



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN**

**PROGRAMA DE POSGRADO**

**LOS PRINCIPIOS DE DISEÑO Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO EN LA  
GESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DEL META-  
COLOMBIA**

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado  
como requisito para optar al grado de**

***MAGISTER SCIENTIAE***

**en ECONOMÍA, DESARROLLO Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**ANNIE SORAYA MARIA ZAMORA PULECIO**

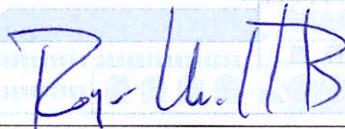
**Turrialba, Costa Rica**

**2022**

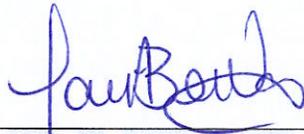
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero de la estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA, DESARROLLO  
Y CAMBIO CLIMÁTICO**

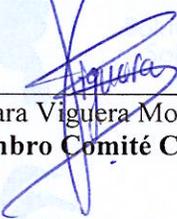
**FIRMANTES:**



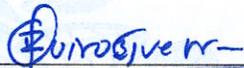
Róger Madrigal-Ballesterero, Ph.D.  
**Director de tesis**



Laura Benegas Negri, Ph.D.  
**Miembro Comité Consejero**



Bárbara Viguera Moreno, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



Roberto Quiroz Guerra, Ph.D.  
**Decano, Escuela de Posgrado**



Annie Soraya María Zamora Pulecio  
**Candidata**

## DEDICATORIA

*A mi mamá, a quien le debo todo.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), por la financiación de mis estudios. A Roger Madrigal, por su soporte, conocimiento, apoyo, paciencia y buenos consejos. A Laura y a Bárbara, miembros del comité consejero por sus buenos comentarios. A todos los docentes que tuve la oportunidad de conocer en este camino, y a CATIE por ser ese lugar maravilloso lleno de cosas por descubrir.

Agradezco a la Red Nacional de Acueductos Comunitarios, por la información, el tiempo y la disposición para apoyar esta investigación, y por su lucha en la defensa del derecho al agua en Colombia; especialmente, a Matilde Beltrán y María Martínez. Esta investigación no hubiese sido posible sin la colaboración de las comunidades en el departamento del Meta, gracias por brindarme su tiempo y experiencias.

A mi familia, por apoyarme en todo, especialmente a Jonathan, por su comprensión, ayuda y espera.

A mis compañeros de la promoción 2021-2022, especialmente a EDCC por ayudarme y permitir que funcionáramos como un gran grupo; a mis amigas HVGT, YHE, NJPZ, JMMG y ANBP, por enseñarme cómo un grupo de mujeres tan diferentes pueden ser tan fuertes cuándo están juntas; a Lixi, por brindarme magníficos momentos y a JDHA por la compañía y el apoyo.

A todas aquellas personas que hicieron parte de este proceso y a quienes me ayudaron y alentaron en los momentos difíciles. Gracias.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	2
MATERIALES Y MÉTODOS .....	5
Características del área de estudio .....	5
Selección de casos .....	6
Descripción de los casos seleccionados .....	8
Recopilación de datos .....	10
Medición de los PD de Ostrom .....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	13
CONCLUSIONES .....	19
REFERENCIAS.....	21
APÉNDICE A. Número de asociados, edad y horas diarias de servicio de acueductos comunitarios rurales identificados en el departamento del Meta.....	25
APÉNDICE B. Información consolidada de los acueductos comunitarios rurales seleccionados. ....	27
APÉNDICE C. Categorías de puntuación de la aplicación de cada principio de diseño. ....	28

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Principios de diseño característicos de instituciones de larga duración de los RUC.3	
<b>Tabla 2.</b> Selección definitiva de los ACR a estudiar. ....	8
<b>Tabla 3.</b> Descripción de los acueductos seleccionados.....	9
<b>Tabla 4.</b> Cantidad de instrumentos aplicados por acueducto.....	11
<b>Tabla 5.</b> Principios de diseño propuestos por Cox et al. (2010).....	12
<b>Tabla 6.</b> Recalificación PD5, sanciones graduadas. ....	12

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.</b> Histograma horas de servicio al día .....	7
<b>Figura 3.</b> Aplicación de los PD en los casos estudiados.....	13

## LISTA DE ACRÓNIMOS

<b>Sigla</b>	<b>Definición</b>
<b>ACR</b>	Acueductos Comunitarios Rurales
<b>ANLA</b>	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
<b>CATIE</b>	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
<b>CORMACARENA</b>	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena
<b>DANE</b>	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
<b>DNP</b>	Departamento Nacional de Planeación de Colombia
<b>JAC</b>	Junta de Acción Comunal
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>PD</b>	Principios de Diseño para Instituciones Exitosas
<b>RNAC</b>	Red Nacional de Acueductos Comunitarios
<b>RUC</b>	Recursos de Uso Común
<b>SISBEN</b>	Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales
<b>SUPERSERVICIOS</b>	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

# LOS PRINCIPIOS DE DISEÑO Y SU RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO EN LA GESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DEL META-COLOMBIA

Annie Soraya Zamora Pulecio

## Resumen

Los Principios de Diseño (PD), publicados por Elinor Ostrom, en 1990, como crítica a la Tragedia de los Comunes de Hardin (1968), han causado intensos debates sobre su utilidad para lograr que las comunidades gestionen con éxito los recursos de uso común. En la presente investigación cualitativa se busca entender cómo la aplicación de los PD afecta el desempeño de cuatro acueductos comunitarios rurales del departamento del Meta en Colombia. Se asignó una calificación a la aplicación de cada PD en cada acueducto, y se analizó el grado de presencia de los PD y su relación con el desempeño -medido en horas de servicio diarias- de cada acueducto. Se encontró que la presencia de los PD parece explicar el desempeño en los acueductos estudiados, especialmente aquellos relacionados con la participación en la construcción de reglas, el monitoreo del recurso, el reconocimiento del derecho a la organización y la organización en capas de empresas anidadas.

**Palabras clave:** Bienes comunes, acción colectiva, acueducto comunitario.

**JEL:** B55, D71, L95, Q25

## Abstract

The Design Principles (DP), published by Elinor Ostrom in 1990 as a critique of Hardin's Tragedy of the Commons (1968), have caused intense debate about their usefulness in enabling communities to manage common-pool resources successfully. In this qualitative research, we seek to understand how the application of DPs affects the performance of four rural community-based water organizations in the department of Meta in Colombia. Community-based water organizations were assessed by analyzing the degree of presence of each DP and their relationship with the community-based water organizations performance; daily service hours were used as the unit of measurement. Results show that the presence of the DP seems to explain the performance in the studied community-based water organizations, especially those principles related to participation in the development of rules, resource monitoring, recognition of the right to organize, and organization in layers of nested companies.

**Keywords:** Commons, collective action, community-based water organization.

**JEL:** B55, D71, L95, Q25

## INTRODUCCIÓN

La gestión comunitaria del agua en Colombia inicia en los años 30 con la fundación de algunos acueductos comunitarios (Gómez, 2014). A través de los años, el número de iniciativas ha crecido, llegando, en 2011, a la cifra de 11 500 organizaciones comunitarias operadoras de agua y saneamiento (Rojas et al., 2011). A pesar de la existencia de otro tipo de prestadores de servicios de acueducto, como por ejemplo, empresas municipales, mixtas y privadas, en las zonas rurales de Colombia predominan las iniciativas comunitarias (Rojas et al., 2011). Sin embargo, según la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios de Colombia (Superservicios), los acueductos ubicados en las áreas rurales del país tienen limitaciones de cobertura y calidad (Superservicios - DNP, 2018).

Los acueductos comunitarios se fundan como una alternativa para resolver conflictos por el agua que no han sido resueltos por el Estado o por el mercado (Moncada Mesa, Pérez Muñoz & Valencia Agudelo, 2013). Son estructuras sociales que fortalecen la gestión comunitaria y la interacción entre la comunidad y la cuenca (Cadavid-Giraldo, 2009). En Colombia, algunos de ellos han sido fundamentales para la transformación del territorio, el ejercicio político a nivel regional y la transferencia de educación participativa (Llano-Arias, 2015).

En consecuencia, los acueductos comunitarios son instituciones que gestionan el agua como recurso de uso común (RUC). Entendiendo a los RUC como aquellos que tienen la característica de ser de difícil exclusión y ser rivales (Ostrom et al., 1992), es decir, el consumo de ese recurso disminuye la cantidad disponible para otros usuarios y es difícil o muy costoso excluir o controlar a los consumidores. Dicho esto, las instituciones se consideran “las reglas de juego” que moldean las interacciones humanas en una sociedad (North, 1990/1993, p. 13). Estas reglas de juego dan forma a la acción colectiva, que se presenta cuando un grupo de individuos se pone de acuerdo para alcanzar un objetivo en común (Ostrom, 2004). Sin embargo, al ser difícil controlar qué individuos aportan o no en las actividades de acción colectiva, se generan incentivos para que cada uno actúe individual y no colectivamente (Ostrom, 2004).

En los años 60, Tomas Hardin reflexionó sobre estos incentivos individuales que se generan durante la acción colectiva, y en 1968 planteó como un destino inevitable la “Tragedia de los Comunes”, pues al pensar en maximizar su bienestar individual, las personas terminarían por degradar los RUC como los pastos y el agua (Hardin, 1968). Sin embargo, y como crítica a la postura de Hardin, en 1990, Elinor Ostrom, analizó varios casos de comunidades locales que administran RUC de manera exitosa. Como resultado se encontraron algunas similitudes en estos casos de éxito, que fueron consolidadas en un listado de ocho principios de diseño (PD), característicos de instituciones exitosas (Ostrom, 1990/2000).

**Tabla 1.**

Principios de diseño característicos de instituciones de larga duración de los RUC.

<b>Principio</b>	<b>Nombre</b>
PD1	Límites claramente definidos
PD2	Coherencia entre las reglas de apropiación y provisión con las condiciones locales
PD3	Arreglos de elección colectiva
PD4	Supervisión
PD5	Sanciones graduadas
PD6	Mecanismos de resolución de conflictos
PD7	Mínimo reconocimiento del derecho a organizarse
PD8	Empresas anidadas

Fuente: (Ostrom, 1990/2000)

Los principios de diseño abordan la forma como la comunidad se organiza e interactúa para gestionar los RUC. En la Tabla 1 se encuentra el listado de principios publicado por Ostrom, en 1990, donde se observa, por ejemplo, que contar con mecanismos de resolución de conflictos es una característica importante para el éxito de las instituciones, así como la supervisión o vigilancia de las actividades comunes, y la imposición de sanciones a los individuos que no cumplan las reglas de la institución.

La publicación de los PD por Ostrom, en 1990, dio lugar a intensos debates en el mundo académico sobre su pertinencia y utilidad en la política pública. Por ejemplo, en opinión de Barnett et al. (2016) para el éxito de las instituciones la aplicación de los PD es insuficiente, pues se deben complementar con innovación, solidez y capacidad de adaptación de las instituciones. Sin embargo, múltiples autores, como Baggio et al., (2016) los reconocen como un enfoque valioso para el éxito en la gestión de las instituciones. Hoy día continúa el debate sobre qué tan generalizables pueden ser estos principios y hasta qué punto son condiciones que garantizan la sostenibilidad de la gestión de recursos comunes.

Es por esto que múltiples autores han evaluado la utilidad de los PD en instituciones que manejan diversos RUC. Como la investigación realizada por Gari et al. (2017), quienes encontraron que los estudios de caso con la mayoría de PD presentes mostraron instituciones consideradas exitosas, y aquellos con todos los PD ausentes, raramente presentes o a veces presentes, revelaron instituciones con gestión considerada fallida.

Así mismo, Cox, Arnold & Tomás (2010) analizaron 91 estudios de los cinco continentes, que evaluaban los PD en la gestión de diferentes recursos comunes, como riego, pesca, bosques, etc., con el fin de revisar qué modificaciones teóricas han surgido en el tiempo; encontraron que cada principio estaba presente una mayor cantidad de veces en las instituciones consideradas exitosas. Otros autores como Naiga, Penker & Hogl (2015), analizaron la aplicación de los PD en comités de usuarios de agua en Uganda; en esta investigación se encontraron problemas de aplicación en siete de los ocho principios, explicando en gran medida los desafíos institucionales identificados en el área estudiada. Igualmente, Bayazid (2016) quien evaluó un sistema de gestión de pesca específico, encontró que los PD fueron una herramienta útil para probar la idoneidad de este sistema de gestión, aunque reconoce que el cumplimiento de los PD no necesariamente permite predecir la sostenibilidad de un recurso común.

