 hectáreas⁵; está regulada por dos instituciones ambientales que determinan el uso del suelo y las actividades productivas del territorio: el Parque Nacional Natural Farallones de Cali (PNNFC) en jurisdicción de la Unidad de Parques Nacionales Naturales y la Zona de Reserva Forestal Protectora Nacional Río Meléndez (ZRFRM) (Resolución 7/1941) regida por la autoridad ambiental regional Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC); en su interior se localizan seis veredas y un pequeño Caserío en Villa Carmelo (Cabecera del corregimiento) donde se ubica un puesto de salud, la Institución educativa y el centro administrativo del corregimiento (Figura 1). Para 2020 en Villa Carmelo habitaban 3820 habitantes y 342 viviendas (ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI, 2020).

⁵ Estimaciones propias a partir de SIGOT (2018).

Figura 1 - Localización del área de estudio cuenca alta Meléndez-La Reforma, Santiago de Cali



Fuente: Elaboración propia, a partir de base cartográfica SIGOT (2018).

El uso del agua del río Meléndez es exclusiva para consumo humano, y en la cuenca alta se localizan 14 bocatomas que surten 6 acueductos rurales y urbanos, por lo que el manejo integral de esta zona se torna importante para el cuidado del agua y la SH de la cuenca y la Ciudad de Cali (CVC, 2019). En la actualidad se encuentran concesionados de manera permanente en la cuenca alta 347,5 l/s, por lo que en periodos de baja lluvia se presentan índices de estrés hídrico de más del 60% (CVC, 2019).

Al interior del PNNFC y la ZRFRM, se localiza una diversidad de actores que configuran la red de actores y formas de gobernanza del agua que inciden directa o indirectamente en el uso, gestión y seguridad hídrica de la CARM (CVC, 2019). Entre los diversos actores se encuentran habitantes de diversos orígenes, empresas de acueductos, colectivos sociales de protección ambiental, ONGs, las autoridades estatales de las áreas de protección, centros educativos, Universidades, y los entes locales administrativos. Así mismo, desde el año 2016 inició en el territorio un esquema de compensación o pago por servicios ambientales-PSA que busca recuperar las condiciones de regulación hídrica de la cuenca alta y ha generado nuevas dinámicas hidrosociales en el territorio (DAGMA, 2018), generando una red de gobernanza en torno al cuidado del agua y la SH de toda la cuenca (CUBILLOS;

QUIÑONES, 2018; RENDÓN; CAMPAZ, 2021).

Enfoque del ARS

Los Análisis de Redes Sociales ARS hacen parte de las Ciencias de análisis de datos, que proponen métodos sistémicos y no lineales para analizar estructuralmente conjuntos de datos estructurales. A nivel aplicado analiza grupos de actores (nodos) vinculados entre sí por medio de relaciones (links), y algoritmos matemáticos basado en la teoría de los grafos para derivar sociogramas e indicadores estructurales, que permiten conocer los diversos elementos (grados) que configuran las redes, desde las formas de sus relaciones, organización y estructura (BODIN; CRONA, 2009; BODIN; PRELL, 2011; FISCHER; INGOLD, 2020).

En este sentido y acorde al enfoque conceptual de este proyecto, *la red* no se considera un elemento material, sino que designa un flujo de relaciones y transacciones que dependen del tema de estudio, y por ello no tiene fronteras o límites concretos (PALACIO, 2015). Los Nodos de la red representan los actores hidrosociales (elementos sociales, individuales, colectivos o institucionales) que se articulan en torno al agua, e incidan en las dinámicas de la CARM. Los links constituyen los elementos que conectan a los nodos entre sí, integrando los individuos a la red de manera estructural, y formando el entramado social (BODIN; PRELL, 2011). Aquí los links están dados por las relaciones que se tejen en la cuenca en torno al agua, considerando sus características como Parques Naturales y Zonas de Reservas Naturales, la pluralidad de sus actores (nodos) y la existencia de programas de PSA para el cuidado y conservación ambiental de la CARM. La organización interna de la red según el ARS se expresa mediante cuatro dimensiones principales que permiten conocer su integración (nivel de cohesión interna o conectividad entre la red), su centralidad (centralización de algunos nodos) y su fragmentación (presencia de subgrupos de nodos entre la red). (BODIN; CRONA, 2009; FISCHER; INGOLD, 2020).

Aquí nos centraremos en analizar la integración de la red (conectividad, compactación, robustez y centralidad) y la centralidad de sus actores (centralidad de grado e intermediación), lo que nos permite conocer las formas y grados de integración entre los actores hidrosociales identificando que tipos de relaciones están generando los links o vínculos entre ellos, y también conocer a los actores más centrales dentro de la red y con mayor capacidad de influencia, comunicación,

congregación y cooperación (BODIN; CRONA, 2009; BODIN; PRELL, 2011; FISCHER; INGOLD, 2020). En las secciones siguientes se detallan las métricas e índices ARS utilizados en el estudio.

Coproducción participativa de información ARS

La metodología para la recopilación de información y construcción del ARS se realizó siguiendo siete (7) pasos de trabajo participativo. El trabajo de campo se realizó en febrero-agosto de 2022 en el corregimiento de Villa Carmelo, Cali, Colombia. Inicialmente se desarrolló un proceso de bola de nieve y posteriormente se entrevistaron todos los actores que participan activamente en alguna acción o proceso asociado a la gestión y/o cuidado del agua y el río Meléndez en la CARM (Tabla 1).

Tabla 1 - Proceso metodológico para la producción de un ARS participativo en la CARM.

Fase	Paso	Instrumento metodológico	No participantes	Producto
Identificación de actores de la red	1-Identificación de actores	Entrevistas abiertas con actores claves y bola de nieve	27 personas entrevistadas	Inventario preliminar de actores del agua
	2- Caracterización social colectiva de actores	Mapeo social participativo de actores hidrosociales	28 participantes	Tabla de actores hidrosociales de la CARM
Diseño y producción de información de la Red	3-Diseño participativo de la red hidrosocial	Talleres grupales con actores representativos de la red	26 habitantes 12 instituciones	Gráficos de la red hidrosocial, y Matrices de actores y relacionales de la CARM
	4- Caracterización de actores y relaciones de la red hidrosocial	Entrevista semiestructurada con los actores de la red hidrosocial	120 personas entrevistadas	Tabla de atributos de los actores de la Red hidrosocial

Análisis de la Red hidrosocial	5-Compilación de información	Compilación de información e integración matrices	35 tipos de actores	Matriz generadora de redes socio-centradas, y Matrices complementarias
	6- Selección de procesos y métricas ARS	Identificación de métricas ARS para análisis de la red hidrosocial	Conectividad compactación robustes centralidad	Tabla de objetivos, preguntas de investigación y métricas ARS
	7- Estimación del ARS	Análisis de matrices socio centradas con software UCINET, y elaboración de sociogramas con software Ghephi		Métricas sobre cohesión y fuerza de la red hidrosocial, centralidad e intermediación de los actores claves, y actores del cuidado del agua

Fuente: Elaboración propia a partir de Trabajo de Campo

Paso 1 - Identificación y reconocimiento preliminar de actores: En esta etapa se identificaron los actores relevantes en la gestión del agua a través de revisión bibliográfica, entrevistas abiertas con actores claves, instituciones y líderes del territorio. Con la ayuda de estos actores preliminares se aplicó la metodología de bola de nieve para identificar y entrevistar a nuevos actores. Las entrevistas fueron grabadas y transcritas en una tabla de Excel, señalando por ejemplo los actores con quienes se reportan problemáticas, se discuten temas o problemas asociados al agua, se realiza alguna acción de cuidado con el agua y el río Meléndez, o se participa en la gestión y control del recurso.

Paso 2 - Mapeo participativo y caracterización social de actores hidrosociales: Se realizó un taller deliberativo, con habitantes, usuarios y instituciones de gestión ambiental de la CARM, con quienes se elaboró una lista de 35 actores que conforman la red hidrosocial, se identificaron 8 categorías según sus roles, y tres tipos según su filiación pública, privada o colectiva. Para cada actor se detalló su nivel de presencia, interés, influencia en la cuenca, su capacidad de control sobre el uso del agua y el río Meléndez, y sus prácticas directas de cuidado del agua, el río y el territorio. Esta fase permitió definir participativamente la lista de actores que integran la red hidrosocial,

y construir la tabla de atributos de los actores de la red. El taller tuvo una duración de 4 a 5 horas y contó con 28 personas representantes de los diversos actores, grupos e instituciones.

