

ISSN 2056-4856 (Print)

ISSN 2056-4864 (Online)

# **WATERLAT NETWORK WORKING PAPERS**

**Research Projects Series SPIDES**

**DESAFIO Project**



**Working Paper Vol. 2, N° 9**

**Democratisation of Water and Sanitation Governance  
by Means of Socio-Technical Innovation**

**Empowerment, Resilience and Sustainability: Evaluation of an Integrated  
Water and Sanitation System in a Rural Community in Colombia**

**(In Spanish)**

**Newcastle upon Tyne, UK, and Santiago de Cali, Colombia**

**December 2015**

Cover picture: View of the community-managed multi-stage filtration wastewater treatment plant / Vista de la planta de tratamiento de aguas residuales por filtración en múltiples etapas gerenciada por la comunidad, La Vorágine, Cauca Valley, Colombia

Source: [WATERLAT-GOBACIT Flickr collection](#) (Attribution-NonCommercial Creative Commons)

Backcover picture: “Community Manifesto” to alert tourist visitors about the environmental impact on their activities / “Manifiesto Comunitario” para alertar a los turistas visitantes sobre el impacto ambiental de sus actividades, La Vorágine, Valle del Cauca, Colombia

Source: [WATERLAT-GOBACIT Flickr collection](#) (Attribution-NonCommercial Creative Commons)

# **WATERLAT-GOBACIT NETWORK WORKING PAPERS**

## **Research Projects Series SPIDES DESAFIO Project –**

### **Working Paper Vol. 2 N° 9**

#### **Democratisation of Water and Sanitation Governance by Means of Socio-Technical Innovation**

#### **Empowerment, Resilience and Sustainability: Evaluation of an Integrated Water and Sanitation System in a Rural Community in Colombia**

**(In Spanish)**

**José Esteban Castro (Ed.)**  
**Newcastle University, United Kingdom**

**Newcastle upon Tyne, UK, and Santiago de Cali, Colombia**

**December 2015**

## **WATERLAT-GOBACIT Network Editorial Commission**

José Esteban Castro, Newcastle University, United Kingdom, Coordinator  
Alex Ricardo Caldera Ortega, University of Guanajuato, Mexico  
Paul Cisneros, Institute for Higher National Studies, Ecuador  
Luis Henrique Cunha, Universidad Federal de Campina Grande (UFCG), Brazil  
Javier Gonzaga Valencia Hernández, University of Caldas, Colombia  
Leó Heller, Federal University of Minas Gerais, Brazil  
Gustavo Kohan, National University of General Sarmiento (UNGS), Argentina  
Alex Latta, Wilfrid Laurier University, Canada  
Elma Montaña, National Council of Scientific and Technical Research (CONICET) Argentina  
Jesús Raúl Navarro García, Higher Council for Scientific Research (CSIC) Spain  
Leandro del Moral Ituarte, University of Seville, Spain  
Cidoval Morais de Sousa, State University of Paraíba, Brazil  
Alice Poma, School of Hispanic-American Studies, Seville, Spain  
Antonio Rodriguez Sanchez, Jose Luis Maria Mora Institute, Mexico  
Erik Swyngedouw, University of Manchester, United Kingdom  
María Luisa Torregrosa, Latin American Faculty of Social Sciences, Mexico  
Norma Valencio, University of São Paulo, Brazil

---

### **WATERLAT-GOBACIT Working Papers General editor:**

Jose Esteban Castro  
5th Floor Claremont Bridge Building,  
Newcastle University  
NE1 7RU Newcastle upon Tyne,  
United Kingdom  
E-mail: [esteban.castro@ncl.ac.uk](mailto:esteban.castro@ncl.ac.uk)

---

## **Democratisation of Water and Sanitation Governance by Means of Socio-Technical Innovation**

### **Empowerment, Resilience and Sustainability: Evaluation of an Integrated Water and Sanitation System in a Rural Community in Colombia**

#### **Keywords**

Water and sanitation, socio-technical innovations, inequality, vulnerability, democratization, rural sanitation, community participation, La Vorágine, Cauca Valley, Colombia

---

#### **Editor:**

Jose Esteban Castro  
5th Floor Claremont Bridge Building,  
Newcastle University  
NE1 7RU Newcastle upon Tyne,  
United Kingdom  
E-mail: esteban.castro@ncl.ac.uk

---

#### **Corresponding author:**

For comments or queries about the contents of this Working Paper, contact the corresponding author, Dr. Mariela García Vargas, University of the Valley (UNIVALLE), Colombia.  
E-mail: mariela.garcia@correounivalle.edu.co.

---

**The WATERLAT-GOBACIT Network Working Papers are evaluated in general terms and are work in progress. Therefore, the contents may be updated during the elaboration process. For any comments or queries regarding the contents of this Working Paper, please contact the authors.**

---

**CUADERNOS DE TRABAJO DE LA RED WATERLAT-GOBACIT**

**Serie Proyectos de Investigación**

**Proyecto DESAFIO**

**Cuaderno Vol. 2 N° 9**

**Democratización de la Gobernabilidad de los Servicios de Agua y Saneamiento  
Mediante Innovaciones Socio-técnicas**

**Autonomía, Capacidad de Adaptación y Sostenibilidad: Evaluación del Sistema  
Integrado de Agua y Saneamiento de una Comunidad Rural en Colombia**

**Editor: José Esteban Castro  
Newcastle University**

**Newcastle upon Tyne, Reino Unido, y Santiago de Cali, Colombia**

**Diciembre de 2015**

## **Democratización de la Gobernabilidad de los Servicios de Agua y Saneamiento Mediante Innovaciones Socio-técnicas**

### **Autonomía, Capacidad de Adaptación y Sostenibilidad: Evaluación del Sistema Integrado de Agua y Saneamiento de una Comunidad Rural en Colombia**

#### **Palavras chave**

Agua y saneamiento, innovaciones sociotécnicas, desigualdad, vulnerabilidad, democratización, saneamiento rural, La Vorágine, Valle del Cauca, Colombia

---

#### **Editor:**

Jose Esteban Castro  
5th Floor Claremont Bridge Building,  
Newcastle University  
NE1 7RU Newcastle upon Tyne,  
United Kingdom  
E-mail: esteban.castro@ncl.ac.uk

---

#### **Autora Correspondiente:**

Para enviar comentarios o consultas sobre el contenido de este Cuaderno de Trabajo, por favor contacte a la autora correspondiente, Dra. Mariela García Vargas, Universidad del Valle (UNIVALLE), Colombia.  
E-mail: mariela.garcia@correounivalle.edu.co.

---

**Los Cuadernos de Trabajo de la Red WATERLAT-GOBACIT son evaluados en términos genéricos y constituyen trabajos en proceso de elaboración. Por lo tanto, su contenido puede ser actualizado en el curso de dicho proceso. Por cualquier comentario o consulta respecto al contenido de este Cuaderno, por favor contactar a la autora correspondiente.**

---

## **Tabla de Contenidos**

	Página
Presentation of the SPIDES Series and the Working Paper	1
Presentación de la Serie SPIDES y del Cuaderno de Trabajo	4
Lista de Abreviaturas y Siglas	7
Lista de Figuras	8
Lista de Fotos	9
Lista de Gráficos	10
Lista de Mapas	12
Lista de Tablas	12
Glosario	13
Autonomía, Capacidad de Adaptación y Sostenibilidad: Evaluación del Sistema Integrado de Agua y Saneamiento de una Comunidad Rural en Colombia	
Introducción	14
Capítulo 1. El problema de estudio y su contexto	17
Capítulo 2. Innovación sociotécnica y democratización en comunidades vulnerables	36
Capítulo 3. Metodología	48
Capítulo 4. Evaluación de la innovación sociotécnica	50
Capítulo 5. Análisis y discusión	109
Conclusiones	123
Referencias Bibliográficas	125
Anexos	130

## **Presentation of the SPIDES Series and the Working Paper**

SPIDES stands for Research Projects Series (SPI), DESAFIO Project, for its acronym in Portuguese and Spanish. WATERLAT-GOBACIT is a network dedicated to research, teaching and practical interventions connected with the politics and management of water and water-related activities. The DESAFIO Project ([www.desafioglobal.org](http://www.desafioglobal.org)) was developed by researchers of WATERLAT-GOBACIT's Thematic Area 3, dedicated to the Urban Water Cycle and Essential Public Services, jointly with invited partners.

DESAFIO had a lifetime of 30 months, from 1 February 2013 to 31 July 2015. It was funded by the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement N° 320303. The information contained in the documents published in the SPIDES Series reflects only the views of the researchers, and the European Union is not liable for any use that may be made of the information contained therein.

DESAFIO is the acronym for “Democratisation of Water and Sanitation Governance by Means of Socio-Technical Innovations”, the project's full title. DESAFIO literally means “challenge” in both Portuguese and Spanish, the two main working languages of the project owing to its focus on Argentina, Brazil, and Colombia. This was a fitting acronym for the project, as it concerned what still now after the end of the Millennium Development Goals in 2015, constitutes one of the most difficult challenges facing developing regions: eradicating structural social inequality in the access to essential water and sanitation services. In other words, as the full title states, the project was about the democratization of the politics, management, and access to essential public services, with an empirical focus on water and sanitation services.

The project focused on the study of eight experiences identified in Brazil, Argentina and Colombia, which targeted the deficit of essential services in vulnerable communities through the design and implementation of socio-technical innovations. These experiences had in common an approach that articulated technological development with a clear concern for some aspects of the democratization process, for instance involving community members in one or more stages of the design, implementation, and long-term maintenance of the systems. Bolder initiatives extended the involvement of common citizens to the design of public policy and introducing mechanisms of radical democracy to empower citizens-users to monitor the performance of the government, the service providers, and other relevant power holders. Latin America has been an experimental field for this kind of developments, and the project chose a range of experiences in order to cover a variety of socio-political, cultural, and policy-institutional contexts, in addition to a wide selection of settings including urban and rural communities in the three countries. DESAFIO placed these experiences of socio-technical innovation at the heart of the study: “the main tenet of [the project] is that achieving the development goals set by the international community [...] crucially depends on harnessing existing and developing new appropriate and innovative socio-technical solutions for the provision of safe water and sanitation services” (Castro, 2013: 3).

This way of framing the research problem led to the formulation of specific questions that guided the study:

How can we harness existing and develop new socio-technical innovations in order to change policies, to develop strategies and practical interventions, and to enhance policy learning for tackling unacceptable inequalities and injustice in the access to essential water and sanitation? What conditions, factors and processes facilitate the emergence of socio-technical innovations in this sector? What are the critical requirements to make successful socio-technical innovations sustainable and replicable? What are the obstacles to their sustainability and replication? (Castro, 2013: 3).

In order to respond to these research questions, DESAFIO adopted a comparative, interdisciplinary approach grounded in the social sciences and involving the participation of technical disciplines, particularly sanitary engineering, epidemiology, health, and ecology. It was also transdisciplinary, as the research team included practitioners from public sector and civil society institutions, and was developed in close co-operation with community organizations and other relevant actors. We present a more detailed discussion of the methodological approach employed by the project in another Working Paper of the SPIDES Series (Castro, 2015).

This Working Paper presents an edited version of the research report corresponding to the study of the community-managed wastewater treatment system implemented in La Vorágine, a small town in the periphery of Santiago de Cali's metropolitan area, in the Cauca Valley, Colombia. This was one of DESAFIO's "historical" case studies, as the implementation process started in the 1990s, although the system is still in place today. The case study was coordinated by Dr. Mariela García and Dr. Miguel Peña, from the Cinara Institute, University of the Valley (UNIVALLE), Cali, Colombia.

The innovation was developed through a partnership between the Cinara Institute and international organizations, and consists in an ecological multi-stage filtration system designed to minimize the use of energy and chemicals, using local materials and labor. The implementation and long-term management and maintenance of the system followed a participatory, community-centred approach. In addition to the report presented in this Working Paper, the reader may benefit from complementary information that we have made available online, including video records of public presentations made by the researchers in a number of events organized by DESAFIO. These include the First Project Conference, which took place in Recife on 25 February 2013 (<http://desafioglobal.org/meetings/open-meetings/conference/>), the Final Project Conference that took place in Rio de Janeiro on 27-28 July 2015 (<http://desafioglobal.org/meetings/open-meetings/second-international-conference/>), and a special dissemination seminar that took place in the city of Brasilia on 9 September 2015 (<http://desafioglobal.org/meetings/open-meetings/post-project-meetings/seminar-in-brasilia-9-10-september-2015/day-1-a-seminar-for-research-and-debate-desafio-project-9-september-2015/>). The presentations of the First Conference were published in the SPIDES Series of Working Papers (CASTRO et. al, 2013, available at: <http://waterlat.org/WPapers/WATERLAT%20Working%20Paper%20SPIDES%201.pdf>).

Chapter 1 presents the context of water and sanitation services in Colombia, with emphasis on the situation affecting the rural and peripheral urban areas of the country. In Chapter 2 the authors present a detailed description and explanation of the multi-stage filtration system and

the participatory mechanisms, while Chapter 3 describes briefly the methodology adopted in the study. Chapter 4 offers an evaluation of the results obtained with the implementation of the innovation, including a consideration of the perceptions of local users. Chapter 5 provides the analysis and discussion of the results, while the Conclusions summarize the main findings. An Annex with several sections provides additional information about the methodology used in the study.

The conclusions show that the implementation of the innovation was highly successful, and helped to revert a process of environmental degradation of the local Pance river, which had caused the collapse of the local economy based on the provision of touristic services. This experience of community-centred management, operation and maintenance of an integrated water and sanitation system has attracted significant national and international attention as a model that could be replicated in similar situations. The case has demonstrated the viability of participatory approaches for the provision of safe water and sanitation services in small rural or peripheral urban communities. However, the research also found signs of decline in the participation of community members, which may threaten the sustainability of the model. More importantly, several processes external to the local community, such as the environmental degradation caused by extractive industries and the expansion of urbanization have become significant obstacles for the long-term survival of the community-managed arrangements. Also, there is a clear tension between the touristic activities that constitute the basis of the local economy and the environmental sustainability of the area. More generally, the weakness or even lack of adequate policies to support small-scale, community-managed water and sanitation services, continues to cast doubts on the sustainability and replicability of the experience.

The Working Paper constitutes work in progress that may be revised, and may be further developed and later published in journals or as book chapters. Given the focus of the research, the paper is in Spanish but in due time we will produce publications in English for wider dissemination. We are pleased to present this work to the interested public.

José Esteban Castro  
Co-ordinator and Editor

Newcastle upon Tyne, December 2015

References:

Castro, J. E. (2015). “DESAFIO’s Theoretical and Methodological Framework”, WATERLAT-GOBACIT Network Working Papers, Research Project Series, Project DESAFIO - SPIDES, Vol. 2, N° 13, Newcastle upon Tyne: WATERLAT-GOBACIT Network. Newcastle upon Tyne: Newcastle University.

Castro, J. E. (2013). Democratisation of Water and Sanitation Governance by Means of Socio-Technical Innovation (DESAFIO), Research Proposal (Annex I - Description of Work), ([www.desafioglobal.org](http://www.desafioglobal.org)), EU 7<sup>th</sup> Framework Programme. Newcastle upon Tyne: Newcastle University.

## **Presentación de la Serie SPIDES y del Cuaderno de Trabajo**

SPIDES es la sigla de Serie de Proyectos de Investigación (SPI), Proyecto DESAFIO. WATERLAT-GOBACIT es una red dedicada a la investigación, la enseñanza y las intervenciones prácticas vinculadas con la política y la gestión del agua y las actividades relacionadas con el agua. El Proyecto DESAFIO (<http://desafioglobal.org/es/>) fue desarrollado por investigadores del Área Temática 3 de la Red, dedicada al Ciclo Urbano del Agua y a los Servicios Públicos Esenciales, conjuntamente con investigadores invitados.

DESAFIO tuvo una duración de 30 meses, desde el 1 de febrero de 2013 hasta el 31 de julio de 2015. El proyecto fue financiado por el Séptimo Programa Marco de la Unión Europea para la investigación, el desarrollo tecnológico y la demostración, mediante el contrato N° 320303. Las informaciones contenidas en los documentos publicados en la Serie SPIDES reflejan las opiniones de los investigadores y la Unión Europea no es responsable por el uso que pudiera hacerse de las informaciones contenidas en los mismos.

DESAFIO es la sigla de “Democratización de la Gobernabilidad de los Servicios de Agua y Saneamiento Mediante Innovaciones Socio-técnicas”, que es el título completo del Proyecto. Esta fue una sigla adecuada para el proyecto, ya que el tema tratado, aún hoy después de completarse el período de las Metas de Desarrollo del Milenio en 2015, continúa siendo uno de los desafíos más difíciles que enfrentan los países en desarrollo: la erradicación de las desigualdades estructurales en el acceso a los servicios esenciales de agua y saneamiento. En otras palabras, como lo sugiere el título del proyecto, el objeto de estudio fue el proceso de democratización de la política, la gestión y el acceso a los servicios públicos esenciales, con un enfoque empírico centrado en los servicios de agua y saneamiento.

El proyecto se concentró en el estudio de ocho experiencias identificadas en Brasil, Argentina y Colombia, las cuales tuvieron como objetivo la reducción del déficit en el acceso a los servicios de agua y saneamiento que afecta a las comunidades vulnerables, mediante el diseño e implementación de innovaciones sociotécnicas. Esas experiencias se caracterizaron por tener un enfoque que articulaba el desarrollo tecnológico con una clara preocupación por algunos aspectos del proceso de democratización, por ejemplo involucrando a miembros de las comunidades en alguna de las etapas del diseño, la implementación o el mantenimiento de los sistemas en el largo plazo. Algunas de las iniciativas más osadas extendieron el involucramiento de la ciudadanía al diseño de políticas públicas e introdujeron mecanismos de democracia radical para empoderar a los usuarios-ciudadanos en el monitoreamiento de la performance del gobierno, de las empresas de servicios públicos, y de otros actores que detentan poder político. América Latina ha sido un campo experimental para este tipo de iniciativas y el proyecto seleccionó una variedad de experiencias que cubren diversos contextos socio-políticos, culturales, y de políticas públicas e institucionales, abarcando una amplia selección de escenarios que incluyen comunidades urbanas y rurales en los tres países. DESAFIO dió centralidad en el estudio a esas experiencias de innovación sociotécnica: “el punto de partida del proyecto es que el logro de los objetivos de desarrollo de la comunidad internacional [...] depende crucialmente del aprovechamiento de soluciones sociotécnicas apropiadas e innovadoras ya existentes y de la generación de nuevas innovaciones para la provisión de servicios de agua y saneamiento seguros” (Castro, 2013: 3).

Este enfoque del problema de Investigación condujo a formular preguntas específicas que guiaron el estudio:

¿Cómo es posible aprovechar innovaciones sociotécnicas existentes y desarrollar nuevas innovaciones con el fin de cambiar políticas públicas, formular estrategias e intervenciones prácticas, y mejorar el proceso de aprendizaje en la búsqueda de soluciones para confrontar las inaceptables desigualdades e injusticias existentes en el acceso a los servicios esenciales de agua y saneamiento? ¿Qué condiciones, factores, y procesos facilitan la emergencia de innovaciones sociotécnicas en este sector? ¿Cuáles son los requisitos críticos para hacer que las innovaciones exitosas sean sustentables y replicables? ¿Cuáles son los obstáculos a su sustentabilidad y replicabilidad? (Castro, 2013: 3).

Para responder esas preguntas de investigación, DESAFIO adoptó un enfoque comparativo e interdisciplinario, basado en las ciencias sociales, e involucrando la participación de disciplinas técnicas, especialmente la ingeniería sanitaria, la epidemiología, las ciencias de la salud, y la ecología. El enfoque adoptado fue también transdisciplinario, ya que el equipo de Investigación incluyó gestores del sector público y especialistas de instituciones de la sociedad civil, y fue desarrollado en cooperación estrecha con organizaciones comunitarias y otros actores relevantes. Presentamos una discusión más detallada del enfoque metodológico adoptado por el proyecto en otro Cuaderno de Trabajo de la Serie SPIDES (Castro, 2015).

Este Cuaderno de Trabajo presenta una versión editada del informe de investigación correspondiente al estudio del sistema de tratamiento de aguas residuales manejado por la comunidad implementado en La Vorágine, Valle del Cauca, Colombia. Este fue uno de los estudios de caso “históricos” del proyecto DESAFIO, ya que el proceso de implementación se dio a partir de la década de 1990, aunque el sistema sigue en funciones hasta el día de hoy. El estudio de caso fue coordinado por la Dra. Mariela García y el Dr. Miguel Peña, del Instituto Cinara, Universidad del Valle (UNIVALLE), Cali, Colombia.

La innovación fue desarrollada mediante la cooperación entre el Instituto Cinara y organizaciones internacionales y la misma consiste en un sistema de filtración en múltiples etapas diseñado para minimizar el uso de energía y de químicos, utilizando materiales y mano de obra local. Para la implementación y la gestión y mantenimiento de largo plazo del sistema se adoptó un enfoque participativo, centrado en la comunidad. Adicionalmente al informe presentado en este Cuaderno de Trabajo, el lector puede beneficiarse de información complementaria que hemos hecho disponible online, incluyendo el registro en video de presentaciones públicas hechas por investigadores en varios eventos organizados por DESAFIO. Estos incluyen la Primera Conferencia del Proyecto, que tuvo lugar en la ciudad de Recife, Brasil, el 25 de febrero de 2013 (<http://desafioglobal.org/es/reuniones/reuniones-abiertas/conferencia/>), la Conferencia Final del Proyecto, que tuvo lugar en Río de Janeiro, Brasil, el 27-28 de julio de 2015 (<http://desafioglobal.org/es/reuniones/reuniones-abiertas/segunda-conferencia-internacional/>), y un seminario especial de diseminación que tuvo lugar en Brasilia el 9 de septiembre de 2015 (<http://desafioglobal.org/es/reuniones/reuniones-abiertas/reuniones-pos-proyecto/seminario-en-brasilia-9-10-de-septiembre-de-2015/>). Las presentaciones de la Primera Conferencia fueron publicadas en otro Cuaderno de Trabajo de la Serie SPIDES (Castro et. al., 2013, disponible en: <http://waterlat.org/WPapers/WATERLAT%20Working%20Paper%20SPIDES%201.pdf>).

**Castro, José Esteban (Ed.)**

---

El Capítulo 1 presenta el contexto de la provisión de servicios de agua y saneamiento en Colombia, con énfasis en la situación que afecta a las áreas rurales y de la periferia urbana del país. En el Capítulo 2 los autores presentan una descripción y explicación detallada del sistema de filtración en múltiples etapas y de los mecanismos participativos, mientras que el Capítulo 3 describe brevemente la metodología adoptada en el estudio. El Capítulo 4 ofrece una evaluación de los resultados obtenidos con la implementación de la evaluación, incluyendo una consideración de las percepciones de los usuarios. El Capítulo 5 presenta un análisis y discusión de los resultados, mientras que las Conclusiones resumen las enseñanzas principales del estudio. Un Anexo con varias secciones suministra información adicional sobre la metodología utilizada en el estudio.

Las conclusiones muestran que la implementación de la innovación fue muy exitosa y ayudó a revertir un proceso de degradación ambiental del río Pance, un problema que había causado el colapso de la economía local basada en la provisión de servicios turísticos. Esta experiencia de gestión, operación y mantenimiento de un sistema integrado de agua y saneamiento centrada en la comunidad ha atraído considerable atención a nivel nacional e internacional como un modelo que podría ser replicado en situaciones similares. El caso ha demostrado la viabilidad de los enfoques participativos para la provisión de servicios de agua y saneamiento seguros en pequeñas comunidades rurales o urbano-periféricas. Sin embargo, la investigación también encontró signos de debilitamiento en la participación de los miembros de la comunidad, lo cual puede amenazar la sustentabilidad del modelo. Más importante, varios procesos externos a la comunidad local, como la degradación ambiental causada por las industrias extractivas y la expansión de la urbanización se han convertido en obstáculos significativos para la sobrevivencia del sistema comunitario en el largo plazo. También, se detecta una clara tensión entre las actividades turísticas que constituyen la base de la economía local y la sustentabilidad ambiental del área. Por otra parte, a nivel más general, la debilidad, si no la falta de políticas públicas adecuadas para apoyar a los servicios de agua y saneamiento manejados por comunidades continúa poniendo en duda la sustentabilidad y replicabilidad de este tipo de experiencias.

El Cuaderno de Trabajo incluye material en progreso que puede ser revisado y desarrollado para su publicación posterior en revistas o como capítulos en libros. Nos complace presentar el trabajo al público interesado.

José Esteban Castro  
Coordinador y Editor  
Newcastle upon Tyne, diciembre de 2015

Castro, J. E. (2015). “DESAFIO’s Theoretical and Methodological Framework”, WATERLAT-GOBACIT Network Working Papers, Research Project Series, Project DESAFIO - SPIDES, Vol. 2, Nº 13, Newcastle upon Tyne: WATERLAT-GOBACIT Network. Newcastle upon Tyne: Newcastle University.

Castro, J. E. (2013). Democratisation of Water and Sanitation Governance by Means of Socio-Technical Innovation (DESAFIO), Research Proposal (Annex I - Description of Work), ([www.desafioglobal.org](http://www.desafioglobal.org)), EU 7<sup>th</sup> Framework Programme. Newcastle upon Tyne: Newcastle University.

## **Lista de Abreviaturas y Siglas**

ASOVORAGINE	Asociación de Usuarios de Acueducto y Alcantarillado de La Vorágine
Bh-P	Bosques húmedos Premontanos
CINARA	Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico
COLCIENCIAS	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
CORPOCUENCAS	Corporación Vallecaucana de las Cuencas Hidrográficas y el Medio Ambiente
CRA	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
CVC	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DAGMA	Departamento Administrativo de Gestión Municipal Ambiental
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ECOTEC	Ecotecnologías
EMCALI	Empresas Municipales de Cali
EPT	Evapotranspiración potencial
FLA	Filtración Lenta en Arena
FiME	Filtración en Múltiples Etapas
IAP	Investigación Acción Participativa
INSFOPAL	Instituto de Fomento Municipal
IRABA	Índice de Riesgo por abastecimiento
IRC	International Water and Sanitation Centre
IRCA	Índice de riesgo de agua para consumo humano
M.S.N.M	Metros sobre el Nivel del mar
MCS	Mesa de Concertación en Salud
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización no gubernamental
PDA	Planes Departamentales de Agua
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
PTAP	Planta de Tratamiento de Agua Potable
PTARD	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas
RAS	Red de Alcantarillado Simplificado
SAS	Servicios de Agua y Saneamiento
SISVEA	Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Salud Ambiental
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
SSPM	Secretaria de Salud Pública Municipal
TRANSCOL	Programa de transferencia de tecnología en sistemas de abastecimiento de agua en la república de Colombia
UE	Unión Europea

## **Lista de Figuras**

- Figura N° 1 Esquema de la zona de inundaciones cercanas a la PTARD
- Figura N° 2 Noticia que muestra a Pance como lugar para vacacionar
- Figura N° 3 Solución de saneamiento predominante en la zona en las década del ochenta
- Figura N° 4 Noticia sobre la contaminación del río Pance con aguas residuales en 1989
- Figura N° 5 Noticia sobre degradación de las aguas del río Pance en 1982
- Figura N° 6 Esquema elaborado por la comunidad sobre los componentes del sistema de recolección de aguas residuales La Vorágine
- Figura N° 7 Estratificación realizada por la comunidad en 1994
- Figura N° 8 Esquema general de la PTAR en la Vorágine
- Figura N° 9 Esquema general del tanque séptico
- Figura N° 10 Esquema general de la PTAR
- Figura N° 11 Organigrama de Asovorágine
- Figura N° 12 Ubicación, clasificación y evaluación de los principales servicios ecosistémicos del Corregimiento de Pance
- Figura N° 13 Mural representativo de la zona de estudio realizado por estudiantes de la Institución Educativa Pance
- Figura N° 14 Urbanizaciones al margen del río Pance

## **Lista de Fotos**

- Foto N° 1      Creciente río Pance en 1993
- Foto N° 2      La Vorágine en los años ochenta
- Foto N° 3      Viviendas al margen del río Pance
- Foto N° 4      Taller comunitario en 1994
- Foto N° 5      Construcción PTARD Fase 1
- Foto N° 6      Primera etapa PTAP
- Foto N° 7      Etapa final PTAP
- Foto N° 8      Humedales superficiales
- Foto N° 9      Ampliación PTAR - Fase II
- Foto N° 10     Turismo en La Vorágine los fines de semana
- Foto N° 11     La Vorágine en el año 2014
- Foto N° 12     Río Pance aguas arriba de la población de La Vorágine
- Foto N° 13     Diversidad de aves en la parte media-baja de la microcuenca del río Pance (Ecoparque)
- Foto N° 14     Regulación hídrica en la microcuenca de Pance
- Foto N° 15     Servicios ecosistémicos de turismo (recreación) y culturales (estético)
- Foto N° 16     Comparación de vegetación riparia en dos zonas de la microcuenca del río Pance
- Foto N° 17     Recuperación de la vegetación riparia del margen del río Pance en el sector del Ecoparque
- Foto N° 18     Creciente del río Pance
- Foto N° 19     Cambio de cauce del río Pance - Parte alta
- Foto N° 20     Extracción de material de arrastre en el río Pance
- Foto N° 21     Balneario La Cascada, aguas arriba de la bocatoma

## **Lista de Gráficos**

- Gráfico N° 1 Evolución de coberturas de acueducto entre 1997-2013
- Gráfico N° 2 Evolución de coberturas de alcantarillado entre 1997-2013
- Gráfico N° 3 Casos de cólera en Colombia entre 1991-2000
- Gráfico N° 4 Departamentos de Colombia con mayores casos de cólera entre 1994-1996
- Gráfico N° 5 Calidad del agua según la comunidad
- Gráfico N° 6 Usos y fuentes de agua
- Gráfico N° 7 Disposición de aguas residuales en la vivienda
- Gráfico N° 8 Manejo de las aguas lluvias en los hogares
- Gráfico N° 9 Disposición de residuos sólidos en la localidad
- Gráfico N° 10 Trayectoria de los habitantes en la localidad
- Gráfico N° 11 Tenencia de la vivienda
- Gráfico N° 12 Tipo de vivienda
- Gráfico N° 13 Ingresos mensuales por hogar
- Gráfico N° 14 Número de personas que trabajan en el hogar
- Gráfico N° 15 Número de casos presentados de enfermedades relacionadas con la calidad del agua en las veredas de Pance entre 2007 – 2013
- Gráfico N° 16 Práctica de lavado de manos del encuestado
- Gráfico N° 17 Percepción sobre administración de los SAS
- Gráfico N° 18. Percepción de las tarifas de energía, acueducto y alcantarillado
- Gráfico N° 19 Asistencia a las asambleas de usuarios
- Gráfico N° 20 Participación en la elección de representantes administradores de los SAS
- Gráfico N° 21 Diversidad de trabajos realizados la microcuenca del Río Pance

Gráfico N° 22 Trabajos realizados en la microcuenca del río Pance por universidades de la región

Gráfico N° 23 Artículos de prensa relacionados con la microcuenca

Gráfico N° 24 Clasificación de los impactos ambientales por la comunidad

Gráfico N° 25 Percepción de la comunidad del estado del río Pance

Gráfico N° 26 Percepción de la comunidad sobre la calidad del río Pance en los próximos 10 años

## **Lista de Mapas**

- Mapa N° 1 Localización de La Vorágine, Cali
- Mapa N° 2 Pérdida de vegetación en la microcuenca del río Pance. 2000-2014

## **Lista de Tablas**

- Tabla N° 1 Afluencia de turistas en un día festivo de 1994
- Tabla N° 2 Recuento de coliformes fecales en el río Pance en 1994
- Tabla N° 3 Tasa de morbilidad por cada 100 habitantes, en la Vereda La Vorágine
- Tabla N° 4 La Vorágine antes de la innovación socio-técnica
- Tabla N° 5 Parámetros de diseño tanque séptico
- Tabla N° 6 Parámetros de diseño Filtro Anaerobio
- Tabla N° 7 Parámetros de diseño Humedal
- Tabla N° 8 Calificación de la afectación de los servicios ecosistémicos
- Tabla N° 9 Índice de riesgo por abastecimiento año 2011
- Tabla N° 10 La Vorágine después de la innovación socio-técnica
- Tabla N° 11 Tarifas de agua potable por categoría de usuario
- Tabla N° 12 Tipos de visitantes recibidos por Asovorágine
- Tabla N° 13 Características fisiográficas de la microcuenca del río Pance
- Tabla N° 14 Distribución del uso del suelo en la microcuenca del río Pance
- Tabla N° 15 Clasificación de los diferentes ecosistemas de la zona de Pance
- Tabla N° 16 Tipo y número de artículos de prensa relacionados con la microcuenca del río Pance entre los años 1980-2014
- Tabla N° 17 Conflictos ambientales en el corregimiento de Pance

## **Glosario**

**Alcantarillado:** Estructura compuesta por redes de tuberías que transportan las aguas residuales o servidas de un asentamiento humano para ser vertidas directamente al suelo, a fuentes de agua superficiales, a mares o a una planta de tratamiento.