Los PD también han sido sujeto de críticas por la exclusión de variables como el número y diversidad de usuarios, y el tipo de gobierno en el que operan las instituciones (Cox et al., 2010). Es así como algunos autores han encontrado que, para el caso de una sociedad autoritaria como la china, los PD son relevantes pero insuficientes a la hora de evaluar el éxito de las instituciones de riego (Yu et al., 2016). Para este caso, otros autores han encontrado que los PD se adaptan al tipo de gobierno chino, y que una mayor presencia de los PD genera mayores probabilidades de acción colectiva. Sin embargo, este tipo de gobierno autoritario limita la participación y centraliza el poder, lo que puede reducir las probabilidades de gobernanza si no hay congruencia entre los usuarios y las instituciones de gobierno (Wang et al., 2019).

A pesar del consenso sobre la utilidad de los PD en las instituciones que manejan RUC, la presencia de todos y cada uno de los PD no se debe tomar como una receta única para el éxito. Relacionado con ello, Baggio et al. (2016), quienes estudiaron la aplicación de los PD en 69 casos de riego, pesca y silvicultura, encontraron que ningún PD por sí solo es suficiente, pero sí necesario, y que la coocurrencia de ciertos PD con otros incrementa la probabilidad de éxito en la gobernanza. Por ejemplo, la ausencia de los PD2 (coherencia entre las reglas de apropiación y provisión con las condiciones locales), PD4 (monitoreo del recurso) y PD5 (sanciones graduadas), incrementa la probabilidad de fracaso de la institución (Baggio et al., 2016).

En tal sentido, Hasan et al. (2020), quienes analizaron sistemas de filtros de arena para estanques en sistemas rurales de agua potable en Bangladesh, presentan algunas recomendaciones como establecer límites a quienes pueden usar el sistema (PD1), con el fin de garantizar que los beneficios de la apropiación sean proporcionales a los costos de provisión (PD2), involucrar a los usuarios en la elaboración de las reglas (PD3) y contar con una red de apoyo institucional (PD7).

En cuanto a las características del recurso, en RUC de gran escala como la pesquería de anchoveta en Perú, se encontró que los PD son una herramienta y un punto de partida útil para analizar qué se requiere para lograr una gestión exitosa de este RUC (Arias Schreiber & Halliday, 2013). En este mismo estudio, los autores compararon dos períodos de tiempo en los que la gestión del recurso pasó de una fase no sostenible, a un periodo sostenible, encontrando que esta transición se debió principalmente a la aplicación de los límites del recurso (PD1), el monitoreo de reglas (PD4) y la implementación de mecanismos de resolución de conflictos (PD6), como características de una gestión que se adapta a las condiciones cambiantes del entorno (Arias Schreiber & Halliday, 2013).

Por su parte, en cuanto a la gestión de aguas subterráneas, Ross & Martínez-Santos, (2010), estudiaron la importancia de los PD en cuatro estudios de caso en Australia y España. Dada la naturaleza del recurso, se reconoce la importancia de la aplicación de los PD, pues existe mayor incertidumbre en los rendimientos, así como una necesidad de incrementar progresivamente la medición (PD2), monitoreo (PD4) y sanciones efectivas (PD5). Resaltan que, en estos casos, es necesaria una gestión flexible y adaptativa, y la colaboración de las entidades públicas y privadas que inciden en la comunidad.

En los casos anteriormente mencionados, los autores aplican diferentes metodologías para calificar la presencia de los PD en las instituciones. Algunos autores han analizado la presencia

de los PD en categorías dicotómicas, como presentes o ausentes (Baggio et al., 2016; Hasan et al., 2020; Ratajczyk et al., 2016; Wang et al., 2019; Yu et al., 2016), en contraposición, otros autores como Gari et al. (2017) han usado escalas ordinales con niveles para calificar la aplicación de los PD, tal es el caso de Delgado-Serrano, Ramos & Zapata (2017), quienes realizaron un estudio en una asociación de usuarios de agua en Mondomo, Colombia, donde analizaron la aplicación de los PD con calificaciones dentro de una escala de seis niveles: 0 completamente ausente, 0.2 ausencia fuerte pero no completa, 0.4 ausencia leve, 0.6 presencia leve, 0.8 presencia fuerte pero no completa y 1 completamente presente (el equivalente a cada PD se puede consultar en la sección apéndice, Tabla C1). Esto permitió ampliar el análisis y evitar sesgos en las observaciones, estos autores concluyeron que abordar los PD como conjuntos difusos o no dicotómicos genera consistencia y confiabilidad.

Con lo anterior, se concluye que la aplicación de la mayoría de los PD, en instituciones comunitarias, contribuye al éxito en la acción colectiva. Si bien hay que tener en cuenta que aunque existen otros factores del entorno que afectan el desempeño, los PD se consideran pautas adecuadas para diseñar reglas que mantienen a las comunidades sociales que manejan recursos comunes (Anderies, Janssen, & Schlager, 2016). Por lo que se hace importante determinar la presencia de los PD en las instituciones comunitarias que no han sido estudiadas -como en el departamento del Meta-, y conocer por qué algunos PD están presentes o ausentes en estas instituciones.

En la presente investigación se busca entender los factores que afectan el desempeño de los Acueductos Comunitarios Rurales (ACR) del departamento del Meta en Colombia; teniendo en cuenta la presencia de los PD en las instituciones y cómo esto se relaciona con su desempeño. Para ello, se seleccionaron cuatro acueductos comunitarios en este departamento, en cada uno se realizaron grupos focales, entrevistas y encuestas a usuarios; con esta información, se le otorgó una calificación al nivel de aplicación de los PD en cada acueducto. Se generaron análisis de la aplicación de los principios de diseño, que permitieron encontrar cuáles se relacionan mejor con el desempeño en estos casos, y cuáles son esos factores que explican esta relación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Características del área de estudio**

El departamento del Meta en Colombia pertenece a la región natural Orinoquia, compuesta por cuatro departamentos. En el Meta viven 1,039,722 personas, de ellas, el 23.4% se encuentra en las áreas rurales (DANE, 2018a). El departamento del Meta aporta al 4.8% del Producto Interno Bruto (PIB) a nivel nacional, principalmente por la extracción de petróleo, que representa el 64.5% del PIB a nivel departamental, las actividades agrícolas aportan el 4.2%, y la construcción de obras civiles el 4.7% del PIB departamental (DANE & Banco de la República, 2015). Este departamento es el principal productor de petróleo en el país, con casi el 50% de la producción nacional de crudo (Asociación Colombiana de Petróleo y Gas ACP, 2022), y es uno de los principales productores de palma de aceite al extraer el 32% del producto a nivel nacional (Fedepalma, n.d.).

La actividad petrolera en el departamento también ha generado denuncias por infracciones ambientales. Es así como la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), desde el 2

de enero de 2019 hasta el 30 de junio de 2022 (fecha de consulta), ha recibido 281 denuncias por presuntas infracciones ambientales, convirtiéndolo en el departamento donde más se han generado estas denuncias en el país (43%), principalmente por afectaciones al recurso hídrico (ANLA, 2022).

En cuanto al acceso a los servicios públicos, existen diferencias de acceso en las áreas rurales y en las zonas urbanas. El porcentaje total de viviendas urbanas con servicio de acueducto es del 91% y en las zonas rurales del 34% (DANE, 2018b). Según la Superservicios, en el departamento del Meta existen 49 prestadores del servicio de acueducto en áreas urbanas y rurales vigilados por esta entidad (Superservicios, 2022); sin embargo, se sabe que sólo en el municipio de Villavicencio -capital del departamento- existen alrededor de 100 prestadores del servicio de acueducto (Alcaldía de Villavicencio, 2021). Al respecto, se consultó a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena), quienes solamente han otorgado concesión de agua a 29 acueductos entre comunitarios y no comunitarios en las zonas rurales del departamento del Meta (Agudelo, E., comunicación personal, 06 de julio de 2021, correo electrónico, Cormacarena). Si se tiene en cuenta que en las zonas rurales del departamento habitan 244.661 personas y de estas, el 34% cuenta con acceso a acueducto (DANE, 2018c), se encuentra que la mayoría de instituciones que prestan el servicio de agua en las zonas rurales del Meta, no cuentan con una concesión autorizada por Cormacarena, ni con registro en la Superservicios.

Estas falencias en el registro de la información de los acueductos en el departamento no permiten acceder a información veraz sobre la totalidad de instituciones y su estado actual. Aunado a que en sistemas de información externos como SIASAR<sup>1</sup>, solo 25 de los 32 departamentos de Colombia aparecen registrados, siendo el Meta uno de los siete que no cuenta con información en esta base de datos.

Dado que el departamento del Meta cuenta con algunas presiones a los recursos hídricos derivadas de sus actividades productivas, y poca información que permita el seguimiento a la apropiación del recurso hídrico por parte de instituciones comunitarias en las zonas rurales, esta investigación priorizó el estudio de los acueductos comunitarios rurales ubicados en este departamento de Colombia.

### **Selección de casos**

Debido a que no existe una entidad que monitoree a los acueductos comunitarios rurales del departamento del Meta en Colombia, se contactó a la Red Nacional de Acueductos Comunitarios (RNAC)<sup>2</sup>, quienes brindaron el contacto de 64 acueductos comunitarios rurales del departamento del Meta. A partir de esta información, se contactó telefónicamente a cada uno de ellos y se logró establecer comunicación con 37 acueductos. Durante las llamadas telefónicas a cada acueducto, se recopiló información de horas de servicio por día, edad del acueducto y número de usuarios (estos resultados se pueden observar gráficamente en la sección apéndices, figuras A1, A2 y A3).

---

<sup>1</sup> Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural: es una iniciativa de los gobiernos de Honduras, Nicaragua y Panamá para contar con información actualizada del servicio de abastecimiento de agua y saneamiento rurales.

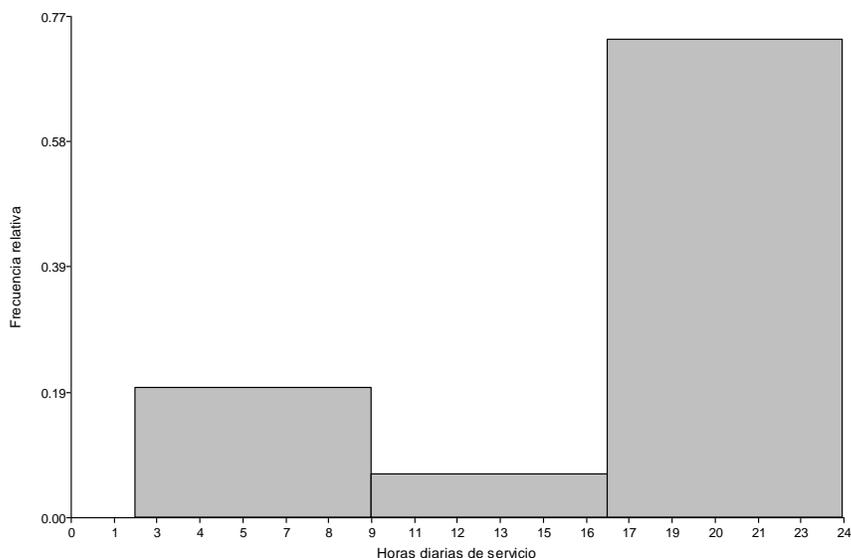
<sup>2</sup> Organización que articula los acueductos comunitarios en Colombia.

Para evitar los problemas de varianza e imprecisión asociados a la selección aleatoria de casos de estudio (Gerring, 2007; Seawright & Gerring, 2008) y con la información anteriormente consolidada, se eligió la metodología de selección de casos más similares (Gerring, 2007; Seawright & Gerring, 2008), con el fin de que los acueductos seleccionados fueran similares en las variables de control, y diferentes en términos de desempeño.