Paso 3 - Diseño participativo de la red hidrosocial e Identificación de relaciones entre actores: Se desarrollaron dos talleres deliberativos⁶ con la comunidad de la CARM, usuarios e instituciones de gestión ambiental con presencia en la Cuenca. En estos se discutieron y dibujaron de manera participativa, las relaciones y vínculos de cada actor en la red, identificando sus relaciones de cooperación con cada actor, las acciones conjuntas de cuidado ambiental que desarrolla con algún otro actor en el territorio, y las relaciones de control que ejerce sobre otros (tabla 3). Durante los talleres cada actor explicó y dibujó sus propias relaciones de manera participativa y deliberativa, la información se sistematizó simultáneamente en Excel utilizando una tabla tipo Edge-list que se sistematizó en Excel. Cada actor relató las relaciones de cooperación, cuidado del agua, control del agua que tiene con respecto a cada uno de los demás actores de la cuenca según cada caso. Adicionalmente los talleres fueron grabados para su posterior sistematización y se recopiló el material gráfico elaborado conjuntamente. La información de los actores que no asistieron al taller fue recolectada mediante entrevistas realizadas durante las semanas siguientes para complementar la información faltante. Esta metodología participativa permite la comprensión grupal de las relaciones y fuerzas que conviven en el territorio, y permite a cada actor hacer una lectura particular hacia su conexión con lo grupal o general en la red, aportando a la reflexión sobre su participación en la red de gobernanza del agua y el cuidado ambiental en la CARM.

Paso 4 - Entrevista a profundidad y caracterización de los actores y sus relaciones en la red: Se realizaron entrevistas semiestructuradas para caracterizar a profundidad los actores de la red hidrosocial y complementar la tabla Edge-list de relaciones entre actores, elaborada a nivel participativo. Este formulario profundizó en las formas de cooperación entre actores, cuidado conjunto del agua, y acciones de control al uso del agua de un actor a otro. También aportó información sobre percepciones del agua, su cuidado, gestión y visiones de seguridad hídrica de los

⁶ El taller deliberativo es una metodología de la investigación participativa que permite la reflexión comunitaria en torno a una temática específica predefinida, a partir de la exposición de ideas, presentación de posiciones, el debate y la producción de propuestas, información y conclusiones de manera pluralista, colectiva y consensuada.

actores. La tabla 2 describe los *links* o relaciones que se analizan en la investigación, las formas de recopilación de la información utilizada, en cada instrumento, y las preguntas aplicadas en cada etapa.

Tabla 2 - Lista de relaciones que se tejen entre actores del agua en la red hidrosocial CARM

Links (Conexiones)	Descripción	Preguntas al actor para generar la información	
		Taller participativo	Entrevista individual
Cooperación	Acciones de apoyo, ayuda o cooperación mutua entre dos actores de la CARM, que impactan su situación y bienestar.	<p>¿Cómo se integran, apoyan y ayudan los actores del agua (a y b) de la CARM?</p> <p>¿Con que actores (a) ustedes se integran, ayudan y cooperan mutuamente (b) para mejorar su bienestar?</p>	<p>¿Con que actores usted se relaciona, participa o realiza actividades conjuntas?</p> <p>¿Qué actividades realiza con ellos?</p> <p>¿Como es su vínculo con ellos?</p> <p><i>(Seleccione los actores de la lista)</i></p>
Cuidado	Acciones conjuntas que ayudan a mantener el bienestar del agua y los ecosistemas de la CARM.	<p>¿Cómo se integran y relacionan los actores a y b para cuidar y conservar colectivamente el agua en la CARM?</p> <p>¿Con que actores (a) ustedes se integran para realizar acciones conjuntas (b) que ayuden a mantener el bienestar del agua y la CARM?</p>	<p>¿Con que actores, entidades, instituciones o actores administrativos del territorio, se integra para realizar acciones conjuntas de cuidado o gestión del agua?</p> <p>¿Qué actividades realizan colectivamente asociadas al cuidado del agua y del Río?</p> <p><i>(Pregunta abierta)</i></p>
Control	Capacidad para incidir en el uso, cuidado, manejo y co-manejo del agua en la CARM.	<p>¿Cómo se integran y relacionan los actores (a y b) para controlar en uso del agua en la CARM?</p> <p>¿Sobre qué actores (b) usted ejerce algún control (b) en el uso, cuidado, manejo y co-manejo del agua en la CARM?</p>	<p>¿Con que instituciones o actores del territorio se articula usted para el control, manejo o gestión del agua en la CARM?</p> <p><i>(Pregunta abierta)</i></p>

Fuente: elaboración propia a partir de trabajo de campo

Paso 5 - Compilación e integración de información para análisis ARS: Las tres relaciones caracterizadas en la Edge-list (cooperación entre actores, cuidado conjunto del agua, y acciones de control al uso del agua del actor A al B) se compilaron en una sola variable denominada *WR* que expresa la integración entre las tres variables identificadas. La Variable *WR* toma el valor de 1 cuando un par de actores A y B, presenta al menos una de estas tres relaciones, y 0 si los actores no tienen ninguna relación entre ellos. Esta variable nos permite identificar los actores de la cuenca que presentan algún tipo de relación hidrosocial. Para este caso no se consideró ni la intensidad ni la dirección de la relación. La matriz *WR* corresponde a una matriz de adyacencia que lista cada actor horizontal y verticalmente, y muestra la presencia o ausencia (0:1) de una relación entre cada par de actores. La matriz de adyacencia *WR* será la base para el análisis del ARS de la red hidrosocial, junto con la matriz complementaria de cuidado *WC*, que muestra los actores con vínculos de cuidado conjunto del agua exclusivamente. Adicionalmente se construyó una matriz complementaria *WF* que muestra el número y diversidad de relaciones entre cada par de actores (cooperación, cuidado y control), e indica la fuerza del vínculo hidrosocial entre ellos, con valores entre 0 y 3.

Paso 6 - Identificación de métricas: Tres preguntas centrales orientan nuestro análisis sobre la Red hidrosocial de la CARM: ¿Como está compuesta la red y que tipo de actores y roles se articulan en ella? ¿Como es la estructura de los actores que integran la red hidrosocial? Y finalmente ¿Qué actores son centrales y potenciales al interior de la red hidrosocial, y si serian claves para mejorar la gestión social del agua y la seguridad hídrica de la cuenca? A partir de la revisión de literatura se seleccionaron las métricas de red que permiten responder a estos objetivos. La tabla 3 Describe las métricas identificadas en la literatura seleccionadas para abordar las preguntas de investigación, y articular el ARS con la perspectiva teórica hidrosocial.

Paso 7 - Estimación del ARS para la red hidrosocial: Se elaboraron dos sociogramas integrados para identificar los actores que componen la red, la fuerza de sus vínculos en términos del número de relaciones hidrosociales y su participación en la red de cuidado del agua en la CARM. Adicionalmente se estimaron métricas de compactación, robustez, conectividad, y centralidad de la red, para conocer la estructura de los actores, y se calcularon métricas de centralidad para identificar los actores relevantes que son conectores de la red, promueven los flujos de cooperación

e información al interior de ella, y son esenciales para el mantenimiento de la red de gobernanza y cuidado del agua en la CARM.

Tabla 3 - Métricas de ARS para el análisis del alcance y Fuerza de la red hidrosocial.