**Colciencias:** Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Se encarga de promover políticas públicas para fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación-CT+I en Colombia. Promueve la producción y uso de conocimientos, fortalece capacidades para desarrollar CT+I, y propicia la circulación y uso de los resultados de la investigación para el desarrollo integral del país y el bienestar de los colombianos.

**Comisión de Regulación de Agua:** Es una unidad administrativa especial con independencia administrativa, técnica y patrimonial adscrita al ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio que tiene como función regular los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, mediante la expedición de normas de carácter general o particular, con el objetivo de promover la competencia entre quienes presten los servicios de agua potable y saneamiento básico o regular los monopolios de tales servicios, así como de garantizar servicios de calidad.

**Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's):** Entes corporativos de carácter público, cuya jurisdicción la constituye un territorio con unidad ecosistémica, geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica. Las Corporaciones tienen autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, están encargadas de administrar, dentro del área de su jurisdicción el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, teniendo en cuenta las disposiciones legales y las políticas del ministerio del Medio Ambiente. En el departamento del Valle del Cauca tiene jurisdicción la Corporación Autónoma Regional del Valle (CVC).

**Corregimiento:** Es la división político-administrativa del área rural de los municipios colombianos. El artículo 117 de la ley 136 de 1.994 faculta a los Concejos Municipales para que mediante acuerdos establezcan esta división, con el propósito de mejorar la prestación de los servicios y asegurar la participación de la ciudadanía en los asuntos públicos de carácter local.

**DANE:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística, es la entidad responsable de la planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia. Pertenece a la rama ejecutiva del Estado colombiano. Esta entidad ofrece al país y al mundo investigaciones sobre todos los sectores de la economía, la industria, la población, el sector agropecuario y la calidad de vida, entre otras.

**Departamento Nacional de Planeación (DNP):** División administrativa que pertenece a la rama ejecutiva del poder público y depende directamente de la presidencia de la república. Tiene a su cargo el impulso de la implantación de una visión estratégica del país en los campos social, económico y ambiental, a través del diseño, la orientación y la evaluación de las políticas públicas y del manejo y asignación de la inversión pública.

**Empresas Municipales de Cali (EMCALI):** Es la empresa prestadora de servicios públicos esenciales (servicio de agua potable, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales y energía) y complementarios (telefonía, internet y televisión por cable) a la ciudad de Cali. Fue fundada en 1910.

**Planes Departamentales de Agua (PDA):** Son un conjunto de estrategias de orden fiscal, presupuestal, político, institucional, técnico y financiero de corto, mediano y largo plazo formuladas bajo la coordinación de los departamentos para orientar el sector en el ámbito de su jurisdicción. De acuerdo con sus objetivos los Planes buscan acelerar la modernización sectorial y el crecimiento de las coberturas, para lo cual, entre sus estrategias, se encuentran promover la coordinación interinstitucional, la vinculación de operadores especializados y el establecimiento de empresas regionales para mejorar la calidad del servicio.

**Plan Nacional de Desarrollo (PND):** Es el documento formulado por cada presidente de la república y su equipo de gobierno, bajo la coordinación del Departamento Nacional de Planeación (DNP), que provee los lineamientos estratégicos de las políticas públicas para cada período de gobierno. De acuerdo con la Constitución política de Colombia de 1991, en este documento se señalan los propósitos y objetivos nacionales de largo plazo, las metas y prioridades de la acción estatal en el mediano plazo y las estrategias y orientaciones generales de la política económica, social y ambiental que serán adoptadas por el gobierno. El DNP, además de su elaboración, es responsable de la socialización, evaluación y seguimiento.

**Plan de Ordenamiento Territorial (POT):** Es un instrumento de planificación del desarrollo local, de carácter técnico, normativo y político con una visión de largo plazo. Implica el conjunto de acciones, políticas administrativas y de planeación física, que regulan la utilización, ocupación y transformación del espacio físico urbano y rural. Este instrumento es formulado por la administración municipal, concertado con la ciudadanía, aprobado por los Consejos Municipales y adoptado por decreto. El POT permite identificar las potencialidades del municipio y plantear las acciones prioritarias para su desarrollo, a partir del ordenamiento físico del territorio.

**Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD):** Es un organismo de carácter técnico, creado por la Constitución de 1991, que ejerce la inspección, vigilancia y control las entidades y empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios, protege la competencia y los derechos de los usuarios.

**Sistema de Abastecimiento de Agua:** Como su nombre lo indica es un sistema integrado por la fuente abastecedora, las estructuras de captación, transporte, tratamiento y distribución del agua e instalaciones intradomiciliarias para el suministro a una población humana determinada.

**Vereda:** Subdivisión político-administrativa de los corregimientos rurales.

## **Tapa del informe original**



### **CASE STUDY REPORT**

**Empowerment, Resilience and Sustainability: Evaluation of an Integrated Water and Sanitation System in the Rural Community of La Vorágine, Colombia**

**Work Package 2 Report  
(Deliverable 2.4)**

#### **Authors**

Miguel Peña  
Mariela García  
Andres Fernando Toro  
Julieth Vargas  
Victor Alfonso Ceron  
Eidenober Mena  
Viviana Orjuela

#### **Consortium Partners**



Santiago de Cali, Colombia, 30 November 2014

DESAFIO is a Collaborative Project (CP-FP-SICA) funded by the European Union's Seventh Framework Cooperation Programme. Grant Agreement N° 320303.



Coordinator's Address: 5th Floor Claremont Bridge Building, NE1 7RU Newcastle upon Tyne, United Kingdom  
[E-mail us here](#) – [DESAFIO'S Website](#)

## **Autonomía, Capacidad de Adaptación y Sostenibilidad: Evaluación del Sistema Integrado de Agua y Saneamiento de una Comunidad Rural en Colombia**

Dra. Mariela García<sup>1</sup>  
Dr. Miguel Ricardo Peña  
Ing. M.Sc. Andrés Fernando Toro  
Soc. Esp. Julieth Vargas  
Bio. M.Sc. Víctor Alfonso Cerón  
Adm. Esp. Shirley Paola Tamayo  
Tec. Eidenober Mena  
Tec. Viviana Orjuela  
Est. Soc. Diana Morales  
Est. Soc. Sara Isabel Bolaños  
Com. Social Ruby Johanna Vidal

Universidad del Valle (UNIVALLE), Santiago de Cali, Colombia

### **Introducción**

El proyecto “Democratización de la gobernabilidad de los servicios de agua y saneamiento mediante innovaciones socio-técnicas”, DESAFÍO hace parte del Séptimo Programa Marco de la Unión Europea, está orientado a evaluar experiencias existentes en agua y saneamiento, y a ejecutar soluciones socio-técnicas innovadoras en comunidades vulnerables de áreas urbanas, periurbanas y rurales de América del Sur, con particular énfasis en Brasil, y análisis de casos en Colombia y Argentina. El proyecto es coordinado por la Universidad de Newcastle (Reino Unido) y hacen parte del equipo ejecutor la Universidad de Coimbra (Portugal), las Universidades Federal de Minas Gerais, Federal de Pernambuco, Federal do Rio de Janeiro, y la Empresa de Agua y Saneamiento de Ceará (Brasil); así como la Universidad de Rosario (Argentina) y la Universidad del Valle a través del Instituto Cinara (Colombia).

Por lo tanto, este proyecto representa literalmente un “desafío” cuyo concepto clave es hacer una contribución a la lucha contra lo que es posiblemente uno de los mayores retos que enfrenta Brasil, y los países latinoamericanos en general, en el siglo XXI: erradicar la desigualdad social estructural en el acceso a los Servicios esenciales de Agua y Saneamiento (SAS) (Castro, 2007, Heller, 2009, LATINOSAN, 2007- 2010). En este sentido, el principio fundamental de esta propuesta es contribuir a los objetivos fijados por la comunidad internacional durante los próximos dos decenios con relación a la reducción de los niveles de pobreza y el mejoramiento de la sostenibilidad ambiental, lo cual depende de manera crucial del aprovechamiento de las soluciones socio-técnicas

---

<sup>1</sup> E-mail: mariela.garcia@correounivalle.edu.co..

apropiadas e innovadoras existentes y del desarrollo de nuevas soluciones para la provisión de SAS seguros.

El objetivo general de la propuesta es evaluar las experiencias existentes y desarrollar nuevas estrategias que produzcan soluciones socio-técnicas sostenibles, apropiadas e innovadoras que promuevan el desarrollo económico y social a través de la transformación social en comunidades vulnerables, particularmente con referencia al acceso a Servicios de Agua y Saneamiento (SAS) seguros. Estas estrategias serán desarrolladas a través de la investigación y la creación de una red de contactos que involucre activamente a las comunidades beneficiarias, profesionales, autoridades locales y otros actores pertinentes en su planeación, diseño, evaluación, implementación, monitoramiento, validación y difusión.

El estudio de caso que aquí se presenta, corresponde a un caso histórico; aborda la experiencia de gestión comunitaria autónoma de una innovación socio-técnica en manejo y disposición de aguas residuales y abastecimiento de agua potable, que se desarrolló en la vereda La Vorágine, área peri-urbana de la ciudad de Cali, Colombia; la cual se llevó a cabo en un período en que el país vivía un proceso de transición entre un manejo centralizado de los SAS y dejar la responsabilidad de estos servicios en manos de los municipios.

La vereda La Vorágine está localizada en la entrada del Parque Nacional Natural Los Farallones de Cali<sup>2</sup> en el cual nacen más de 30 ríos que abastecen el suroccidente de Colombia. Justamente, La Vorágine está situada a orillas de uno de éstos ríos, el Pance, fuente de atracción turística para los habitantes de la ciudad de Cali, en busca de descanso y recreación, a través de actividades acuáticas de contacto primario y físicas que realizan en sus alrededores. De manera que, el turismo se ha convertido en la principal fuente de sustento de los habitantes de La Vorágine. La ciudad ejerce una gran presión sobre esta zona dada la variedad de servicios ecosistémicos que ésta ofrece, tales como, regulación hídrica, provisión de agua para diferentes usos, criadero y refugio de fauna y flora, y contemplación del paisaje; lo cual genera una vulnerabilidad socio-ambiental en el área.

En este caso la innovación socio-técnica surgió como respuesta a la contaminación que presentaba el río Pance debido a la situación precaria de las soluciones individuales de saneamiento que poseían los habitantes de la Vorágine. La alerta dada por la prensa local generó una baja en la afluencia de turistas a la zona, lo cual ocasionó una reducción en los ingresos de los habitantes del lugar e impulsó a la comunidad a buscar una solución al problema. Los residentes locales organizados y contando con el apoyo de la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de la ciudad de Cali, las autoridades ambientales y de salud y el Instituto Cinara de la Universidad del Valle emprendieron el desarrollo de un proceso socio-técnico que incluyó el diseño y ejecución de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Este proceso implicó la movilización de la comunidad, su empoderamiento y la formación de un ente comunitario autónomo para administrar estos servicios. Este caso de estudio evalúa sistemáticamente esta experiencia

---

<sup>2</sup> Colombia cuenta con un Sistema Nacional de Áreas Protegidas integrado por 56 áreas naturales, de las cuales 42 son Parques Nacionales Naturales ubicados en diferentes ecosistemas estratégicos. El Parque los Farallones es el área protegida más grande en el Valle del Cauca con una extensión de 206.770 hectáreas, agrupa diversidad de ecosistemas y de climas, y alberga más de 300 especies de aves.

concentrándose en conceptos como empoderamiento, sustentabilidad y resiliencia, para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

- Contextualizar el caso de La Vorágine en el marco del Proyecto DESAFIO, profundizando en el análisis de la resiliencia socio-ecosistémica de la zona.
- Describir los elementos claves del proceso de innovación socio-técnica y su contribución para enfrentar la vulnerabilidad ambiental de la zona.
- Evaluar los impactos de la innovación socio-técnica en la democratización de los SAS en La Vorágine.

El presente documento después de contextualizar el problema de estudio presenta la innovación socio-técnica que se desarrolló en La Vorágine; la metodología utilizada en el estudio y evalúa los resultados de la implementación de la innovación socio-técnica a través del examen cuidadoso de las siguientes dimensiones: Técnico-infraestructural, económico-financiera, salud, socio-político y cultural, político institucional y ecológico-ambiental. Finalmente, analiza dichos resultados y elabora conclusiones.

## **Capítulo 1. El problema de estudio y su contexto**

En Colombia desde los años cincuenta, hasta la expedición del Decreto 77 de 1987 por medio del cual se descentralizó el país, el gobierno nacional era el responsable de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico y el sector de agua potable dependía institucionalmente del Ministerio de Salud. La administración de estos servicios en las zonas urbanas se encontraba en manos del Instituto de Fomento Municipal (INSFOPAL), creado en 1950. Las zonas rurales estaban en manos de las organizaciones comunitarias, fundamentalmente de Juntas de Acción Comunal o de Juntas Administradoras del Acueducto, apoyadas por el Programa de Saneamiento Básico Rural del Instituto Nacional de Salud, con excepción de los departamentos de Antioquia y Valle del Cauca donde esa labor la hacían las Secretarías Departamentales de Salud.

El INSFOPAL llevó el tratamiento del agua y el alcantarillado a las ciudades capital de departamento. Mientras que en el sector rural el programa de Saneamiento Básico Rural se ocupó de la construcción de infraestructura, el seguimiento a las organizaciones comunitarias y su capacitación especialmente en el tema de recaudo de tarifas. Cuando estas dos instancias se liquidaron para dar cumplimiento a la descentralización, pasa la responsabilidad a los municipios y se crea la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico en el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, como instancia directriz del sector, la cual ha migrado por diferentes dependencias (Departamento Nacional de Planeación; Ministerio de Desarrollo Económico; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) y actualmente se encuentra en el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio bajo la denominación de Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. El Ministerio de Salud y Protección Social, hasta el presente continúa encargado de controlar y vigilar la calidad del agua y de los sistemas de disposición de aguas residuales y desechos sólidos.

En 1991 Colombia expide una nueva Constitución que define los lineamientos de la transformación del sector y establece que “los servicios públicos podrán ser prestados por organismos estatales, privados, mixtos o por las comunidades organizadas” (Artículo 366), esta normativa genera condiciones para la autonomía de la gestión comunitaria de los SAS, porque termina con el tutelaje de las organizaciones comunitarias por parte del Estado. Ya no serán los promotores de saneamiento rural quienes tomarán las decisiones importantes sobre el manejo de los sistemas de agua y de los recursos provenientes de las tarifas sino las organizaciones comunitarias.

Paradójicamente, la gestión comunitaria del agua rural entra en una especie de limbo y aislamiento pues aún, en el presente, 27 años después del proceso de descentralización, muchos gobiernos municipales fundamentalmente concentran su acción en las cabeceras municipales y no han logrado encontrar un mecanismo para apoyar a las organizaciones rurales. De manera que en el sector rural se realiza fundamentalmente lo que las comunidades logran gestionar, de ahí la importancia de una experiencia como la adelantada por la Secretaría de Salud de Cali con la creación de la Mesa de Concertación en Salud, encargada de brindar apoyo en temas de SAS a la zona rural de la ciudad.

También la Constitución, en su artículo 270, establece la participación ciudadana como mecanismo de veeduría de la gestión pública. La Ley 134 de 1994 (Ley de participación ciudadana), en el Artículo 100, determina que “Las organizaciones civiles

podrán constituir veedurías ciudadanas o juntas de vigilancia a nivel nacional y en todos los niveles territoriales, con el fin de vigilar la gestión pública, los resultados de la misma y la prestación de los servicios públicos”. Esto ha permitido que las comunidades por medio de la organización de Comités de Veeduría puedan vigilar la calidad de las obras de los SAS.

En 1994 se promulga la Ley 142 o Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios, la cual abrió espacio para los prestadores privados, argumentando la búsqueda de la eficiencia, la competitividad y el mejoramiento de la calidad del servicio. Esta ley estableció los Fondos de Solidaridad y Redistribución del Ingreso como mecanismo para asegurar los subsidios a los estratos 1, 2 y 3; redefinió las competencias de las instituciones del sector y creó nuevos organismos como la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) para vigilar y controlar la calidad de los servicios y el desempeño de las empresas del sector y la Comisión de Regulación de Agua (CRA) encargada de generar el marco regulatorio sectorial y de establecer una metodología tarifaria para la recuperación de los costos de inversión, de operación y de administración (Congreso de la República de Colombia, 1994).

Los nuevos organismos como la CRA y la SSPD generaron una normatividad homogénea (los mismos instrumentos debían ser diligenciados por la gran ciudad, el pequeño municipio y el sector rural<sup>3</sup>) sin tener en cuenta las especificidades del área rural, lo cual generó un rechazo por parte de las organizaciones comunitarias a su legalización por temor a recibir multas ante el incumplimiento de las normas. Sólo a finales del 2010 surge el SUI Rural<sup>4</sup> que disminuye notablemente el número de formularios a diligenciar y la complejidad de las preguntas, sin embargo todavía no satisface las expectativas de los usuarios. En el año en el año 2000, al interior de la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo se creó el programa Cultura Empresarial<sup>5</sup> que como su nombre lo indica estaba orientado a fortalecer las empresas prestadoras de servicios públicos del pequeño municipio.

En cumplimiento de los artículos 356 y 357 de la Constitución Política de Colombia se establecieron mecanismos de transferencia de recursos desde el gobierno central a los entes territoriales que se reglamentaron en la Ley 60 de 1993 y cuya orientación ha tenido dos reformas importantes, en el año 2001 y en el año 2007, para adecuarse a las condiciones económicas del país. En el año 2001 se creó el Sistema General de Participaciones, SGP que está constituido por los recursos que la Nación transfiere a los departamentos, distritos y municipios y que fue reglamentado por la ley

---

<sup>3</sup> Uno de los casos más dramáticos lo representa el Sistema Único de Información, SUI mediante el cual las empresas de servicios públicos rinden cuentas a la SSPD. Éste fue diseñado para grandes prestadores urbanos. Los formularios para ingresar la información manejan un lenguaje complejo y contienen preguntas que no pueden responder los pequeños prestadores rurales y su diligenciamiento en línea se hace casi imposible dada las dificultades de conectividad que todavía registra el medio rural.

<sup>4</sup> El SUI Rural es el resultado de un proyecto que se adelantó entre en la SSPD, Unicef-Colombia, Gobernación de Caldas, Instituto Cinara de la Universidad del Valle y AQUACOL.

<sup>5</sup> El Programa Cultura Empresarial produjo cinco cartillas (Gestión Empresarial, Catastro de Usuarios, Catastro de Redes, Costos y Tarifas, y Agua No Contabilizada) y un software financiero y comercial denominado INTEGRIN orientados a la modernización de las entidades prestadoras de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en los municipios menores y zonas rurales.

715 de ese año. Con la expedición de la ley 1176 de 2007 se establece de manera específica que el 5,4% del total de las transferencias del SGP debe ser destinado a agua potable y saneamiento básico y entre las destinaciones de ese monto define el pago de subsidios a los estratos 1, 2 y 3 pero también la financiación de infraestructura, desarrollo de estudios y diseños, fortalecimiento institucional, etc. Con la creación en el año 2011 del Sistema General de Regalías, otra fuente de ingresos para la ejecución de proyectos SAS, es el Fondo de Desarrollo Regional desde el cual se pueden financiar proyectos de desarrollo económico, social y ambiental de las entidades territoriales.

Con la expedición del Decreto 3200 de 2008 el gobierno nacional creó los Planes Departamentales de Agua (PDA)<sup>6</sup> como la estrategia nacional del sector de agua y saneamiento. Con esta estrategia se asignó a los departamentos la responsabilidad de la planeación, construcción de infraestructura e incluso creación de empresas regionales de SAS.<sup>7</sup> Esta medida revierte en parte el rol de los municipios y limita la autonomía que la descentralización les había otorgado para el manejo del sector.

Los argumentos que se dieron para promover los PDA fueron las persistentes deficiencias del sector después de expedida la Ley 142, entre las cuales se encuentran:

- Ausencia de economías de escala
- Muchos municipios aún prestan directamente los servicios de agua, aunque la Ley 142 había ordenado la conformación de empresas de servicios públicos
- Fuentes financieras dispersas y desarticuladas
- Inversión municipal poco racional
- Baja capacidad financiera para invertir

Con el establecimiento de los PDA los municipios siguen con la responsabilidad de garantizar la prestación de los servicios de agua, cuentan con los recursos que reciben de la nación para subsidios a la población con menores recursos económicos y para la realización de obras e inversiones, pero deben transferir una parte de sus recursos a los departamentos. Los operadores, en su mayoría empresas de servicios públicos domiciliarios, se encargan de administrar los servicios, operar y mantener los sistemas de agua y saneamiento.

Ahora bien, según datos oficiales en Colombia existen alrededor de 12.000 prestadores, aproximadamente 11.500 son organizaciones comunitarias, mientras que los 500 restantes son empresas municipales, mixtas y privadas. Rojas et al. (2010) mencionan que el 90.5% de las organizaciones que prestan el servicio de agua en el sector rural colombiano y en algunos pequeños municipios son de carácter comunitario organizados a través de Juntas Administradoras de Acueducto, Juntas de Acción Comunal, Asociaciones de Usuarios y en algunos casos de entidades cooperativas.

El Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico conjuntamente con el DNP estructuró el documento CONPES 3810 publicado en julio de 2014 con el objetivo de

---

<sup>6</sup> Ante esta nueva orientación se entra en un proceso de traspaso del Programa Cultura Empresarial a los PDA que llevó a su desaparición.

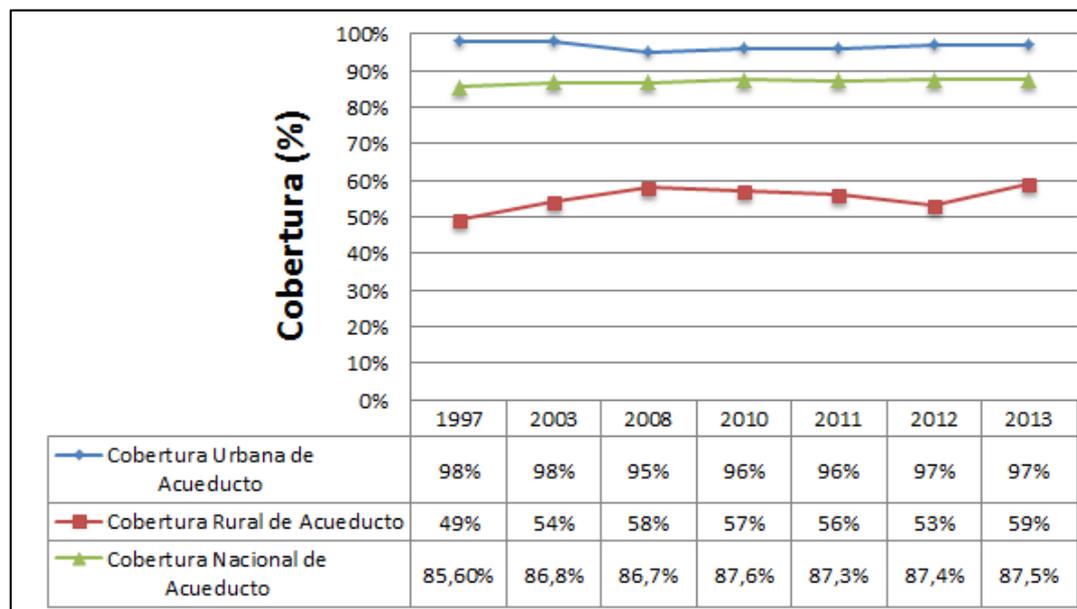
<sup>7</sup> Para la ejecución de los PDA las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) desempeñan un rol importante ya que se encargan de asignar las concesiones de agua para todos los usos, formular los planes de ordenación y manejo de cuencas y controlar la contaminación del agua.