Las variables de control seleccionadas fueron número de usuarios, edad del acueducto y ubicación en zonas rurales del departamento, dado que podrían incidir en el desempeño y no son sujeto de esta investigación. Para iniciar, se excluyeron aquellos casos con un número de usuarios extremo o muy alejado de la media, reduciendo la muestra a 15 acueductos.

Por su parte, el desempeño fue medido en horas de servicio por día. Esta variable fue usada por Prokopy et al., (2008) como parte de los indicadores del desempeño físico de esquemas de suministro de agua en Perú, y por Madrigal-Ballester, Alpizar & Schlüter (2011) como uno de los indicadores que aportaron a la medición del desempeño en organizaciones comunitarias de agua en Costa Rica.

**Figura 1.** Histograma horas de servicio al día



Fuente: elaboración propia.

Para la selección de los acueductos con diferencias en el nivel de desempeño, se generó un histograma, que arrojó para este conjunto de datos una categorización de los acueductos en tres grupos: aquellos con un tiempo de servicio menor a 9 horas, entre 9 y 16.5 horas y entre 16.6 y 24 horas de servicio al día, como se muestra en la figura 2; así, se determinaron los ACR con desempeño bajo, medio y alto. En cuanto a la variable de control, edad del acueducto, por medio de un análisis de conglomerados y un análisis de la varianza multivariada, se comprobó que la diferencia de edad de los acueductos en estos tres grupos no es estadísticamente significativa. Por lo tanto, de la base de datos depurada de 15 acueductos, 11 de ellos cuentan con desempeño alto, uno con desempeño medio y tres con desempeño bajo. Para este estudio se tuvieron en cuenta únicamente los acueductos con desempeño alto y bajo, por lo que se seleccionaron al azar dos acueductos del grupo de menos de 9 horas de servicio y dos del grupo con más de 17 horas de servicio.

**Tabla 2.**

Selección definitiva de los ACR a estudiar.

<b>Identificación</b>	<b>Vereda</b>	<b>Rango de tiempo de servicio diario</b>	<b>Desempeño</b>
ACR1	Sabanas del Rosario	Entre 17 y 24 horas	Alto
ACR2	Caney Bajo	Entre 17 y 24 horas	Alto
ACR3	La Cecilia	Menor a 9 horas	Bajo
ACR4	Alto de Pompeya	Menor a 9 horas	Bajo

Fuente: elaboración propia.

**Descripción de los casos seleccionados**

El primer acueducto seleccionado, en adelante ACR1, se denomina Asociación Acueducto Comunitario Sabanas del Rosario. En la vereda Cacayal, a 7.5km de la vereda Sabanas del Rosario, se encuentra la bocatoma, fuente superficial del Caño Grande, que provee el servicio de agua a algunos habitantes de la vereda Sabanas del Rosario en el municipio de Castilla la Nueva.

Con información de la alcaldía municipal, se pudo conocer que 238 habitantes de la vereda se encuentran registrados en el SISBEN<sup>3</sup>, de ellos, el 44% se consideran en pobreza moderada y el 35% en pobreza extrema (Ibarra, J., comunicación personal, 14 de marzo de 2022, correo electrónico, Alcaldía de Castilla La Nueva). Este acueducto cuenta con 107 usuarios, que se dedican, en su mayoría, a la ganadería (30%), venta de mano de obra, jornales o empleados (26%) y a la agricultura (21%). La mayoría llegó a cursar hasta primaria (38%), el 29% secundaria y el 21% una carrera técnica o tecnológica. Información consolidada en la sección apéndice, Tablas G3 y H4.

El segundo acueducto seleccionado, en adelante ACR2, se denomina Asociación Acueducto Comunitario Reserva Familiar Caney Bajo. En la finca Triviño a 3 km de la vereda Caney Bajo del municipio de Restrepo, se encuentra la bocatoma de fuente superficial del Caño Tigre, que provee el servicio de agua a los usuarios de la asociación, constituida legalmente desde hace 5 años, pero organizada desde hace 25. Según el DANE (2014), en esta vereda habitan 901 personas, de las cuales 616 están registradas en SISBEN, el 46.3% se encuentra en pobreza moderada y el 29.4% en vulnerable (Jiménez, C., comunicación personal, 16 de marzo de 2022, Alcaldía de Restrepo). El acueducto cuenta con 62 usuarios que tienen como actividad productiva principal la venta de mano de obra, jornales o empleados (30%), labores del hogar (21%) y el comercio y la agricultura (18% cada una). El 33% de los usuarios llegó a cursar hasta primaria, el 39% secundaria y el 21% una carrera profesional. El 48% de los usuarios tiene entre 30 y 60 años y el 45% más de 60 (información consolidada en la sección apéndice, Tablas B1 y B2).

<sup>3</sup> El Sisbén es el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales, que permite clasificar a la población de acuerdo con sus condiciones de vida e ingresos.

El tercer acueducto seleccionado, en adelante ACR3, se encuentra en la vereda La Cecilia del municipio de Villavicencio, allí, la Junta de Acción Comunal (JAC)<sup>4</sup> provee el servicio de agua desde un pozo profundo. Con información de la alcaldía municipal, se pudo conocer que 2.471 personas se encuentran registradas en el SISBEN en esta vereda, el 30% consideradas en pobreza moderada y el 18% en pobreza extrema (Plazas, O., comunicación personal, 03 de agosto de 2022, correo electrónico Alcaldía de Villavicencio). Este acueducto cuenta con 118 usuarios que tienen como actividad productiva principal la venta de mano de obra, jornales o empleados (52%), comercio (11%) y otras (23%). El 48% de los usuarios llegó a cursar hasta primaria, el 45% secundaria y el 7% una carrera técnica. El 52% de los usuarios tiene entre 30 y 60 años, el 20% más de 60, y el 20% entre 18 y 30.

Finalmente, el cuarto acueducto seleccionado, en adelante ACR4, se encuentra en la vereda Alto de Pompeya en el municipio de Villavicencio, allí, la Junta de Acción Comunal provee el servicio de agua desde un pozo profundo. Según el DANE (2014), la vereda Alto de Pompeya cuenta con una población de 356 personas. Con información de la alcaldía municipal, se pudo conocer que el 30% de los habitantes de la vereda se consideran en pobreza moderada, y el 18% en pobreza extrema (Plazas, O., comunicación personal, 03 de agosto de 2022, correo electrónico Alcaldía de Villavicencio). Este acueducto cuenta con 270 usuarios que se dedican, en su mayoría, al comercio (34%), venta de mano de obra, jornales o empleados (29%) y a labores del hogar (25%). El 32% de los usuarios llegó a cursar hasta primaria, el 38% secundaria y el 14% una carrera técnica o tecnológica. El 54% de los usuarios tiene entre 30 y 60 años, el 21% más de 60, y el 25% entre 18 y 30 (información consolidada en la sección apéndice, Tablas B1 y B2).

Durante las encuestas a los usuarios, se conoció la continuidad del servicio por día, corroborando en campo la información proporcionada inicialmente por el líder de cada acueducto y su pertenencia a la categoría de desempeño correspondiente. A continuación, se resume la información de número de usuarios, tiempo de servicio y edad de los acueductos seleccionados.

**Tabla 3.**  
Descripción de los acueductos seleccionados.

Nombre	Municipio	Número de usuarios	Tiempo servicio (horas/día)	Edad ACR (años)	Fuente
Asociación Acueducto Comunitario Sabanas del Rosario (ACR1)	Castilla La Nueva	107	18.5	50	Superficial
Asociación Acueducto Comunitario Reserva Familiar	Restrepo	62	24	25	Superficial

<sup>4</sup> Según la Ley 743 de 2002, una JAC es una organización cívica comunitaria sin ánimo de lucro integrada voluntariamente por los residentes de un lugar.

Caney Bajo (ACR2)	Villavicencio	118	1.8	34	Subterránea
Junta de Acción Comunal de la vereda La Cecilia (ACR3)	Villavicencio	270	2.7	30	Subterránea
Junta de Acción Comunal de la vereda Alto Pompeya (ACR4)					

Fuente: elaboración propia.

### Recopilación de datos

Para la recopilación de los datos en campo se usaron entrevistas, encuestas y grupos focales. Los instrumentos se diseñaron para que cada pregunta o tema abordado brindara información sobre la aplicación de los PD en el acueducto, los niveles de participación de los usuarios, el contexto del acueducto y su relacionamiento con otras entidades.

En el caso de las entrevistas semiestructuradas dirigidas a los líderes del acueducto, se preguntó sobre temas según la especialidad de cada cargo y la experiencia de cada uno en el acueducto. Por ejemplo, a los cargos administrativos se realizaron preguntas relacionadas con el pago de tarifas y organización interna, y al fontanero, preguntas asociadas con el recurso y su monitoreo. A los presidentes de junta se hicieron entrevistas más extensas, al incluir la mayoría de temas relacionados con la aplicación de los PD. En el caso de las encuestas a usuarios, se incorporaron preguntas cerradas para conocer su opinión relacionada con la aplicación de los PD en el acueducto correspondiente.

Igualmente, en cada ACR, se preparó una actividad grupal comprendida por una dinámica rompe-hielo, la construcción participativa de un mapa de cuenca con los riesgos del trazado y una línea de tiempo de la historia del acueducto. Finalmente, y para cerrar la actividad, se preparó una socialización de la gestión de las Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales en Costa Rica (Asadas).

Con el fin de comprobar la efectividad de los instrumentos de recopilación de información anteriormente descritos, se aplicó una prueba piloto en un acueducto elegido intencionalmente (diferente a los cuatro seleccionados para el estudio). En este proceso se realizaron dos entrevistas semiestructuradas a miembros de junta y seis encuestas a usuarios elegidos aleatoriamente.

Para el estudio de cada acueducto seleccionado, se inició por el contacto telefónico con los miembros de la Junta Directiva, se explicaron las actividades necesarias, se verificó su interés y se acordaron fechas para el trabajo de campo. Una vez seleccionados los ACR y agendadas las visitas, se procedió a recopilar información primaria por medio de los instrumentos ya verificados y ajustados.

Las entrevistas semiestructuradas se realizaron a los miembros de la junta directiva o comité empresarial de cada acueducto; en total se efectuaron 19 entrevistas semiestructuradas (Tabla

4). Durante su realización, surgieron nombres de entidades externas con las que el acueducto ha tenido relación y lo han impactado directa o indirectamente, por lo que se contactó a estas entidades y se logró entrevistar a delegados de algunas de ellas. Este ejercicio fue útil para conocer mejor a la comunidad y sus dinámicas socioeconómicas, así como el punto de vista de estas entidades sobre la institución. En total se realizaron 9 entrevistas no estructuradas a entidades públicas y privadas (Tabla 4).

Para la realización de las encuestas a los usuarios del servicio, se calculó una muestra representativa con un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10%, teniendo en cuenta el número total de usuarios informado por el acueducto. Los usuarios se seleccionaron por muestreo aleatorio sistemático, es decir, se seleccionó una vivienda al azar y a las siguientes de manera sistemática según el tamaño de muestra calculado (Casal & Mateu, 2017), con el fin de garantizar la cobertura del área de influencia del acueducto. En total se encuestó a 175 usuarios (Tabla 4).

Finalmente, se realizaron tres grupos focales con los líderes de los ACR entrevistados previamente, con una participación total de 13 personas. Solo en un ACR no se pudo concretar este espacio por disposición del presidente de la JAC. Esta actividad fue útil para contrastar las respuestas de los participantes y complementar la información de las entrevistas. Por su parte, el mapa del trazado del ACR realizado por los participantes sirvió para complementar la información sobre los límites del recurso y su monitoreo.

**Tabla 4.**  
Cantidad de instrumentos aplicados por acueducto.

<b>Acueducto</b>	<b>Encuestas a usuarios</b>	<b>Entrevistas a miembros de junta</b>	<b>Entrevistas a entidades</b>	<b>Participantes en grupo focal</b>
ACR1	42	4	4	4
ACR2	33	4	1	4
ACR3	44	4	1	0
ACR4	56	7	3	5
<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>13</b>

Fuente: elaboración propia.