Métricas ARS		Información que proporciona la métrica al análisis de la Red hidrosocial
¿Como es la estructura de la red de actores que conforman la red hidrosocial?		
Conectividad de la Red: Mide que actores están integrados y forman parte de la red hidrosocial, y que otros no tienen vínculos o relaciones:	Densidad global de la red: Muestra las relaciones existentes entre los actores como proporción de las relaciones totales posibles de la red. Muestra la integración entre actores	Indica que tan integrada y conectada esta la red, y como es el flujo de relaciones y cooperación entre los actores que participan de la gobernanza del agua (Narayan et al., 2020). También muestra su nivel de conexión interno de la red, y su capacidad de funcionar de manera integrada (Seyed Reza Es’haghi, 2022), y de presentar mayores niveles de integración, cooperación o acciones conjuntas de cuidado del recurso hídrico (Stein et al., 2011).
	Grado medio de la red: Muestra promedio de relaciones de cada actor en la red. Permite ver actores más conectados.	
	Grado Mínimo y Máximo de la red: Muestra las diferencias en conectividad entre actores.	
Compactación de la red: Muestra la homogeneidad de la red en términos de la distancia entre los actores, y el volumen de relaciones entre ellos.	Distancia geodésica media: Muestra la cercanía o menor distancia entre los nodos. Muestra la capacidad de alcanzar otros actores	Indican que tan distantes o cercanos están los actores según la distancia existente entre ellos (Herzog and Ingold 2020). Mide centralismo y integración de la gobernanza (McNicholl et al., 2017). Expresa la extensión y tamaño de la red de actores, según el número de pasos necesarios para contactarse (Seyed Reza Es’haghi, 2022).
	Diámetro: Muestra la mayor distancia entre los dos actores más lejanos dentro de la red. Muestra la capacidad de alcanzar otros actores	

<p>Robustez de la red: Indica que tan robusta o frágil es la red hidrosocial según su dependencia en algunos actores que de ser removidos desconectan la red.</p>	<p>No de componentes: Cantidad de Conjuntos de los actores de la red con la mayor densidad entre ellos.</p>	<p>Medidas que Identifican el nivel de integración mediante el número de subgrupos de actores en la red con vínculos fuertes y débiles (Mario Angst and Manuel Fischer 2020), el número de nodos que hacen parte de un componente principal (Aymen Frija et al., 2016), y el número de actores marginados o desintegrados de la gobernanza.</p>
	<p>Ratio de actores aislados: Porcentaje de actores sin relaciones en la red respecto al número total de actores de la red.</p>	
	<p>Ratio de nodos en el componente principal: Porcentaje de actores en el subconjunto mayor de la red.</p>	
	<p>Boques y puntos de corte: Muestra los nodos que de ser removidos desconectan la red</p>	
<p>Centralización de la red: Indica la probabilidad de la red de integrarse en torno a un solo actor.</p>	<p>Centralidad de la Red: Muestra la fuerza que tienen, los actores centrales para conectarse con los demás actores de la red.</p>	<p>Expresa la Influencia de los actores centrales de la red de gobernanza (Narayan et all., 2020) y la dependencia en unos pocos actores con roles centrales (Seyed Reza Es'haghi, 2022), concentran flujos de información y tienen capacidad de asociación (Dornelas et al 2013).</p>
<p>¿Qué actores son centrales y potenciales al interior de la red hidrosocial?</p>		
<p>Centralidad e Influencia de los actores de la red: Señala la importancia o prominencia de los actores.</p>	<p>Centralidad de grado del actor, o grado de centralidad del actor: Cuenta la cantidad absoluta de contactos que presenta cada actor. Mide su tamaño e importancia en la estructura general de la red. También indica los actores con alto poder, en términos de capacidad de conexión de la red.</p>	<p>Analiza el tamaño del actor, las posiciones centrales y periféricas y su influencia en la estructura de las redes de gobernanza (Narayan et all., 2020). Permite identificar actores influyentes con mayor o menor nivel de presencia, influencia y dependencia ambiental (Stein et al., 2011). Muestra el rol de intermediario, conector o líder en la red (Seyed Reza Es'haghi, 2022).</p>
	<p>Centralidad de intermediación, o grado de intermediación del actor: Analiza la cantidad de veces que un actor es utilizado por otro como camino para pasar o alcanzar un tercero. Permite mirar que actores son integradores de la red hidrosocial y permiten la articulación entre diferentes actores, niveles y subgrupos de la red hidrosocial.</p>	<p>Identifica actores intermediarios que están situados entre muchos otros y ofrecen conectividad y estabilidad de la red (Stein et al., 2011), señala el aporte de cada actor a la integración y estabilidad de la red, y su capacidad para ser un conector central en los subsistemas (Angust and Fischer, 2020). Expresa la capacidad de un actor para vincular otros ofreciendo caminos de integración (Herzog and Ingold 2020).</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de revisión de literatura

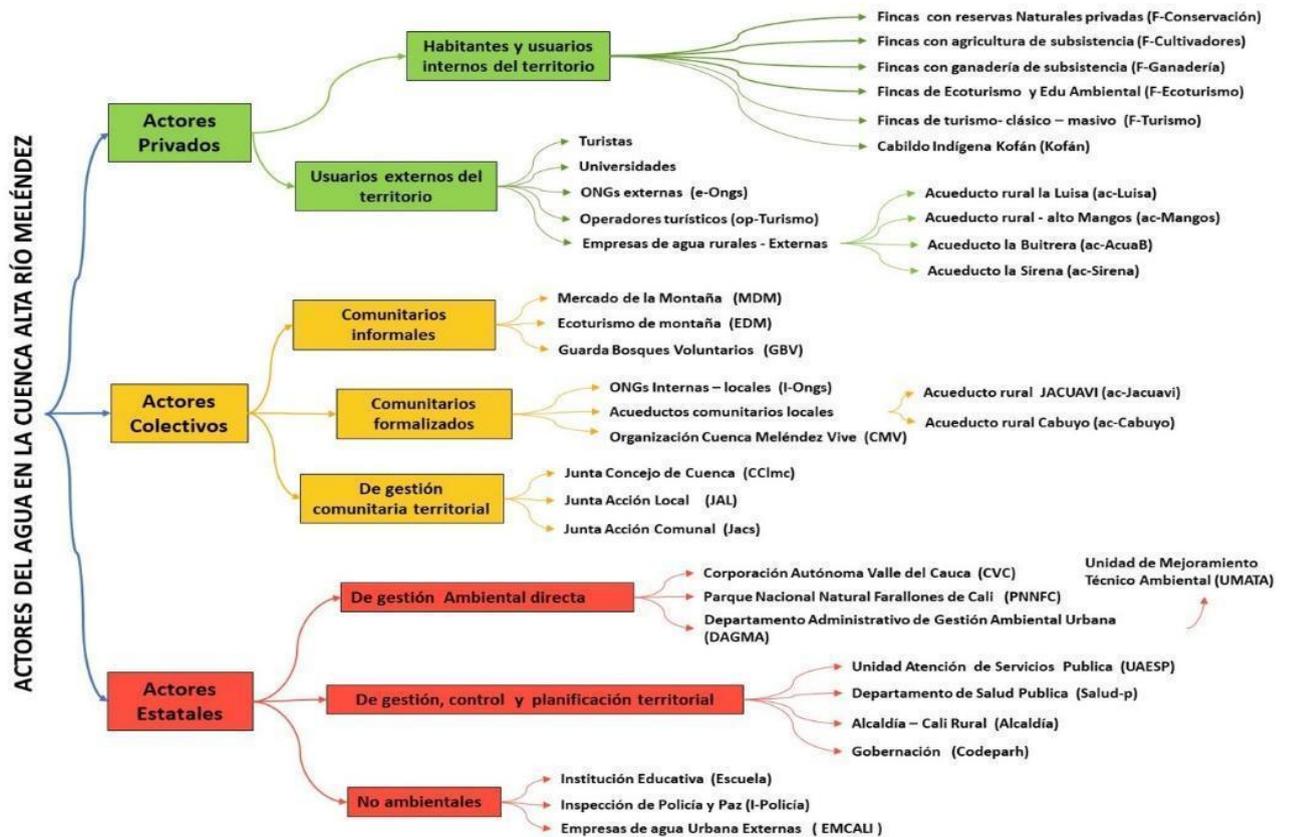
Resultados

El análisis de los actores dio como resultado una red compuesta por 35 grupos de actores en 8 categorías diferentes, vinculadas entre sí a través de los diversos roles que cumplen en el territorio, y conectados por relaciones de cooperación, cuidado conjunto del agua, o comando y control del río Meléndez. Al interior de la red se destacan 3 tipos de actores centrales: actores privados, actores colectivos y actores Estatales que estructuran a la red hidrosocial, y definen sus roles, funciones y alcances en la gobernanza del territorio (Figura 2).

La figura 2 muestra cómo se estructura la red hidrosocial a partir de ocho categorías de actores, en tres tipos de instituciones hidrosociales. Como primer actor del agua se encuentran los habitantes y usuarios internos de la CARM, que son propietarios de fincas con actividades productivas agropecuarias a pequeña escala, turismo clásico, ecoturismo y conservacionistas con reservas ambientales privadas. También están los actores que son usuarios externos de la cuenca, como las empresas de acueductos rurales, Ongs externas, Universidades, agencias externas de turismo, y turistas; todos ellos realizan un uso extractivo o consuntivo directo del agua y otros recursos, no pertenecen al territorio, y se benefician de él sin realizar retribuciones económicas o ambientales, al municipio, a la cuenca, o al territorio⁷.