**Castro, José Esteban (Ed.)**

cumplir con lo dispuesto por el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. Se busca formular una política integral de acueducto, alcantarillado y aseo para el sector rural, a través de soluciones que sean acordes con las características de dichas áreas y que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural, financiada con aportes de la Nación y de entidades territoriales y articulada con las estrategias de vivienda rural del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

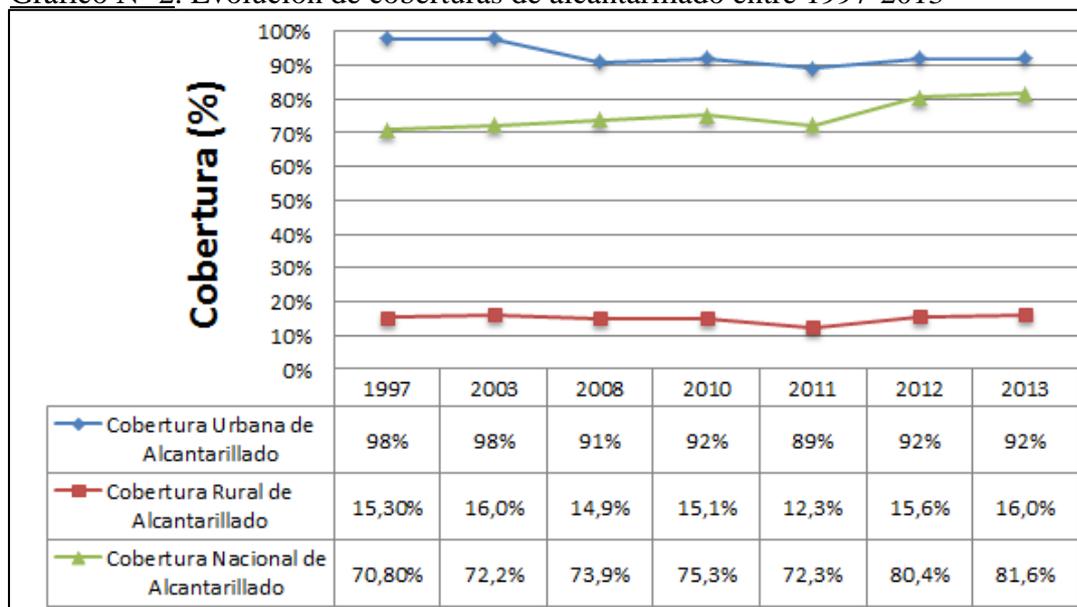
Con relación a las coberturas de SAS el país ha mantenido una constante inequidad entre la situación de las zonas urbanas y rurales. En el año 1997, las coberturas de acueducto y alcantarillado en las áreas urbanas alcanzaban el 98% mientras que en las zonas rurales sólo llegaban al 64% y 15% respectivamente (Ver Gráficos N° 1 y 2). En el año 2013 la cobertura global de agua potable en Colombia se estimaba en 87,5% y la de alcantarillado en 81,6%. Al diferenciar, entre zonas urbanas y rurales, se presenta un gran desbalance porque mientras en la zona urbana la cobertura se estima en 97% para acueducto y en 92 % para alcantarillado; en la zona rural dichos indicadores son sólo de 59% y 16%, respectivamente (CRA, 2013). Sin embargo, estas cifras ocultan la brecha entre las distintas regiones del país, debido a que al discriminarlas, las regiones con menores coberturas son la pacífica y amazónica, y la que tiene mayor cobertura es la central. Adicionalmente, dichas cifras representan coberturas nominales, es decir, hacen referencia a términos de disponibilidad de redes, pero dejan de lado numerosos hogares que carecen de una conexión efectiva a los servicios (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, 2009).

Gráfico N° 1. Evolución de coberturas de acueducto entre 1997-2013



Fuente: CRA, 2013.

**Gráfico N° 2. Evolución de coberturas de alcantarillado entre 1997-2013**



Fuente: CRA, 2013.

El tratamiento de las aguas residuales se introdujo en el país en la década del 60 con la construcción de lagunas de estabilización. A mediados de la década del 90 se empiezan a construir las plantas de tratamiento de las grandes ciudades (Bucaramanga, Medellín, Bogotá y Cali) usando diversas opciones tecnológicas. Bucaramanga, implementó un sistema UASB (reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente), Medellín construyó una planta de lodos activados y las dos ciudades restantes adelantaron un tratamiento primario, el cual consiste en una sedimentación mejorada con porcentajes de eliminación de materia orgánica entre el 40-50%. Para el año 2012 el IDEAM reportó que sólo el 27% de las aguas residuales producidas en el país reciben algún tipo de tratamiento.

La situación descrita anteriormente permite entender que en la década del 90 el tratamiento de las aguas residuales en las zonas rurales no fuera considerado una prioridad. De ahí que, la mayoría de la zona rural y la periferia urbana contaban con pequeños sistemas de abastecimiento de agua de tipo artesanal sin ningún tipo de tratamiento; excretas y aguas residuales dispuestas a campo abierto; alcantarillados rurales y periurbanos con cobertura parcial o que no estaban funcionando, lo mismo que un deterioro acelerado de las microcuencas (Instituto Cinara, 1993).

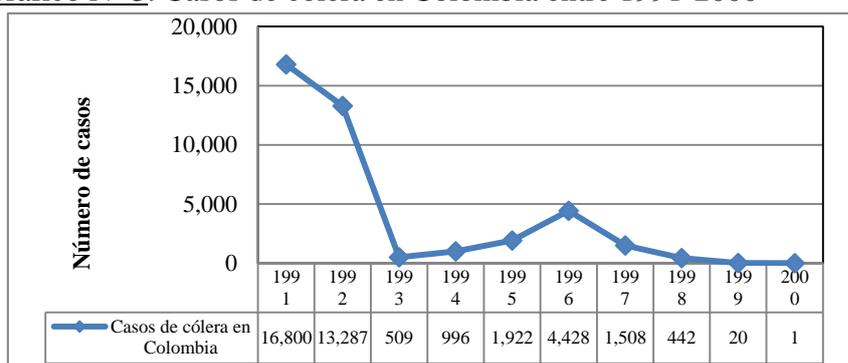
Según la OPS/OMS en 1997 sólo el 5% de las cabeceras municipales de Colombia realizaban algún tipo de tratamiento de las aguas residuales generadas por los servicios de agua y alcantarillado, constituyéndose este factor en causa de contaminación de la calidad de la oferta hídrica. Para el 2005 la Superintendencia de Servicios Públicos reportó que el 8% de las aguas residuales eran tratadas (Colombia, Superintendencia de servicios públicos domiciliarios, 2010). Finalmente, para el año 2010 el MAVDT reportó que cerca de 480 municipios del país contaba con algún tipo de sistema de tratamiento, predominando las lagunas de estabilización (55%), seguido de los lodos activados (22%), filtros percoladores (14%) y UASB (9%). Sin embargo, el 16% de los sistemas no

**Castro, José Esteban (Ed.)**

funcionaban de manera adecuada, y en sólo seis cabeceras municipales se concentraba el 66% del volumen de aguas residuales vertido a las fuentes de agua, además el 16% contaba sólo con tratamiento primario y el 84% alcanza tratamiento secundario.

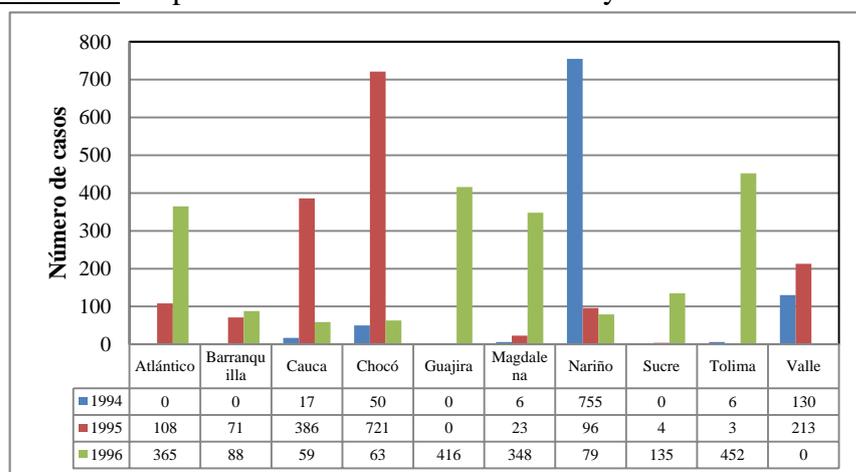
En cuanto a la situación de salud en el país, es necesario resaltar que en la década de los 90, Colombia se vio afectada por la presencia del cólera. Como se muestra en el Gráfico N° 4, en Colombia se reportan los mayores casos de cólera entre los años 1991 y 1992, epidemia que ingresa al país por la Costa Pacífica procedente del Perú (Ministerio de la Protección Social, 2011). Estas cifras presentan una considerable disminución entre los años 1992 y 1993; sin embargo, como se puede observar en el Gráfico N° 4 esta tendencia es afectada por nuevos brotes de la enfermedad en el año 1995 en los departamentos de la Costa Pacífica (Chocó, Cauca y Valle del Cauca) y en 1996 se reportan casos principalmente en los departamentos de la Costa Atlántica (Guajira, Atlántico y Magdalena) con algunos brotes en la zona centro del país. Desde finales de los años 90, ha habido una disminución progresiva de casos, tendencia que ha llegado a cero reportes durante gran parte de la primera década del siglo XXI.

**Gráfico N° 3. Casos de cólera en Colombia entre 1991-2000**



**Fuente:** Instituto Nacional de Salud (sin fecha).

**Gráfico N° 4. Departamentos de Colombia con mayores casos de cólera entre 1994-1996**



**Fuente:** Instituto Nacional de Salud (sin fecha).

En el contexto de la descentralización, la iniciativa tomada por las Empresas Municipales de Cali en 1992 de realizar un inventario de las condiciones de SAS en la zona rural del municipio, a partir del cual se tomaron decisiones para implementar proyectos innovativos que dieran una mejor respuesta a los problemas de la zona rural y de la periferia urbana, fue pionera en generar metodologías para afrontar el proceso de descentralización. Resulta significativo que el nombre con el que se conocieron esos proyectos fue “Proyectos Escuela” o sea que era muy evidente la intención de aprendizaje. Uno de estos proyectos se llevó a cabo en La Vorágine.

### **Contexto ambiental de La Vorágine**

En sólo 30 años, entre 1957 y 1986 el área boscosa (bosque tropical seco) de la superficie del Valle del Cauca se redujo en un 66% (Salazar et al., 2002). Actualmente, sólo quedan algunos relictos de bosque secundario esparcidos a lo largo del Valle, los cuales están en peligro inminente de desaparecer debido a la tala realizada por los propietarios para convertirlos en zonas de cultivos y potreros, dada su alta fertilidad y el valor de la tierra (Armbrecht & Ulloa-Chacón, 1999; H. Garcia, 2012)

De ahí la importancia, de la creación del Parque Nacional Natural de los Farallones de Cali en el año 1968 bajo la resolución 092 del mismo año (PNN, 2005). Este parque se sitúa sobre la cordillera occidental, hacia el suroccidente del departamento en jurisdicción de los municipios de Cali, Jamundí, Dagua y Buenaventura con una extensión de 205.266 Ha. En este Parque nacen varios ríos que son tributarios a dos de las grandes cuencas del país (la cuenca del Atlántico y la del Pacífico). Los ríos Jamundí, Claro, Cali, Meléndez, Pance (cuenca en la que está situada La Vorágine) desembocan en el río Cauca, perteneciente a la cuenca del Atlántico; mientras que los ríos Dagua, Anchicayá, Naya, Yurumanguí, Cajambre, Mayorquín y Raposo desembocan en la Cuenca del Pacífico (Vejarano, 2009).

El parque Los Farallones denota alta sensibilidad o susceptibilidad a procesos de alteración o pérdida de biodiversidad por la sobreexplotación, contaminación, introducción de especies, y principalmente, por el tráfico de flora y fauna silvestre. Aún así, es el principal proveedor de agua de los centros poblados y acueductos veredales de Cali y Jamundí. Así mismo, presenta oferta de bellezas paisajísticas debido a sus diferentes biotipos y configuraciones ecológicas, lo cual lo convierte en el principal ecosistema estratégico de la región (PNN, 2005).

En la microcuenca del río Pance, se encuentran varias fuentes superficiales que suministran agua para consumo humano, como son las quebradas: Chorro de Plata, La Castellana, El Indio, El Porvenir, El Pato, La Cristalina, La Soledad, San Pablo y El Encanto, entre otras (Sarria, 2001). Además se encuentran en la microcuenca las quebradas y nacimientos: El Líbano, Agua Viva, El Naranjal 1, El Naranjal 2, Quebrada La Chorrera, Quebrada La Castellana, entre otras, de las cuales se abastecen diferentes asentamientos humanos.

Existen diferencias respecto al uso del suelo a lo largo de la microcuenca del río Pance, en la parte alta hay actividad agropecuaria, pero se presenta mayor cobertura vegetal, dado que a partir de la cota 2600 m es área de protección y amortiguamiento del PNN Los Farallones. Sin embargo, hay algunas zonas dedicadas a la ganadería extensiva

y se encuentran áreas de rastrojo, cultivos de maíz, fríjol y ocasionalmente, café con sombrero de plátano.

En la zona media se concentra la mayor actividad agrícola y predomina la actividad orientada al turismo porque ahí están ubicados el Parque del Rio Pance, el Club de Empleados del Departamento y otros establecimientos recreacionales. Esta zona de la microcuenca alberga una gran variedad de especies vegetales y fauna silvestre de interés biológico para el país. Sin embargo, se cree que poblaciones y especies enteras están desapareciendo debido a la perturbación ejercida sobre los ecosistemas por las actividades humanas (Victorino, 2012), especialmente en los fines de semana.

La parte baja de la microcuenca es probablemente la zona más impactada (Muriel, 2013) debido a que ha sido designada como área de expansión de la ciudad de Cali, en ella predomina la construcción de viviendas para estratos altos, parcelaciones, clubes deportivos e instituciones educativas privadas de nivel medio y superior.

Estas presiones antrópicas espacio-temporales, conllevan a una variedad de efectos que paulatinamente debilitan los ecosistemas, entre los que se encuentran, el efecto borde,<sup>8</sup> que se presenta en los límites de asentamientos poblacionales, deteriorando el área de bosque más próxima al estar expuesta a diferentes perturbaciones (por ejemplo lluvias y vientos fuertes). Otro efecto es la delimitación y la amplitud cada vez más marcada de parches de bosque dentro de un ecosistema, asociado a la expansión de sistemas agrícolas y silvo-pastoriles, lo cual produce un efecto frontera,<sup>9</sup> que impide en muchas ocasiones, la migración y comunicación de distintas especies entre parches de bosques, afectando las funciones y servicios ecosistémicos.

En la microcuenca del río Pance, especialmente en el sector de La Vorágine existen dos potenciales amenazas asociadas a la geomorfología y a la geología de la misma. Según el Departamento Administrativo de Gestión Ambiental (DAGMA), la principal amenaza son las inundaciones, especialmente porque la geomorfología de la microcuenca favorece los movimientos en masa, que además de afectar la calidad del agua pueden causar represamientos en el río y generar cambios súbitos en su nivel en épocas de lluvia (ver Foto N° 1). La Figura N° 1 muestra un esquema desarrollado con la comunidad, en el año 1994, donde se identificaron las zonas de inundación cercanas a la construcción de la PTAR, con el objetivo de evaluar los riesgos que podía tener la infraestructura por este tipo de eventos.

Por otro lado, las características geológicas de la microcuenca hacen que la zona sea clasificada como potencialmente inestable, dado que por ella pasan tres fallas geológicas: la falla Cascarillal y Pance localizadas hacia el oriente y la falla La Castellana en el sur.

---

<sup>8</sup> Fenómeno que ocurre cuando dos hábitats naturales abruptamente diferentes se encuentran lado a lado en un ecosistema.

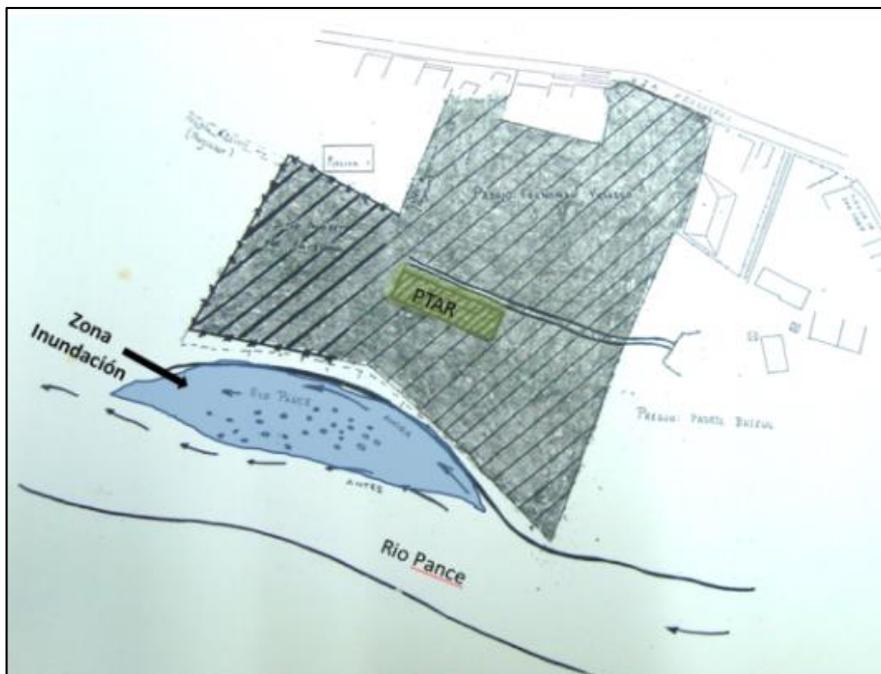
<sup>9</sup> Efecto que ocurre cuando las fronteras de un sistema agrícola, pastizal, etc., aumentan, disminuyendo la conectividad de las parches de bosques existentes.

Foto N° 1. Creciente río Pance en 1993



Fuente: Instituto Cinara, 1994

Figura N° 1. Esquema de la zona de inundaciones cercanas a la PTARD



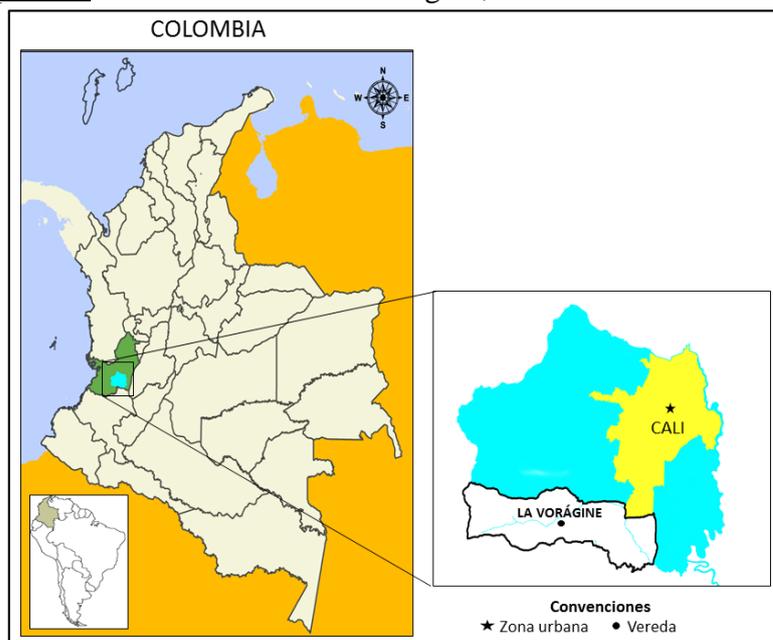
Fuente: Instituto Cinara, 1994

### **Descripción de La Vorágine**

Colombia se encuentra conformada administrativa y políticamente por 32 departamentos, cada departamento se divide en municipios, estos a su vez se dividen en corregimientos y los corregimientos en veredas. El municipio de Santiago de Cali está situado al suroccidente de Colombia, es la capital del departamento del Valle del Cauca, tiene una población de 2.300.000 habitantes de los cuales el 98% reside en la zona urbana. El sector rural del municipio está constituido por 15 corregimientos.

La vereda La Vorágine fue fundada en 1943 y hace parte del corregimiento de Pance, el cual se encuentra al sur-occidente del municipio de Santiago de Cali y se extiende desde la margen izquierda del Río Cauca (oriente) hasta el Parque Nacional Natural Los Farallones (occidente) (Ver Mapa N° 1). La microcuenca del Río Pance, en cuyas orillas está localizada La Vorágine, tiene una extensión de 10.509 hectáreas y se localiza a 15 Km del área urbana de Cali con una temperatura promedio de 22°C. (Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, 2008). El corregimiento de Pance tiene una importancia ambiental, social y cultural como zona de amortiguación entre las dinámicas del PNN Los Farallones y el área urbana de la ciudad de Cali.

Mapa N° 1. Localización de La Vorágine, Cali



Fuente: Elaboración propia

Los primeros colonos llegaron a la Microcuenca del río Pance desde 1900. Posteriormente, en la década del cuarenta se presenta un segundo flujo migratorio de población, con ella empieza la modificación del paisaje de la microcuenca del río Pance, debido a la apropiación de terrenos en las márgenes del río y a la instalación de tiendas de abarrotes, viviendas y otras construcciones. Una vez iniciada esta colonización,

comienza la explotación sin restricciones de madera (Centro de Administración Local Integrada, Cali, 2003).

En la zona existían dos minas de carbón, que constituían la principal fuente de ingresos de los primeros pobladores de La Vorágine. El mineral se transportaba hasta Cali por medio de una carretera destapada y polvorienta, que era la única vía de comunicación de la vereda. Para llegar a otros sectores del corregimiento, como Pueblo Pance, se debía transitar por un camino de herradura que sólo fue reemplazado, en los años cincuenta, por una carretera, que para el año 2014 todavía no está pavimentada en su totalidad.

En La Vorágine las principales fuentes hídricas son la quebrada Chorro de Plata, la cual es utilizada como fuente de abastecimiento por la vereda y condominios residenciales aledaños, y el río Pance alrededor del cual se desarrollan la mayoría de las actividades turísticas llevadas a cabo en la localidad. El río Pance nace en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental a una altura aproximada de 3.800 msnm, el caudal promedio del río Pance es de 2.6 m<sup>3</sup>/s y desemboca en el Río Jamundí, después de 25 km de recorrido, a través del corregimiento de Pance. El río en la zona alta es encañonado y de fuerte pendiente, suavizándose en la zona media para luego tornarse tranquilo hasta su desembocadura. En general, sus aguas son claras (PNN, 2005).

El río Pance, tiene la particularidad de ser el último “rio vivo”, de los siete que atraviesan la ciudad de Cali. Los ríos Lili, Meléndez, Cañaveralejo, Cali, Aguacatal y Cauca, han sufrido enorme deterioro debido a la planificación deficiente del crecimiento urbanístico de la ciudad, lo cual ha llevado a que algunos de los tramos de estos ríos no sólo reciban las descargas de aguas residuales domésticas e industriales sino que se transformen en parte del sistema de alcantarillado de la ciudad (DAGMA, 1997).

A partir de los años sesenta debido al clima, la biodiversidad, la belleza del paisaje y la abundancia de agua, comienza a surgir el turismo en La Vorágine, de ahí que se comiencen a construir en el sector centros de recreación, restaurantes y clubes sociales. Actualmente, la vereda tiene una población permanente cercana a los 500 habitantes, conformada por familias que han vivido en el lugar durante varias generaciones. Sin embargo, la población flotante puede fluctuar entre 10.000 y 30.000 personas (durante los fines de semana), quienes llegan atraídas por servicios ecosistémicos como la disponibilidad hídrica y la recreación asociada con actividades acuáticas de contacto primario.

En el año de 1978 durante la alcaldía de Rodrigo Escobar Navia se creó la Corporación para la Recreación Popular para el manejo de las actividades recreativas de los caleños. Se conformó como un organismo de carácter mixto, al cual el municipio aportó el 30% de los recursos y el 70% restante, el sector privado. Dirigentes como Alberto Galindo, Pascual Guerrero, Evangelista Mora, Guillermo Sardi, Carlos Manzano, entre otros, quienes eran en esa época destacados políticos y empresarios de la ciudad, lideraron la idea de fundar la Corporación. El Consejo de administración estaba presidido por el alcalde de la ciudad (Buitrago, 2008).

Esta Corporación tuvo una acción importante porque por primera vez la ciudad pensó en establecer espacios de esparcimiento y disfrute para las familias de los sectores populares, para lo cual esta entidad recibió en comodato varios bienes fiscales de la ciudad, entre ellos los parques, donde se construyeron unidades recreativas. Es así, como en 1984, la gobernación del Valle del Cauca entregó a la Corporación en comodato, por

10 años, un área de 60 hectáreas localizada en La Vorágine, con un presupuesto de 30 millones COP (16.000USD) para su administración. En dicho terreno se organizó el Parque de la Salud lo cual generó una mayor afluencia de habitantes de la ciudad de Cali hacia la zona.

Posteriormente, el Parque de la Salud también conocido como Ecoparque del Río Pance pasó a ser administrado por la Corporación Vallecaucana de las Cuencas Hidrográficas y el Medio Ambiente y actualmente se encuentra bajo auditoría por supuestas irregularidades en el proceso de concesión a la organización privada Pachamama. Esta situación ha generado incomodidad y acciones colectivas como marchas por parte de los habitantes de la zona, y de la ciudadanía en general, pues consideran que la concesión a una organización privada es una acción que conlleva a la privatización del parque. Finalmente ante la presión ciudadana la Gobernación del Valle decidió que en diciembre de 2014, la Corporación para la Recreación Popular de Cali entrará, de nuevo, a operar el Ecoparque.

En los años ochenta titulares de prensa tales como “Pance, un rincón paradisíaco” informaron sobre las actividades deportivas llevadas a cabo en el Parque de la Salud y situaron a Pance como el centro vacacional más atractivo de la ciudad. También se resalta la importancia del lugar para llevar a cabo diferentes tipos de actividades deportivas y de esparcimiento de manera tranquila y gratuita. Este posicionamiento de Pance como centro turístico estuvo fuertemente impulsado por la afluencia de un nuevo tipo de turistas, los estudiantes universitarios, que acogieron este espacio como principal centro de recreación, a partir del cual se desarrollaron nuevas dinámicas económicas en torno a la venta de alimentos, algunos titulares señalan “Muchachos del verano; Llegó la fiesta del río; Se mantiene el río Pance como uno de los sitios de mayor afluencia para pasar el verano”. Al respecto, ver también Figura N° 2.

Desde la década del ochenta (ver Foto N° 2), el turismo se convirtió en la principal fuente de ingresos de las personas nativas del lugar y llegaron foráneos a establecer balnearios, restaurantes, parqueaderos, ventas ambulantes y discotecas. Algunos estudios realizados en épocas recientes señalan que las personas que visitan La Vorágine o el Ecoparque lo hacen principalmente por los atractivos naturales que ofrece la zona. El 17% de los visitantes prefieren pasear por el bosque, el 19% ir hasta el mirador, el 14 % observar la flora y el 33% disfrutar de las aguas del río (PNN, 2005; UMATA, 2005).

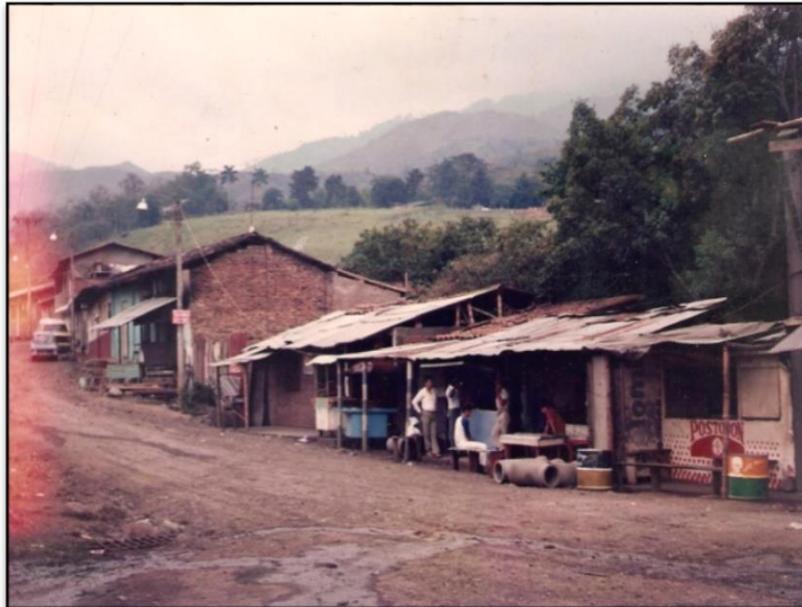
Figura N° 2. Noticia que muestra a Pance como lugar para vacacionar



**“En plan de vacaciones**

El aguacero que cayó ayer sobre la ciudad fue apenas un breve paréntesis a la ola de calor que ha venido sintiéndose durante las última semanas. Varias familias, aprovechando las vacaciones escolares, antes de la lluvia habían decidido ir en busca de frescura al Río Pance, donde fue captada la gráfica (Foto EL PAIS, Barragán).” Fuente: Periódico El País, 10 de Julio 1980.

Foto N° 2. La Vorágine en los años ochenta



Fuente: Chedorlaomer Villa

Hacia finales de la década del 80 se comienza a incrementar el turismo hacia la parte alta de la microcuenca del río Pance, especialmente turistas que buscaban nuevas experiencias de recreación que incluyeran un mayor esfuerzo. Por este motivo, se empiezan a destacar las visitas a la reserva natural El Topacio, como una puerta de entrada a Los Farallones y sitio desde el cual se puede acceder a los picos montañosos. A finales de los años noventa, dado que esta zona es estratégica porque conecta la ciudad de Cali con el océano Pacífico se registró la presencia de grupos guerrilleros que tomaron la zona como corredores de movilización. Situación que desplazó al turismo ecológico.

#### Sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento

La señora María Dilia Henao quien llegó a la vereda en el año 1945, proveniente del norte del Valle del Cauca, cuenta que para esa época La Vorágine se abastecía de agua por medio de un canal que cruzaba la vereda de sur a norte y transportaba un porcentaje de agua del río Pance; la gran mayoría de colonos y habitantes de la vereda tomaban el agua de ahí, por medio de mangueras. Otros captaban el agua de nacimientos o acarreaban agua en balde desde el río Pance hasta sus hogares.

Con la afluencia de turistas a la zona comenzó a evidenciarse la necesidad de buscar otras fuentes para abastecer de agua a la comunidad porque el agua del río Pance no era de buena calidad para consumo humano. En 1980 llega a la vereda la Secretaría de Salud Pública con un proyecto para solucionar esta problemática. Con el acompañamiento de los líderes de la comunidad (María Dilia Henao y Javier Ruiz), se seleccionó la quebrada Chorro de Plata como posible fuente de abastecimiento para la Vorágine.