### **Medición de los PD de Ostrom**

Para la medición de los PD, se tuvo en cuenta la reformulación propuesta por Cox et al. (2010) de la que resultaron 11 principios, como se muestra en la Tabla 5. Esta reformulación se produjo luego de analizar estudios científicos que evaluaban los PD y generar conclusiones basadas en los puntos en común encontrados. La división de los PD responde a la existencia de condiciones distintas en un mismo principio, como en el caso del PD1, el cual fue denominado por Ostrom (1990/2000) como límites claramente definidos tanto de los usuarios como del recurso. Cox et al. (2010) plantearon que se analicen por separado los límites del recurso y los límites de los usuarios. Esta reformulación amplía y detalla el análisis de las instituciones y contribuye al análisis de los resultados y conclusiones de los casos estudiados (Cox et al., 2010).

**Tabla 5.**  
Principios de diseño propuestos por Cox et al. (2010).

Número PD	Nombre
1A	Límites de usuario claramente definidos
1B	Límites de recursos claramente definidos
2A	Congruencia con las condiciones locales
2B	Apropiación y provisión
3	Arreglos de elección colectiva
4A	Monitoreo de usuarios
4B	Monitoreo del recurso
5	Sanciones graduadas
6	Mecanismos de resolución de conflictos
7	Mínimo reconocimiento del derecho a organizarse
8	Empresas anidadas

Fuente: (Cox et al., 2010).

Para el análisis de la información recopilada, se utilizaron los niveles de aplicación de cada PD propuestos por (Delgado-Serrano et al., 2017), se puntuaron los PD siendo 0 completamente ausente y 1 completamente presente, otorgando calificaciones intermedias de 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8 según el nivel de presencia o ausencia de cada PD (para mayor detalle consultar la sección apéndice, Tabla C1). Sin embargo, en el caso del PD5, se detectó que era posible encontrar acueductos que implementan sanciones funcionales no graduales, otros acueductos con sanciones no graduales poco efectivas y acueductos sin capacidad sancionadora. Sugiriendo que, si bien, la gradualidad en las sanciones es una condición favorable para lograr alto desempeño, no es una condición necesaria para tener acuerdos funcionales.

En los criterios establecidos por Delgado-Serrano et al. (2017) para puntuar la aplicación del PD5, a partir de la calificación 0.2 se refiere a instituciones que aplican sanciones graduadas, por lo que estos criterios de calificación no muestran las diferencias encontradas en campo. Dicho lo anterior, para la presente investigación se ajustó esta escala añadiendo el criterio “Existen sanciones no graduales que se aplican efectivamente por parte de otros usuarios o por parte de funcionarios responsables”, como se muestra a continuación:

**Tabla 6.**  
Recalificación PD5, sanciones graduadas.

Nivel	Indicador
0	Sin capacidad sancionadora
0.2	La infracción de las reglas deriva en sanciones graduales o no graduales no efectivas, por parte de funcionarios responsables u otros usuarios.
0.4	Existen sanciones no graduales que se aplican efectivamente por parte de otros usuarios (sanciones sociales) o por parte de funcionarios responsables.
0.6	Existen sanciones graduales que se aplican efectivamente por parte de otros usuarios (sanciones sociales).
0.8	Existen sanciones graduales que se aplican efectivamente por parte de funcionarios responsables.

- 1 La violación de las reglas deriva en sanciones graduales que se aplican efectivamente tanto por parte de otros usuarios (sanciones sociales) como de funcionarios responsables.

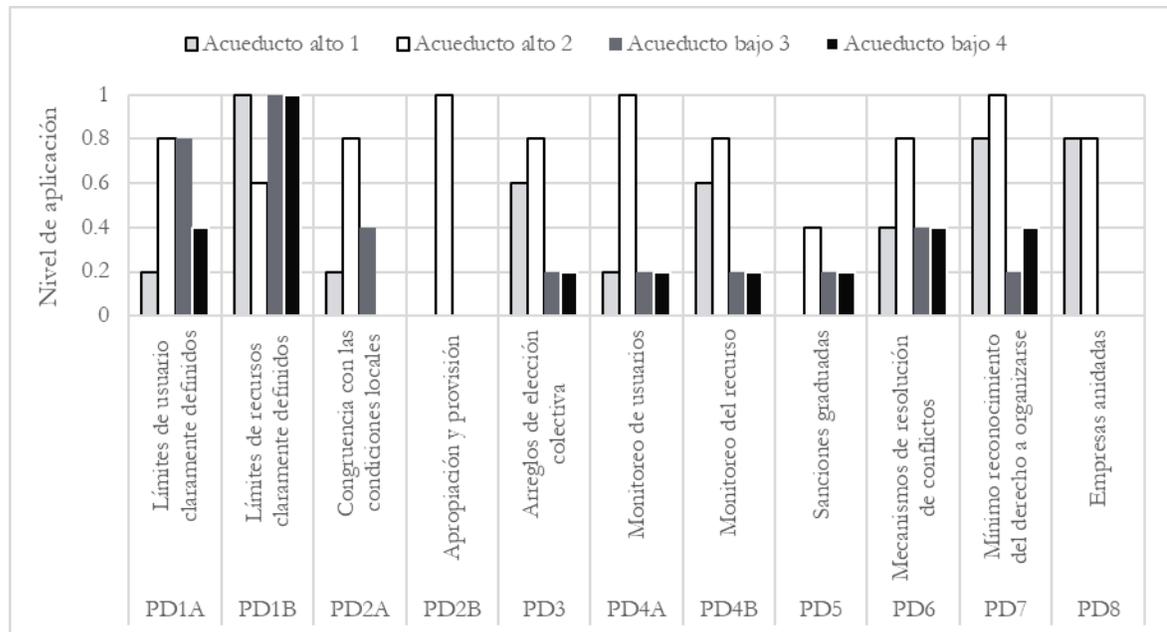
Fuente: elaboración propia adaptado de (Delgado-Serrano et al., 2017).

Con la metodología de medición de los PD ajustada, se analizó a profundidad la información recopilada. Se compararon y cruzaron las respuestas obtenidas buscando tener evidencia que soportara lo encontrado, para, al final de este proceso, asignar a cada PD una calificación según su aplicación en cada ACR. La información proveniente de las entrevistas semiestructuradas fue categorizada por PD en un archivo Excel, las grabaciones de las entrevistas y los grupos focales (según disponibilidad) se sistematizaron en documentos de texto organizados por medio del software de análisis de información cualitativa Taguette (Rampin & Rampin, 2021). Por último, los resultados de las encuestas se analizaron en el software Infostat (Di Rienzo et al., 2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 3, se muestran los niveles de aplicación de los PD en cada caso, representando en las barras más claras aquellos acueductos de desempeño alto y en las barras más oscuras los considerados de desempeño bajo.

**Figura 2.** Aplicación de los PD en los casos estudiados



Fuente: elaboración propia.

En términos generales, se encontró que la presencia de los PD parece explicar el desempeño en los acueductos estudiados, dado que los principios están más presentes en los acueductos con desempeño alto y menos en los acueductos con desempeño bajo. Esto concuerda con las conclusiones de múltiples autores (Arias Schreiber & Halliday, 2013; Baggio et al., 2016; Cox

et al., 2010; Gari et al., 2017; Naiga et al., 2015; Wang et al., 2019) sobre la presencia de los principios de diseño en instituciones exitosas. Lo anterior se observó principalmente en la aplicación de los principios PD3, PD4B, PD7 y PD8. A continuación se sustenta este resultado.

Para Ostrom (1990/2000), el PD3 es importante porque cuando los individuos a los que les afectan las reglas participan en su modificación, las instituciones se adaptan mejor a los cambios y las dinámicas locales. La participación efectiva implica que los individuos tengan voz y capacidad de elegir, influir o controlar las decisiones que le afectan (Narayan, 1995). Según este concepto, una mayor participación de la comunidad beneficia el desempeño de los proyectos o iniciativas de desarrollo (Dungumaro & Madulu, 2003; Isham, Narayan & Pritchett, 1995), contribuyendo a que la institución alcance mayor efectividad, eficiencia, empoderamiento y equidad (Narayan, 1995), aunque hay diferentes formas de participar y variadas razones para hacerlo.

Como lo explica Paul (1987), la participación puede tener distintos niveles. Puede ser una participación leve, que solo implique intercambio de información, o que además de informar, consulte a los usuarios su opinión. Más avanzada que estas, es la participación en la que los usuarios tienen un papel en la toma de decisiones conjuntas y concertadas sobre temas específicos; finalmente, el nivel máximo de participación se alcanza cuando los beneficiarios construyen confianza y proactividad que los lleva a tomar la iniciativa para proponer, decidir, concertar y actuar en la gestión de la institución (Paul, 1987).

Considerando lo anterior, este estudio define la participación en los acueductos estudiados, como aquella que se da cuando los usuarios pueden asistir a reuniones, asambleas o actividades organizadas por los líderes del acueducto, en las que tienen voz y voto para tomar decisiones concertadas referentes a la institución. Teniendo en cuenta esto, se encontró que en los acueductos de desempeño bajo algunos usuarios no asisten a las reuniones y actividades del acueducto, por lo que no cuentan con acceso a información completa sobre las reglas y decisiones que se toman; esta baja participación no permite que se tomen decisiones planificadas para mejorar el servicio. Algunos autores reconocen que la baja participación implica que no se realicen acciones coordinadas que retroalimenten el sistema (Anderies et al., 2016). A continuación, se explica por qué es probable que exista una baja asistencia a las reuniones o asambleas.

En los acueductos de desempeño bajo no se suele convocar a la totalidad de usuarios a las reuniones o asambleas. Aunque en Colombia, la participación en la acción colectiva puede verse afectada por factores como la violencia, el analfabetismo, el acceso desigual a la información y el aislamiento de las comunidades, entre otros (Llano-Arias, 2015), en los casos estudiados, se identificó que dado que pertenecer a una JAC es voluntario, en ambos acueductos de desempeño bajo una parte de los usuarios no pertenecen a la JAC, por lo que no son convocados a las asambleas. Además, si llegan a asistir aquellos que no hacen parte de la JAC (siendo usuarios del servicio), tienen voz, pero no voto, lo que genera que algunos usuarios no participen en la modificación de las reglas adecuadamente.

La situación descrita anteriormente fue referida por los usuarios de ambos acueductos de desempeño bajo como justificación de su escasa motivación a contribuir. Se encontró que, del total de usuarios, solo el 48% en el ACR3 y el 34% en el ACR4 participan en alguna actividad del acueducto. Lo anterior explica la ausencia del PD3 en los ACR de desempeño bajo, además,

esta baja participación es referida por los líderes como uno de los factores que no les permiten desarrollar actividades para mejorar el desempeño y la organización de la institución comunitaria. La baja participación de los usuarios en la toma de decisiones afecta a los acueductos de desempeño bajo, pues esto implica que no hay planificación, las intervenciones a la infraestructura se dan conforme a las necesidades que se presentan y no se generan reglas consensuadas que busquen incrementar el desempeño. Como lo explica Wilson, Ostrom & Cox, (2013), un grupo no está dispuesto a aceptar decisiones que no son consensuadas, pues así es más fácil que un individuo imponga reglas que perjudiquen a los demás.

Por su parte, los acueductos de desempeño alto tienen una mayor presencia del PD3, porque la mayoría de los usuarios puede participar en la modificación de las reglas, principalmente en los espacios de reuniones que se realizan exclusivamente para tratar temas del agua: pueden opinar, decidir y conocer los resultados de los consensos. En los ACR1 y ACR2, la presencia del PD3 refleja que existen espacios de comunicación y participación en estas instituciones que les han permitido discutir las decisiones que se toman, estar al tanto de las problemáticas y conocer las eventualidades que se presentan, como cortes, disminución del caudal, entre otras, y así reaccionar rápidamente a situaciones para impedir la interrupción del servicio. Por ejemplo, en el ACR2 se toman decisiones conjuntas para mantener la óptima provisión del servicio y, en el caso del ACR1, la comunidad participa en actividades de respaldo contra las empresas petroleras, que podrían afectar mayormente el recurso si la comunidad no se manifestara.

En los acueductos de desempeño alto, las asambleas se realizan debido a la generación de diversos incentivos. En ambos acueductos, estos espacios se dan en parte por la reglamentación para las asociaciones de usuarios que exige que se realicen periódicamente asambleas según lo establecido en los estatutos, es así como, durante la realización de las encuestas a usuarios en el ACR1 se encontró que el 74% de ellos manifestaron asistir a estas reuniones, en parte motivados por las problemáticas derivadas de la cercanía de la industria petrolera y palmera a la bocatoma, que han requerido vigilancia y acción constante de la junta directiva, convirtiéndolo en asunto de interés para los usuarios. En el caso del ACR2, el 73% de los usuarios manifestaron asistir a las reuniones de asamblea, en parte, motivados por la implementación de sanciones.