⁷ Se puede encontrar una ampliación sobre usos y actores extractivistas de la CARM en (PINZÓN, 2017; RENDÓN; CAMPAZ, 2021; SERNA, 2018).

Figura 2 - Actores de la CARM identificados en trabajo de campo mediante MOP



Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo.

A nivel colectivo se encontraron tres grupos de actores; los actores colectivos de gestión comunal, representados en las juntas de elección popular de acción local (JAL) y comunal (Jacs); los actores colectivos formalizados como asociaciones y fundaciones con personería jurídica entre los que se encuentran los acueductos comunitarios y las fundaciones internas de la CARM; y las colectividades no formalizadas representados en los grupos sociales colectivos del Mercado de la Montaña (MDM), y Ecoturismo de la Montaña (EDM), que lideran procesos socioambientales en el territorio asociados a la organización comunitaria, la seguridad alimentaria, el turismo responsable y el cuidado del territorio⁸.

A nivel estatal se encuentran las autoridades de la gestión y el control ambiental, encabezadas por la Corporación Autónoma del Valle del Cauca (CVC) quien es la autoridad ambiental a nivel regional encargada de administrar los recursos naturales, y otorgar y monitorear licencias de uso por lo que es un actor central en el

⁸ Para una ampliación del papel de los actores colectivos en la CARM en los procesos de formación del territorio y las dinámicas socioambientales ver (RENDÓN; CAMPAZ, 2021).

cuidado del agua; el Parque Nacional Natural Farallones de Cali (PNNFC) quien se encarga de la administración del Parque Natural en el área de la CARM y es una institución adscrita al Ministerio del Medio Ambiente, el Departamento Administrativo de Administración del Medio Ambiente (DAGMA) y la Unidad de Asistencia Agropecuaria (UMATA) que son entidades del Municipio de Cali que administran y apoyan los procesos de PSE en la CARM y otros a nivel urbano. Por su parte, a nivel de gestión ambiental indirecta, están la Secretaría de Salud Pública que regula la calidad del agua para consumo humano, la Unidad Administrativa de Servicios públicos de Cali (UAESP) que apoya los procesos y redes de acueducto y saneamiento, la Alcaldía de Santiago de Cali quien desarrolla programas productivos, sociales y de infraestructura en la CARM, y la inspección de policía y paz que vigila el cumplimiento de las normas Municipales. Adicionalmente, aparecen otras organizaciones estatales no ambientales, como la empresa pública de prestación de servicios de agua potable y saneamiento (EMCALI), responsables del suministro de agua potable para la ciudad; y la institución educativa y centro de salud del corregimiento de Villa Carmelo. Estos resultados guardan similitud con diversos estudios sobre caracterización de actores y ARS de gobernanza hídrica identificados en la literatura, especialmente en cuanto a categorías, tipos y volumen de actores del agua en la Cuenca (ANDRADE; HIDALGO; THER-RIOS, 2019; BALL et al., 2022; FRIJA et al., 2017; PRELL; HUBACEK; REED, 2009).

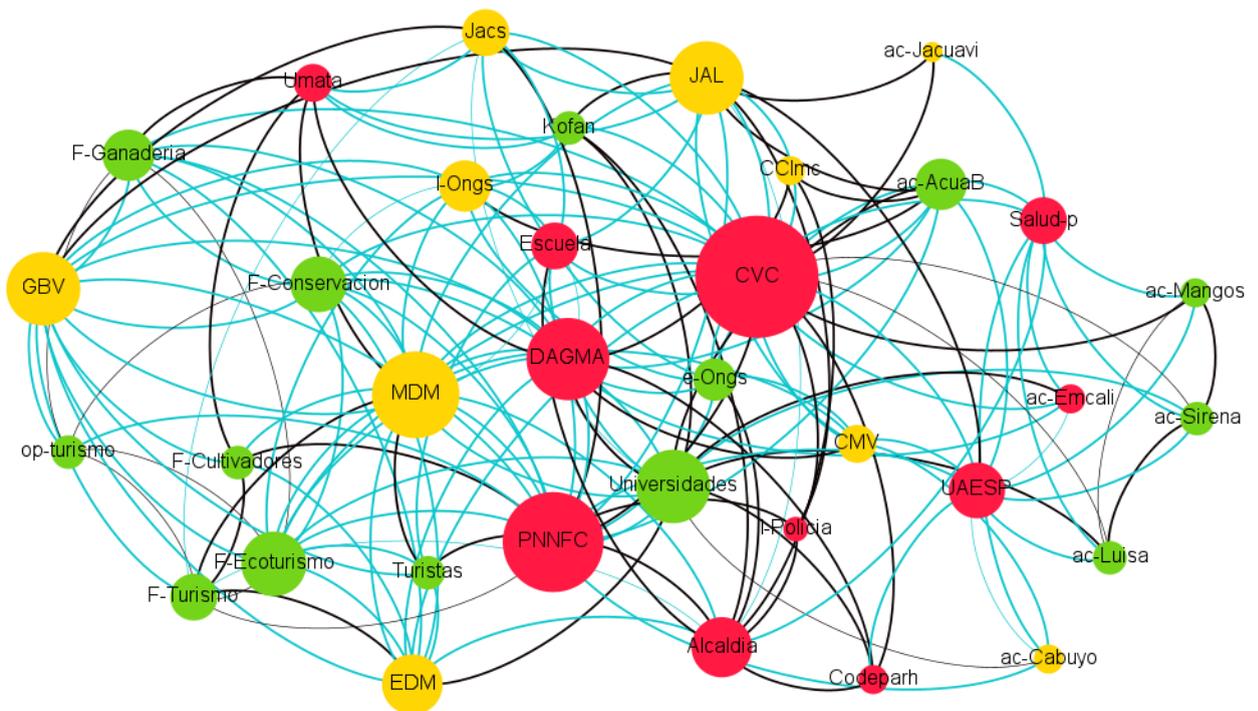
Análisis preliminar de la red: actores, vínculos y relaciones en la red hidrosocial.

La Figura 3 muestra la red de actores del agua de la CARM y la forma como se relacionan y vinculan a la red hidrosocial. Cada actor representa un nodo en la red, los colores de los nodos representan los tipos de actor (Privado, Colectivo o Estatal), el grosor de las líneas representa el número de relaciones que se dan entre cada par de actores, donde las líneas más gruesas representan una mayor diversidad de relaciones (colaboración, cuidado mutuo del agua, comando y control sobre el uso del agua). El tamaño de los nodos representa el grado o nivel de centralidad del actor, es decir el número de vínculos que tiene con otros actores, y los vínculos azules muestran las relaciones de cuidado conjunto entre cada par de actores, señalando la red de cuidado del agua en la CARM.

A través del gráfico se observa una conectividad alta dada por el número de conexiones de la red (vínculos), el tamaño de los nodos (según su cantidad de

vínculos), y por la ausencia de nodos marginados o sin ninguna conexión. Observando el tamaño de los nodos, se pueden identificar tres tipos de actores con diferentes niveles de integración y conectividad a la red: Los nodos pequeños con menos de 4 vínculos que reflejan baja conectividad, poca participación en la red y menor relevancia en las actividades de cuidado y control del agua y la cuenca. En este grupo se encuentran los usuarios externos, como turistas, Universidades y acueductos rurales; también los actores colectivos de gestión comunal aparecen como actores con baja participación en las relaciones de cuidado y control del agua ya que su rol es administrativo.

Figura 3 - Composición y estructura de los actores de la CARM



Fuente: Elaboración propia mediante software Gephy y a partir de información recopilada en trabajo de campo.

Los nodos medianos presentan entre 4 y 12 vínculos y actúan como intermediarios de las relaciones entre los nodos menores y los centrales. Aquí se identifican principalmente los habitantes del territorio con fincas y actividades productivas, y las entidades de planificación y gestión ambiental como la secretaria de Salud y la UAESP, cuyas acciones están focalizadas en la calidad del agua de los acueductos y los procesos de saneamiento, sin presentar mayor presencia en el

territorio e interacción en la red, aunque con una participación muy activa y numerosos vínculos en la red de cuidado conjunto de agua.

Así mismo los nodos más grandes tienen más de 12 vínculos e indican los actores con más conexiones en la red, mayor capacidad de integración, congregación, influencia y control a través de sus relaciones con otros actores, así como su capacidad de actuar como intermediador o conector entre actores de diversas categorías. Aquí se identifican las autoridades ambientales (CVC y PNNFC) y el grupo colectivo del Mercado de la Montaña (MDM), como los actores más centrales de la red, con mayor potencial de servir como integradores en la gobernanza y el cuidado del agua en la cuenca. Se resalta que el MDM es un actor social colectivo informal y sin ánimo de lucro que congrega a habitantes, instituciones y usuarios de la CARM, en torno a la construcción colectiva del territorio, la economía circular, la seguridad alimentaria y ambiental de la CARM.