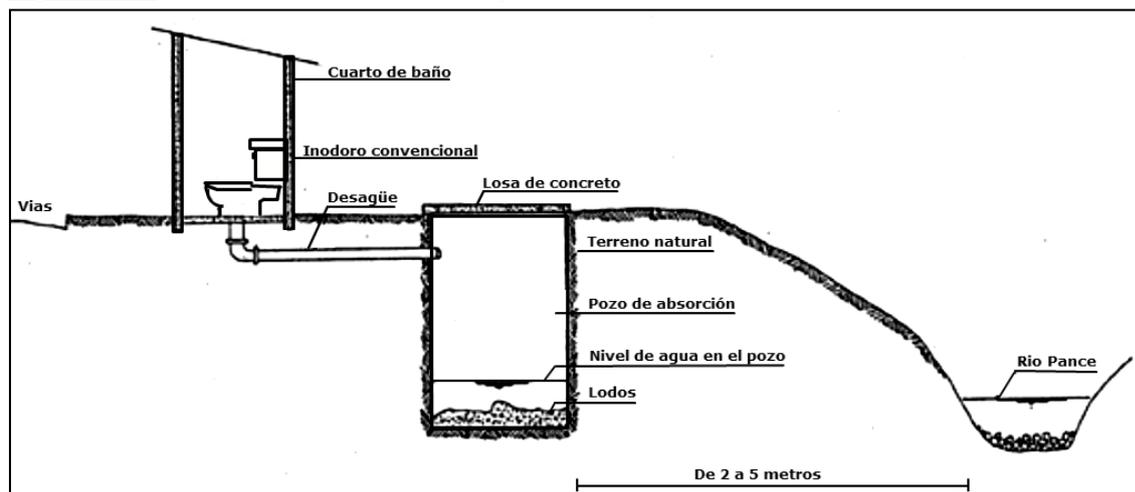
**Castro, José Esteban (Ed.)**

Gracias a la gestión comunitaria, en el año de 1984 se construye una parte de la línea de aducción, el tanque de almacenamiento en ladrillo (con una capacidad de 28 m<sup>3</sup>) y red de distribución. Sin embargo, quedaron sin instalarse 12 metros de tubería, por lo tanto esta obra no entró en funcionamiento. En 1985 los mencionados líderes se fijan como propósito hacer funcionar el sistema, para lo cual compran dos tinas metálicas de 55 galones que instalaron a la orilla de la quebrada Chorro de Plata, para que funcionaran como desarenadores. También adquirieron una manguera de 2" para conectar la bocatoma con las dos tinas. Finalmente, compraron dos tubos de PVC de 3" para terminar la red de distribución, de manera que entró en funcionamiento el sistema de abastecimiento.

De la misma bocatoma de la cual se surtía La Vorágine, captaba agua una parcelación privada donde habitaban personas con altos ingresos económicos, quienes no estaban de acuerdo con compartir el agua con la comunidad de La Vorágine. Por lo tanto, en dos ocasiones sabotearon el sistema, al destruir la conducción que comunicaba la bocatoma con el desarenador comunitario. Estos conflictos fueron solucionados con la intermediación de la Secretaría de Salud Pública Municipal.

En 1987 dicha secretaría hizo una nueva inversión para optimizar la bocatoma, se instaló una rejilla de fondo para captar el agua, una caja de derivación y una línea de aducción en tubería galvanizada de 4". También construyeron un desarenador en ladrillo repellido. Con estas mejoras al sistema de abastecimiento, la comunidad se sintió satisfecha, a pesar de que no contaban con una planta de potabilización de agua. De manera paralela, para mejorar las condiciones de saneamiento, la mayoría de los dueños de las viviendas construyeron trampas de grasa, pozos de absorción o tanques sépticos, como se muestra en la Figura N° 3.

**Figura N° 3.** Solución de saneamiento predominante en la zona en las década del ochenta



Fuente: Instituto Cinara, 1994.

Dada la proximidad de las viviendas al río (ver Foto N° 3), los sistemas de saneamiento se convirtieron en fuente de contaminación de éste por infiltración de las aguas residuales domésticas y por falta de mantenimiento.

**Foto N° 3. Viviendas al margen de río Pance**



**Fuente:** Víctor Cerón

De ahí, que desde los años ochenta se empiezan a registrar en la prensa noticias que advertían sobre la situación que se estaba generando en la zona (ver Figuras N° 4 y N° 5).

**Figura N° 4. Noticia sobre la contaminación del río Pance con aguas residuales en 1989**



**Aguas residuales, peor enemigo del río Pance** “La causa principal del deterioro de las aguas del Río Pance está en la concentración de heces humanas y no en la caparrosa que producen las minas de carbón como comúnmente se cree.

A tal conclusión llegó un grupo de expertos tras efectuar un estudio ecológico del estado de polución del ecosistema del mencionado río.

En dicha investigación se concluye al realizar un detenido análisis del río Pance, que la caparrosa no es el principal contaminante, la causa principal la constituyen las heces humanas.

Reitera que las viviendas cerca a las márgenes del río son las que ocasionan mayor peligro para la limpidez de dichas aguas” (El País, 18 de Abril 1989).

**Figura N° 5.** Noticia sobre degradación de las aguas del río Pance en 1982

**De balneario popular a foco de infección**

“Bañarse en el río Pance ya no es lo mismo que hace 20 años. Quienes lo hacen ahora se exponen a contraer desde una simple infección por hongos hasta fiebre tifoidea.

La degradación de las aguas del Pance, uno de los balnearios más típicos para los caleños, empezó casi un lustro, a la par con el aumento del número de turistas y los asentamientos humanos sobre sus orillas.

Los colonos y los mismos bañistas son los culpables de este fenómeno. La mayoría no lo sabe o trata de desconocerlo.

La contaminación obedece específicamente a la presencia de materias fecales en las aguas, residuos de grasa y basuras. Estas últimas provienen de los muchos establecimientos y restaurantes que ahora funcionan en ambas márgenes.

En el último año han sido detectados más de una docena de casos de fiebre tifoidea y hepatitis, al igual que un visible incremento en la parasitosis intestinal entre las personas que han acudido allí para tomar un baño” (El País, 9 de Agosto de 1982).



A inicios de los años noventa se empieza a evidenciar ausencia de turistas, ya que en los medios de comunicación circulaba de manera creciente la noticia de la contaminación del río Pance por descarga de aguas residuales domésticas. Como señala el ingeniero Álvaro Loaiza, funcionario desde los años noventa de la Secretaría de Salud Pública:

¿Por qué tuvimos que construir esa planta de aguas residuales? Porque el río Pance estaba contaminado, hubo un análisis de agua y hubo una alarma a nivel del municipio de que el río, que era el río tutelar donde se bañaba todo Cali estaba contaminado, entonces se tendría que hacer algo... ¿y qué era? Era empezar a descontaminar todas esas aguas servidas de todos esos balnearios, restaurantes y centros que estaban en La Vorágine. ¿Para qué? Para que no impactaran el río, que era el más afectado.

Un estudio realizado por Cinara en 1994 reportó que en un día festivo la afluencia de turistas era de 4.716 personas, los cuales se desplazaban hacia la zona, especialmente por medio de transporte público (ver Tabla N° 1).

Tabla N° 1. Afluencia de turistas en un día festivo de 1994

<b>Medio de transporte</b>	<b>Número de turistas</b>
Buses de servicio Urbano	2365
Bicicletas	154
Motos	456
Automóviles particulares	1741
Total	4.716

Fuente: Instituto Cinara, 1994

Durante esa época se realizaron mediciones de la calidad microbiológica del agua del río Pance en dos puntos, uno localizado al inicio de la vereda La Vorágine y otro localizado después de la vereda. Esta actividad se efectuó en un día con alta afluencia de turistas y en otro con baja afluencia. Los resultados mostraron que efectivamente al río se descargaban excretas y aguas residuales generadas por la comunidad y por los turistas, principalmente en los fines de semana. Los datos se muestran a continuación (Tabla N° 2):

Tabla N° 2. Recuento de Coliformes fecales en el río Pance en 1994

<b>Ubicación</b>	<b>Coliformes fecales</b>	
	<b>Día con alta afluencia de turistas</b>	<b>Día con baja afluencia de turistas</b>
Sector La Playita (Inicio de la localidad)	15.800	600
Sector del Parque de la Salud (Después de la Vorágine)	13.000	200

Fuente: Instituto Cinara, 1994

De igual manera, se tomaron muestras de agua en diferentes partes del sistema de abastecimiento de agua comunitario, las cuales también presentaron contaminación fecal (Instituto Cinara, 1994).

Según registros del sistema de salud local en el año 1994 cuatro de las diez primeras causas de enfermedades en La Vorágine y veredas aledañas, estaban relacionadas con enfermedades de origen hídrico y carencia de higiene, tal y como se muestra en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3. Tasa de morbilidad por cada 100 habitantes, en la Vereda La Vorágine

Población permanente (personas)	503	
<b>Causas</b>	<b>Número de consultas</b>	<b>Tasa</b>
Enfermedades órganos genitales	53	10,5
Infecciones respiratorias agudas	33	6,6
Avitaminosis. Deficiencia Nutricional	17	3,4
<b>Otras helmintiasis</b>	<b>17</b>	<b>3,4</b>
Otras virosis	16	3,2
<b>Enfermedades del aparato digestivo</b>	<b>11</b>	<b>2,2</b>
Infecciones de la piel y tejidos blandos	9	1,8
<b>Enfermedad infección parasitaria</b>	<b>9</b>	<b>1,8</b>
Enfermedad aparato urinario	9	1,8
<b>Diarreas y enteritis</b>	<b>8</b>	<b>1,6</b>
Otras causas	346	68,8

Fuente: Instituto Cinara, 1994.

Con base en la situación descrita anteriormente se elabora la Tabla N° 4 que sintetiza la situación de La Vorágine antes de la innovación socio-técnica.

Tabla N° 4. La Vorágine antes de la innovación socio-técnica

<b>Aspectos</b>	<b>1997</b>
Organización prestadora	Junta administradora del acueducto encargada del manejo del sistema de abastecimiento desde 1986.
Legalidad	No poseía personería jurídica, pero tenía sus estatutos propios.
Servicios prestados	Acueducto
Cobertura del servicio	Acueducto 86%
Calidad del agua	No potable
Morosidad	60%
Tarifas	Entre \$400 y \$3.500 mensuales. La tarifa más alta la pagaban los establecimientos con balnearios.
Infraestructura administrativa	No tenía oficina, los libros y documentos contables se encontraban en la casa del tesorero.
Financiación del servicio - Contabilidad	Mediante el recaudo de tarifa, sin embargo esta no permitía la sostenibilidad del sistema.
Planificación del servicio	No tenía reglamento de trabajo. Se presentaba informes de gastos e ingresos al fiscal una vez al mes.
Catastro de usuarios	32 viviendas
Facturación y cobranza	Sistema de facturación era manual, el tesorero se encargaba de repartir los recibos y cobrar el servicio.
Micromedición	No se realizaba
Comunicación con usuarios y asociados	Mediante carteleras y de manera verbal.
Usos del agua	Residencial y comercial (turismo)
Talento Humano	Fontanero que no había recibido capacitación para esta actividad
Recursos Materiales	No contaban con equipos para el desarrollo de las actividades de mantenimiento, los que se utilizaban era propiedad de un particular.
Organigrama	Presidente, tesorero y fiscal de la Secretaría de Salud.

## **Capítulo 2. Innovación sociotécnica y democratización en comunidades vulnerables**

Aunque durante la Década Internacional del Agua y el Saneamiento (1981-1990) hubo en Colombia un incremento en las coberturas de abastecimiento de agua y saneamiento,<sup>10</sup> los resultados no fueron los esperados. Justamente fue durante esa primera década del agua, que en la Universidad del Valle surgió el Área de Abastecimiento y Remoción de Agua, en el Departamento de Mecánica de Fluidos y Ciencias Térmicas de la Facultad de Ingeniería, que se planteó la necesidad de desarrollar investigación para aportar al mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano de la zona rural del país y de la periferia urbana.

Dicha Área posteriormente se convertirá en el Instituto Cinara y su trabajo se ha enfocado en la búsqueda de alternativas a la tecnología convencional, para el tratamiento del agua potable y el agua residual, ya que ésta implica altos costos de inversión y de operación y mantenimiento, difíciles de cubrir por ese tipo de comunidades. Igualmente se ha ocupado de la generación de estrategias metodológicas participativas que permitan realizar un diálogo de saberes con las instituciones del sector del agua y las comunidades, a partir del cual se hacen los desarrollos tecnológicos y los procesos de apropiación de dichos desarrollos.

El establecimiento en Colombia del proceso de descentralización, iniciado en 1987; generó un gran interés de los gobiernos locales por la Filtración en Múltiples Etapas, FiME, la primera innovación tecnológica desarrollada en Cinara, lo cual creó una situación propicia para presentar al gobierno de Los Países Bajos una propuesta de transferencia de ese conocimiento a ocho regiones del país. La propuesta fue aprobada y en 1991 se inició el Programa de Transferencia de Tecnología en Sistemas de Abastecimiento de Agua en la República de Colombia (TRANSCOL). Para ejecutar este Programa se entró en contacto con las autoridades del nivel nacional, regional y local y las comunidades usuarias, que fueron vinculadas de manera activa desde el inicio del proyecto, mediante un proceso participativo, que nunca se había realizado en el país.

La metodología desarrollada en TRANSCOL partía de la conformación, en el Instituto, de un grupo de trabajo interdisciplinario que hacía equipo con las instituciones regionales y la comunidad, con el objetivo de generar lazos y superar la visión instrumental que se tenía de la participación. En cada comunidad se realizaba un reconocimiento de sus características culturales y una recuperación de su historia conjuntamente con la identificación participativa de los problemas relacionados con SAS, la priorización de los mismos y el diseño participativo de la solución. Se consideraba que el éxito en el uso de la tecnología dependía del proceso de apropiación que se realizara con las comunidades, para lo cual se buscó potencializar las capacidades de las comunidades para entender la tecnología, tomar decisiones concertadas, hacer seguimiento y control de las actividades programadas.

Las principales estrategias metodológicas empleadas fueron la realización de visitas domiciliarias; grupos focales conformados algunas veces sólo por mujeres; entrevistas formales e informales; pero especialmente talleres creativos. Estos últimos

---

<sup>10</sup> En Colombia se pasó del 51% al 59% en cobertura de acueducto y del 38% al 47% en alcantarillado (Departamento Nacional de Planeación, 1991).

eran espacios donde la comunidad podía expresarse y dar a conocer sus vivencias no solo a través de la comunicación oral, sino también, mediante el uso de expresiones artísticas como la pintura, la música, el teatro, el relato popular; todas estas actividades favorecían la vinculación de las personas locales y generaban confianza en aquellos que habitualmente no estaban acostumbrados a expresar sus opiniones, por ejemplo las mujeres (Instituto Cinara, 1996a).

El método de trabajo interdisciplinario e interinstitucional con gran protagonismo de las comunidades desarrollado en el Programa TRANSCOL (García, et al., 1996; Garcia, et al., 1999) sirvió de referente para las nuevas experiencias adelantadas en Cinara, entre ellas el convenio entre Cinara y el municipio de Cali a través de las Empresas Municipales de Cali (EMCALI), en el cual se retomó la metodología para orientar los “Proyectos Escuela” de la zona rural de Cali.

En 1991, en el marco de la descentralización EMCALI solicita la participación de la Universidad del Valle, a través del Instituto Cinara, en la realización de un estudio de inventario y pre-diagnóstico de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico de las localidades rurales de la ciudad de Cali. A partir de ese estudio se tipificaron los problemas existentes y se seleccionaron las localidades a ser intervenidas a corto, mediano y largo plazo, según las prioridades de inversión dispuestas por la administración municipal. Las localidades priorizadas fueron Pance, San Francisco, Altos de Menga, El Hormiguero y La Vorágine. En ellas se tenía el propósito de optimizar el sistema de abastecimiento de agua, incluyendo tratamiento para consumo humano, y rehabilitar y construir sistemas de disposición de aguas residuales domésticas, a partir de la participación comunitaria e institucional.

Los proyectos Escuela le permitieron a Cinara abordar el área de saneamiento (manejo de excretas) y tratamiento de las aguas residuales, ya que durante una década había centrado sus labores en agua potable. En esos primeros proyectos fue clave el diálogo con el International Reference Centre for Waste Disposal (IRCWD) con sede en Suiza, la Universidad de Sao Carlos- USP con sede en Brasil y las experiencias nacionales del Ing. José Rizo Pombo quién desarrolló el Alcantarillado Sin Arrastre de Sólidos (ASA) por el cual fue galardonado con el Premio Nacional de Ingeniería en 1982.

Según los documentos de la época, los proyectos Escuela buscaron “potencializar la capacidad innovativa y de gestión local, la apropiación de metodologías y tecnologías, con la participación de instituciones y de las comunidades beneficiadas” (Instituto Cinara, 1993). Este planteamiento resultaba novedoso en un medio donde la solución de saneamiento generalizada era el alcantarillado convencional y no se invertía en tratamiento de aguas residuales. En el contexto de este caso de estudio, el término innovación está muy ligado a encontrar soluciones creativas para resolver problemas de la contaminación del agua, adaptándose a las condiciones del entorno y de la comunidad que habita en él.

En Altos de Menga, debido a las condiciones rocosas del terreno, se instalaron redes de alcantarillado simplificado, para lo cual se siguieron las normas técnicas desarrolladas en la experiencia brasilera. A pesar del escepticismo institucional, el sistema funcionó adecuadamente y mostró sus bondades, lo cual permitió disminuir la resistencia del departamento técnico de alcantarillado de Emcali e hizo posible la consideración de otras alternativas tecnológicas válidas para contextos sociales donde el urbanismo caótico imposibilita la instalación de redes convencionales de alcantarillado.

### **Objetivos de la innovación socio-técnica**

El objetivo del “Proyecto Escuela” fue realizar proyectos integrados de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología de abastecimiento de agua y saneamiento básico en las localidades rurales o de la periferia urbana del municipio de Cali, teniendo en cuenta las políticas municipales relacionadas con el mejoramiento de la calidad de vida de la población y con el manejo de los recursos naturales (Instituto Cinara, 1993). Dentro de los objetivos específicos de este proyecto se encontraban:

- Presentar nuevas perspectivas en la solución de problemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico.
- Desarrollar y transferir metodologías acordes con las condiciones sociales y culturales de las comunidades y con las políticas nacionales y municipales.
- Manejar íntegramente los sistemas de abastecimiento agua y saneamiento básico teniendo en cuenta que la fuente de agua y el manejo de su microcuenca hacen parte del sistema.
- Promover la participación de la comunidad en los procesos de planeación, ejecución y evaluación de los proyectos.
- Potenciar la capacidad de gestión de los funcionarios y las comunidades en la formulación, ejecución y evaluación de proyectos de desarrollo usando tecnologías alternativas, teniendo en cuenta aspectos administrativos, tarifarios y de recuperación de inversiones.
- Capacitar a los funcionarios y la comunidad en aspectos relacionados con el proceso de planificación, ejecución y evaluación de los proyectos, manejo de la tecnología y la participación.
- Promover el trabajo inter-institucional e inter-disciplinario que posibilite de una manera concertada la búsqueda de soluciones efectivas y permanentes a los problemas de abastecimiento de agua y saneamiento básico en el municipio.
- Relacionar las soluciones a los problemas de abastecimiento de agua y saneamiento con aspectos como el control del uso del suelo y la educación ambiental, teniendo como meta la protección de los recursos naturales para las generaciones futuras.
- Los principales impactos esperados del proyecto Escuela fueron:

a) Desarrollo y transferencia de tecnologías acorde con las condiciones sociales y culturales de las comunidades y con las políticas nacionales y culturales con tecnologías alternativas (eco-tecnologías) en agua y saneamiento. b) Integrar los conceptos de cuenca-sistema de abastecimiento y saneamiento básico en la comunidad e instituciones, c) Promover la participación y gestión de la comunidad en los procesos de planeación, ejecución y evaluación de proyectos, d) Relacionar las soluciones a los problemas de agua y saneamiento con aspectos de control de uso del suelo y educación ambiental, con un enfoque de sostenibilidad.

Para la época, la propuesta resultaba vanguardista porque se planteaba un trabajo interinstitucional con las comunidades y el proyecto como un espacio de diálogo de saberes y aprendizaje. A su vez proponer tecnologías no convencionales se apartaba de

la ruta oficial, pues aún en el reglamento de agua y saneamiento del país, que se expidió en el año 2000, todavía no se usaba el término eco-tecnologías.

### **Actores que participaron en la innovación socio-técnica**

En la ejecución del proyecto en La Vorágine participaron actores tanto institucionales como comunitarios:

- EMCALI: Empresas Municipales de Cali, entidad pública que se encargaba de prestar los servicios públicos en la ciudad de Cali. Durante el proyecto aportó los recursos económicos para su ejecución, algunos de sus funcionarios fueron capacitados en nuevas tecnologías y desarrollo comunitario.
- CVC: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca es la máxima autoridad ambiental regional, una de sus funciones es evaluar, controlar y efectuar el seguimiento ambiental de los usos del agua, del suelo, del aire y de los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Durante este proceso además de verificar el cumplimiento de las normas ambientales, realizó los aportes económicos para la construcción de la PTARD.
- Cinara: Es un instituto de investigación y desarrollo de la Universidad del Valle, este instituto fue el encargada de diseñar la infraestructura de saneamiento y facilitar el proceso interinstitucional y comunitario.
- Secretaría de Salud Pública: Oficina de la Alcaldía Municipal encargada de verificar la calidad y los tratamientos realizados al agua para hacerla apta para el consumo humano, participó en la gestión del lote.
- Gobernación del Valle: Participó a través de la sesión del lote bajo la figura de comodato para la construcción de la PTARD.
- Constructor-interventor de la obra
- Comunidad de Pance, es importante destacar la participación de las mujeres, en especial, de la Sra. Olga Zapata.

### **El proceso social de la innovación socio-técnica**

El proceso de intervención en La Vorágine se desarrolló con la participación institucional y comunitaria en de todas las etapas del ciclo del proyecto, desde el diagnóstico hasta la evaluación, con una actitud de aprendizaje en equipo. Se esperaba que mediante ese proceso la comunidad pudiera apropiarse de la tecnología para garantizar su sustentabilidad a largo plazo, generando procesos de organización comunitaria (Instituto Cinara, 1995).

Aunque la fase de diseño de los “Proyectos Escuela” se realizó en 1993, en el caso de La Vorágine, se dilató el proceso porque el contacto con la comunidad, puso en discusión si el primer problema a solucionar era el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua local o la construcción del alcantarillado con su respectivo proceso de tratamiento de las aguas residuales, debido a que la mayor preocupación de los habitantes de la zona era mejorar la calidad del agua del río Pance pues sus ingresos se habían afectado por la disminución del turismo.

Por tal motivo, Cinara realizó la gestión ante Emcali, que era el ente financiador del proyecto para cambiar el enfoque de abastecimiento de agua a saneamiento. Bajo este nuevo panorama, en 1994 la Empresa de Servicios Públicos de Cali y Cinara realizaron un diagnóstico participativo con el fin de identificar, priorizar y plantear soluciones integrales a la contaminación del río. Se identificaron tres ejes principales de trabajo: a) mejoramiento de las unidades sanitarias, b) recolección y transporte de aguas grises y excretas y c) tratamiento de las aguas residuales.

De este proyecto se beneficiaron dos tipos de poblaciones. La población residente que para el año 1993 eran aproximadamente 250 personas, distribuidas en 37 viviendas de las cuales 24 eran establecimientos comerciales como balnearios y restaurantes. La otra era la población flotante, que llegaba durante los fines de semana a recrearse en el río, según cálculos realizados ese año oscilaban entre las 3.600 y 4.700 personas por día (Instituto Cinara, 1994).

El proyecto se materializó entre los años 1995 y 1996, mediante la construcción del sistema de recolección y transporte de las aguas residuales por medio de un alcantarillado simplificado (RAS), seguido del tratamiento biológico de las aguas residuales domésticas. Contó con la participación y financiación por parte de entidades públicas como la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Emcali, la Secretaría de Salud Pública del Municipio de Cali y la Gobernación del Valle del Cauca, esta última entidad donó el lote para la construcción de la PTARD.

A continuación se describen cada una de las etapas del proceso:

- a. Diagnóstico: se detectaron las necesidades, las condiciones sociales y culturales de la comunidad y se presentaron las diferentes alternativas de solución; para ello se realizaron talleres de diagnóstico con la comunidad.
- b. Selección de Tecnología y Diseño Se presentaron a la comunidad las tecnologías disponibles para la región y se realizaron talleres sobre selección de tecnología, al igual que talleres para la elección del espacio donde se ubicaría la planta. Además la comunidad participó en el diseño del trazado de las redes de alcantarillado (ver Figura N° 6 y Foto N° 4).
- c. Ejecución: Durante la construcción de la obra se capacitó a la comunidad sobre los aspectos técnicos y para hacer la veeduría de la obra. La comunidad, especialmente la junta administradora fueron capacitados para la operación, mantenimiento y administración del sistema. Igualmente, durante esta etapa se definieron las tarifas (ver Figura N° 7).
- d. Seguimiento y evaluación se capacitó a algunos miembros de la comunidad en el control de la calidad de agua que produce la PTAR y en la prestación de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento.

**Castro, José Esteban (Ed.)**

Figura N° 6. Esquema elaborado por la comunidad sobre los componentes del sistema de recolección de aguas residuales La Vorágine



Fuente: Instituto Cinara, 1994

Foto N° 4. Taller comunitario en 1994



Fuente: Instituto Cinara, 1994

Figura N° 7. Estratificación realizada por la comunidad en 1994



Fuente: Instituto Cinara, 1994

### Tecnología innovadora

En La Vorágine se optó por una ecotecnología para descontaminar las aguas residuales. Para la selección de dicha ecotecnología de recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales, fueron importantes aspectos como:

- **El conocimiento** de las condiciones ambientales de la zona (ej. radiación solar, temperatura).
- **La identificación** del uso de la fuente receptora
- **Pendiente:** La PTARD se proyectó en uno de los lugares más bajos de la localidad, con el fin de que las aguas residuales fueran transportadas por gravedad y se pudiera incluir la mayor cantidad de usuarios. Como se identificó que las aguas lluvias eran conducidas por la topografía natural hasta el río Pance no se incluyeron en el sistema y esta decisión permitió disminuir los costos de inversión inicial del proyecto.
- **Localización** de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales: El lote de la PTARD fue un tema álgido en su momento. Se requería un terreno que pudiera

albergar la planta y el área de secado de lodos y el sitio adecuado estaba dentro de las instalaciones de un reconocido club de descanso de funcionarios del Gobierno Departamental. La administradora de aquella época, se resistió a la construcción de dicha PTAR; sin embargo, después de varias reuniones aceptó pero con algunas restricciones, las cuales fueron:

1. Reducir la cantidad de cámaras de inspección y estructuras construidas dentro del área del club.
2. Localizar la PTARD en la zona más apartada del club, lejos de sus visitantes.
3. Impedir el flujo superficial de las aguas residuales en las instalaciones del club y en el terreno que ocuparía la PTARD.
4. Seleccionar una tecnología de tratamiento de aguas residuales con bajos requerimientos energéticos, puesto que el club no permitiría conexiones eléctricas internas para la PTARD.

Se diseñaron y construyeron tanto la red de alcantarillado simplificado como la planta de tratamiento de aguas residuales, cuyos detalles se presentan a continuación.

#### Red de alcantarillado Simplificado

La red de alcantarillado simplificado (RAS) se caracteriza por proyectarse con diámetros, pendientes y profundidades menores comparadas con un alcantarillado convencional. La RAS permite un diseño más flexible asociado con menores costos y un mayor número de viviendas conectadas. Las cámaras convencionales son reemplazadas por cámaras de inspección simples construidas en mampostería. Asimismo, para evitar obstrucciones, cada vivienda debía construir una trampa de grasas antes de la conexión a la red debido a la importancia, que tiene en la zona, la preparación y venta de comidas.

Otra característica clave del diseño, es que las tuberías están instaladas dentro de los límites de la propiedad, a los lados de las carreteras o por los caminos peatonales, aspectos que impiden que la RAS esté sometida a condiciones de tráfico pesado. Este elemento permite que las tuberías se instalen a menor profundidad, lo cual representa menos costos de inversión. Sin embargo, durante la excavación de la RAS en La Vorágine, se encontraron grandes rocas que ocasionaron cambios en los trazados originales, aspectos que incrementaron los costos. A pesar de esto la RAS resultaba menos costosa que la opción de alcantarillado convencional.

Un aspecto clave de la RAS, son sus altos requerimientos de participación de la comunidad, ya que el diseño y el mantenimiento se deben coordinar entre ésta y la organización encargada del servicio. La comunidad debía conectar sus aguas grises al sistema, para garantizar la capacidad de arrastre, con el fin de evitar sedimentación, acumulación de sólidos y asegurar una carga hidráulica adecuada pero por ningún motivo podía conectar el sistema pluvial domiciliar.

Era esencial la instalación de un pretratamiento con trampas de grasa para evitar obstrucciones y correspondía al propietario de la vivienda su operación y mantenimiento.