Por otro lado, al evaluar la aplicación del PD4B, se encontró que, en general, los cuatro acueductos comunitarios estudiados, no tienen el conocimiento técnico para monitorear el recurso hídrico de donde se provee el agua del acueducto. Sin embargo, para el caso de los acueductos de desempeño alto la fuente de donde se obtiene el recurso es superficial, por lo que la relativa visibilidad facilita el monitoreo del recurso localmente (Ross & Martínez-Santos, 2010), y permite reaccionar rápidamente a cualquier eventualidad que se presente en la bocatoma para evitar interrupciones del servicio. También, una posible razón por la que el monitoreo es mayor en los ACR con fuentes superficiales es su mayor vulnerabilidad, como lo menciona Padowski & Gorelick, (2014), quienes encontraron que las ciudades abastecidas por ríos eran más vulnerables a la demanda de agua. Contrario ocurre en los acueductos de desempeño bajo, donde la fuente es subterránea, de modo que el monitoreo confiable es más complejo (Ross & Martínez-Santos, 2010).

El resultado anterior es similar al encontrado en un estudio realizado por Madrigal-Ballesteros & Naranjo (2015). En este caso encontraron que los sistemas por gravedad funcionan mejor que los sistemas de bombeo, en cuanto a la capacidad de almacenamiento y la presión del agua;

explicado por la complejidad y los costos asociados a estos sistemas. Para el presente caso, en los acueductos de desempeño bajo, la ausencia de un monitoreo del recurso adecuado ha ocasionado colapsos en los pozos profundos de ambos acueductos, interrumpiendo el servicio de agua incluso por varios meses.

Respecto al PD7, los individuos en Colombia tienen el derecho legal a organizarse en instituciones comunitarias, respaldados por el artículo 38 de la Constitución Política de Colombia que indica, “Se garantiza el derecho de libre asociación” (Constitucion Política de Colombia. Art. 38., 1991); por tanto, el ejercicio de este derecho se observó en los acueductos de desempeño alto al estar organizados en asociaciones de usuarios de agua. En ambos acueductos, los líderes consideran que el registro de la institución como asociación de usuarios, propicia una mayor autonomía e independencia y un mayor respaldo a la hora de interactuar con el gobierno y las demás entidades del territorio; por ejemplo, la presidenta de la junta directiva del ACR2, considera que desde que se organizaron como asociación pudieron establecer reglas claras respaldadas por estatutos específicos. Lo anterior ha permitido, por ejemplo, cobrar tarifas, multas y extender la provisión del servicio a la temporada de verano.

La presencia del PD7 es importante porque cuando las entidades externas respetan la autonomía organizacional de una comunidad, a esta se le facilita establecer reglas acordes con sus propias realidades (Dell’Angelo et al., 2016), aumentando la fidelidad de estas reglas con las necesidades de la comunidad, fortaleciendo y empoderando a los apropiadores locales (Anderies et al., 2016). Este respeto por la autonomía organizacional mencionado por los anteriores autores no ocurre en los acueductos de desempeño bajo, dado que estos hacen parte de una JAC veredal, por lo que las entidades externas tienen en cuenta las leyes y normas específicas para este tipo de organizaciones comunitarias, desconociendo muchas veces las decisiones de los usuarios para el acueducto.

Para ejemplificar lo anterior, a pesar de los intentos por parte de los acueductos de desempeño bajo, la Alcaldía municipal no ha aprobado los estatutos de la JAC que, a su vez, contiene los estatutos del acueducto, lo que ha propiciado que las reglas del acueducto no se implementen y pierdan vigencia, o que se implementen reglas no aprobadas en asamblea. Esta situación afecta el desempeño, pues los usuarios no se ven motivados a contribuir y los líderes no encuentran respaldo de la comunidad en sus decisiones.

En cuanto al PD8, según Ostrom (1990/2000), los recursos de uso común que hacen parte de sistemas exitosos más amplios se organizan en múltiples capas de empresas anidadas. En este caso, no se tiene la información suficiente para comprobar que los acueductos estudiados hacen parte de otros niveles de gobernanza de gestión de agua desde un enfoque de cuenca, sin embargo, la acción de los acueductos con desempeño alto se articula activamente con la RNAC, organización de segundo nivel que promueve la unidad, el intercambio, apoyo y acompañamiento a los acueductos comunitarios del país en temas organizativos, jurídicos, técnicos, ambientales y administrativos (Beltrán M. & Martínez M., comunicación personal, 01 de agosto de 2022, RNAC).

La condición descrita anteriormente, se tomó en cuenta para calificar la aplicación del PD8 en los acueductos estudiados, y se encontró que los acueductos de desempeño alto se caracterizaron por ser miembros activos de esta red, lo que les ha permitido visibilizarse en el territorio, contar con apoyo institucional y conocer experiencias organizativas de otras regiones.

Esto les ha brindado herramientas para adaptarse mejor a las eventualidades que se presenten con el servicio, e interactuar eficientemente con las entidades del territorio.

Algunos autores han hallado diferentes combinaciones de PD, que son importantes según cada caso. Como Baggio et al. (2016), quienes encontraron que en los casos exitosos, es muy probable que coexistan los PD1A, PD1B, PD3 y PD7, y que la ausencia de los principios PD2, PD4 y PD5 incrementa la probabilidad de fracaso. Para la presente investigación, la presencia de los PD3, PD4 y PD7 resulta importante para el desempeño, sin embargo, cabe resaltar que las razones para que sucedan estas relaciones pueden ser diferentes en cada caso. Baggio et al. (2016), explican la coocurrencia de los PD3 y PD7 por la posible retroalimentación entre el gobierno y las comunidades; en nuestro caso esta relación está dada por la condición de estar organizados como asociación de usuarios.

Por otro lado, otros autores como Arias Schreiber & Halliday, (2013), encontraron que los principios PD1, PD4 y PD6 son fundamentales para que las instituciones sean sostenibles. Coincidiendo con la importancia que tiene el monitoreo para los acueductos comunitarios estudiados en esta investigación, aunque en nuestro caso la presencia de los PD1 y PD6 no fue tan clara para explicar el desempeño. Por su parte, los autores Ross & Martínez-Santos, (2010) hallaron que para los casos de agua subterránea, es necesario incrementar la presencia de los PD2, PD4 y PD5. Si se compara con los resultados de la presente investigación, se tiene que los PD2 y PD5 no fueron tan concluyentes para explicar el desempeño, aunque, la necesidad del monitoreo (PD4) si coincide con estos resultados. Por otro lado, estos autores dejan ver cuán importante es analizar las instituciones teniendo en cuenta sus características, por ejemplo, la fuente de capacitación, por lo que es necesario generar este tipo de información base para análisis futuros en el departamento del Meta.

Aunque se encontró que los PD explican el desempeño, las causas de la presencia de los PD son variadas. Para ejemplificar la idea anterior, en la presente investigación se encontró, que la razón por la que los PD3, PD7 y PD8 están más presentes en los acueductos de desempeño alto y no en los de desempeño bajo, se debe a la condición de estar organizados como asociaciones de usuarios y no como comités de JAC; es decir, se debe a las diferencias en el sistema de gobernanza. En el caso de Arias Schreiber & Halliday, (2013), la ausencia del PD3 también se debe a acuerdos de gobernanza que excluyen a la mayoría de miembros de participar en la modificación de las reglas. Por el contrario, uno de los casos analizados por Gari et al. (2017), fue considerado exitoso en la aplicación de los PD, gracias a las características de los usuarios.

A pesar de lo expuesto anteriormente, hay algunos principios de diseño a los que no se les encontró relación con el desempeño, dichos principios son: PD1A, PD1B, PD2A, PD2B, PD4A, PD5 y PD6. Esto se debió a que por lo menos uno de los ACR de desempeño alto, obtuvo calificaciones iguales o inferiores a los ACR de desempeño bajo; no obstante, en ningún caso se encontró que ambos ACR de desempeño alto tuvieran calificaciones menores a alguno de los ACR de desempeño bajo.

El primer principio, denominado inicialmente por Ostrom (1990/2000) como *límites claramente definidos*, tanto de las personas que pueden ser consideradas usuarios válidos del sistema, como de los límites del sistema de agua o recurso compartido, es importante para el desempeño porque evita que los beneficios de los usuarios sean apropiados por externos y se sobreexplota el recurso (Ostrom, 1990/2000). Sin embargo, durante las encuestas y entrevistas

realizadas a usuarios y líderes de los acueductos, se encontró que la presencia de los PD1A y PD1B era similar en los acueductos de desempeño alto y bajo.

En los casos estudiados no es claro que la presencia del PD1A *-límites a los usuarios-* esté ligada inequívocamente con un alto desempeño. A pesar de que los acueductos de desempeño bajo cuentan con límites de usuarios, no parece que esta condición mejore la capacidad del acueducto de ofrecer un servicio de alta calidad a la comunidad. Esto podría parecer contraintuitivo porque el uso regulado de quienes pueden acceder al sistema debería evitar la sobreexplotación y favorecer así una distribución adecuada del agua disponible. No obstante, una posible explicación a este resultado es que la oferta de agua disponible para la comunidad depende mayormente de otros factores fuera del control de la institución comunitaria, entre ellos la capacidad de recarga del acuífero, las condiciones climáticas, la contaminación del recurso, entre otras.

Por otra parte, se encontró que, en uno de los acueductos de desempeño alto, los *límites de los usuarios* son imprecisos. Lo anterior principalmente, porque los usuarios reconocen al acueducto y su infraestructura del trazado como un bien público de acceso abierto que no requiere contribuciones, y que puede ser apropiado por cualquier residente de la vereda, independientemente si pertenece o no a la asociación. El acueducto continúa siendo de desempeño alto porque, aunque algunos usuarios manifestaron su inconformidad por la baja restricción a ciertas fincas de mayor consumo de agua, la falta de límites a los usuarios no ha afectado la disponibilidad del servicio significativamente, dada su abundancia, aunque sí ha generado desequilibrios financieros y conflictos entre los usuarios. Lo que puede estar sucediendo es que pese a que no existe un control estricto a quienes pueden acceder al servicio, la oferta de agua disponible es muy superior a la demanda. En este contexto de abundancia relativa del agua, la necesidad de reglas efectivas de control se vuelve menos necesaria para incidir en el alto desempeño del acueducto.

Para analizar la presencia del PD1B se debe considerar cómo se entiende el recurso que utiliza la comunidad para satisfacer sus necesidades. Si más allá de la infraestructura física del acueducto (obra gris), las tomas de agua y el agua disponible en un momento dado, se considera que el recurso también debe incluir la oferta de agua desde una perspectiva hidrológica, los límites del recurso se vuelven difusos y de mayor escala, es decir, hay una serie de actividades a nivel de cuenca que pueden incidir en la cantidad y calidad de agua disponible para los acueductos, como la deforestación, la conservación del bosque, mayor carga animal, y otras. En este caso para las comunidades es muy difícil establecer reglas o límites sobre estos procesos de mayor escala, o, si tienen control de las zonas de recarga, no tienen claridad sobre los procesos hidrológicos a nivel de cuenca. Lo referido anteriormente muestra cómo, aunque los PD se refieren a aquellas características institucionales necesarias para el éxito, no tienen en cuenta explícitamente el entorno y las diferentes cualidades del recurso (Arias Schreiber & Halliday, 2013).

En los casos estudiados se encontró precisamente que las comunidades solo tienen control total o parcial sobre una versión reducida de los límites del recurso (por ejemplo, factores climáticos que inciden en el ciclo hidrológico). Sin embargo, esto no parece ser decisivo para explicar el desempeño. El argumento que explica esta situación puede ser similar a lo expresando antes. Las acciones de limitar el recurso no son decisivas, porque la oferta disponible para el acueducto depende de factores de mayor escala, fuera del control directo del acueducto. Este resultado

sugiere la importancia de que actores tales como el Estado o el Gobierno Municipal, puedan ejercer acciones de control en estos sitios para beneficiar la disponibilidad de agua para los acueductos comunitarios. Como lo sugiere Hutchings et al. (2015), las agencias externas deben procurar una relación continua y duradera con la comunidad, que implique compromiso para invertir en instituciones de apoyo.