También se observan los actores centrales que participan en la red de cuidado del agua (líneas azules); aquí la CVC, el PNNFC, El DAGMA, MDM y los GBV aparecen como los actores más centrales e integradores. Por el contrario, se observa como los actores con menor tamaño de nodo también presentan pocos vínculos de cuidado del agua, en este grupo se encuentran principalmente los acueductos rurales sin presencia en el territorio (con excepción del acueducto de Acuabuitrera). Para el caso de los acueductos comunitarios las relaciones de cuidado mejoran levemente, pero el tamaño de nodo pequeño se mantiene.

En el gráfico se observa como la mayor densidad de vínculos de cuidado de agua se encuentran en los actores Estatales de gestión ambiental directa (CVC, PNNFC, DAGMA), en los actores colectivos informales (MDM, GBV) y en los habitantes del territorio; esto lleva a pensar que las relaciones de cuidado conjunto o colectivo se desarrollan íntegramente entre estas dos categorías, a través de los habitantes que tienen presencia física en el territorio, con procesos promovidos por los actores sociales colectivos y los actores Estatales de gestión ambiental.

Características de la red hidrosocial y de cuidado del agua.

La estimación del ARS se realizó con base en la red descrita en la figura 3 y las métricas presentadas de la tabla 3, que permiten entender las relaciones y estructuras de la red hidrosocial y de la red de cuidado, a nivel de conectividad, compactación,

robustez y centralidad (tabla 4). Estos resultados se analizan de manera comparativa entre las dos redes (hidrosocial y cuidado) y también comparando sus resultados con estudios similares realizados en Inglaterra (BALL et al., 2022) y Chile (ANDRADE; HIDALGO; THER-RIOS, 2019).

Tabla 4 - Estadísticas ARS de la red hidrosocial: relaciones y cuidado del agua

Atributos y métricas de la red		Valor medio	Red Hidrosocial	Red cuidado agua
Conectividad de la red	No de Actores	Número de nodos de la red	35	35
	No Relaciones	Volumen de vínculos existentes en la red	322	220
	Densidad global	Número de vínculos existentes respecto al número de vínculos posibles en la red	0.27	0.18
	Grado medio	Promedio de vínculos de los nodos respecto al número total de nodos	9.77 (dv 5.1)	6.85 (dv.5.5)
	Grado Mínimo-Máximo	Número máximo y mínimo de vínculos en algún nodo de la red	3 - 26	0 -20
Compactación de la red	Distancia geodésica media	Promedio de la distancia mínima entre todos los nodos	1.81	2.13
	Diámetro de red	Promedio entre los dos actores más lejanos de la red	3	4
Robustez de la red	No. componentes de la red	Número de componentes homogéneos al interior de la red	1	2
	Ratio actores aislados	Porcentaje (%) de nodos sin vínculos en la red	0	1 (0.03)
	Ratio actores en componente principal	Número de nodos en el componente principal	35 (1.0)	34 (0.94)
	Bloques y Puntos de corte	Nodos cuya eliminación desconectan la red en componentes	1 bloque	3 bloques

Centralidad	Grado de centralidad de la red	Porcentaje (%) de organización alrededor de un solo nodo	0.507	0.41
-------------	--------------------------------	--	-------	------

Fuente: elaboración propia mediante software UCINET y a partir de información recopilada en trabajo de campo.

A nivel de conectividad la red hidrosocial presenta una alta ⁹ densidad global (0.28) y de grado medio (9.27), lo que indica un alto porcentaje de relaciones existentes tanto a nivel de red global (respecto a todas las relaciones posibles), como a nivel de nodo (respecto al número total de nodos). Así mismo, la red de cuidado se encuentra sobrepuesta sobre la red hidrosocial, aunque presenta una red más pequeña, con menor número de relaciones (220), y por tanto menos densa (0,18) e integrada, con nodos más pequeños que expresan una menor integración (6,85), y por consiguiente menor conectividad entre los actores. Esto muestra que, a pesar de la conectividad de la red principal, no todos los actores participan del cuidado del agua, o tienen una débil vinculación; algunos se encuentran marginados de la red de cuidado o no están integrada de la misma como es el caso de la inspección de policía y paz, los acueductos rurales, los operadores de turismo y los turistas que visitan la cuenca. Los indicadores de grado mínimo y máximo también corroboran esta apreciación. Las diferencias entre estas dos redes señalan la importancia de construir o fortalecer relaciones entre los actores del cuidado con el agua, que son necesarias para tejer una seguridad hídrica para la cuenca.

A nivel de compactación, los nodos de la red hidrosocial se encuentran relativamente cerca, con una distancia mínima promedio de 1.8 pasos entre ellos y una distancia máxima de 3 pasos. Esto indica que todos los actores están a una distancia de entre 2 y 3 actores de separación, lo que muestra una red muy compacta, con alto nivel de cohesión, facilidad de integración y alta capacidad de comunicación. Estos valores llaman la atención si se tiene en cuenta que la red presenta siete categorías diferentes de actores, en tres niveles administrativos diferenciados. Este patrón se mantiene para la red de cuidado, aunque con un nivel de compactación un poco menor pero igualmente alto, que evidencia la integración de la red de cuidado que se observa en el gráfico 1 (líneas azules). Estos valores son el producto de los

⁹ Los valores de la densidad de esta red hidrosocial (0,28) se pueden considerar altos dado el contexto del estudio, la tendencia a reducir la densidad cuando aumenta el número de actores, y los valores de densidad reportados en la literatura para estudios similares con valores de densidad inferiores de 0,16 para Inglaterra (BALL et al., 2022); y de 0,05 para Chile (ANDRADE; HIDALGO; THER-RIOS, 2019).

procesos de cuidado y conservación del territorio que se ha dado durante los últimos años, reflejados en la implementación del PSA, la mayor presencia institucional en el territorio, y sobre todo por la consolidación de colectivos sociales de cuidado ambiental como el MDM y EDM, que actúan como actores intermediarios conectores de la red.

Respecto a la robustez de la red, se encuentra que toda la red está agrupada en un único componente principal que articula a todos los actores. Todos los nodos se encuentran conectados, y no hay ningún nodo completamente aislado, lo que implica la posibilidad de contacto, flujos entre actores y señala una buena conectividad de la red con potencial de integración y de colaboración entre los actores hidrosociales. En este punto la red de cuidado se presenta menos homogénea con tres componentes en la red: uno es el componente central con 34 actores, y los otros dos componentes contienen dos actores cada uno, conectados a través de la UAESP (unidad administrativa de servicio públicos): el primero está conformado en los actores estatales de planificación y control administrativa del agua (Codeparh y la UAESP), y el otro representa el componente menos integrado de la red, con un solo Acueductos comunitario (JACUAVI) que está conectado a la red a través de un único actor con quien tiene una obligatoriedad administrativa: la UAESP. Así mismo esta red presenta un único nodo desconectado representado por la Inspección de policía y paz, quien por su naturaleza misional administrativa no desarrolla ninguna actividad asociada al recurso hídrico siendo su función más de intermediación y articulación entre las diversas instituciones y actores del territorio. Sin embargo, en los espacios participativos, tanto comunitarios como institucionales, fue identificado como un actor clave para la gobernanza y cuidado del agua y del territorio, señalando la necesidad de construir lazos de cooperación en este actor en torno al cuidado del recurso hídrico.

Finalmente, respecto a la centralización de las redes, tanto la red hidrosocial como la red de cuidado presentan un patrón centralizado en la CVC, quien aparece como el actor fundamental para la red, en términos de grado, intermediación y puntos de corte que desconectan la red o actúan como puerta de entrada y conexión para el resto de los actores. En este sentido cabe resaltar que la red que analizamos aquí está formada por lazos formales entre instituciones estatales de gestión ambiental, los construidos entre los actores del territorio que participan o se benefician de los procesos de gestión ambiental que se desarrollan en el territorio, como es el Pago por

Servicios Ambientales (PSA), los proyectos de negocios verdes, la consolidación de colectividades como el MDM, y lazos informales tejidos entre actores y colectivos sociales, propietarios de reservas, fincas de ecoturismo y educación ambiental, y los campesinos y productores del MDM.