Planta de tratamiento de aguas residuales

Foto N° 5. Construcción PTARD Fase 1

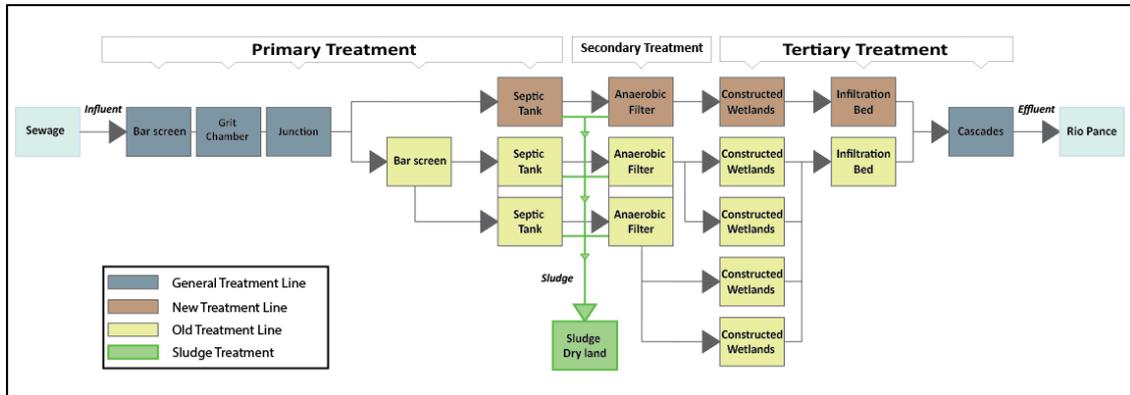


Fuente: Chedorlaomer Villa

La PTARD, se diseñó con dos líneas de tratamiento en paralelo, cada una consistía de: Tanque séptico, Filtro Anaerobio y Humedales sub-superficiales (Foto N° 6). Se construyó con el apoyo del Comité de Cafeteros de Colombia.

El diseño original de la PTARD incluía como tratamiento terciario humedales de flujo sub-superficial en los cuales se sembraron papiros.

**Figura N° 8.** Esquema general de la PTAR en la Vorágine

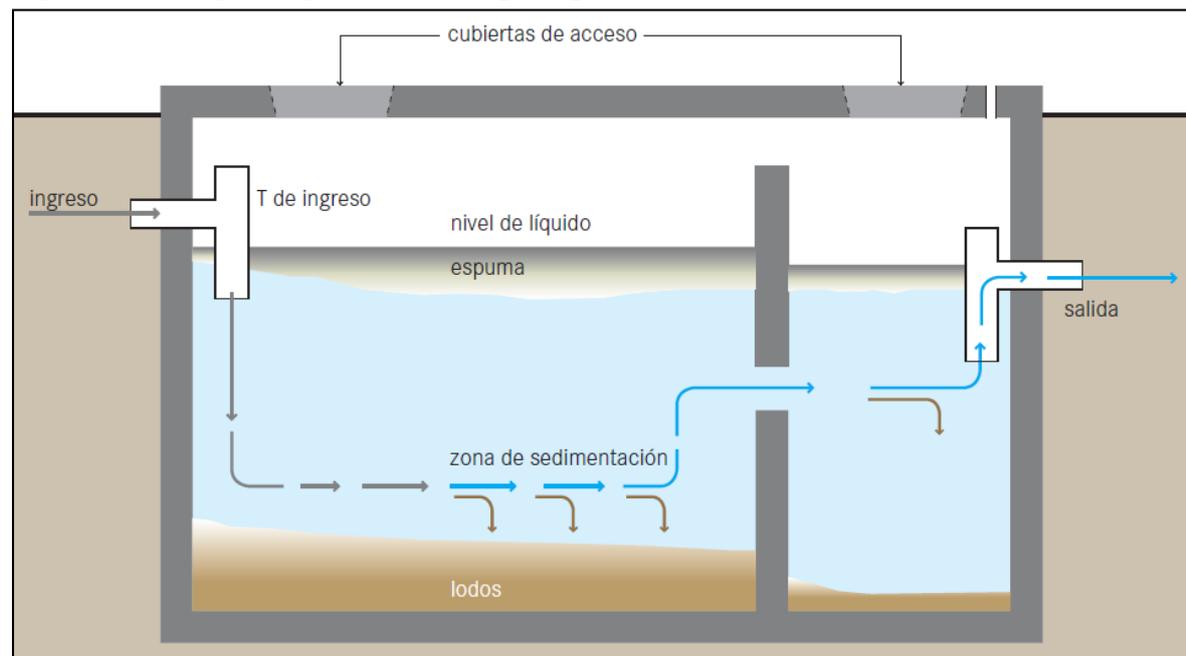


Fuente: Instituto Cinara

A continuación se describe cada una de las unidades que componen la PTAR:

**Tanque Séptico:** Es una estructura hecha en concreto, fibra de vidrio, PVC o plástico, para el almacenamiento y tratamiento de aguas negras y grises. En él se llevan a cabo procesos físicos como el de sedimentación y biológicos (ej. degradación de materia orgánica por bacterias anaerobias). Normalmente, un tanque séptico tiene dos compartimentos, el primero debe tener por lo menos 2/3 del largo total (Figura N° 9), aspectos que fueron considerados para La Vorágine. En la Tabla N° 5 se resumen las principales condiciones de diseño para el Tanque séptico en la Vorágine.

**Figura N° 9.** Esquema general del tanque séptico



Fuente: Tilley *et. al.*, 2008

Tabla N° 5. Parámetros de diseño tanque séptico

Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /día	200
Tiempo de retención	Horas	24
Volumen útil	m <sup>3</sup>	200
Profundidad útil	M	2
Área	m <sup>2</sup>	100
Relación ancho: largo	Adimensional	1:2

Fuente: Instituto Cinara, 1996b.

Filtro Anaerobio: Es un filtro de gravas, piedras quebradas o piezas de plástico que proporcionan una superficie para que la biomasa bacteriana se desarrolle. Al fluir las aguas residuales por el filtro en sentido ascendente, se atrapan las partículas y se degrada la materia orgánica por la biomasa que está adherida al material del filtro. En la Vorágine se instalaron dos filtros anaerobios que usaron canto rodado como material de soporte, con lo cual se potencializó el uso de materiales locales.

El nivel de agua debe cubrir el material del filtro por lo menos 0.3 m para garantizar un régimen de flujo regular. El tiempo de retención hidráulica es el parámetro de diseño más importante que afecta el desempeño del filtro (recomendable es de 0.5 y 1.5 días). Estas consideraciones fueron tenidas en cuenta durante el diseño.

Tabla N° 6. Parámetros de diseño Filtro Anaerobio

Carga Orgánica	Kg DBO/día	162.3
Tiempo de retención	Horas	12
Volumen útil	m <sup>3</sup>	100
Profundidad útil	M	2
Área	m <sup>2</sup>	50
Relación largo ancho	Adimensional	1:2

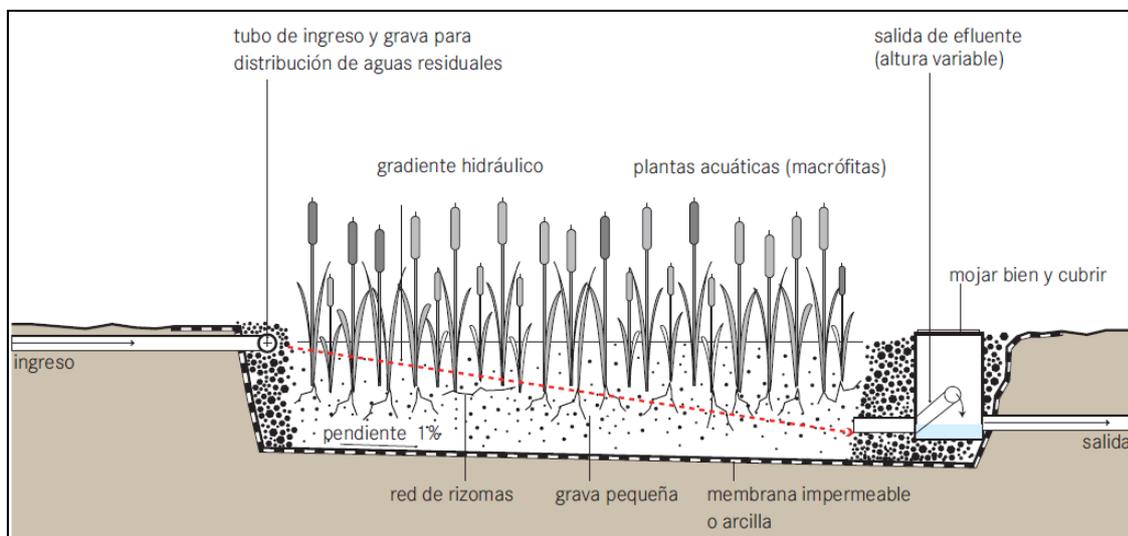
Fuente: Instituto Cinara, 1996b.

Humedal sub-superficial: Un Humedal Artificial de Flujo Horizontal subsuperficial es un canal relleno con grava y arena o tierra, donde se planta vegetación acuática (macrófitas). El agua residual fluye horizontalmente por el canal, el material filtra partículas y microorganismos y degrada la materia orgánica disuelta. El nivel de agua en un humedal construido de flujo horizontal sub-superficial se mantiene entre 5 y 15 cm por debajo de la superficie (Figura N° 10).

Para evitar taponamientos y asegurar un tratamiento eficiente es esencial que los tanques sépticos y los filtros anaerobios funcionen correctamente. Se debe usar un recubrimiento impermeable (arcilla o geotextil) con el fin de evitar la contaminación de fuentes de agua subterráneas. Para La Vorágine se proyectó un humedal como último tratamiento, considerado de pulimiento microbiológico, pues el efluente de la PTAR, es descargado en el río Pance, lugar utilizado por turistas para la recreación. Se emplearon

plantas nativas como las Heliconias sp., y el *Cyperus papyrus* para los humedales construidos.

**Figura N° 10.** Esquema general de la PTAR



Fuente: Tilley *et. al.*, 2008.

A continuación se muestran las características de diseño de cada humedal:

**Tabla N° 7.** Parámetros de diseño Humedal

Caudal	m <sup>3</sup> /día	200
Tiempo de retención	Horas	6
Volumen útil	m <sup>3</sup>	52
Volumen bruto	m <sup>3</sup>	89.3
Profundidad útil	M	1.2
Porosidad	%	56
Área	m <sup>2</sup>	74.8
Relación ancho: largo	Adimensional	1:18

Fuente: Instituto Cinara, 1996b.

El costo total del sistema de aguas residuales, alcantarillado y PTARD en el año 1996 fue de 174.140.400 COP equivalentes en dólares al presente año a 278.444 USD (Instituto Cinara, 2000), este costo no incluyen las obras de ampliación y reposición de redes, efectuadas en el año 2007. Después de construida la PTAR, la comunidad empezó a gestionar la construcción de una Planta de tratamiento de Agua Potable (PTAP), en los inicios del año 2000, debido a que se presentaban muchas interrupciones del servicio de agua por obstrucciones en la tubería de conducción ocasionadas por la presencia de lodo, piedras e incluso peces.

### **Capítulo 3. Metodología**

Para la identificación de la situación inicial y de los cambios logrados a partir de la ejecución de la innovación socio-técnica se llevó a cabo un proceso de recolección, procesamiento y análisis de información primaria y secundaria. La información primaria fue obtenida a través de entrevistas semiestructuradas a un líder que ha participado directamente en el proyecto desde su planeación, así como a la persona encargada de la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento; también se realizó una entrevista con tres de los ingenieros que participaron en el diseño de la obra, así como con un representante de las autoridades de salud municipal encargados de la asesoría y vigilancia de los sistemas de abastecimiento en la zona rural de Cali. Con la organización comunitaria se llevaron a cabo dos talleres donde se realizó una indagación sobre la situación inicial y actual de la comunidad en SAS con énfasis en el análisis de la gestión comunitaria para lo cual se aplicaron técnicas de investigación participativa que provienen del Participatory Rural Appraisal (ver Anexo 1).

La recolección de información secundaria se realizó tanto en el Instituto Cinara como en las instituciones que estuvieron vinculadas desde su inicio en la ejecución de la innovación socio-técnica. Esto incluyó la revisión de datos estadísticos en instituciones públicas como la Secretaría de Salud, la Alcaldía Municipal y el Departamento Nacional de Planeación, así como el archivo de la organización comunitaria Asovorágine. Además, se consultaron imágenes fotográficas y documentos audiovisuales del área de estudio, con el fin de caracterizar la localidad e identificar sus transformaciones, especialmente en la dimensión económico-financiera, técnico-infraestructural-operacional, ecológico-ambiental, sociopolítica y cultural y de salud.

Igualmente, se otorgó importancia a la revisión de la prensa escrita local, en especial del periódico “El País”, durante el periodo comprendido entre enero de 1980 y mayo de 2014, para recabar información relacionada con las dimensiones político-social, cultural y ambiental. Los aspectos considerados en el seguimiento hemerográfico incluyeron disposiciones gubernamentales sobre agua y saneamiento en el departamento del Valle del Cauca, concentrándose la indagación en la cuenca del río Pance, para identificar eventos como: inundaciones, deslizamientos, deforestación, incendios, y disminución del cauce en verano/sequías. Además, se examinó la relación de la ciudadanía con el río Pance y la incidencia de la Corporación para la Recreación Popular en el uso recreativo de la cuenca. Dada la extensión del período (aproximadamente treinta años) la revisión no se llevó a cabo en un estricto orden cronológico (mes a mes) sino que estuvo sujeta a filtros establecidos a partir de fuentes secundarias que permitieron ubicar los meses de mayores precipitaciones y meses secos.

Para valorar la sostenibilidad de la democratización en el acceso a los servicios públicos domiciliarios y teniendo en cuenta el tamaño de la población y la accesibilidad a la zona, se llevó a cabo un censo con los usuarios de la innovación socio-técnica. La encuesta aplicada consultó sobre la situación de los sistemas de agua, saneamiento, gestión comunitaria de los servicios públicos, salud y la relación con el ecosistema. Las unidades de estudio fueron aquellas personas que cumplieron con la característica de ser mayores de 18 años. Por su parte las unidades de muestreo corresponden a la ubicación de las viviendas y establecimientos comerciales en las que se encontraban las unidades de estudio. A los datos obtenidos en la encuesta se les realizó un análisis de estadística

descriptiva. Para la elaboración de este documento dicha información se trianguló con la información cualitativa y la obtenida mediante la aplicación de técnicas de investigación participativa.

Aunque en la encuesta se incluyeron preguntas sobre la dimensión ecológico-ambiental, el grueso de la información sobre esta dimensión proviene de la revisión de informes técnicos, trabajos de grado e información recopilada con la comunidad a través de un taller participativo que se realizó con 15 personas de la localidad. Además, se diseñó una metodología exploratoria que sirviera de base para hacer un análisis de la resiliencia de la zona, empleando la teoría de los servicios ecosistémicos y técnicas de investigación participativa. Se trabajó en dos fases:

- **Identificación, clasificación y afectación de los servicios ecosistémicos:** Se efectuó con base en recopilación de información histórica y biofísica de la zona de estudio y recorridos por la microcuenca. Además de los servicios ecosistémicos, se identificaron los “drivers” o impulsores que incrementan o disminuyen la utilización de los servicios y por ende la presión sobre los mismos. El grado de resistencia a esta presión determina que tan resiliente es el ecosistema. Mediante el uso de los sistemas de información geográfica se identificaron los cambios relacionados con la cobertura vegetal entre los años 2000-2014, que fueron los años para los cuales se encontró información de libre acceso.
- **Taller comunitario sobre servicios ecosistémicos:** Teniendo en cuenta que a través de la encuesta no era posible que la comunidad opinara sobre los servicios ecosistémicos y sus afectaciones porque no usaban este lenguaje, se decidió realizar esta indagación a través de un taller comunitario. Se elaboraron dibujos que facilitarían a la comunidad el reconocimiento de los servicios y de sus afectaciones (ver Anexo 2, ítems a y b).

En un mapa de la cuenca del río Pance, que llevó el equipo de investigación, los integrantes de la comunidad marcaron las quebradas, vías de acceso, áreas de cultivo y zonas de bosque. Posteriormente, ubicaron los dibujos relacionados en el Anexo 2. Es importante destacar que aunque los participantes tenían a su disposición ambos tipos de dibujos (servicios y afectaciones), escogieron los relacionados con las afectaciones, porque como lo manifestaron oralmente, estas representan sus mayores preocupaciones. A continuación, los participantes calificaron el grado de afectación de los servicios ecosistémicos usando categorías como positivo, neutro o negativo. Para realizar esta calificación se utilizaron caras con diferentes expresiones conforme se ilustra en el ítem c del Anexo 2. La Tabla N° 8 registra las categorías que se establecieron.

Tabla N° 8. Calificación de la afectación de los servicios ecosistémicos

<b>Categoría</b>	<b>Representación</b>	
<b>Positiva</b>	Excelente	5 caras felices
	Muy Buena	2 caras felices
	Buena	1 cara feliz
<b>Negativa</b>	Muy mala	5 caras tristes
	Mala	2 caras tristes
	Deficiente	1 cara triste
<b>Neutra</b>	Neutra	1 cara neutra

## **Capítulo 4. Evaluación de la innovación sociotécnica**

En este capítulo se presentan los resultados de la evaluación de la innovación sociotécnica de La Vorágine a través de las siguientes dimensiones analíticas: a) Dimensión técnico estructural donde se indaga por los cambios y actual situación de la infraestructura y la percepción sobre la calidad de los SAS; b) Dimensión económico-financiera presenta las actuales condiciones económicas de la comunidad relacionadas con la implementación de los SAS; c) Dimensión salud muestran datos sobre las principales enfermedades que se presentan en la comunidad; d) Dimensión socio-político y cultural muestra la democratización y participación de la comunidad en la administración de los sistemas; e) Dimensión político institucional indaga sobre la implementación de programas para la atención de los SAS en zonas rurales; y finalmente, f) Dimensión ambiental enfocada la vulnerabilidad de la comunidad.

### **Dimensión técnico-infraestructural**

Después de la ejecución de la innovación socio-técnica en La Vorágine, se obtuvieron resultados a corto, mediano y largo plazo en lo que se refiere a esta dimensión, los cuales se describen a continuación:

#### Resultados a corto plazo:

- Una red de alcantarillado simplificado que conducía las aguas residuales a la PTAR.
- Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con la cual se redujo los impactos generados en el río Pance.
- Un grupo de la comunidad capacitado para desempeñarse en labores de: veeduría comunitaria, liderazgo, administración de servicios públicos, operación y mantenimiento del alcantarillado.
- Un grupo de la comunidad conocedor del sistema de tratamiento de aguas residuales, su funcionamiento, limitaciones, manera de realizar el arranque, la operación y el mantenimiento.
- Una organización comunitaria que administra los SAS bajo la figura de Asociación de Usuarios de Acueducto y Alcantarillado de la localidad de la Vorágine (Asovorágine), esta se constituye por iniciativa de la comunidad y los líderes locales, como una organización comunitaria sin ánimo de lucro. Esta nueva organización absorbe la que existía.
- La Asociación concerta una tarifa diferencial con base en tres criterios:
  - Vivienda familiar cuyo ingreso mensual no excede del salario mínimo
  - Viviendas cuyo ingreso mensual excede el salario mínimo o tienen pequeños negocios que solo abren los fines de semana
  - Viviendas con negocios grandes como fritangas, balnearios o casas lujosas establecieron tarifas individuales

**Castro, José Esteban (Ed.)**

- Un grupo de funcionarios de diferentes instituciones gubernamentales locales que participaron en el proceso y por lo tanto conocen la situación de La Vorágine.
- Una metodología participativa para el abordaje de problemáticas de saneamiento.

Resultados a mediano plazo:

Los resultados más significativos del proceso se dieron entre los años 2001 y 2010. En el año 2001 la Secretaría de Salud Pública Municipal asignó una partida presupuestal para la construcción de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP). Sin embargo, la comunidad debía adquirir el lote para su construcción, el cual costaba 10.000.000 COP (5.000 USD). Asovorágine negoció el pago del lote en dos cuotas, pues sólo contaba con un capital de 1.400.000 COP (700 USD) y 600.000 COP (300 USD) de un préstamo de la Junta Comunal, quedaban faltando cerca de 3.000.000 COP (1500 USD).

Por lo tanto, se acudió a las entidades financieras, pero Asovorágine, por ser una organización con poca trayectoria no cumplía los requisitos establecidos para otorgar préstamos. Ante esta situación, el operador de la PTAR hipotecó la casa de propiedad de su esposa para completar el primer pago del lote con el objetivo de no perder la asignación presupuestal definida por la Secretaría de Salud y empezar la construcción de la PTAP. Finalmente, se construyó la primera fase de la PTAP y se realizaron ampliaciones durante los ocho años siguientes, las obras se terminaron en el año 2009, con una inversión aproximada de 480.000.000 COP, equivalentes al año 2014 a 291.651 USD (ver Fotos N° 6 y N° 7).

Foto N° 6. Primera etapa PTAP



Fuente: Archivo Asovorágine

Foto N° 7. Etapa final PTAP



Fuente: Archivo Asovorágine

El Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Salud Ambiental de la Secretaría de Salud Municipal publica boletines periódicos sobre la calidad del agua de consumo humano, en los que se muestra el estado en que se encuentra el municipio en esta materia. En el área urbana y rural se realizan tomas de muestras con el propósito de analizar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos definidos en la normatividad sanitaria vigente y clasificados según el Índice de Riesgo de Calidad de Agua para consumo humano (IRCA) y el Índice de Riesgo por Abastecimiento (IRABA).

En el año 2011 el boletín reportó que para la zona urbana, el IRCA Sin Riesgo para consumo humano fue del 100%. En contraste para la zona rural, donde fueron evaluados 22 acueductos rurales, el 63.6% obtuvieron clasificación IRCA sin riesgo para consumo humano, 9.1% presentó riesgo bajo para consumo, el 22.5% riesgo medio y 4.5% en riesgo alto (Tabla N° 9). No obstante, para la localidad de La Vorágine estos resultados son satisfactorios pues no presenta ningún riesgo por calidad de agua, ni por abastecimiento (ver Anexo 3).

Tabla N° 9. Índice de riesgo por abastecimiento año 2011

Área	N° Muestras	IRCA % sin riesgo	IRCA % riesgo bajo	IRCA % riesgo medio	IRCA % riesgo alto
<i>Urbano</i>	94	100	0	0	0
<i>Rural</i>	42	63.6	9.1	22.5	4.5

Fuente: SSPM-ASA (2011).

Paralelamente al proceso de gestión de la PTAP, la comunidad representada por Asovoráigine realizó gestiones para el cambio de la red de alcantarillado simplificado por una red de alcantarillado convencional y una ampliación de la PTAR. Esto surgió por tres aspectos importantes, el primero está relacionado con una creciente del río Pance, la cual ocasionó daños en la RAS y levantó tramos en la parte inicial del sector conocido como La Playita. El segundo, con falencias en el uso de la RAS y en el mantenimiento de las trampas de grasas, algunas viviendas comenzaron a drenar aguas pluviales a la red de alcantarillado, aspecto que afectó el desempeño hidráulico de la RAS. La carencia de actividades de mantenimiento de las trampas de grasas por parte de la comunidad, generaron taponamientos en la red y finalmente, era exigido un sistema de alcantarillado convencional para la pavimentación de la vía principal de la localidad.

Debido a las situaciones referidas anteriormente se realizó un cambio en la tecnología que implicó el abandono de la RAS y la instalación de una red de alcantarillado semicombinado, que contempló una tubería de mayor diámetro, que además de las aguas residuales recibió parcialmente las aguas lluvias de la comunidad.

La nueva red de alcantarillado va desde el sector de La Playita, que incluye los balnearios y estaderos localizados a las márgenes de la vía que atraviesa la localidad. Con una longitud aproximada de 1.5 km en PVC y con diámetros iniciales de 8” y finales de 12”, cuenta con 33 cámaras tipo B, y termina su recorrido en el Club del Departamento. El transporte y tratamiento de las aguas residuales, tiene una cobertura de alcantarillado del 86%.

Con relación a la PTAR, los humedales presentaban continuas obstrucciones que generaron infiltraciones asociadas a la compactación natural, que sufrió la capa de tierra vegetal superficial instalada sobre el material de soporte y que terminó ocasionando un colapso de la tecnología. Este material debió ser retirado y lavado para ser instalado nuevamente. Por esta razón, la Secretaria de Salud cambió el tipo de humedal sub-superficial, a uno de flujo superficial (Foto N° 8), utilizando plantas macrófitas flotantes (lenteja de agua y buchón de agua). Sin embargo, se identificó que los humedales superficiales proporcionaban un hábitat propicio al mosquito *Aedes aegypti*, el cual transmite la enfermedad del dengue hemorrágico. Con el fin de evitar la propagación del dengue, entre 2001 y 2002 se modifican los humedales nuevamente a flujo sub-superficial, para ello se construyeron 4 unidades retomando el diseño original, esta vez disminuyendo la capa de tierra vegetal para evitar el problema identificado en el primer diseño y se complementó con la siembra de plantas macrófitas como el papiro enano y *Heliconias* sp.

Foto N° 8. Humedales superficiales



Fuente: Archivo AsovoráGINE

En el año 2008, se encontró que la eficiencia de la PTAR estaba siendo afectada por la dilución del agua residual con las aguas lluvias que entraban al sistema de tratamiento, lo cual ocasionaba un arrastre de sólidos hacia la planta y sobrecargas hidráulicas. Por tal motivo, se incorpora un sistema de tratamiento preliminar (desarenador) y una línea adicional de tratamiento (tanque séptico, filtro anaerobio y humedal sub-superficial). Las memorias de cálculo de ese año, mostraban un incremento de turistas por las mejoras en las coberturas de los SAS, por lo cual este aumento de población fue incluido durante el proceso de diseño de la nueva línea. Esta ampliación se financió con recursos de la Secretaria de Salud Pública Municipal quedando la PTAR con una capacidad final de tratamiento de 6 L/s (Foto N° 9).

Durante la fase de ampliación de la PTAR, el tercer filtro anaerobio se optimizó utilizando material plástico que permite tener estructuras más pequeñas en comparación con las iniciales. De igual manera, se utilizaron materiales innovadores como la madera sintética, la cual permite la construcción de tapas de inspección más livianas para las estructuras que conforman la PTAR que facilitan las actividades de operación y mantenimiento. También se incluyó un lecho de secado de lodos con un techo en zinc, lo cual acelera el proceso de secado, evitando el contacto con la lluvia.

Foto N° 9. Ampliación PTAR - Fase II



Fuente: Archivo Asovorágine

Actualmente, se presenta reducción en la eficiencia del tratamiento debido a obstrucciones en los filtros anaerobios y en los humedales construidos, lo cual está asociado a una disminución en la conductividad hidráulica en el medio de soporte de los mismos, ocasionada por el arrastre de sólidos del tanque séptico a los filtros anaerobios y de estos a los humedales sub-superficiales por las aguas lluvias que ingresan al sistema. No obstante el problema mencionado anteriormente, el desempeño de la PTAR de La Vorágine excede los porcentajes de remoción exigidos por la ley ambiental vigente, superando el 90% en las eficiencias de parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales (ver Anexo 4).

Resultados de largo plazo:

Después del proceso llevado a cabo durante la implementación de la innovación socio-técnica se pueden establecer mejorías en lo que se refiere a los SAS y al estado ambiental de la zona, que se han mantenido en el tiempo y que son expresadas por los habitantes de la comunidad, algunos de ellos señalan:

*Situación después de la construcción del alcantarillado:*

Mejóro la calidad del río y volvieron los turistas, pero también trajo más personas de otras partes.

Todo mejoró, nos facilitó la vida, favoreció la llegada de turistas y también la economía porque ya no se contamina el río. Eso le da seguridad a los turistas y a nosotros.

Lo mejor fue secar el pozo séptico, todo es más fácil para evacuar aguas y no están por las calles y se evitan enfermedades.

Lo más importante es que el río no está tan contaminado.

Buena, no cae al río, ya se va directo y se evitan los zancudos.

Muchos beneficios, una mejor salubridad, una mejor calidad del río, se mejoró el sistema ambiental, ahora es más digno vivir.

Hubo fortalecimiento institucional.