Todo lo anterior concuerda con lo mencionado por Hasan et al. (2020), quien en su estudio no encontró reglas de límites en ninguno de los casos estudiados, aun cuando fueron exitosos. Siguiendo esta línea, Baggio et al. (2016) encontraron que casi siempre los PD1A y PD1B coexisten en ambas categorías de desempeño, situación que se evidenció en este estudio. Sin embargo, hay que tener en cuenta que este principio se considera el primer paso para llegar a la acción colectiva y una forma de evitar la destrucción del recurso (Ostrom, 1990/2000), por lo que a mediano o largo plazo, es necesario que las instituciones lo tengan en cuenta.

Durante la selección de los acueductos sujetos de este estudio, se comprobó que, si se tienen en cuenta las variables tiempo de servicio, edad del acueducto y número de usuarios, los ACR1 y ACR2 de desempeño alto son similares; sin embargo, según la figura 3 la presencia de los PD es visiblemente diferente en ambos. Dado esto y posterior a la observación en campo, se encontró que una de las diferencias más notables es la cercanía de la industria petrolera a la bocatoma del ACR1 y su presencia en la dinámica comunitaria, pues debido a las obras civiles de esta industria en ocasiones se ha afectado el trazado del acueducto interrumpiendo momentáneamente el servicio. Aunque no se logró determinar que se esté contaminando la fuente o disminuyendo el caudal de la quebrada, las múltiples quejas de los usuarios por las actividades petroleras podrían ser un indicador de cómo esta actividad afecta la dinámica comunitaria, lo que valdría la pena analizar en el futuro.

Por último, se tuvo en cuenta el estudio realizado por Ross & Martínez-Santos, (2010), quienes analizaron la importancia de los PD en cuatro estudios de caso de gestión de aguas subterráneas en Australia y España. Estos autores reconocen que, dada la naturaleza del recurso, es importante incrementar progresivamente la medición (PD2), monitoreo (PD4) y sanciones efectivas (PD5). En la presente investigación, los acueductos de desempeño bajo tienen ausencia de estos tres PD, por lo que se convierten en aquellos con mayor posibilidad de ser priorizados.

## **CONCLUSIONES**

Si bien en el presente estudio se encontró que, en general, los PD explican el desempeño, las causas de la ausencia o presencia de los PD están más relacionadas con factores diferentes a los institucionales, es decir, existe una relación entre la presencia de los PD y el desempeño, por lo que, si una institución comunitaria aplica los PD se entiende que tiene una mayor probabilidad de éxito (Wang et al., 2019). Sin embargo, en palabras de Anderies et al. (2016, p. 500) “no podemos ver los arreglos institucionales como factores causales de forma aislada”, por lo que, las causas por las que una institución logra aplicar los PD son diferentes para cada caso y dependen de otros factores, como por ejemplo, las condiciones socioeconómicas y biofísicas del entorno local o nacional (Cox et al., 2010).

En cuanto a la metodología utilizada, se concluye que analizar la presencia de los PD en categorías no dicotómicas, fue importante para reflejar las diferentes características de cada acueducto. Por ejemplo, a pesar de que los ACR con desempeño alto tenían mayor presencia de los PD3, PD4B y PD7 que los acueductos de desempeño bajo, se pudieron notar diferencias entre los dos acueductos de desempeño alto, dadas las diferentes condiciones encontradas en los ACR1 y ACR2.

Además de lo anterior, estas categorías permitieron mostrar que algunos acueductos realizan pequeños esfuerzos en aplicar los PD, aunque esto no signifique su presencia total, por ejemplo, en el PD4A, la calificación 0.2 en los acueductos con desempeño bajo, significa que “Los niveles de apropiación y provisión son monitoreados deficientemente por monitores que no rinden cuentas a los usuarios”, diferente a la calificación 0 que implica una situación en la que “Los niveles de apropiación y provisión no son monitoreados”; esto podría significar que, los acueductos con calificación 0.2, cuentan con una leve base institucional para integrar este PD en la gestión comunitaria futura. Finalmente, como refiere Delgado-Serrano et al. (2017) y como se mostró en este estudio, las categorías propuestas no están finalizadas, por lo que futuras investigaciones permitirán continuar mostrando su aplicabilidad.

En la presente investigación, se encontró que los acueductos de desempeño alto están organizados como asociaciones de usuarios y los de desempeño bajo no lo están. Aunque, existe la necesidad de establecer claramente por qué en principio unos acueductos se organizaron y se registraron, y los otros no lo han hecho; esto excede las capacidades de esta investigación, pues se requeriría una revisión más profunda de los antecedentes de estas comunidades, sus dinámicas sociales, económicas, familiares y posiblemente la presencia de los PD en otras etapas de la historia comunitaria.

Por otro lado, en este estudio se relacionó a los acueductos de desempeño bajo con la toma de agua subterránea, reafirmando el reto que implica la gestión de este tipo de recursos, sin embargo, esto no significa que el agua subterránea no pueda ser gestionada por instituciones comunitarias y requiera intervención estatal o privada. Por el contrario, la distribución de agua proveniente de acuíferos subterráneos, requiere un gran esfuerzo institucional y de colaboración a nivel interno y externo, que podría reflejarse entre otras, con una mayor presencia de los PD en las instituciones y con programas de apoyo gubernamental comunitario.

Es claro que el presente estudio puede verse limitado por el número de casos disponibles, la falta de información contextual y la definición de desempeño. No se pudieron seleccionar los casos de una base amplia de acueductos, pues no se tenía ninguna información disponible en la mayoría de los casos; y en aquellos casos donde se obtuvo información, esta provino de fuentes primarias. Además de lo anterior, varios autores han considerado que el desempeño es un concepto multidimensional que abarca factores como la calidad, cantidad de agua, satisfacción, disponibilidad y aspectos financieros (Madrigal-Ballesteros et al., 2011), variables que, en su mayoría, no se pudieron tener en cuenta, pues los acueductos no cuentan con esta información. Para lidiar con esta limitante se trabajó con información referida por los usuarios y líderes de los acueductos en cuanto a número de usuarios, horas de servicio y edad del acueducto.

Con el análisis realizado en esta investigación, se encontró que el monitoreo del recurso es importante para el desempeño. Sin embargo, para lograr un monitoreo efectivo a nivel de cuenca y la conservación adecuada del recurso, es necesario que la ejecución de políticas

públicas por parte de los gobiernos, involucren a los acueductos comunitarios como actores clave que gestionan estos recursos hídricos a nivel local.

Por su parte, la baja disponibilidad de información mencionada en el documento, es un reto a superar. Para la protección de los recursos hídricos, es necesario que los gobiernos locales y nacionales, conozcan a las instituciones comunitarias que los gestionan, en cuanto a sus niveles de apropiación y gestión, siendo el análisis con los PD una alternativa ordenada y eficiente que permite visualizar lo que necesitan las instituciones para mejorar su desempeño. Aunado a lo anterior, dados los resultados encontrados en este estudio se observa que, para mejorar el desempeño de estas instituciones, también es importante su formalización, por lo que las políticas públicas tendrían que propender por facilitar y acercar estos trámites.

Este estudio contribuye a la literatura pues, por un lado, utiliza categorías de análisis de los PD que permiten reflejar con mayor fidelidad las situaciones que se observan en los ACR, y por el otro, utiliza el marco de los PD para analizar instituciones poco estudiadas en el departamento del Meta. Este documento aporta al avance del conocimiento, especialmente en un departamento con diversas presiones a sus recursos naturales.

El análisis realizado en la presente investigación es estático. A pesar de que los acueductos actualmente proveen el servicio de agua, no se puede garantizar que esto continúe sucediendo en el futuro pues la disponibilidad del agua puede cambiar por factores que se escapan del control de los usuarios, y es en ese momento donde se hace relevante la gestión adecuada de las instituciones.

Finalmente, los resultados presentados en este estudio tienen validez interna en cada uno de los acueductos estudiados, dado que se tomó información de una muestra representativa de los usuarios y de todos los miembros de los comités y juntas correspondientes. Estos resultados aplican solamente para las comunidades mencionadas, no son estadísticamente representativos para el departamento del Meta, pero si muestran evidencia de algunos postulados teóricos sobre la aplicación de los PD en instituciones comunitarias que gestionan recursos de uso común.

## REFERENCIAS

- Alcaldía de Villavicencio. (2021). *Documento técnico de soporte política pública de gestión comunitaria del agua*. <https://es.scribd.com/document/547362556/Documento-Tecnico-Acueductos-Comunitarios>
- Anderies, J. M., Janssen, M. A., & Schlager, E. (2016). Institutions and the performance of coupled infrastructure systems. *International Journal of the Commons*, 10(2), 495–516. <https://doi.org/10.18352/ijc.651>
- ANLA. (2022). *Denuncias sobre presuntas infracciones ambientales (tablero de control)*. [https://www.anla.gov.co/01\\_anla/proyectos/mecanismos-de-participacion-ciudadana-ambiental/tablero-control-denuncias-sobre-presuntas-infracciones-ambientales](https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos/mecanismos-de-participacion-ciudadana-ambiental/tablero-control-denuncias-sobre-presuntas-infracciones-ambientales)
- Arias Schreiber, M., & Halliday, A. (2013). Uncommon among the commons? Disentangling the sustainability of the Peruvian anchovy fishery. *Ecology and Society*, 18(2). <https://doi.org/10.5751/ES-05319-180212>
- Asociación Colombiana de Petróleo y Gas ACP. (2022). *Informe Estadístico Petrolero IEP. Tomado del IEP-ACP*. <https://acp.com.co/web2017/es/publicaciones-e>