Actores centrales de la red: conexión, influencia y cuidado del agua.

El grado de centralidad de los actores y la centralidad de intermediación, son dos herramientas del ARS que permiten conocer cómo se dan los flujos de relaciones, información y recursos entre los actores de las redes, e identificar los actores relevantes por su nivel de relaciones (centralidad), y su capacidad de ser puentes de integración entre varios actores (intermediación). Estas herramientas son útiles para conocer a los actores claves para la gobernanza y el cuidado del agua, (NARAYAN; FISCHER; LÜTHI, 2020), e identificar aquellos que permiten la articulación entre diversos actores, niveles y subgrupos de la red (ES'HAGHI et al., 2022), y que ofrecen integración, conectividad y estabilidad a la red (ANGST; FISCHER, 2020; HERZOGN; INGOLD, 2020; STEIN; ERNSTSON; BARRON, 2011).

La centralidad de grado se refiere a cuántos actores está directamente conectado un actor A, o con cuántos actores tiene vínculos directos; y la centralidad de intermediación se refiere a cuántas veces un actor sirve como conector entre otros dos que están desconectados, o cuántas veces un actor es utilizado por otro como camino para alcanzar un tercer actor (BODIN; CRONA, 2009; STEIN; ERNSTSON). La tabla 5 muestra los índices de centralidad de grado y centralidad de intermediación de los 10 actores con mayor centralidad de grado en la red hidrosocial. Para estos actores también se muestra su nivel de centralidad en la red de cuidado. Se encuentra que los tres actores más centrales de la red hidrosocial son también los tres actores más centrales en la red de cuidado, tanto a nivel de centralidad de grado como de intermediación, lo que nos señala una elevada homogeneidad en estas dos redes.

Tabla 5 - La centralidad de los actores en la red hidrosocial: participación y cuidado del agua en la CARM

Actores	Descripción y función	Red hidrosocial			Red de Cuidado		
		Grado	Grado (Std)	Intermediación (Std)	Grado	Grado (Std)	Intermediación (Std)
CVC	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca: Autoridad ambiental regional, administra y vigila los recursos naturales, agua y coberturas de la CARM.	26	76,4	22,1	20	58,824	28.009
PNNFC	Parques Naturales Nacionales Farallones de Cali: Administran y controlan el área natural protegida para conservación ambiental y del recurso hídrico en la CARM.	21	61,7	13,1	14	44,118	12.316
MDM	Mercado de la Montaña: Actor social colectivo de la CARM. Desarrolla practicas comunitaria de economía circular, producción limpia y defensa del territorio.	18	52,9	5,6	15	41,176	12.195
DAGMA	Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente de Cali: Administra el programa de Pago por Servicios ambientales PSA en la CARM.	17	50,0	5,5	13	38,235	3.331
JAL	Junta de Acción Local del corregimiento de Villa Carmelo: Organización de carácter público local para la administración del territorio.	15	44,1	5,2	10	29,412	5.372

Universidades	Universidades: ICESI, Javeriana, Autónoma y Univalle y SENA. Apoyan procesos a nivel de formación, extensiones e investigación ambiental en la CARM.	15	44,1	7,0	8	23,529	2.993
GBV	Guardabosque Voluntarios: Grupo de habitantes de la CARM, que realizan educación y vigilancia ambiental voluntaria en el área del PNNFC.	15	44,1	3,8	14	41,176	6.752
F-Ecoturismo	Grupo de fincas de Ecoturismo y educación ambiental: Desarrollan practicas productivas y saberes con perspectivas de sostenibilidad y conciencia ambiental.	13	38,3	1,2	10	29,412	1.807
Alcaldía-C	Alcaldía de Cali: Autoridad administrativa del municipio y la Ciudad de Cali. Desarrolla y dirige los programas de desarrollo social y productivo en la CARM.	12	35,2	3,6	5	14,706	2.443
EDM	Ecoturismo de la Montaña: Actor social colectivo de la CARM para el desarrollo de prácticas de turismo sostenible y mercados verdes en la CARM.	12	35,2	2,1	10	29,412	3.192

Fuente: elaboración propia mediante software UCINET y a partir de información recopilada en trabajo de campo.

Así mismo, para la red hidrosocial el 50% de los vínculos se concentra en los primeros 10 actores con mayor grado de centralidad, y el 50% se distribuye entre los 25 actores restantes, lo que señala una alta centralidad de las dinámicas de la red, alrededor de las acciones de las organizaciones de gestión ambiental (CVC y PNNFC), y

el colectivo social Mercado de la Montaña (MDM). Estos tres actores aportan juntos el 20% de los vínculos totales de la red, por lo que su accionar en la CARM es vital para garantizar la gobernanza, el cuidado del agua y la SH en la cuenca. Este patrón se mantiene en la red de cuidado donde el 50% de los vínculos se concentran en los 9 actores más centrales, aunque con algunas diferencias en la naturaleza y categoría de los actores.

Es comprensible que la CVC aparezca como el actor más central en ambas redes, por ser la autoridad ambiental de comando y control, su competencia para otorgar licencias de captación de agua, su participación en el fomento productivo en la cuenca, y el apoyo que brinda al desarrollo de proyectos sociales y colectivos para conservación ambiental, que han derivado en la formación reciente de colectivos sociales como el MDM y el EDM.

Como segundo actor más central en la red hidrosocial está el Parque Nacional Natural Farallones de Cali PNNFC, Autoridad ambiental de conservación de Colombia, y con jurisdicción en el 43% de la CARM, con competencia de comando y control en el territorio y una orientación hacia la conservación de las coberturas y los ecosistemas que garantizan la regulación hídrica de la cuenca, por lo que a nivel de cuidado del agua también presenta una posición muy influyente siendo el tercer actor más relevante en términos de grado y de intermediación.

En este proceso el PNNFC se encuentra articulado a todas las organizaciones estatales y administrativas de la CARM, y más recientemente se ha vinculado con las poblaciones y colectivos, apoyando iniciativas de conservación en las fincas y la reconversión productiva en las áreas del PNNFC, formando nuevos vínculos con estos actores. También se integra con acueductos rurales a través de la concesión de licencias de captación de agua, y con Universidades para desarrollar investigaciones conjuntas. Su nivel de centralidad en ambas redes evidencia el proceso de articulación social que ha realizado en los últimos años y el esfuerzo institucional que han hecho por mejorar la presencia en el territorio. También muestra la gran influencia que tienen en la red hidrosocial, la capacidad de integración de otros actores del territorio, y su papel como intermediario de las relaciones de gobernanza, cuidado del agua y SH en la CARM.

Como tercer actor más central tanto en la red hidrosocial como en la red de cuidado está el Colectivo Social Mercado de la Montaña (MDM), que aparece articulado

con 18 actores de manera directa y con 15 actores en el cuidado conjunto del agua. Este actor de naturaleza colectiva, comunitaria e informal congrega a todos los actores de la CARM en términos de cuidado socioambiental, promueve la integración social a través de prácticas colectivas de economía circular y seguridad alimentaria en el territorio, promueve la agricultura y producción orgánica, y apoya los procesos del PSA. Desde su conformación en 2018 ha sido un intermediario de las relaciones entre actores y se ha consolidado como un puente de acceso al territorio, especialmente para las organizaciones del Estado, ONGs, Universidades y demás organizaciones de gestión social y ambiental. Por ello no es sorprendente que en la red de cuidado del agua sea al segundo actor más central a nivel de grado, y el 5to a nivel de intermediación. Cabe mencionar que el MDM es un actor informal, colectivo y sin ánimo de lucro, ni recursos para funcionamiento, que actúa como actor clave para la gobernanza y la seguridad hídrica de la cuenca dada su conectividad con los demás actores del territorio y su capacidad de congregación e integración de la CARM tanto a nivel social como organizacional.

Otros actores como el DAGMA, la JAL y las Universidades también aparecen como actores centrales para de la red hidrosocial y las redes de cuidado. Dado su alto nivel de centralidad de grado e intermediación funcionan como brockers o intermediarios, suministrando puentes para conectar a los actores menos interconectados. El DAGMA conecta a los habitantes, fincas y grupos productivos de la Cuenca vinculados al PSA, la JAL articula las entidades Administrativas del estado con los actores locales del territorio, y las Universidades se integran con ONGs, entidades ambientales y administrativas, y colectivos del territorio, tejiendo una red de vínculos informales que construyen el espacio social y el territorio, lo que Swyngedounw denominaba “*la producción del territorio hidrosocial*” (SWYNGEDOUW, 2009).