Habitantes de la Vereda La Vorágine

Percepción actual del servicio de agua

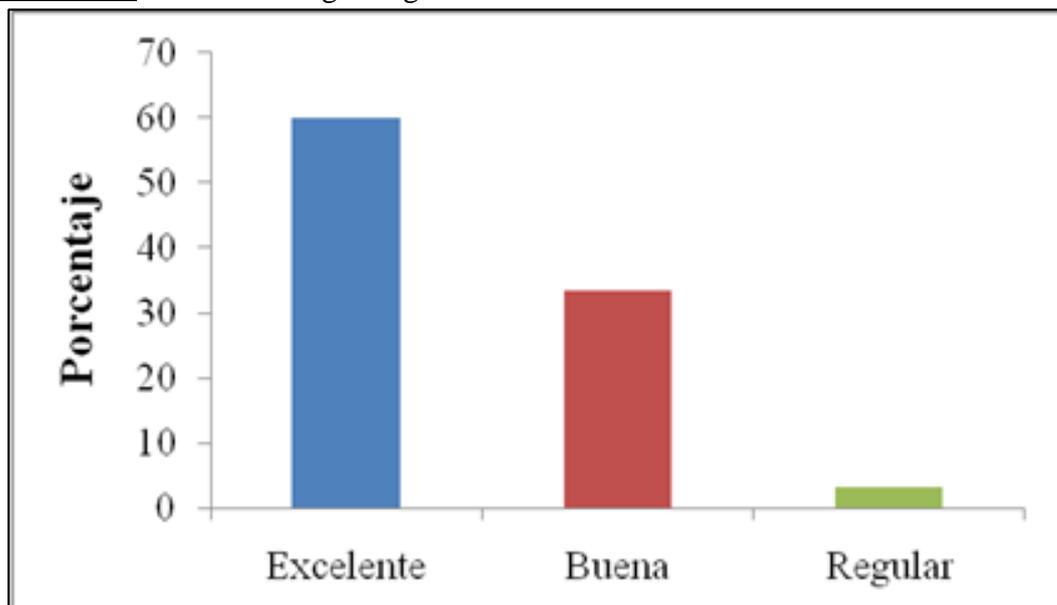
La percepción de la comunidad frente a la calidad del agua usada para consumo, se muestra en el Gráfico N° 5 donde más del 90% de los encuestados menciona que la calidad es excelente o buena, debido a que es un agua que no presenta impurezas o suciedad, pues tiene un color transparente. Otros argumentos señalados por la comunidad se refieren al estado de salud de los turistas que atienden, pues hasta el momento no han tenido quejas de ellos por enfermedades gastrointestinales asociadas al consumo del agua del acueducto.

*Calidad del agua*

No hay problema, Salud Pública revisa y hace análisis que han salido buenos, el agua cumple con las condiciones de salubridad, huele y sabe bien

Habitantes y comerciantes de La Vorágine

Gráfico N° 5. Calidad del agua según la comunidad

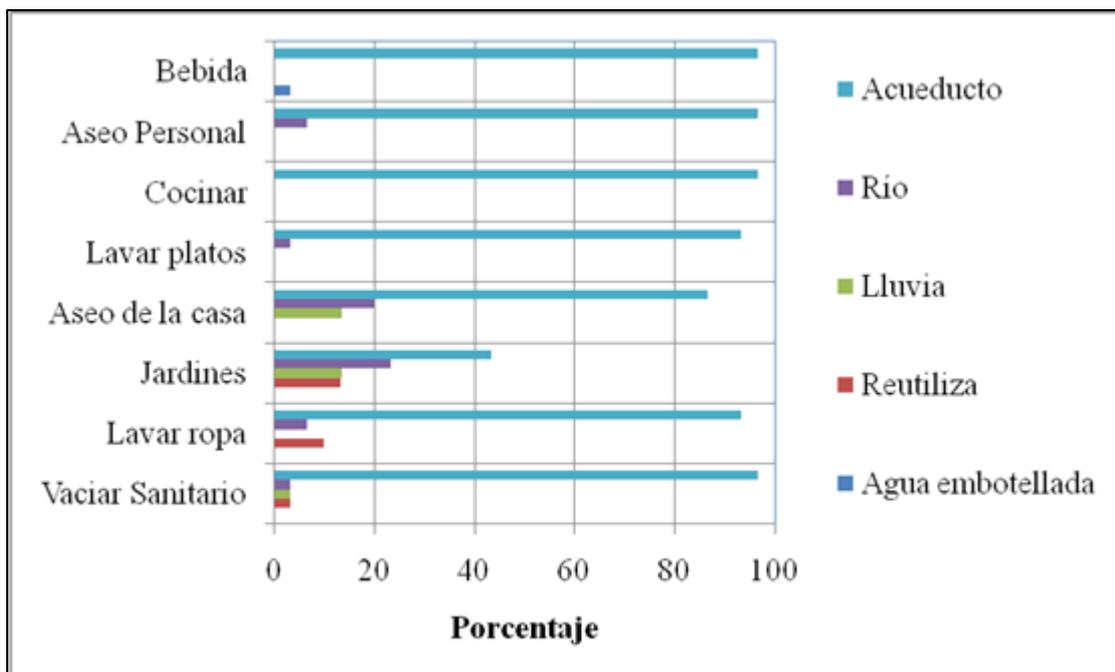


Se identificó que el 73.3% de los hogares confía plenamente en la calidad del agua del acueducto y por ello no realizan ningún tratamiento. Sin embargo, un 20% de los encuestados manifestó que realiza tratamiento casero mediante filtros o hierve el agua, porque tienen recién nacidos o vienen de otros sectores en donde era costumbre realizar esta actividad.

Con respecto a la cantidad de agua que suministra el sistema de abastecimiento, el 83% de los encuestados menciona que el agua que recibe es suficiente, porque alcanza para realizar sus actividades incluyendo la atención al turista en los restaurantes; aunque una proporción pequeña menciona que el agua no es suficiente debido a que en la localidad se redujo el consumo básico de 35 a 25m<sup>3</sup>, hecho que hace que se incremente sus facturas mensuales, cuando se excede este rango.

El Gráfico N° 6 señala los usos que le dan los habitantes de La Vorágine a las diversas fuentes de agua, en ella se muestra la importancia del uso del agua proveniente del acueducto como principal fuente para las actividades diarias, resaltando que más del 90% de los habitantes utiliza esta agua para consumo, el aseo personal, para cocinar, lavar platos, ropa y para evacuar el sanitario. En actividades como el aseo de la casa y de los locales comerciales, así como el riego de plantas, el uso del agua del acueducto disminuye a un 70%, debido a que los pobladores aprovechan la proximidad del río Pance como una fuente de abastecimiento alterna y así evitan el incremento de las tarifas en sus recibos mensuales.

Gráfico N° 6. Usos y fuentes de agua



Percepción actual del servicio de saneamiento y residuos sólidos:

La unidad de evacuación de excretas que predomina en la zona es el inodoro, cuyas aguas residuales descargan al alcantarillado; igualmente ocurre con las aguas que provienen de los lavaderos de ropa, y duchas. Para el caso de las aguas provenientes de las cocinas, el 30% de los hogares que tienen restaurantes poseen conexiones a trampas de grasa, que posteriormente conducen las aguas al alcantarillado (ver Gráfico N° 7).

El alcantarillado es la solución colectiva que cubre el 86% de las viviendas de la localidad, el 14% restante pertenece al sector conocido como La Playita en el que aún funcionan pozos sépticos y algunas viviendas en la zona alta que no lograron conectarse al sistema por cuestiones topográficas.

Se resalta que el 73.3% de la comunidad conoce a donde son conducidas las aguas que transporta el alcantarillado y reconoce la localización de la planta de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, el 26.7% de la comunidad no la conoce, son fundamentalmente las personas que viven hace menos de 10 años en la localidad.

Con respecto a las aguas lluvias (ver Gráfico N° 8), el 80% de estas son conducidas al río directa o indirectamente, sin embargo, existe un 20% de los usuarios que poseen conexión directa al sistema de alcantarillado situación que afecta el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, como se mencionó anteriormente.

Gráfico N° 7. Disposición de aguas residuales en la vivienda

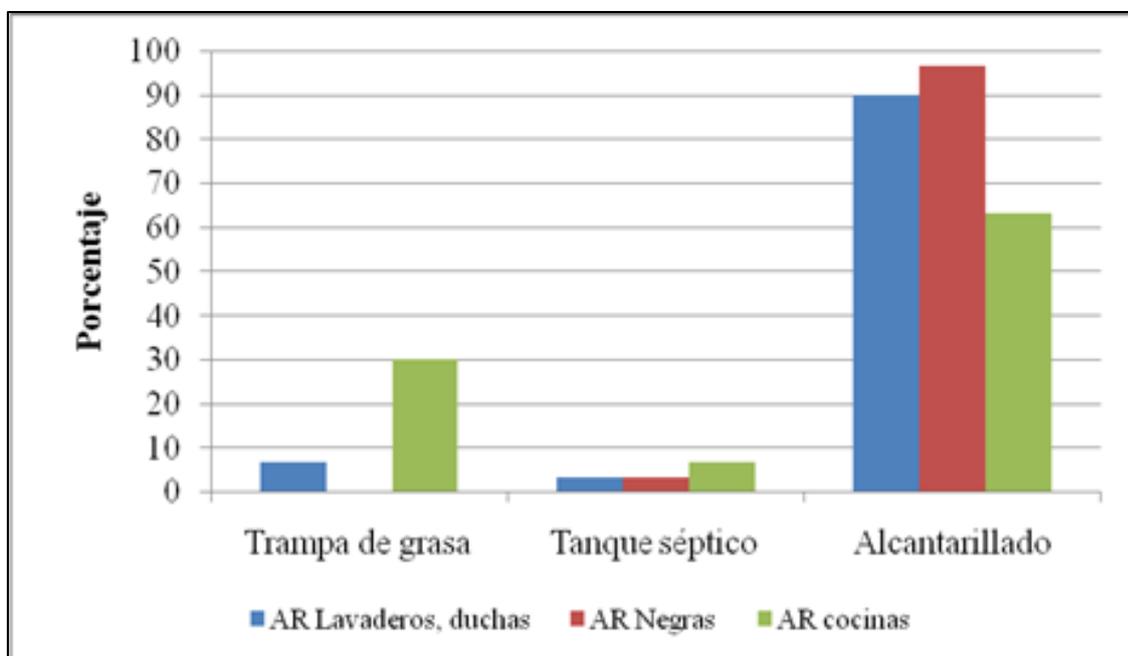
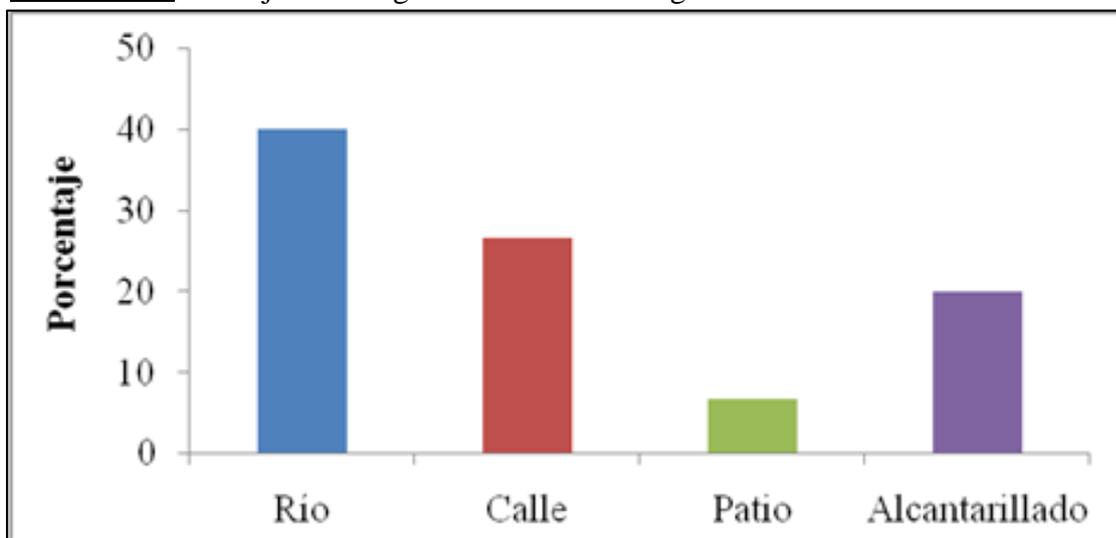
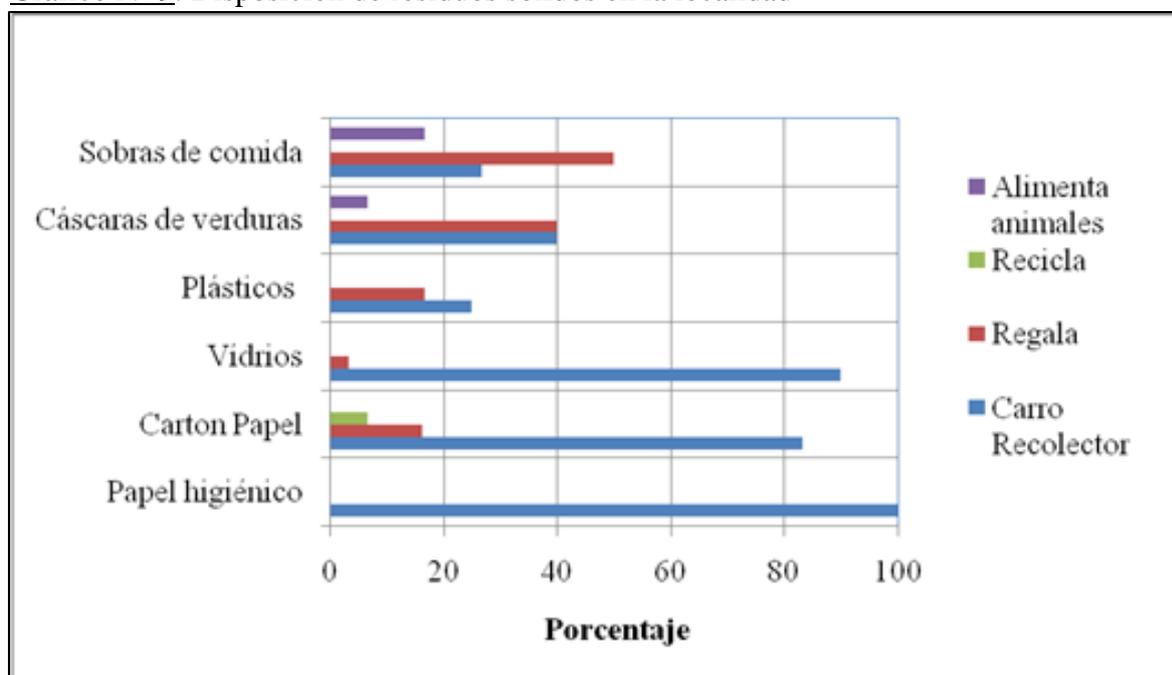


Gráfico N° 8. Manejo de las aguas lluvias en los hogares



Con relación a la disposición final de los residuos sólidos, como se muestra en el Gráfico N° 9, el 66% de los encuestados destina las sobras de comida y las cáscaras de vegetales como alimento de animales, es de resaltar que este tipo de residuos es recolectado por el propietario de una porcícola; el cartón y el papel sólo se recicla en el 6.6% de los casos, el resto de residuos sólidos son entregados al carro recolector.

Gráfico N° 9. Disposición de residuos sólidos en la localidad



Se identificó que la comunidad de La Vorágine no arroja sus residuos al río. Sin embargo, el 30% de las personas encuestadas no se encuentran satisfechas con el manejo de los mismos en la localidad, porque consideran que los establecimientos comerciales no hacen una selección de los residuos que producen, debido a que no se tiene una conciencia de reciclar, pero la principal molestia se encuentra con los residuos producidos por los turistas, ante lo cual algunos habitantes manifiestan:

Hay mucha gente que separa para mantener un buen ambiente, pero los turistas dejan mucha basura, nos toca asumir todo y ayudar a mantener limpio el río.

A pesar de que los negocios hacen actividades de limpieza, no se ha logrado la organización para el control de la basura que dejan los turistas, ellos dejan mucha basura tirada en el río.

Habitantes y comerciantes de La Vorágine

Una de las actividades implementadas por los propietarios de negocios fue contratar a una persona para recolectar los residuos en la ribera del río, sin embargo debido a que no todos los comerciantes aportaban para el pago esa actividad se discontinuó. Actualmente, cada establecimiento comercial está encargado de la limpieza de su área de influencia.

### **Dimensión socio-económica y financiera**

En la localidad de La Vorágine la principal actividad económica está relacionada con el turismo (ver Foto N° 10), esta actividad se ha convertido en la dinamizadora de la vida económica y la principal fuente de ingresos para los habitantes de la vereda, pues la alta afluencia de turistas provenientes de la ciudad de Cali y de otros municipios vecinos, ha contribuido a la construcción y ampliación de establecimientos comerciales como restaurantes, estaderos, cabañas, balnearios y discotecas, igualmente ha atraído la presencia de ventas ambulantes y establecimientos informales.

Foto N° 10. Turismo en La Vorágine los fines de semana

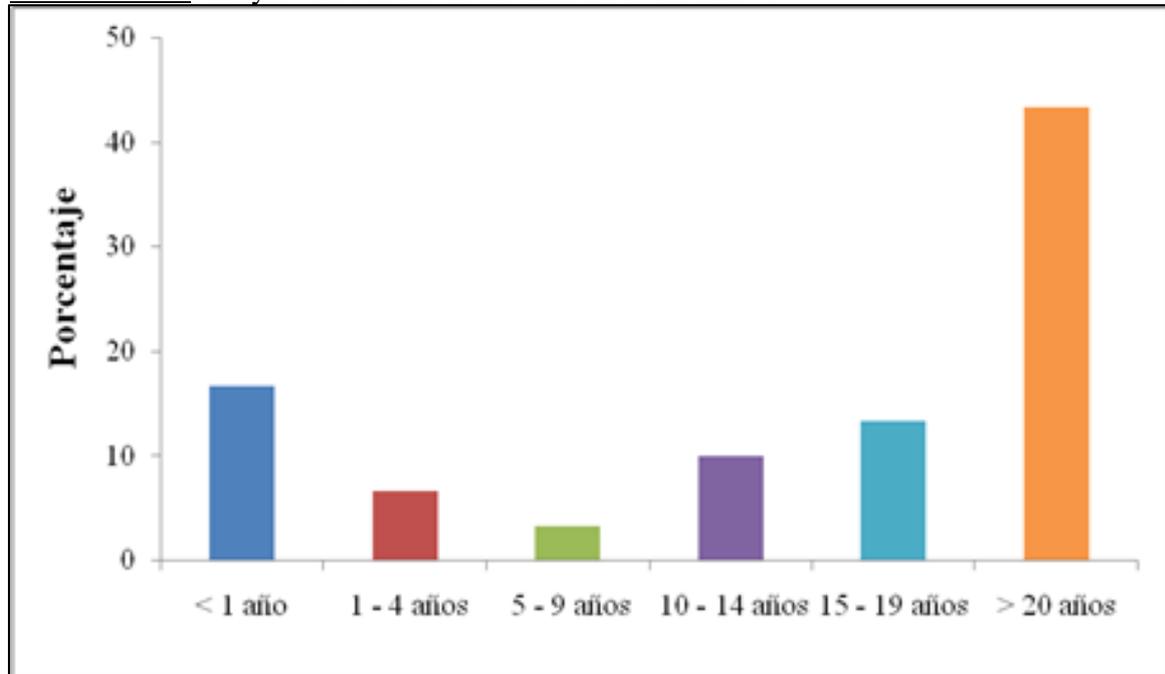


Fuente: Chedorlaomer Villa

Los hogares que habitan las viviendas de La Vorágine están conformados en promedio por cinco personas. En el 43% de las viviendas los hogares oscilan entre 4 y 6 personas, seguidas por el 31% que están conformados por 2 y 3 personas, y el 16% cuenta con más de 7 habitantes; finalmente, el 6% de los hogares son unipersonales.

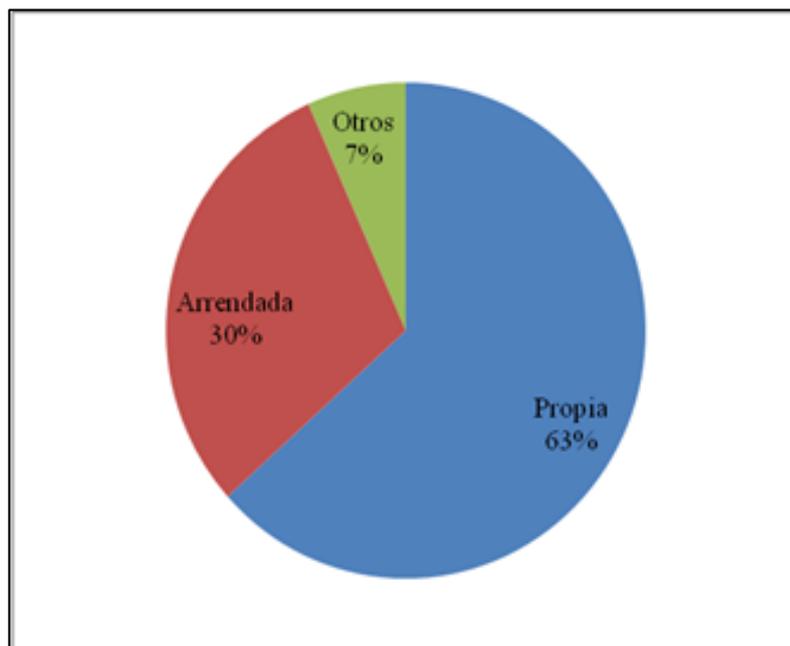
El 45% de los encuestados son personas que han vivido por más de 20 años en la localidad, seguidas por un 12% que lleva entre 15 y 19 años. Sin embargo, se puede observar en la vereda un proceso de migración debido a que cerca del 40% de las personas habitan en ella hace menos de 10 años. Como se muestra en el Gráfico N° 10 un 18% se ha establecido en la vereda sólo en el último año.

**Gráfico N° 10. Trayectoria de los habitantes en la localidad**



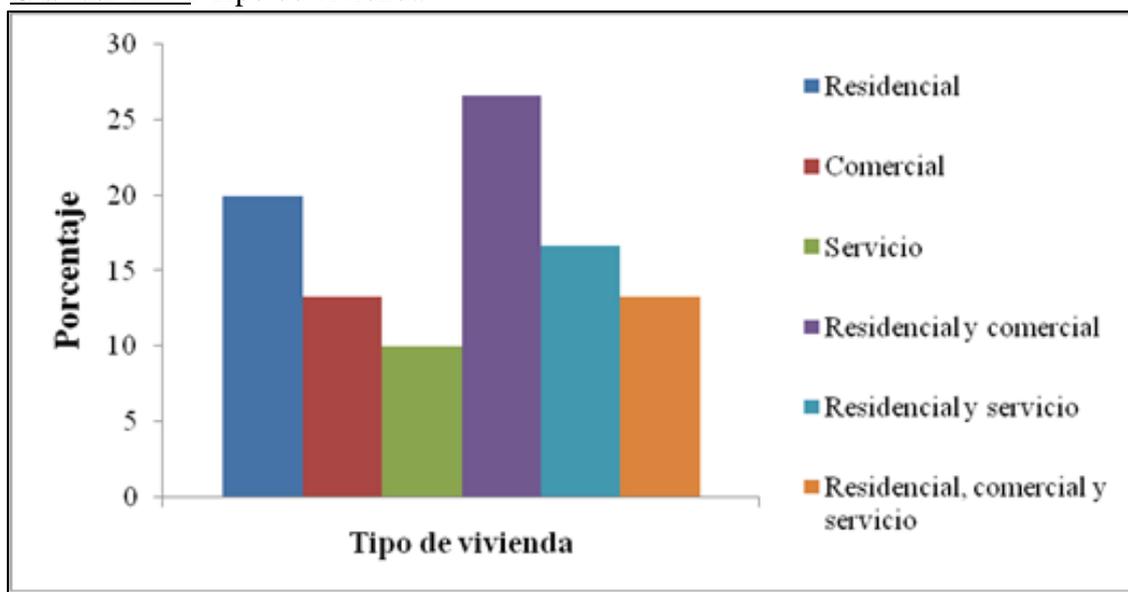
Actualmente, el 63,3 % de los predios encuestados están habitados por personas oriundas de la zona, mientras un 30% son arrendatarios que en su mayoría vienen de la zona urbana de Cali, con el objetivo de establecer negocios comerciales relacionados con servicios para los turistas (ver Gráfico N° 11).

**Gráfico N° 11. Tenencia de la vivienda**



El Gráfico N° 12 ilustra que cerca del 80% de las viviendas de La Vorágine no sólo son lugar de dormitorio de los pobladores, sino que han servido para el desarrollo de actividades comerciales, dado que ésta es la principal actividad económica de la localidad.

Gráfico N° 12. Tipo de vivienda



Las viviendas se encuentran distribuidas longitudinalmente a la margen derecha del río Pance y no poseen ningún tipo de nomenclatura. Para la ubicación, de una vivienda en particular, se recurre a la asociación con los establecimientos comerciales o con los propietarios de cada casa, debido a que en la localidad todos los residentes se conocen.

Como se observa en la Foto N° 11 y a partir de los datos obtenidos por la encuesta, se puede decir que entre los materiales de construcción más usados en las viviendas, predominan los muros de ladrillo (80%), las cubiertas o techos son losas de cemento o en teja de barro (70%), piso en baldosa o cemento (90%); finalmente, prevalecen las puertas metálicas y en madera (67%). En promedio las viviendas cuentan con 3.2 habitaciones y con 5.1 personas, por lo que se presenta un índice de hacinamiento de 1.8, lo que significa que en esta localidad no se presenta esta problemática, pues se considera hacinamiento cuando el índice presenta valores por encima del 2.5.

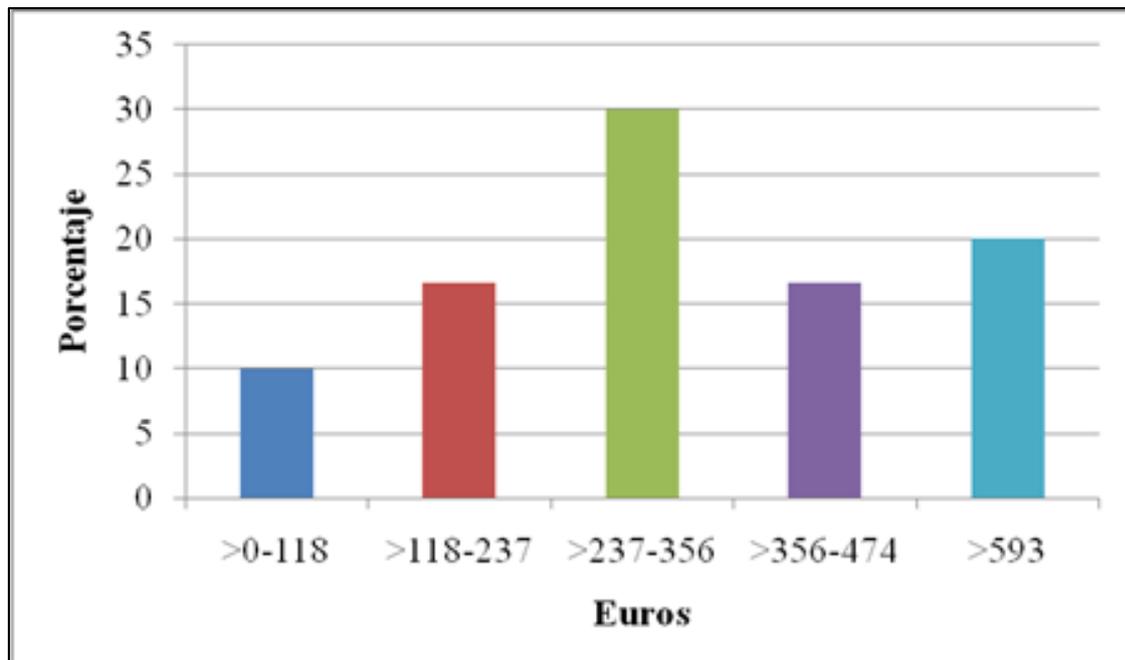
Foto N° 11. La Vorágine en el año 2014



Fuente: Equipo Desafío Colombia

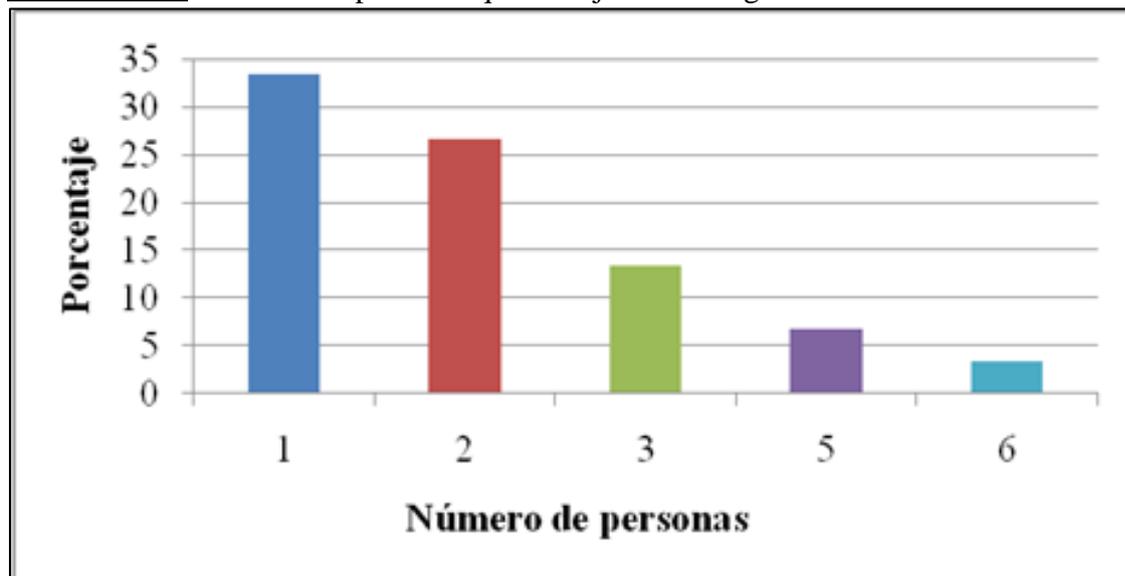
De acuerdo con la encuesta domiciliaria, el 26% de los hogares de La Vorágine tiene ingresos mensuales inferiores a 240 euros, lo cual equivale en Colombia a un salario mínimo mensual vigente, estos ingresos están asociados a hogares que no poseen ningún tipo de establecimiento comercial o que cuentan con pequeñas ventas ambulantes. Por otro lado, como se muestra en la Figura 5.9 el 46,6% de los hogares genera ingresos entre 240-475 Euros, estos hogares cuentan con establecimientos comerciales que pueden recibir hasta 100 personas por día en temporada de gran afluencia de turistas. Finalmente, el 20% de los hogares perciben ingresos superiores a 593 euros, estos corresponden a grandes establecimientos que pueden atender a más de 300 personas diariamente y en algunos casos a más de 1.000 clientes durante temporada alta.