informes/informe-estadistico-petrolero

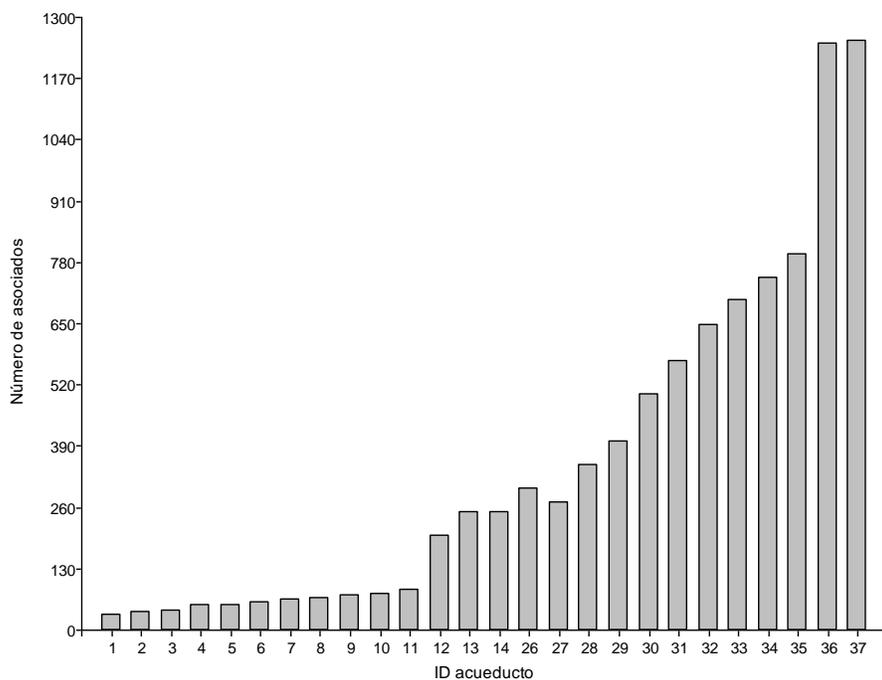
- Baggio, J. A., Barnett, A. J., Pérez-Ibarra, I., Brady, U., Ratajczyk, E., Rollins, N., Rubiños, C., Shin, H. C., Yu, D. J., Aggarwal, R., Anderies, J. M., & Janssen, M. A. (2016). Explaining success and failure in the commons: The configural nature of Ostrom's institutional design principles. *International Journal of the Commons*, *10*(2), 417–439. <https://doi.org/10.18352/ijc.634>
- Barnett, A. J., Baggio, J. A., Shin, H. C., Yu, D. J., Pérez-Ibarra, I., Rubiños, C., Brady, U., Ratajczyk, E., Rollins, N., Aggarwal, R., Anderies, J. M., & Janssen, M. A. (2016). An iterative approach to case study analysis: Insights from qualitative analysis of quantitative inconsistencies. *International Journal of the Commons*, *10*(2), 467–494. <https://doi.org/10.18352/ijc.632>
- Bayazid, Y. (2016). The daudkandi model of community floodplain aquaculture in Bangladesh: A case for Ostrom's design principles. *International Journal of the Commons*, *10*(2), 854–877. <https://doi.org/10.18352/ijc.511>
- Cadavid-Giraldo, N. (2009). Acueductos comunitarios: Patrimonio social y ambiental del Valle de Aburrá. *Avances En Recursos Hidráulicos*, *20*, 57–64.
- Casal, J., & Mateu, E. (2017). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev. (2003)*, *1*, 3–7.
- Constitucion Política de Colombia. Art. 38., (1991).
- Cox, M., Arnold, G., & Tomás, S. V. (2010). A review of design principles for community-based natural resource management. *Ecology and Society*, *15*(4). <https://doi.org/10.5751/ES-03704-150438>
- DANE. (2014). *3er Censo Nacional Agropecuario 2014: Información de veredas con variables asociadas*. <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/informacion-veredas.xls>
- DANE. (2018a). *Censo nacional de población y vivienda 2018: Departamento del Meta*. [shorturl.at/jswXZ](http://shorturl.at/jswXZ)
- DANE. (2018b). *Censo nacional de población y vivienda 2018: Porcentaje total de viviendas con servicio de acueducto*. [shorturl.at/kqv01](http://shorturl.at/kqv01)
- DANE. (2018c). *Censo nacional de población y vivienda 2018: Total personas en general por clase*. <https://dane.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=e53e1178fb1f497cac9b241dbafb1690>
- DANE, & Banco de la República. (2015). *Informe de coyuntura económica regional ICER, departamento del Meta*.
- Delgado-Serrano, M. M., Ramos, P. A., & Zapata, E. L. (2017). Using ostrom's DPs as fuzzy sets to analyse How water policies challenge community-basedwater governance in Colombia. *Water (Switzerland)*, *9*(7), 535. <https://doi.org/10.3390/w9070535>
- Dell'Angelo, J., Mccord, P. F., Gower, D., Carpenter, S., Caylor, K. K., & Evans, T. P. (2016). Community water governance on Mount Kenya: An assessment based on Ostrom's design principles of natural resource management. *Mountain Research and Development*, *36*(1), 102–115. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-15-00040.1>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. . (2008). *InfoStat, versión 2008* (No. 2008). Grupo InfoStat; FCA; Universidad Nacional de Córdoba; Argentina.
- Dungumaro, E. W., & Madulu, N. F. (2003). Public participation in integrated water resources management: The case of Tanzania. *Physics and Chemistry of the Earth*, *28*(20–27), 1009–1014. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2003.08.042>
- Fedepalma. (n.d.). *La palma de aceite en el departamento del Meta*. Retrieved June 30, 2022, from <https://web.fedepalma.org/sites/default/files/images/En Meta.JPG>

- Gari, S. R., Newton, A., Icely, J. D., & Delgado-Serrano, M. M. (2017). An analysis of the global applicability of Ostrom's design principles to diagnose the functionality of common-pool resource institutions. *Sustainability (Switzerland)*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/su9071287>
- Gerring, J. (2007). *Case Study Research: Principles and practices* (Cambridge University Press (ed.)). Cambridge University.
- Gómez, I. (2014). Collective Action for Water in Colombia and the Referendum. *Analisis Politico*, 80, 79–103.
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162(3859), 1243–1248. <https://doi.org/10.1126/science.162.3859.1243>
- Hasan, M. B., Driessen, P. P. J., Majumder, S., Zoomers, A., & van Laerhoven, F. (2020). A community management plus model for the governance of rural drinking water systems: A comparative case study of pond sand filter systems in Bangladesh. *International Journal of the Commons*, 14(1), 662–679. <https://doi.org/10.5334/ijc.1006>
- Hutchings, P., Chan, M. Y., Cuadrado, L., Ezbakhe, F., Mesa, B., Tamekawa, C., & Franceys, R. (2015). A systematic review of success factors in the community management of rural water supplies over the past 30 years. *Water Policy*, 17(5), 963–983. <https://doi.org/10.2166/wp.2015.128>
- Isham, J., Narayan, D., & Pritchett, L. (1995). Does participation improve performance? Establishing causality with subjective data. *World Bank Economic Review*, 9(2), 175–200. <https://doi.org/10.1093/wber/9.2.175>
- Llano-Arias, V. (2015). Community knowledge sharing and co-production of water services: Two cases of community aqueduct associations in Colombia. *Water Alternatives*, 8(2), 77–98.
- Madrigal-Ballester, R., Alpízar, F., & Schlüter, A. (2011). Determinants of Performance of Community-Based Drinking Water Organizations. *World Development*, 39(9), 1663–1675. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.02.011>
- Madrigal-Ballester, R., & Naranjo, M. A. (2015). Adaptive capacity, drought and the performance of community-based drinking water organizations in Costa Rica. *Journal of Water and Climate Change*, 831–847. <https://doi.org/10.2166/wcc.2015.154>
- Moncada Mesa, J., Pérez Muñoz, C., & Valencia Agudelo, G. D. (2013). Comunidades organizadas y el servicio público de agua potable en Colombia: una defensa de la tercera opción económica desde la teoría de recursos de uso común. *Ecos de Economía*, 17(37), 125–159. <https://doi.org/10.17230/ecos.2013.37.6>
- Naiga, R., Penker, M., & Hogl, K. (2015). Challenging pathways to safe water access in rural Uganda: From supply to demand-driven water governance. *International Journal of the Commons*, 9(1), 237–260. <https://doi.org/10.18352/ijc.480>
- Narayan, D. (1995). The contribution of People's Participation: evidence from 121 rural water supply projects. In *Environmentally sustainable development occasional papers series* (1st ed.). The World Bank.
- North, D. C. (1990). *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico* (Fondo de Cultura Económica S.A de C.V (ed.); 01 ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Ostrom, E. (1990). *El gobierno de los bienes comunes* (C. de I. Calvo & A. Sandoval (eds.); 2000th ed.). Editorial Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica.
- Ostrom, E. (2004). Comprender la acción colectiva. In R. S. Meinzen-Dick & M. Di Gregorio (Eds.), *Acción colectiva y derechos de propiedad para el desarrollo sostenible*. Punto

- de Enfoque 11*. International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Ostrom, E., Walker, J., & Gardner, R. O. Y. (1992). Covenants with and without a sword: self-governance is possible. *American Political Science Review*, 86(2), 404–417.
- Padowski, J. C., & Gorelick, S. M. (2014). Global analysis of urban surface water supply vulnerability. *Environmental Research Letters*, 9(11). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/11/119501>
- Paul, S. (1987). Community Participation in Development Projects. In *World Bank Discussion Papers* (Vols. 87–2183). [shorturl.at/nEHNP](http://shorturl.at/nEHNP)
- Prokopy, S. L., Thorsten, R., Bakalian, A., & Wakeman, W. (2008). Evaluating the role of postconstruction support in sustaining drinking water projects evidence from Peru. *Journal of Planning Education and Research*, 27(3), 294–305. <https://doi.org/10.1177/0739456X07311072>
- Rampin, R., & Rampin, V. (2021). Taguette: open-source qualitative data analysis. In *Journal of Open Source Software*. <https://doi.org/10.21105/joss.03522>
- Ratajczyk, E., Brady, U., Baggio, J. A., Barnett, A. J., Pérez-Ibara, I., Rollins, N., Rubiños, C., Shin, H. C., Yu, D. J., Aggarwal, R., Anderies, J. M., & Janssen, M. A. (2016). Challenges and opportunities in coding the commons: Problems, procedures, and potential solutions in large-N comparative case studies. *International Journal of the Commons*, 10(2), 440–466. <https://doi.org/10.18352/ijc.652>
- Rojas, J., Zamora, A., Tamayo, P., & García, M. (2011). *Colombia: abastecimiento de agua en zonas rurales: experiencias en la prestación de servicios sostenibles*. Centro Internacional de Agua Potable y Saneamiento (IRC) y Cali: Universidad del Valle/CINARA.
- Ross, A., & Martínez-Santos, P. (2010). The challenge of groundwater governance: Case studies from Spain and Australia. *Regional Environmental Change*, 10(4), 299–310. <https://doi.org/10.1007/s10113-009-0086-8>
- Seawright, J., & Gerring, J. (2008). Case selection techniques in case study research: A menu of qualitative and quantitative options. *Political Research Quarterly*, 61(2), 294–308. <https://doi.org/10.1177/1065912907313077>
- Superservicios. (2022). *Prestadores de servicios públicos de acueducto vigilados*. [http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=mul\\_adm\\_061](http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=mul_adm_061)
- Superservicios - DNP. (2018). *Diagnóstico para la vigilancia integral de prestadores de agua potable y saneamiento básico en el área rural*.
- Wang, Y., Zhang, M., & Kang, J. (2019). How does context affect self-governance? Examining ostrom's design principles in China. *International Journal of the Commons*, 13(1), 660–704. <https://doi.org/10.18352/ijc.916>
- Wilson, D. S., Ostrom, E., & Cox, M. E. (2013). Generalizing the core design principles for the efficacy of groups. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 90, S21–S32. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2012.12.010>
- Yu, H. H., Edmunds, M., Lora-Wainwright, A., & Thomas, D. (2016). Governance of the irrigation commons under integrated water resources management - A comparative study in contemporary rural China. *Environmental Science and Policy*, 55(P1), 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.08.001>

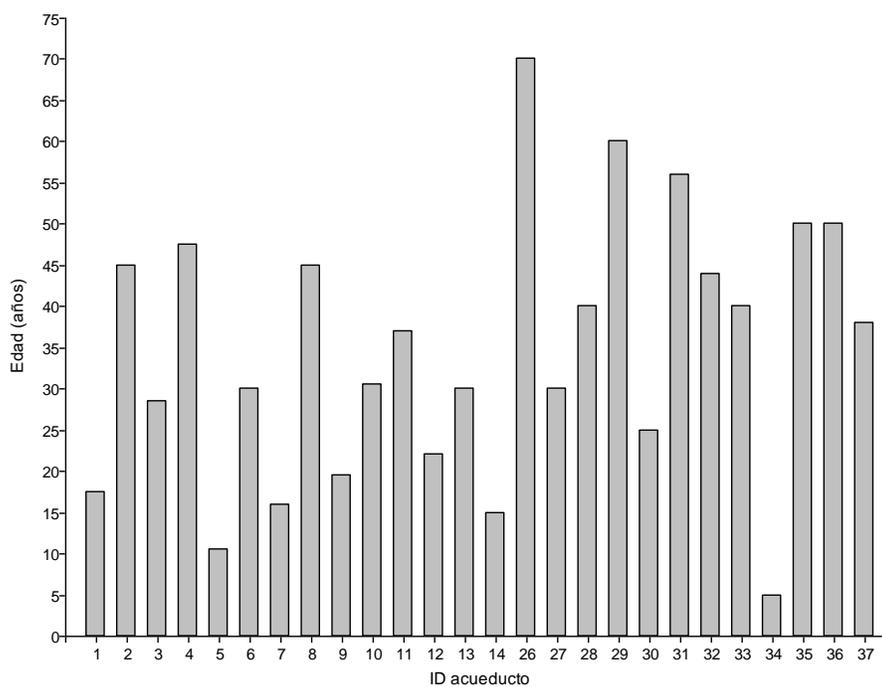
**APÉNDICE A.** Número de asociados, edad y horas diarias de servicio de acueductos comunitarios rurales identificados en el departamento del Meta.