Llama la atención que las empresas de acueducto, tanto comunitaria, como rurales y urbanas presentan las puntuaciones de centralidad más bajas, tanto a nivel de red hidrosocial como a nivel de cuidado, evidenciando su participación marginal en las dinámicas de la cuenca, su bajo nivel de integración con los demás actores, su baja participación en las relaciones de cuidado del territorio y el agua, y el carácter extractivo como actores usuarios de la cuenca, que acaparan el recurso sin retribuir beneficios. Para las dos redes consideradas (hidrosocial y de cuidado) con excepción del acueducto Acuabuitrera (ac-AcuaB), todas las empresas de agua y acueductos se

ubican entre los actores con menor centralidad (a nivel de grado e intermediación). Esta situación ocurre por la naturaleza jurídica de estas organizaciones, regidas por la Superintendencia de Servicios públicos, donde su misión se centra en la prestación y suministro de servicios públicos de calidad, sin asumir responsabilidades en el ámbito ambiental, y sin obligaciones de cuidado para/con la cuenca. Estas condiciones están dadas por las normativas que rigen las empresas y constituye uno de los conflictos en términos de la gobernanza del agua, y uno de los elementos que impacta el cuidado y la seguridad hídrica de la CARM. Cabe resaltar que Acuabuitrera presenta su captación en el área del PNNFC, por lo que está sujeta a una normativa diferente que exige acciones de reforestación en la Cuenca, plan de racionamiento de agua, y otras acciones en torno al cuidado del agua en la CARM que mejoran su centralidad e intermediación en las redes hidrosociales.

Consideraciones finales

En el presente estudio participaron 35 actores con características muy diversas, desde ocho categorías diferentes, y tres tipos de naturaleza: privados, colectivos y públicos; de estos últimos participaron desde tres niveles administrativos diferenciados: local, regional y nacional, además de habitantes y propietarios de territorio, y usuarios externos del agua sin presencia física en la cuenca.

Para abordar esta diversidad de actores se desarrolló una metodología participativa de la mano con la comunidad, y la mayor cantidad posible de actores, instituciones implicadas, y partes interesadas, procurando el aprendizaje conjunto en torno a la gobernanza del agua, y la participación social y colectiva en torno a la discusión sobre la seguridad hídrica en el territorio. Este proceso constituyó un reto a nivel conceptual, metodológico, operacional y analítico, y sus resultados y recomendaciones se materializan en este artículo.

La metodología desarrollada con la comunidad para el levantamiento de la información sobre el ARS hidrosocial, nos permitió consolidar una base de datos relacional con información más profunda sobre los procesos de gobernanza del agua en la CARM, y al mismo tiempo desarrollar espacios de discusión entre los actores que posibilitaron el aprendizaje mutuo y la reflexión sobre las acciones de cada actor en el cuidado del agua y su rol en la Seguridad Hídrica (SH) de la CARM.

La aplicación de esta metodología mixta se considera más costosa en términos de tiempo y recursos, que los métodos tradicionales del ARS basados en la aplicación de cuestionarios estructurados, pero nos ofrece información más detallada sobre la naturaleza de los vínculos y relaciones entre los actores, aportando a una mayor comprensión de las relaciones sociales existentes en la CARM, que posibilita la elaboración de mejores conclusiones y recomendaciones en términos de gobernanza territorial.

Con el desarrollo del ARS y la estimación de sus indicadores, se identificó que la red hidrosocial de la CARM está bien integrada y presenta múltiples conexiones entre sus actores, lo que señala que la red tiene capacidad de funcionar colaborativamente, tiene una buena probabilidad de desarrollar altos niveles de cooperación, acciones conjuntas entre sus actores y de construir redes de conservación y cuidado del recurso hídrico. Este alto nivel de integración se ha evidenciado con el desarrollo de procesos como el PSA y otros programas comunitarios que se han desarrollado en los últimos años, y que han reforzado los flujos de información y acción entre los actores de la cuenca, por lo que la CARM se ha constituido como un modelo para la gestión del territorio en otras cuencas de la región (ES'HAGHI et al., 2022; NARAYAN; FISCHER; LÜTHI, 2020; STEIN; ERNSTSON; BARRON, 2011).

Este resultado, aunque son alentadores, no se extienden completamente a la red de cuidado, donde se presenta una densidad muy inferior, que evidencia las discrepancias entre estas dos redes (la red hidrosocial y la red de cuidado), y la desvinculación de muchos actores de las acciones y procesos de cuidado ambiental. Estos resultados señalan la necesidad de diseñar nuevos procesos participativos de integración entre actores de la red, en torno a un mayor y mejor cuidado para el agua, el fortalecimiento de los procesos de cuidado actuales que presentan relaciones débiles, (como es el caso de los acueductos y los colectivos de administración comunitaria), y el apoyo para aquellos que congregan la red de cuidado, la cual se da en torno a los actores Estatales CVC y PNNFC, los actores colectivos MDM, GBV, EDM, y las fincas de Ecoturismo.

En este proceso cabe resaltar la importancia de la implementación del PSA en la CARM desde 2018, desde donde se logró la articulación de nuevos actores en torno a la conservación ambiental, y su integración para la recuperación de las coberturas, la

transformación de las prácticas productivas y la promoción de nuevos modos de turismo ambiental. Como parte de este proceso desde el PSA se han vinculado al territorio otros actores como el DAGMA, las universidades y ONGs externas e internas, y Universidades, que han desarrollado proyectos para apoyar la generación de ingresos no extractivos para habitantes, fincas y grupos productivos de la CARM, aportando a la conectividad e integración de los actores de la red.

El análisis de estas redes de actores nos permite comprender tanto la formación de una red hidrosocial consolidada en torno a la gobernanza de la CARM, como el tejido de una red de cuidado para el agua, que se encuentra en formación de manera recurrente y colectiva, y que aporta a la organización de una seguridad hídrica para la CARM y sus actores. Las estructuras aquí descritas demuestran como se está formando esta red, y como se van tejiendo las relaciones más allá de los vínculos formales e informales que existen entre sus actores, involucrando actores más allá de las fronteras geográficas de la cuenca, y conformando un nuevo territorio hidrosocial. Esta información nos da luces para proponer acciones futuras que contribuyan a la construcción de capacidades de seguridad hídrica para la Cuenca Alta del Río Meléndez.

Referências

- ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI. **Cali en Cifras 2020**. Santiago de Cali: Departamento Administrativo de Planeación, 2020.
- ANDRADE, L.; HIDALGO, C.; THER-RIOS, F. Social networks analysis in a socio-ecological estuarine system of southern Chile (41,6°S): Diagnosis and contributions for the improvement of governance in riparian contexts. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 50, n. April, p. 151-169, 2019.
- ANGST, M.; FISCHER, M. Identifying Subsystems and Crucial Actors in Water Governance: Analysis of Bipartite Actor–Issue Networks. In: **Networks in Water Governance**. Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland, 2020. p. 115-143.
- BAKKER, K. “Bienes comunes” versus “mercancía”: Alterglobalización, anti-Privatización y el derecho humano al agua en el Sur Global. In: ASTUDILLO, FRANCISCO; SALAMANCA, C. (Ed.). **Recursos, vínculos y territorios. Inflexiones transversales en torno al agua**. Rosario-Argentina: UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional, 2017. p. 53-83.
- BALL, J. et al. Improving governance outcomes for water quality: Insights from participatory social network analysis for chalk stream catchments in England. **People and Nature**, n. January, p. 1352-1368, 2022.
- BODIN, Ö.; CRONA, B. I. The role of social networks in natural resource governance:

What relational patterns make a difference? *Global Environmental Change*, v. 19, n. 3, p. 366-374, 2009.

BODIN; PRELL, C. **Social Networks and Natural Resource Management: Uncovering the social fabric of environmental Governance**. New York: Cambridge University Press, 2011.

BOELENS, R. Cultural politics and the hydrosocial cycle: Water, power and identity in the Andean highlands. *Geoforum*, v. 57, p. 234-247, 2014.

BOELENS, R. et al. Territorios hidrosociales: una perspectiva de la ecología política. In: ASTUDILLO, FRANCISCO; CARLOS, S. (Ed.). **Recursos, vínculos y territorios. Inflexiones transversales en torno al agua**. Rosario-Argentina: UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional, 2017. p. 85-102.