Gráfico N° 13. Ingresos mensuales por hogar



En el 60% de los hogares trabajan de una a dos personas (ver Gráfico N° 14), y en el 27% de los hogares trabajan más de tres, la mayoría laboran en la misma localidad en sus propios negocios o en los establecimientos vecinos desempeñándose en labores de servicios de atención al público o en las cocinas.

Gráfico N° 14. Número de personas que trabajan en el hogar

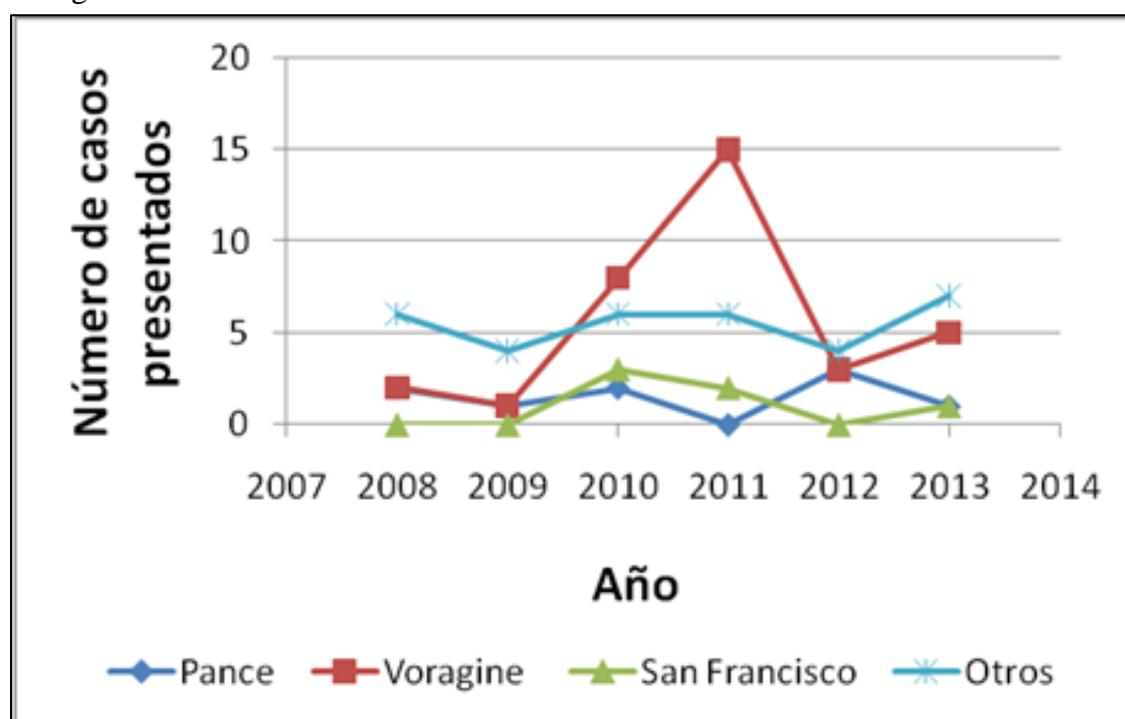


Castro, José Esteban (Ed.)

### Dimensión salud

Las enfermedades más frecuentes de consulta médica por parte de los habitantes de en La Vorágine son las relacionadas con infecciones respiratorias como la gripe (patología común debido a la humedad que se presenta en la zona) con un promedio de 26 casos por año, otras enfermedades como gastritis o hipertensión; según los reportes emitidos por el puesto de salud de la localidad, los reportes de enfermedades relacionadas con la calidad del agua, como diarrea o enfermedades de la piel son menores (ver Gráfico N° 15).

Gráfico N° 15. Número de casos presentados de enfermedades relacionadas con la calidad del agua en las veredas de Pance entre 2007 – 2013



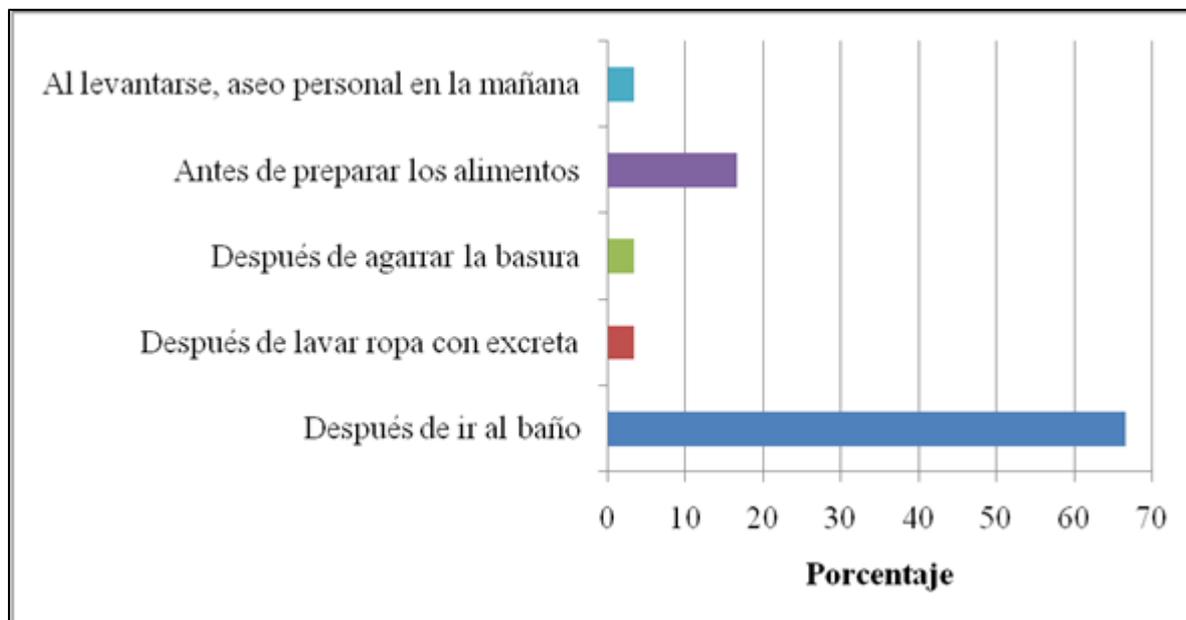
Estos datos fueron confirmados por las personas encuestadas quienes señalan que las enfermedades que han predominado en la localidad durante los dos últimos meses son el dengue, la gripa y algunas enfermedades respiratorias asociadas a la variabilidad climática que se presenta en la zona. Al indagar a los habitantes sobre el padecimiento de diarrea durante los últimos cinco días, cuatro de los encuestados reconoció que en la última semana algún miembro de su familia había padecido de diarrea, entre los afectados se identifican dos casos de niños y niñas menores de cinco años y dos adultos mayores.

Entre los habitantes se nota un reconocimiento de la importancia de los hábitos de higiene, especialmente del lavado de manos con agua y jabón. El 97% de las personas encuestadas estuvo de acuerdo en que esta práctica ayuda a prevenir enfermedades, pues consideran que se evita la transmisión de bacterias y microbios. Al indagar sobre los momentos donde habitualmente realiza esta práctica, se identificó que cerca del 66,7%

**Castro, José Esteban (Ed.)**

de los encuestados considera importante lavarse las manos después de ir al baño y un 16.7% antes de preparar alimentos (ver Gráfico N° 16).

Gráfico N° 16. Práctica de lavado de manos del encuestado

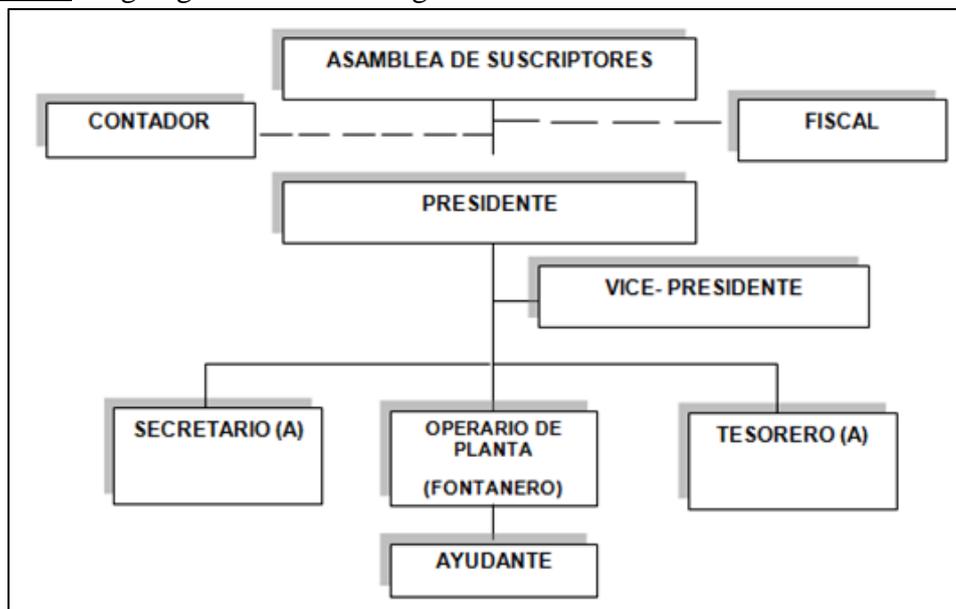


Este reconocimiento de la importancia y de la realización de prácticas de higiene para prevenir enfermedades se relaciona con la respuesta de más del 90% de los habitantes de La Vorágine que informa lavarse las manos después de ir al baño en el lavamanos o en el lavadero.

### **Dimensión socio-política y cultural**

La organización encargada de la administración y la prestación de los SAS es la Asociación de usuarios del Acueducto de La Vorágine, que es presidida por la Asamblea general de usuarios como máximo ente decisor de los aspectos más relevantes del servicio. Como figura directiva que acata las decisiones de la Asamblea se tiene en una segunda línea jerárquica a la Junta Directiva, conformada por 5 integrantes (Presidente, Vicepresidente, Secretario, Tesorero y Vocal) y como encargado de control social está el fiscal, todos son elegidos de manera democrática por la Asamblea para períodos de dos años. La Figura N° 11 presenta el organigrama de Asovorágine.

Figura N° 11. Organigrama de Asovorágine



Fuente: Archivo Asovorágine.

La visión y misión declaradas por la organización son:

- **Misión:** Somos una asociación de usuarios de acueducto y alcantarillado, gestionado por y para la comunidad de la vereda de La Vorágine, corregimiento de Pance. Nuestro servicio se enmarca en la gestión integrada del recurso hídrico a la luz de los pilares del desarrollo sostenible: economía, sociedad y medio ambiente.
- **Visión:** Al 2018 seremos una empresa de servicios públicos de acueducto y alcantarillado que prestará sus servicios a las localidades aledañas al corregimiento de Pance, con el fin de convertirnos en un acueducto inter-regional

La declaración formal de estos aspectos denota el compromiso de la organización con la conservación del ambiente y con el mejoramiento de la calidad de vida de sus asociados, pero también refleja el interés de la Asociación de extender sus servicios a comunidades aledañas.

Para las funciones administrativas no se cuenta con personal contratado y las mismas son repartidas entre el presidente, tesorero, secretario y el operador de las plantas. En el componente operativo y dependiendo de la Junta Directiva se encuentra un operador de plantas y fontanero, quien lleva más de 17 años con la organización comunitaria y conoce a cabalidad el funcionamiento operativo de los sistemas.

Las labores de facturación y cobranza son realizadas por el operador y el tesorero, este último también organiza la información contable para que la misma sea consolidada por un contador externo a la organización y al cual se le cancelan honorarios por su servicio. En cuanto a la atención de quejas y reclamos esta se realiza generalmente de manera verbal a los representantes de Asovorágine o al operador.

Aspectos de administración de los SAS

La Tabla N° 10 ilustra algunos de los aspectos más relevantes de la administración del servicio de abastecimiento de agua y alcantarillado de La Vorágine.

Tabla N° 10. La Vorágine después de la innovación socio-técnica

<b>ASPECTOS</b>	<b>2014</b>
Organización prestadora	Asociación de usuarios del Acueducto y Alcantarillado de La Vorágine.
Legalidad	Cumple con los requisitos básicos. Sin embargo no han implementado tarifas según metodología de la CRA.
Servicios prestados	Abastecimiento de agua, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.
Cobertura del servicio	Abastecimiento de agua 73% y alcantarillado 63%.
Calidad del agua	Potable y según el IRCA no presenta riesgo
Morosidad	3%
Tarifas	Acueducto tiene una tarifa básica de \$16.000 mensuales por consumo de 25 m <sup>3</sup> y la tarifa básica del alcantarillado es de \$20.000.
Infraestructura administrativa	La oficina de la organización tiene sede en la Junta de Acción Comunal y se encuentra en proceso de legalizarse y organizarse como propiedad de Asovorágine.
Financiación del servicio	A través del recuado de tarifas.
Planificación del servicio	Se realiza de manera informal, mediante una reunión al mes con parte del personal de la Junta Directiva.
Catastro de usuarios	73 suscriptores del servicio de acueducto y 63 de alcantarillado.
Facturación y cobranza	Se cuenta con software que imprime la factura, ésta se entrega puerta a puerta por parte del fontanero y el cobro se hace algunos días de la semana en la oficina, pero también se recauda puerta a puerta a los usuarios morosos.
Micromedición	El 100% de los usuarios cuenta con este medidor. Los usuarios comerciales superan el consumo básico estipulado en la tarifa.
Comunicación con usuarios y asociados	Se realiza a través de asambleas anuales, en recibos de pago y por medio de la comunicación directa con el fontanero e integrantes de la junta.
Usos del agua	Residencial y comercial (turismo)
Talento Humano	El operador de la planta y el fontanero tiene 17 años de experiencia en manejo de la infraestructura.
Recursos Materiales	Inventario de materiales para realizar actividades de operación, mantenimiento y reparación.
Propiedades	Predios donde se encuentra construida la PTAP.
Pérdidas de agua	>40%
Actividades administrativas	Realizadas por los integrantes de la Junta Directiva y el fontanero.

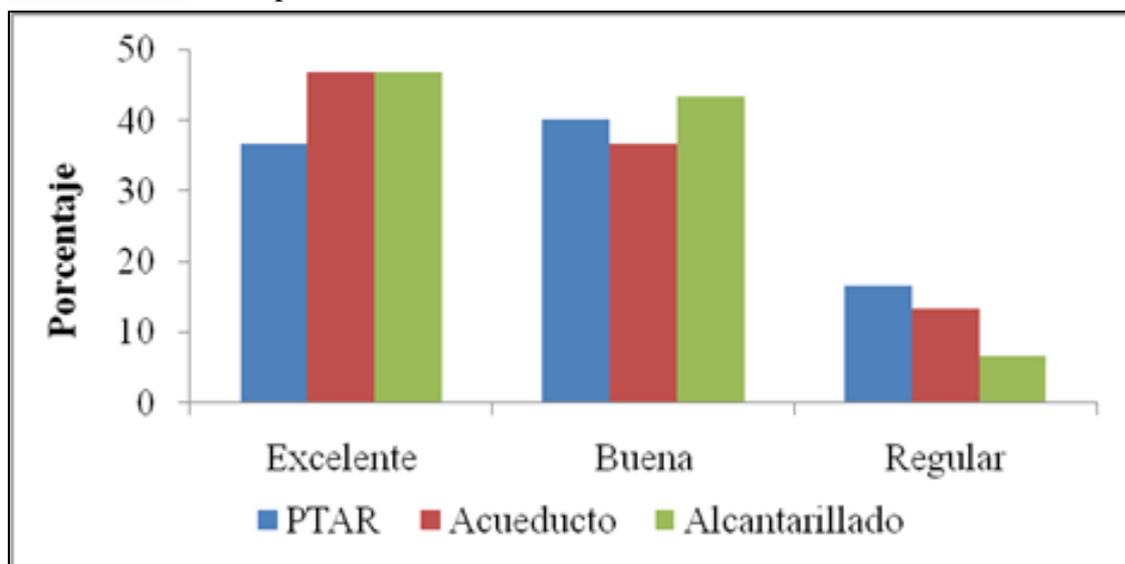
Percepción sobre la administración de los SAS

Con relación a la administración del sistema de abastecimiento de agua, el 83.4% de personas encuestadas consideraron que es excelente y bueno (ver Gráfico N° 17) debido que no se presentan fallas en el sistema, las redes de distribución están en buen estado y en el caso de que se presente alguna falla o fuga, esta es solucionada con prontitud. Algunas apreciaciones se describen a continuación:

Manejan bien todo, se puede contar con ellos, informan a uno lo que está pasando, por qué los costos, explican en qué se invierte el dinero y están pendientes de la comunidad.

Habitantes y comerciantes de La Vorágine

Gráfico N° 17. Percepción sobre administración de los SAS



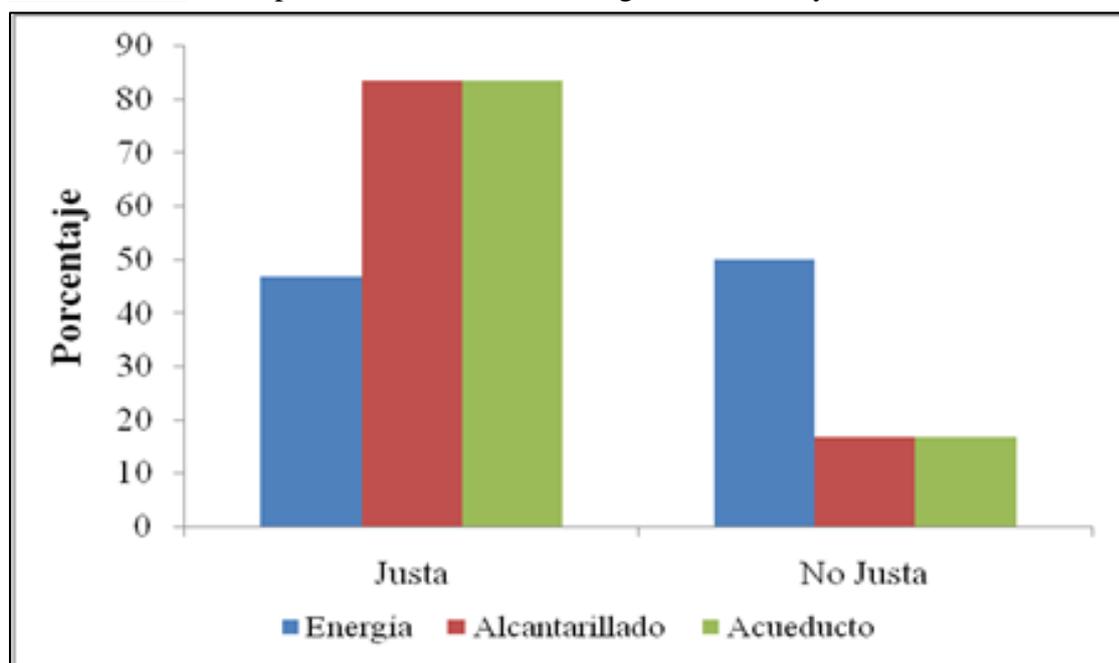
Frente a la administración del sistema de alcantarillado se tiene la misma percepción, el 90% de los encuestados considera que este servicio es excelente y bueno debido a que el sistema siempre funciona bien, no se presentan problemas de obstrucción, ni malos olores, y cualquier falla se soluciona ágilmente. Con respecto a la percepción sobre la administración de la PTAR el 76.7% considera que es excelente, mientras que un 17% dice que es regular, este último dato se relaciona con un reciente accidente que se produjo mientras se hacía el mantenimiento en la PTAR, lo que ocasionó un derrame de lodos al río durante unos minutos, noticia que se filtró en los medios de comunicación. Sin embargo, en general los habitantes consideran que la administración y la operación de la PTAR son adecuadas, así como lo manifiesta un habitante:

Es buena porque hacen tratamiento al agua antes de devolverla al río y no contaminan. Si no existiera, el río no existiría.

Habitantes y comerciantes de La Vorágine

En el Gráfico N° 18 se puede observar que para el 83.3% de la comunidad el cobro de la tarifa de los servicios de agua potable y alcantarillado es justa porque se cuenta con un buen servicio, con agua suficiente y además fueron acordadas con la comunidad. Para algunas personas que vienen del área urbana de Cali las tarifas son más económicas en La Vorágine. Las tarifas de agua y alcantarillado comparadas con la del servicio de energía, son más equitativas, pues el 51% de los encuestados mencionó que la tarifa de energía eléctrica no es justa, dado que la empresa encargada de prestar el servicio cobra como si estuvieran en la ciudad. Además, en algunas viviendas que sólo son residenciales cobran tarifas de usuarios comerciales.

Gráfico N° 18. Percepción de las tarifas de energía, acueducto y alcantarillado



En La Vorágine existe una tradición en cuanto al pago de los servicios de Agua y Saneamiento, sólo el 3% de los encuestados mencionó no estar al día con el pago de la tarifa, lo cual se corroboró con declaraciones del fontanero quién mencionó que el 97% de los usuarios paga oportunamente.

La tarifa de agua potable en La Vorágine es de 16.000 pesos/mes (€ 5.33/mes) para todos sus habitantes, sin embargo se identifican tres categorías de usuarios que se diferencian por la cantidad de agua otorgada para su consumo (ver Tabla N° 11). No obstante, si el usuario sobrepasa la cantidad máxima otorgada debe pagar 900 pesos (€ 0.3) por m3 adicional. Este sistema tarifario presenta desigualdades en el precio por metro

**Castro, José Esteban (Ed.)**

cúbico entre los diferentes grupos de usuarios, evidenciando inequidad porque quienes no poseen ningún negocio pagan el valor más alto por metro cúbico.

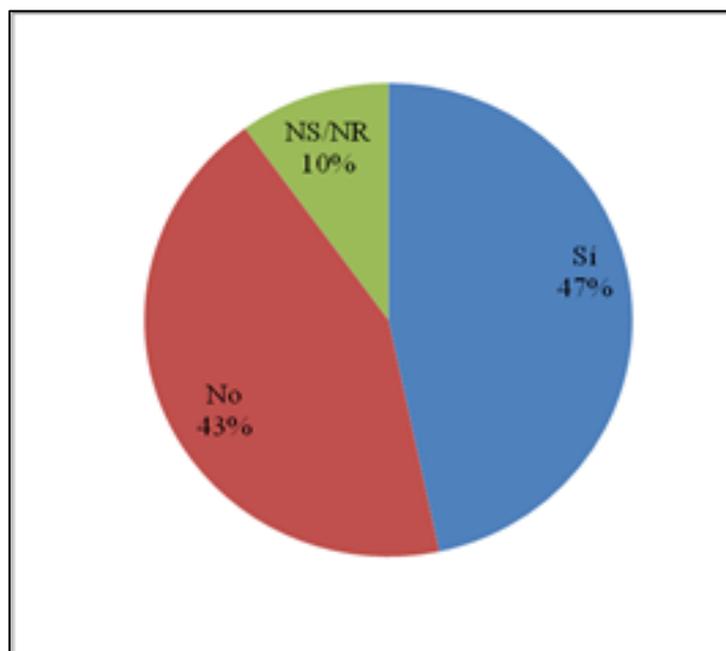
Tabla N° 11. Tarifas de agua potable por categoría de usuario

<b>Categoría de usuarios</b>	<b>Máximo uso permitido</b>	<b>Precio/mes</b>	<b>Precio/m<sup>3</sup></b>
Categoría 1 (Sin negocios o propietarias de pequeños negocios)	20 m <sup>3</sup>	\$ 16.000 pesos € 5.33	\$800/m <sup>3</sup> € 0.26
Categoría 2 (Propietarios de negocios medianos)	50 m <sup>3</sup>	\$ 16.000 pesos € 5.33	\$320/m <sup>3</sup> € 0.10
Categoría 3 (Propietarios de negocios grandes)	100 m <sup>3</sup>	\$ 16.000 pesos € 5.33	\$160/m <sup>3</sup> € 0.05

La tarifa de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales es uniforme, todos los suscriptores pagan 20.000 pesos mensuales (€ 6.66/mes) sin tener en cuenta la cantidad de aguas residuales que aporta cada usuario.

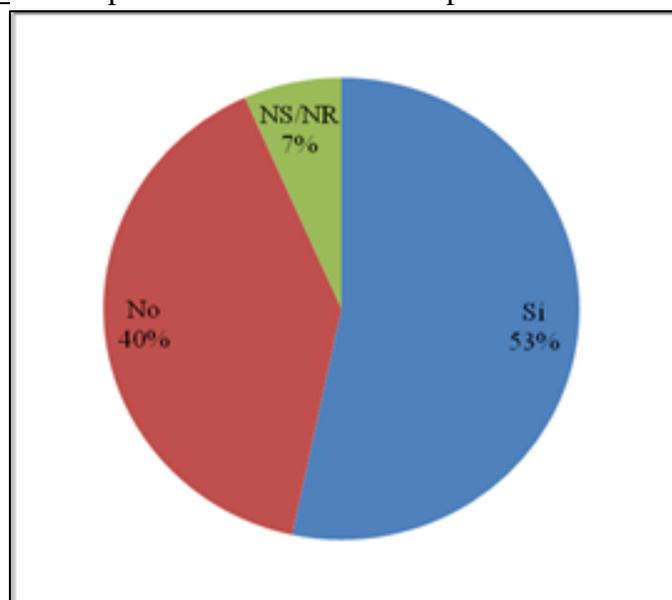
A pesar de la buena percepción de los usuarios sobre la organización comunitaria que administra y maneja los SAS en la Vorágine, la participación en asambleas y reuniones sólo llega a un 46%, de las cuales el 16.6% van sólo a escuchar y el resto participa y vota en las decisiones (ver Gráfico N° 19). Sin embargo, de las personas que dicen participar hay algunas que no asisten desde hace uno o dos años.

Gráfico N° 19. Asistencia a las asambleas de usuarios



Dentro de los intereses de las personas que asisten a las asambleas y reuniones se encuentra la importancia de estar informado sobre los procesos, proyectos e ideas que se desarrollan en la comunidad, además tienen mayor motivación porque saben que el sistema de abastecimiento le pertenece a la comunidad y por lo tanto ellos son los responsables de los recursos. Aquellos que manifiestan no participar en las asambleas (ver Gráfico N° 20) señalan que es debido a su condición de arrendatarios de las viviendas, lo cual les impide participar en la toma de decisiones y otros manifiestan que son personas nuevas en la localidad.

Gráfico N° 20. Participación en la elección de representantes administradores de los SAS



A pesar de la baja asistencia y participación activa en la toma de decisiones sobre el sistema de abastecimiento y alcantarillado, la comunidad considera que son muchas las ventajas de que el sistema sea comunitario y no administrado por una empresa privada o por las autoridades locales. Para ellos la comunidad puede estar pendiente sobre posibles problemas para solucionarlos, eso permite mayores oportunidades de participación así como generar lazos comunitarios, ya que se conocen las problemáticas de la comunidad y se sabe dónde actuar. Otra ventaja está relacionada con el costo del servicio, al respecto algunos habitantes opinan:

Porque la comunidad está pendiente de todo y es ella misma, es la que vela porque todo salga bien, se maneja un perfil de conciencia y apoyo entre la comunidad.

Es propio, esa es una gran ventaja porque podemos decidir, podemos elegir, eso legitima la autonomía de un territorio.

Le dan buena imagen a la comunidad, de organización y además por los precios del servicio que se paga.

Se evitan enfermedades, más cerca de algún problema en cuanto al manejo, son más accesibles a la solución del suscriptor, hay ahorro de tiempo.

Habitantes de la Vereda La Vorágine

### **Dimensión político - institucional**

En Colombia antes de 1987 (año en que se promulga la ley de descentralización que asigna la responsabilidad de la prestación de los servicios públicos de agua y saneamiento a los alcaldes) el sector rural del país era atendido por el Instituto Nacional de Salud, excepto en los departamentos de Antioquia y Valle del Cauca donde estaba a cargo de la Secretaría de Salud. La construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales de La Vorágine se realizó en un momento en que las Empresas Municipales de Cali, Emcali, debido a la ley de descentralización, estaban tratando de entender su papel con respecto a la zona rural y por lo tanto fue clave su participación en el proyecto de aprendizaje que se desarrolló en la zona entre 1994 y 1997, donde actuó como facilitador del proceso la Universidad del Valle a través del Instituto Cinara y que contó con la participación de la Secretaría de Salud Pública Municipal, la CVC, la Personería Municipal, la Contraloría Municipal, entre otros.