**Figura 1.** Número de asociados en los acueductos identificados.



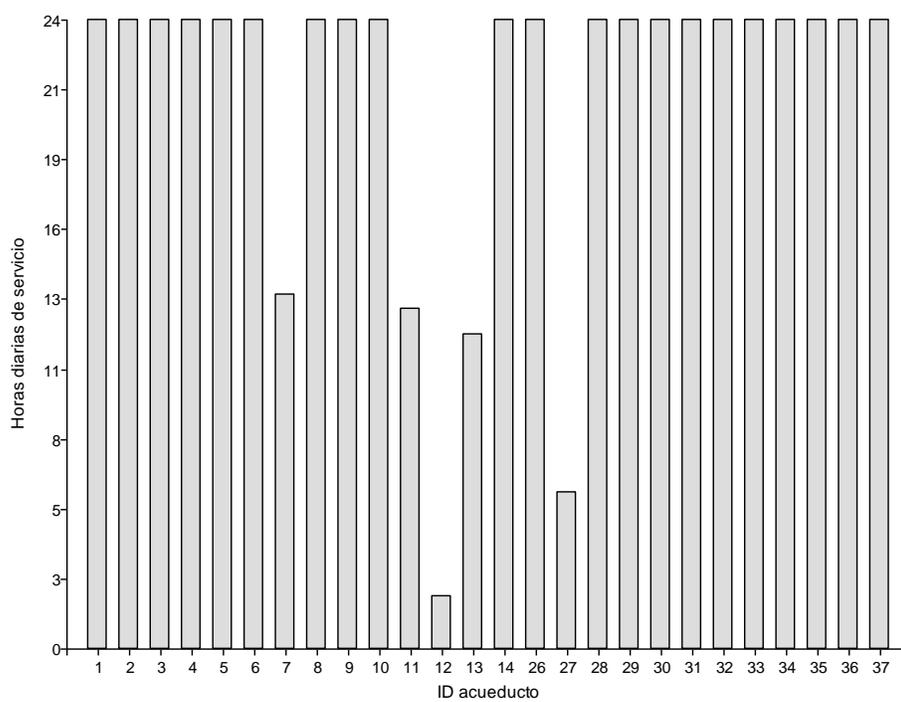
Fuente: elaboración propia con datos recopilados vía telefónica.

**Figura 2.** Edad de los acueductos identificados.



Fuente: elaboración propia con datos recopilados vía telefónica.

**Figura 3.** Horas diarias de servicio en los acueductos identificados.



Fuente: elaboración propia con datos recopilados vía telefónica.

**APÉNDICE B.** Información consolidada de los acueductos comunitarios rurales seleccionados.

**Tabla 1.** Género y actividad productiva de los usuarios en cada uno de los acueductos estudiados.

Fuente: elaboración propia.

	<b>Género</b>		<b>Actividad productiva</b>					
	Femenino	Masculino	Agricultura	Ganadería	Comercio	Venta de mano de obra	Hogar	Otro
<b>ACR1</b>	43%	57%	21%	30%	5%	26%	19%	14%
<b>ACR2</b>	58%	42%	18%	0%	18%	30%	21%	18%
<b>ACR3</b>	64%	36%	2%	2%	11%	52%	9%	23%
<b>ACR4</b>	66	34	0%	0%	34%	29%	25%	13%

**Tabla 2.** Nivel educativo y edad de los usuarios en cada uno de los acueductos estudiados.

	<b>Nivel educativo</b>					<b>Edad</b>			
	Ninguno	Primaria	Secundaria	Técnica o tecnología	Universitaria	Menor de 18 años	Entre 18 y 30 años	Entre 30 y 60 años	Mayor de 60 años
<b>ACR1</b>	10%	38%	29%	21%	2%	2%	14%	50%	33%
<b>ACR2</b>	3%	33%	39%	3%	21%	0%	6%	48%	45%
<b>ACR3</b>	0%	48%	45%	7%	0%	7%	20%	52%	20%
<b>ACR4</b>	5%	32%	38%	14%	11%	4%	21%	54%	21%

Fuente: elaboración propia.

## APÉNDICE C.

**Tabla 1.** Categorías de puntuación de la aplicación de cada principio de diseño.

<b>PD</b>	<b>Nivel</b>	<b>Indicador</b>
1A. Límites de usuario claramente definidos	0.0	Sin límites definidos
	0.2	Los límites entre usuarios y no usuarios son borrosos
	0.4	Los límites entre usuarios y no usuarios están claramente definidos, pero los usuarios no pueden excluir a los no usuarios.
	0.6	Los límites entre usuarios y no usuarios están claramente definidos, pero los no usuarios solo pueden ser excluidos por aplicación externa.
	0.8	Los límites entre usuarios y no usuarios están claramente definidos, y los usuarios tienen medios internos para excluir a los no usuarios.
	1.0	Los límites entre usuarios y no usuarios están claramente definidos, y los no usuarios pueden ser excluidos tanto por mecanismos internos como externos.
1B. Límites de recursos claramente definidos	0.0	Sin límites definidos
	0.2	Los límites son el resultado de arreglos institucionales que no limitan la entrada
	0.4	Los límites son el resultado de atributos naturales construidos que no limitan la entrada
	0.6	Los límites son el resultado de arreglos institucionales que limitan la entrada
	0.8	Los límites son el resultado de atributos naturales construidos que limitan la entrada
	1.0	Los límites son el resultado de arreglos naturales construidos e institucionales que limitan la entrada.
2A. Congruencia con las condiciones locales	0.0	Las reglas no coinciden con las condiciones sociales y ambientales locales.
	0.2	Reglas impuestas externamente que coinciden parcialmente con las condiciones sociales y ambientales locales.
	0.4	Reglas internas parcialmente congruentes con las condiciones sociales y ambientales locales y sin capacidad para modificar reglas externas que no consideren estas condiciones
	0.6	Reglas internas congruentes con las condiciones sociales y ambientales locales y cierta capacidad para modificar las reglas externas que no consideran estas condiciones
	0.8	Reglas internas congruentes con las condiciones sociales y ambientales locales y mecanismos internos reconocidos externamente para impulsar la adaptación de las reglas externas
	1.0	Reglas internas y externas congruentes y totalmente adaptadas a las condiciones sociales y ambientales locales.
2B. Apropiación y provisión	0.0	Los insumos (costos asociados) y los beneficios no son proporcionales
	0.2	Los insumos (costos asociados) superan los beneficios y se deciden externamente

<b>PD</b>	<b>Nivel</b>	<b>Indicador</b>
	0.4	Los insumos (costos asociados) superan los beneficios y se deciden internamente
	0.6	Los insumos (costos asociados) son iguales a los beneficios, pero se deciden externamente
	0.8	Los insumos (costos asociados) son iguales a los beneficios y se deciden internamente
	1.0	Los beneficios superan en gran medida a los insumos
3. Arreglos de elección colectiva	0.0	Las reglas operativas no se pueden modificar
	0.2	La mayoría de las personas no pueden participar en la modificación de las reglas operativas
	0.4	La mayoría de las personas pueden participar en la modificación de las reglas operativas, pero necesitan aprobación externa
	0.6	La mayoría de las personas pueden participar en la modificación de las reglas operativas sin aprobación externa, pero las reglas externas influyen mucho en las reglas operativas
	0.8	Existen acuerdos funcionales de elección colectiva que pueden ser modificados por los usuarios, pero no son respetados por los no usuarios
	1.0	Existen acuerdos funcionales de elección colectiva que pueden ser modificados por los usuarios y son respetados por usuarios y no usuarios
4A. Monitoreo de usuarios	0.0	Los niveles de apropiación y provisión no son monitoreados
	0.2	Los niveles de apropiación y provisión son monitoreados deficientemente por monitores que no rinden cuentas a los usuarios
	0.4	Los niveles de apropiación y provisión son monitoreados sistemáticamente por monitores que no rinden cuentas a los usuarios
	0.6	Los niveles de apropiación y provisión son monitoreados ocasionalmente por monitores que rinden cuentas a los usuarios; la información recopilada no se utiliza necesariamente para informar las decisiones del grupo
	0.8	Los niveles de apropiación y provisión a menudo son monitoreados por monitores que son responsables ante los usuarios; la información recopilada se utiliza para informar las decisiones del grupo
	1.0	Los niveles de apropiación y provisión son monitoreados y registrados sistemáticamente por monitores que son responsables ante los usuarios; la información recopilada se utiliza para informar las decisiones del grupo
4B. Monitoreo del recurso	0.0	La condición del recurso no se monitorea
	0.2	La condición del recurso está mal monitoreada por monitores que no rinden cuentas a los usuarios.
	0.4	La condición del recurso es monitoreada sistemáticamente por monitores que no rinden cuentas a los usuarios.
	0.6	La condición del recurso es monitoreada ocasionalmente por monitores que son responsables ante los usuarios; la información

<b>PD</b>	<b>Nivel</b>	<b>Indicador</b>
		recopilada no se utiliza necesariamente para informar las decisiones del grupo
	0.8	La condición del recurso a menudo es monitoreada por monitores que son responsables ante los usuarios; la información recopilada se utiliza para informar las decisiones del grupo
	1.0	La condición del recurso es monitoreada y registrada sistemáticamente por monitores que son responsables ante los usuarios; la información recopilada se utiliza para informar las decisiones del grupo
5. Sanciones graduadas	0.0	Sin capacidad sancionadora
	0.2	La infracción de las reglas deriva en sanciones graduales o no graduales que no se aplican efectivamente por parte de funcionarios responsables u otros usuarios.
	0.4	Existen sanciones no graduales que se aplican efectivamente por parte de otros usuarios (sanciones sociales) o por parte de funcionarios responsables.
	0.6	Existen sanciones graduales que se aplican efectivamente por parte de otros usuarios (sanciones sociales).
	0.8	Existen sanciones graduales que se aplican efectivamente por parte de funcionarios responsables.
	1.0	La violación de las reglas deriva en sanciones graduales que se aplican efectivamente tanto por parte de otros usuarios (sanciones sociales) como de funcionarios responsables.
6. Mecanismos de resolución de conflictos	0.0	Los usuarios no tienen acceso a las arenas de resolución de conflictos
	0.2	Los conflictos se resuelven en escenarios externos (tribunales, autoridades ambientales ...)
	0.4	Existen escenarios de bajo costo, pero no son de fácil acceso
	0.6	Existen arenas de bajo costo, son de fácil acceso, pero las decisiones no siempre son aceptadas (falta de confianza, falta de responsabilidad ...)
	0.8	Existen escenarios de bajo costo, son de fácil acceso y las decisiones se respetan en base a valores como la legitimidad y la reciprocidad
	1.0	Existen escenarios de bajo costo, son de fácil acceso y tienen capacidad para hacer cumplir la ley.
7. Mínimo reconocimiento del derecho a organizarse	0.0	Los usuarios no tienen derecho a diseñar sus propias instituciones
	0.2	Los usuarios tienen el derecho de facto a diseñar sus propias instituciones, pero sus decisiones no son consideradas por autoridades gubernamentales externas.
	0.4	Los usuarios tienen el derecho de facto a diseñar sus propias instituciones y sus decisiones son consideradas parcialmente por autoridades gubernamentales externas
	0.6	Los usuarios tienen el derecho de facto a diseñar sus propias instituciones y sus decisiones son consideradas por autoridades gubernamentales externas

<b>PD</b>	<b>Nivel</b>	<b>Indicador</b>
	0.8	Los usuarios tienen derecho legal a diseñar sus propias instituciones y sus decisiones son consideradas por autoridades gubernamentales externas
	1.0	Los usuarios tienen derechos de facto y legal para diseñar sus propias instituciones, y sus decisiones son consideradas y respetadas por autoridades gubernamentales externas
8. Empresas anidadas	0.0	Las actividades de gestión de RUC no están organizadas en múltiples capas de empresas anidadas
	0.2	Las actividades de gestión de RUC carecen de vínculos horizontales (conexiones intercomunitarias) y verticales (conexiones entre múltiples niveles jurisdiccionales)
	0.4	Las actividades de gestión de RUC tienen vínculos horizontales, pero no verticales
	0.6	Las actividades de gestión de RUC están organizadas en múltiples capas de empresas anidadas que crean enlaces horizontales
	0.8	Las actividades de gestión de RUC están organizadas en múltiples capas de empresas anidadas que crean enlaces verticales
	1.0	Las actividades de gestión de RUC están organizadas en múltiples capas de empresas anidadas que crean enlaces horizontales y verticales

**Fuente:** Delgado-Serrano et al. (2017) y adaptación propia del PD5.