BRETAS, F. et al. Agua para el futuro: **Agua para el futuro: Estrategia de seguridad hídrica para América Latina y el Caribe**, p. 210, 2020.

COOK, C.; BAKKER, K. Water security: Debating an emerging paradigm. *Global Environmental Change*, v. 22, n. 1, p. 94-102, 2012.

CUBILLOS, C.; QUIÑONES, I. **Documento de Base de la Memoria Histórica del Corregimiento de Villa Carmelo**. Cali-Valle del Cauca: SECRETARÍA DE CULTURA Y CEDECUR, 2018.

CVC. **FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO - PORH CAUCE NATURAL DEL RÍO MELENDEZ DOCUMENTO SÍNTESIS CORPORACION**. Cali-Colombia: CVC, 2019.

DAGMA. **Departamento Administrativo del Medio Ambiente. Implementación de instrumentos económicos de conservación ambiental en Santiago de Cali -Informe final**. Santiago de Cali, 2018. Disponible em: <<https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/138055/humedales-de-santiago-de-cali/>>

DAMONTE VALENCIA, G. H.; LYNCH, B. D. Cultura, política y ecología política del agua: una presentación. *Revista Anthropologica*, p. 5-12, 2016.

EMPINOTTI, V. L. et al. Desafios de governança da água: conceito de territórios hidrossociais e arranjos institucionais. *Estudos Avancados*, v. 35, n. 102, p. 177-192, 2021.

ES'HAGHI, S. R. et al. Institutional analysis of organizations active in the restoration of Lake Urmia: the application of the social network analysis approach. *Hydrological Sciences Journal*, v. 67, n. 3, p. 328-341, 2022.

FARINÓS, J. Gobernanza territorial para el desarrollo sostenible: Estado de la cuestión y agenda. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, n. 46, p. 11-32, 2008.

FISCHER, M.; INGOLD, K. **Networks in Water Governance**. Bern, Switzerland: Editorial Palgrave MacMillan, 2020.

FRIJA, A. et al. Mapping Social Networks for Performance Evaluation of Irrigation Water Management in Dry Areas. *Environmental Modeling and Assessment*, v. 22, n. 2, p. 147-158, 2017.

HERZOGN, L.; INGOLD, K. Collaboration in Water Quality Management: Differences in MicroPollutant Management Along the River Rhine. In: **Networks in Water Governance**. Bern, Switzerland: Editorial Palgrave MacMillan, 2020. p. 203-238.

HIGGINS, S. S.; RIBEIRO, A. C. **Análise de redes em ciências sociais**. Brasília: ENAP, 2018.

IDEAM. **Estudio Nacional del Agua ENA 2018**. Bogotá: Ideam, 2019.

IDEAM. **Indicadores Ambientales-Índice de Calidad de agua ICA-2021**. Disponible em: <<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/agua>>.

JAMI, A. A. N.; WALSH, P. R. The role of public participation in identifying stakeholder

- synergies in wind power project development: The case study of Ontario, Canada. **Renewable Energy**, v. 68, p. 194-202, 2014.
- JEPSON, W. et al. Advancing human capabilities for water security: A relational approach. **Water Security**, v. 1, p. 46-52, 2017.
- KOEBELE, E.; BULTEMA, S.; WEIBLE, C. Modeling Environmental Governance in the Lake Tahoe Basin: A Multiplex Network Approach. **Networks in Water Governance**, p. 173-189, 2020.
- MACDONALD, R.; SHEMIE, D. **Urban Water Blueprint**. Washington, D.C.: The Nature Conservancy, 2014.
- MARTÍN, F.; ROBIN, L. Agua, poder y desigualdad socioespacial. Un nuevo ciclo hidrosocial en Mendoza, Argentina (1990-2015). In: MERLINSKY, G. (Ed.). **Cartografías del conflicto ambiental en Argentina II**. Ciudad de Buenos Aires, Argentina: CLACSO, 2016. p. 31-55.
- MCNICHOLL, D.; MCROBIE, A.; CRUICKSHANK, H. Characteristics of stakeholder networks supporting local government performance improvements in rural water supply: Cases from Ghana, Malawi, and Bolivia. **Water Alternatives**, v. 10, n. 2, p. 541-561, 2017.
- NARAYAN, A. S.; FISCHER, M.; LÜTHI, C. Social Network Analysis for Water, Sanitation, and Hygiene (WASH): Application in Governance of Decentralized Wastewater Treatment in India Using a Novel Validation Methodology. **Frontiers in Environmental Science**, v. 7, n. January, 2020.
- ONU-WWAP. **Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua**. Paris-Francia: UNESCO, 2018.
- PAHL-WOSTL, C. An Evolutionary Perspective on Water Governance: From Understanding to Transformation. **Water Resources Management**, v. 31, n. 10, p. 2917-2932, 2017.
- PALACIO, D. **Redes, actores y gobernanza desde un enfoque relacional**. Bogotá-Colombia: Redes, actores y gobernanza desde un enfoque relacional / Dolly Cristina Palacio; Colección hojas de ruta: Guías del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2015.
- PINZÓN, F. **Análisis de la sustentabilidad de escenarios futuros de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Santiago de Cali. Caso de estudio sector hidráulico reforma - Nápoles**. Santiago de Cali: Maestría en desarrollo sustentable - Universidad del Valle, 2017.
- PRELL, C.; HUBACEK, K.; REED, M. Stakeholder analysis and social network analysis in natural resource management. **Society and Natural Resources**, v. 22, n. 6, p. 501-518, 2009.
- RENDÓN, J.; CAMPAZ, M. **Mercado de la montaña: Villacarmelo, nuevas ruralidades, nueva forma de vivir**. Cali-Colombia: UNIVALLE-Facultad de Geografía, 2021.
- ROCHA, R.; DURÁN, A. Investigación-acción participativa como soporte a la política hídrica en Bolivia: El caso de la cuenca pedagógica Pucara. In: **La Investigación Acción Participativa. Referente inspirador de investigación y docencia sobre el agua en América Latina**. Lima-Perú: Justicia Hídrica-PARAGUAS, 2016. p. 211-225.
- SÁNCHEZ, A. R.; TORRES, EY J. L. Redes hidrosociales del espacio rural: Grupo Modelo y apropiación del agua en Zacatecas. In: **Análisis de Redes Sociales: Aplicaciones en las Ciencias Sociales**. [s.l: s.n.]. p. 91-106.
- SANCHIS, C.; BOELEN, R. Gobernanza del agua y territorios hidrosociales: del Análisis institucional a la Ecología Política. **Cuadernos de Geografía de la Universidad de València**, n. 101, p. 13, 2018.

- SCHRAMSKI, S.; MCCARTY, C.; BARNES, G. Household adaptive capacity: a social networks approach in rural South Africa. **Climate and Development**, v. 10, n. 3, p. 230-242, 2018.
- SERNA, J. E. **Capacidad de respuesta de grupos sociales frente a problemas ambientales: Economía política en la cuenca del Río Meléndez**. Cali- Colombia: Trabajo de grado para optar al título de Economía, 2018.
- STEIN, C.; ERNSTSON, H.; BARRON, J. A social network approach to analyzing water governance: The case of the Mkindo catchment, Tanzania. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 36, n. 14-15, p. 1085-1092, 2011.
- SWYNGEDOUW, E. The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle. **Journal of Contemporary Water Research & Education**, v. 142, n. 1, p. 56-60, 2009.
- UNICEF, U. N. C. F. **State of the World's Drinking Water**. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO: World Health Organization, 2022.
- VENANCIO-FLORES, A.; BERNAL-GONZALES, E. Gobernanza del agua en la cuenca Hidrosocial del Valle de Bravo-Amanalco, México. **Revista CESLA. International Latin American Studies Review**, v. 1, n. 23, p. 167-195, 2019.
- WESTER, P. **Shedding the waters: institutional change and water control in the Lerma-Chapala Basin, México**. Wageningen: CIESAS, 2008.
- WORLD BANK-GWSP. **Colombia un cambio de rumbo. Seguridad hídrica para la recuperación y crecimiento sostenible**. Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development -The World Bank, 2020.
- WUTICH, A. et al. Advancing methods for research on household water insecurity: Studying entitlements and capabilities, socio-cultural dynamics, and political processes, institutions, and governance. **Water Security**, v. 2, p. 1-10, 2017.
- WUTICH, A. Water insecurity: An agenda for research and call to action for human biology. **American Journal of Human Biology**, v. 32, n. 1, p. 1-16, 2020.

Recibido: 17 Jan 2023

Aceito: 16 Feb 2023