Posteriormente, el municipio de Cali decide que los servicios de agua y saneamiento de la zona rural deben ser administrados por la Secretaría de Salud Pública Municipal, entidad que siempre ha estado realizando la vigilancia de la calidad de agua que se suministra en esta zona. Desde el año 2001 la Secretaría de Salud inició la estrategia de la “Mesa de Concertación en Salud (MCS)” como instancia orientadora de su trabajo en la zona rural. La decisión de promover la MCS surgió de un diagnóstico que evidenció el deterioro de las fuentes, la precaria infraestructura y la poca capacidad administrativa de las comunidades, pero especialmente debido a la falta de credibilidad en las intervenciones que realiza el Estado en esta área, ya que en la mayoría de las ocasiones las obras que se ejecutaban no obedecían a un proceso de concertación con las comunidades sino que se eran soluciones impuestas.

La MCS es un espacio de participación donde se busca llegar a acuerdos para la solución de problemas en SAS en las zonas rurales. La Secretaría de Salud Municipal actúa como facilitadora de las actividades y tienen participación las comunidades rurales organizadas e instituciones como la Corporación Autónoma Regional (CVC), Empresas Municipales de Cali (Emcali), representantes de planeación municipal, universidades y ONGs. En esta Mesa, tanto el municipio como las comunidades presentan sus necesidades, propuestas y proyectos que pueden abarcar aspectos técnicos, sociales, organizativos o ambientales. Las propuestas son analizadas por la Mesa y después de una evaluación, se establecen prioridades, se asignan y ejecutan recursos, y finalmente se hace

un seguimiento y monitoreo a los sistemas construidos o a las comunidades capacitadas. (Smits, Tamayo, Ibarra, & Rojas, 2012).

En este espacio participan los representantes de las juntas administradoras de los sistemas de abastecimiento de los 15 corregimientos que conforman la zona rural de la ciudad de Cali, como señala uno de los ingenieros que hacen parte de la SSPM:

[Nos reunimos] El último viernes de cada mes, la gente lo sabe, entonces ahí se empezaron los acuerdos, porque se tenía que crear algo en el cual la comunidad pudiera tener unas reglas de juego, tanto el municipio, nosotros como Estado, como la comunidad. Decirles, -señores, nosotros vamos a tener unos lineamientos que se llaman: condiciones o priorización de los crédito y tienen diferentes puntos-, entonces empezamos a hablar con ellos. ¿Y ustedes que son? - primero una entidad organizada, si tiene un registro, si tiene una cantidad de cosas para tener los requisitos, entonces podemos iniciar con ustedes.

Álvaro Loaiza – Ingeniero SSPM

Los criterios empleados por la Mesa para la priorización de inversión de proyectos en SAS están definidos a partir de que las poblaciones presenten algunas de las siguientes situaciones o condiciones (Secretaría de Salud Pública Municipal de Cali, 2010):

1. Poblaciones y asentamientos humanos que están expuestos a riesgos altos por carencias o deficiencias clasificadas en el siguiente orden: sistemas de abastecimiento de agua, sistemas de tratamiento de agua potable, sistemas de remoción de aguas residuales y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, tanto colectivas como individuales.
2. Evaluación del número de habitantes en cada asentamiento humano objeto del proyecto, dentro de la cual se determina en orden de prioridad los de mayor densidad poblacional, lo conglomerado del asentamiento y otros aspectos de orden técnico.
3. Evaluación del cumplimiento y legalización de requerimientos en cuanto a concesiones de agua, autorizaciones ambientales, servidumbres y ubicación de los asentamientos exigidos por la CVC, Planeación Municipal y Ministerio del Medio Ambiente.
4. Capacidad de las organizaciones comunitarias en cuanto al manejo, operación y mantenimiento de los sistemas de abasto de agua o de remoción y tratamiento de las aguas residuales.

Los registros llevados a cabo por la MCS a través de las actas señalan que a través de los 14 años que tiene de funcionamiento, se reconoce por parte de la comunidad el apoyo institucional que han recibido para el desarrollo y la solución de problemas de saneamiento y agua potable. En el corregimiento de Pance y especialmente en La

**Castro, José Esteban (Ed.)**

---

Vorágine, la MCS ha acompañado a los líderes comunitarios con jornadas de capacitación e intervención en temas como el manejo del dengue, manejo de residuos sólidos, asesoría sobre administración a las juntas administradoras, capacitación en operación y mantenimiento de la plantas, asesoría jurídica para la adquisición de lotes, jornadas de vacunación y de primeros auxilios. Otros de los participantes de la MCS son instituciones públicas como CVC, Emcali, SISBEN y privadas como la Cámara de Comercio y empresas de suministros de materiales, estas ofrecen charlas y capacitaciones en temas específicos, al igual que dan a conocer los servicios que ofrece cada identidad.

El respaldo prestado por esta instancia de la administración municipal se evidencia cuando los representantes de la junta administradora de Asovorágine señalan:

Lo que pasa es que en el 2000 se crea un encuentro con toda la zona rural que son las Mesas de Concertación, entonces, Salud Pública comienza a invitar a las comunidades, a las que han tenido acceso en proyectos anteriores, como nosotros, pero que cumplan con unos requisitos y es estar organizados y los que no están organizados que entren en el tema de formalizarse y organizarse, y es gracias a ese espacio que comenzamos. Miren, me acuerdo tanto, que yo llegué con el presidente [...], nos invitaron y fuimos, eso lo hacían en la antigua FES<sup>11</sup> y como todo, llegamos fue "con los guantes puestos", a pelear porque no invertían para esta zona y todo eso. Pero cuando ya comenzamos a ver la metodología de la Mesa y como era que teníamos que participar, fuimos muy beneficiados, porque por el resultado de esa gestión hoy en día tenemos nuestra planta funcionando y somos de las pocas comunidades que tienen los dos sistemas operando.

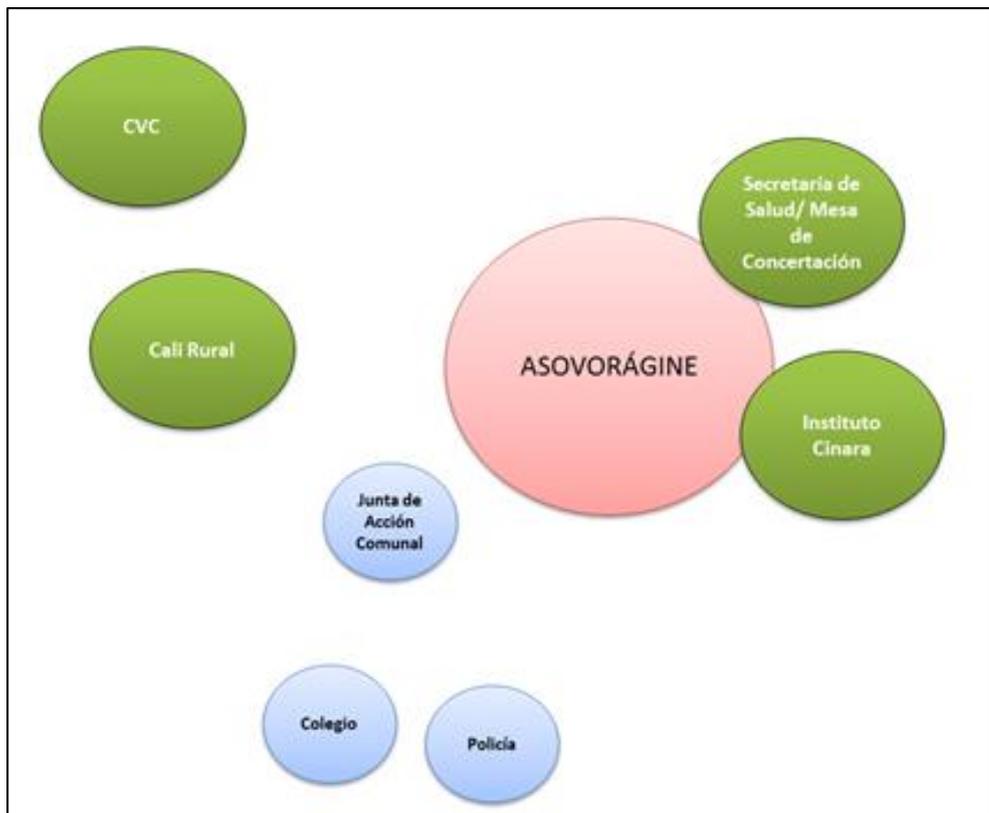
Operador Asovorágine

En el diagrama de Venn (ver Gráfico N° 21), realizado por integrantes de la Junta Directiva de Asovorágine, se evidencia la importante relación que tiene la organización comunitaria con la Secretaría de Salud y con otras instituciones.

---

<sup>11</sup> La FES es la Fundación para la educación y el desarrollo social, sus antiguas instalaciones estaban ubicadas en el Centro Cultural de Cali donde actualmente funciona a Secretaría de Cultura y Turismo de Cali.

Gráfico N° 21. Relaciones institucionales de Asovorágine



Para Asovorágine, la Secretaría de Salud Pública es una institución muy importante para su funcionamiento, pues a través de la Mesa de Concertación en Salud les han proporcionado recursos económicos para construcción y mantenimiento de la infraestructura de los SAS. Además, esta Secretaría realiza las labores de vigilancia de calidad de agua, asesoría técnica y capacitación al personal que opera y administra los diferentes sistemas en las zonas rurales de Cali, lo cual permite a la asociación mejorar la prestación del servicio y garantizar la calidad de agua para los distintos usuarios, tanto habitantes como turistas.

Los archivos conservados por Asovorágine dan cuenta del diálogo permanente que se tiene con Cinara, éste se realiza especialmente a través del fontanero, quien ha recibido asesorías como: capacitaciones para el monitoreo del caudal, ayuda técnica para el manejo de la planta, lectura e interpretación de planos técnicos. A través de Cinara, Asovorágine también ha sido invitada a eventos y seminarios nacionales e internacionales para contar su experiencia en gestión comunitaria de SAS.

Por el contrario, instituciones gubernamentales como la CVC no son reconocidas como entidades de apoyo debido a que sólo realizan control en materia ambiental. También reconocen que organizaciones e instituciones que se encuentran en la localidad como la Junta de Acción Comunal, la Policía y el colegio son sólo un usuario más de los SAS porque con ellos no se han podido realizar proyectos que beneficien a la comunidad en temas especialmente relacionados con el cuidado ambiental y del agua.

La Vorágine al ser una comunidad que cuenta con los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, se ha convertido en un espacio al cual acuden otras comunidades, instituciones de educación superior, empresas de servicios públicos, entre otras, para aprender sobre la operación y mantenimiento de estos sistemas, así como para conocer la experiencia de gestión comunitaria llevada a cabo en esta localidad. Al respecto comenta el operador de Asovorágine:

A nivel del Valle del Cauca, han venido muchas comunidades, especialmente de zonas rurales, unas a conocer el sistema, otras a recibir un poco de inducción a los operadores o fontaneros, y comunidades que apenas les van a construir plantas de potabilización y quieren saber cómo funciona la tecnología y si realmente funciona. Y otras donde les van a construir PTAR, que quiere saber, porque alrededor de las PTAR hay muchos mitos, los malos olores, los vectores, los gallinazos, todo eso, la gente le tiene mucho miedo a ese tipo de sistemas por esos motivos, entonces viene a mirar si realmente funcionan.

Chedorlaomer Villa  
Operador y fontanero de Asovorágine

Entre las empresas de servicios públicos que han visitado La Vorágine se destacan dos porque atienden a grandes poblaciones urbanas: EMCALI y ACUAVIVA (responsable SAS del municipio de Palmira<sup>12</sup>). Los ingenieros de estas empresas han utilizado la infraestructura de La Vorágine para capacitar a personal del área operativa de alcantarillado en temas relacionados con el mantenimiento de las PTAR. En estas actividades el fontanero de Asovorágine desempeña un papel importante, debido a que comparte su experiencia en la operación del sistema, haciendo énfasis en los aciertos y desaciertos que ha tenido en su labor diaria. La Secretaría de Salud también promueve la visita a La Vorágine para mostrar a otras comunidades rurales de la ciudad cómo pueden organizarse y desarrollar gestiones exitosas.

Otras de las instituciones que visitan a La Vorágine para conocer su experiencia en SAS son las instituciones de educación superior y media; en especial el programa de ingeniería sanitaria de la Universidad del Valle. En los últimos años se han incrementado y diversificado este tipo de visitas con la presencia de otras universidades de Cali y de ciudades como Palmira, Bogotá y Popayán; los colegios públicos y privados del corregimiento de Pance, así como los ubicados en la zona sur de la ciudad.

Además han recibido visitas de instituciones públicas, ONGs y universidades extranjeras provenientes de países como Chile, Ecuador, México, Holanda, Bolivia, Estados Unidos y Perú. Los principales temas que se tratan durante las visitas son el manejo de la tecnología y los aspectos ambientales dando a conocer la importancia de la conservación de las fuentes de agua.

---

<sup>12</sup> Ciudad que cuenta con alrededor de 400.000 habitantes.

La Tabla N° 12 ilustra los diferentes tipos de visitantes que acuden a conocer la innovación sociotécnica de La Vorágine y la información que solicitan.

Tabla N° 12. Tipos de visitantes recibidos por Asovorágine

<b>Visitantes</b>	<b>Información Suministrada</b>
<b>Colegios</b>	Se hace el recorrido para conocer el proceso de la PTAP, importancia de la reforestación, del cuidado del río y del manejo de los residuos sólidos.
<b>Universidades</b>	Charlas de tipo técnico sobre las PTAP y PTAR. Información sobre jornadas de reforestación.
<b>Fontaneros</b>	Tecnología de las PTAP y PTAR. Manejo del agua residual y procesos de cloración en la PTAP. Día a día de la operación y mantenimiento de los sistemas.
<b>Extranjeros</b>	2014: Sergio Pérez del BID para conocer experiencia en tratamiento y gestión del servicio. 2014: Tres estudiantes de la Universidad Tecnológica de Delft en Los Países Bajos realizaron sus tesis de pregrado en la PTAR y PTAP. 2014: La profesora Kara Nelson de la Universidad de California visitó la PTAR para conocer su funcionamiento. 2013: Personal del Consorcio de Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables (CAMAREN) y funcionarios de los gobiernos locales de Ecuador visitaron La Vorágine en el marco de un programa de capacitación en Gestión Integrada de Recursos Hídricos. 2012: ONG Ecuatoriana Care conoció la tecnología. 2011: Socios de la Federación Nacional de Cooperativas de Servicios Sanitarios Ltda de Chile, FESAN, personal de la Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile interesados en conocer la tecnología de la PTAR 2010: Socios de FESAN, profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile interesados en conocer la tecnología de la PTAR, la historia de la zona y de la asociación.
<b>Otras organizaciones comunitarias</b>	Experiencia en organización comunitaria. Experiencia como asociación. Información sobre tarifas y facturación en sitio. Información sobre proveedores.
<b>Autoridad ambiental municipal</b> y	Charlas a profesionales. Experiencia exitosa en gestión comunitaria.

A pesar de que las plantas de tratamiento son visitadas recurrentemente por actores externos, son pocas las personas de la misma comunidad que las visitan. Fue muy grande la vinculación de la comunidad en durante el proceso de desarrollo de la innovación socio-técnica pero en los últimos años el fontanero solo registra la visita de 10 personas de la misma comunidad interesadas en conocer el funcionamiento de las plantas.

AsovoráGINE da a conocer su experiencia en manejo de PTAP y PTAR, gracias a la destacada labor que realiza el operador y fontanero de los sistema, Chedorlaomer Villa, conocido como ‘Checho’, quien lleva 17 años desempeñando esta labor, fue vinculado meses después de culminado el proceso de la innovación socio-técnica de manera que comenzó a operar la PTAR con la inducción recibida por parte del tesorero de la Asociación. Luego recibió capacitación de la Secretaría de Salud, Cinara y el SENA tanto en temas técnicos de la operación de los SAS, así como en aspectos administrativos. Actualmente, maneja aspectos técnicos y administrativos de los dos sistemas, además de atender las visitas y asistir a los diferentes eventos y reuniones a los que citan e invitan a la Asociación.

Desde que me inicié me comenzó a gustar el tema de lo que tenía que ver con mi trabajo, comencé a preguntar mucho a los ingenieros que tenía alrededor y a investigar también. Me he fortalecido mucho y creo que con los resultados que logro en las plantas demuestro que tengo un nivel de conocimiento más o menos aceptable. No me conozco todo el tema, todos los días aprendo más y cada que sale un curso y la administración del acueducto me da la oportunidad de capacitarme, a pesar de que el tema ya lo haya visto, entonces siempre me gusta estar ahí... Porque como en muchos cursos no lo han dicho y muchos profesionales nos han recalado, en la mano de los fontaneros y operadores está la salud de la comunidad a la que le servimos. Si yo hago una mala operación o mantenimiento de la planta de acueducto el agua no sería segura para el consumo de la comunidad, y si hay un colapso de la red de alcantarillado, pues contaminaría la fuente hídrica del corregimiento que es el sustento económico para la comunidad. Y también el tema de gestión porque cuando hablamos de agua potable, hablamos de calidad de vida, entonces yo le he contribuido con un poquito a mi comunidad, porque yo soy nacido aquí y ya llevo 39 años en esta zona.

Chedorlaomer Villa  
Operador y fontanero de AsovoráGINE

La relación de AsovoráGINE con organizaciones comunitarias de segundo nivel como la Asociación de Organizaciones Comunitarias Prestadoras de Servicios Públicos

**Castro, José Esteban (Ed.)**

---

de Agua y Saneamiento en Colombia AQUACOL, es débil pues aunque participaron en la creación de esta organización se retiraron a los dos años de su creación y sólo asisten eventualmente a actividades programadas por esta organización.

### **Dimensión ecológico-ambiental**

En esta sección se muestran los resultados de la caracterización biofísica de cada uno de los biotipos de la microcuenca del río Pance. Así mismo, los resultados de la encuesta y del trabajo con la comunidad en relación a los principales servicios ecosistémicos.

#### Caracterización biofísica de La Vorágine

La microcuenca de Pance tiene una extensión aproximada de 7.206 Has y un perímetro de 62.792 m, es una zona eminentemente montañosa. Se caracteriza por presentar un relieve escarpado y accidentado (Foto N° 12), lo cual la hace susceptible a la erosión hídrica. El drenaje es moderadamente eficiente y su torrencialidad es alta.

Foto N° 12. Río Pance aguas arriba de la población de La Vorágine



Fuente: Víctor Cerón

En la zona alta, la microcuenca presenta una topografía abrupta, con relieve dentado en línea de cresta y generalmente escarpado con pendientes mayores al 60%. En la zona media presenta un relieve fuertemente quebrado y con pendientes que oscilan entre el 20% y el 40%. En la zona baja predomina la topografía ondulada, zonas suaves y ocasionalmente hay un incremento de pendiente (Castillo & Montoya, 1997). En la Tabla N° 13 se presentan las principales características fisiográficas de la microcuenca del río Pance (Instituto Cinara, 2007).

Tabla N° 13. Características fisiográficas de la microcuenca del río Pance

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Área (km <sup>2</sup> )	72,06
Perímetro (km)	62,79
Altura Máxima (msnm)	4.020
Altura Mínima (msnm)	960
Longitud Axial (km)	20,86
Ancho Promedio (km)	8,02
Longitud del Cauce Principal (km)	28,23

Fuente: Cinara, 2007.

#### Usos del suelo

En esta microcuenca se encuentran cultivos de pan coger, pastos naturales y rastrojo, asentamientos urbanos y suburbanos, y sitios para el ecoturismo. En la zona alta (antes del Parque Nacional Natural Los Farallones de Cali) se puede observar cultivos de maíz, fríjol y ocasionalmente café con sombrero de plátano. En la zona media se concentra la actividad comercial orientada al turista, con sitios reconocidos como La Vorágine y el Ecoparque del río Pance. En la parte baja, predomina la construcción de parcelaciones e instituciones educativas correspondiente al área de expansión de la ciudad de Cali y es probablemente la zona más afectada (Muriel, 2013). La Tabla N° 14 muestra la distribución del uso del suelo en la microcuenca de Pance (Instituto Cinara, 2007). A pesar de los diferentes usos del suelo presentes en la microcuenca, el 59,75% del total del área son suelos con cobertura de bosque natural, lo cual se explica porque la parte alta y media de la microcuenca se halla dentro de la zona del PNN Los Farallones.

**Castro, José Esteban (Ed.)**

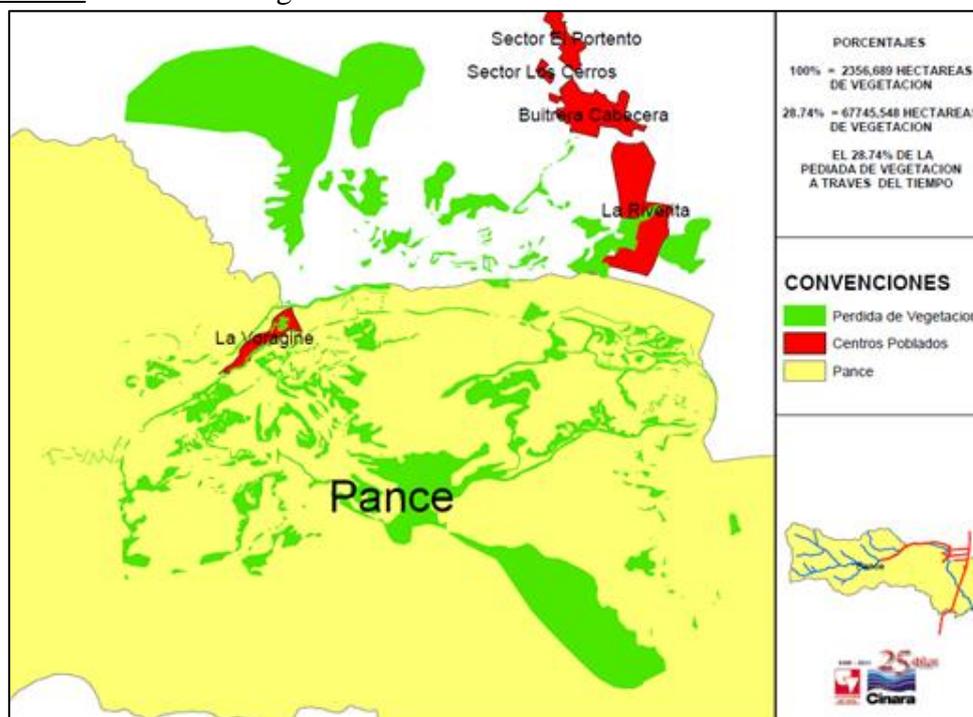
**Tabla N° 14. Distribución del uso del suelo en la microcuenca del río Pance**

<b>Cobertura</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje de Área</b>
Bosque natural	43,05	59,75
Pasto natural	16,35	22,68
Rastrojo	6,75	9,36
Vegetación de paramo	3,52	4,89
Zona de recreación	1,17	1,63
Bosque de guadua	0,41	0,57
Zona urbana	0,32	0,44
Cana	0,29	0,40
Café y plátano	0,19	0,27
Cantera	0,01	0,01
Zona suburbana	0,01	0,01
Lagunas	0,00	0,00
<b>Área Total</b>	<b>72,06</b>	<b>100</b>

Fuente: Cinara, 2007.

En el Mapa N° 2, se puede apreciar cómo se ha perdido el 28.74 % de la cobertura vegetal en los últimos 14 años, lo que representa una gran pérdida en poco tiempo, asociada a las actividades de urbanización presentes en la zona.

**Mapa N° 2. Pérdida de vegetación en la microcuenca del río Pance. 2000-2014**



Fuente: Elaboración propia.

Ecosistemas

La microcuenca del río Pance hace parte del Chocó biogeográfico<sup>13</sup> caracterizado por poseer una alta biodiversidad. La flora que sustenta representa un ecosistema importante para el municipio de Cali, debido a su belleza paisajística, a su función de regulación hídrica y a la calidad del área, particularmente en su parte alta, por la existencia de la reserva forestal, PPNN Farallones de Cali (UMATA, 2005). Este parque es considerado por el Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF) como uno de los tres lugares más importantes de conservación ecológica en los Andes Americanos, dado la gran diversidad de especies animales y vegetales presentes en sus variados ecosistemas (Instituto Cinara, 2007; PNN, 2005).

En la zona predominan los bosques húmedos premontanos (Bh-P) según la clasificación de Holdridge, también son denominados como bosques subandinos en la clasificación de Cuatre-Casas (Cuatrecasas, 1934; Rudas et al., 2007). Sin embargo, las entidades encargadas de la parte ambiental en el municipio de Cali (DAGMA y CVC) han establecido que en la zona hay diferentes tipos de ecosistemas, clasificados según sus características climáticas y vegetales (Tabla N° 15).

Tabla N° 15. Clasificación de los diferentes ecosistemas de la zona de Pance

Sitio	Categoría	Área Total	Código Ecosistema	Ecosistema	Área Por Ecosistema (Ha)
Parque Nacional Natural Farallones	Parque Nacional Natural	12997,55	BOFHUMH	Bosque frío húmedo en montaña fluviogravitacional	1325,06
			BOFMHMH	Bosque frío muy húmedo en montaña fluviogravitacional	7975,12
			BOMHUMH	Bosque medio húmedo en montaña fluviogravitacional	2360,26
			BOSPLMG	Bosque muy frío pluvial en montaña fluvio-glacial	1161,01
			HPPPLMG	Herbazales y pajonales extremadamente frío pluvial en montaña fluvio-glacial	176,1

<sup>13</sup> Es una región biogeográfica neotropical (húmeda) localizada desde la región del Darién al este de Panamá hasta el norte de Ecuador.

Río Pance	Reserva Ecológica Municipal	2274.44	AMMHU PX	Arbustales y matorrales medio húmedo en piedemontecoluvio-aluvial	1992,75
			BOCHUP X	Bosque cálido húmedo en piedemonte coluvioaluvial	43,53
			BOMHU MH	Bosque medio húmedo en montaña fluviogravitacional	211,1602
Parque Ecológico Recreativo del Río Pance	Parque Ecológico corecreativo	1539.34	AMMHU PX	Arbustales y matorrales medio húmedo en piedemontecoluvio-aluvial	275,55
			BOCHUP X	Bosque cálido húmedo en piedemonte coluvioaluvial	73,94
			BOMHU MH	Bosque medio húmedo en montaña fluviogravitacional	1083,7002
			BOMHU MS	Bosque medio húmedo en montaña estructural-erosional	104,6
			AMMHU PX	Arbustales y matorrales medio húmedo en piedemontecoluvio-aluvial	1,55
Zona con Función Amortiguadora PNNF (Pance)	Estrategia de Conservación	1961,96	AMMHU PX	Arbustales y matorrales medio húmedo en piedemontecoluvio-aluvial	1,55
			BOMHU MH	Bosque medio húmedo en montaña fluviogravitacional	1899,32
			BOMHU MS	Bosque medio húmedo en montaña estructural-erosional	61,09

Fuente: Tomado de DAGMA & TCN (2012).

Esta variedad de zonas boscosas han sido caracterizadas por el Instituto Humboldt como una de las múltiples formaciones vegetales originadas en el complejo mosaico de ecosistemas producto de la diversidad de clima, geología, geomorfología y suelos de la eco-región de los andes tropicales en Colombia, las cuales han cobrado importancia en el contexto nacional y mundial por ser ecosistemas únicos, frágiles y estratégicos en donde las presiones antrópicas los han modificado en un 85% (Sarmiento, Rudas, Marcelo, & Delgado, 2006).

El bosque seco, que predomina en la parte media-baja de la microcuenca, se caracteriza por presentar una altura de dosel más baja que el bosque premontano, lo cual causa que la parte del dosel de los árboles sea más abierto y las especies de sotobosque puedan prosperar, de esta manera se tiene un panorama donde las plantas se encuentran juntas y hay poco espacio para desplazarse en él. Algunas de las plantas que se pueden observar en el fragmento de bosque seco perteneciente a la microcuenca del río Pance son: Meliaceae: *Guarea guidonia*, Achatocarpaceae: *Achatocarpusnigricans*, Urticaceae: *Urerabaccifera*, Phitolaccaceae: *Tricostigmaoctandrum*, Piperaceae: *Pipercornifolium* y Rutaceae: *Zanthoxylumrhoifolium*.

La cobertura boscosa permite la subsistencia de diferentes gremios de aves, de las cuales las insectívoras son las más representativas, seguidas de las frugívoras y las granívoras. La ubicación del Ecoparque del río Pance brinda la posibilidad de que muchas especies encuentren un lugar adecuado para subsistir (Foto N° 13); esta zona es estratégica pues se puede constituir en una extensión del área de amortiguación del Parque Nacional Natural Farallones de Cali. La presencia de un corredor de conexión formado por la zona ribereña del río Pance y por otras manchas de bosques aledaños, brinda oportunidades de conservación, al constituirse en hábitats adecuados para muchas especies de aves (Gutiérrez & Restrepo, 2005b).

Foto (composición) N° 13. Diversidad de aves en la parte media-baja de la microcuenca del río Pance (Ecoparque)



Fuente: Wiki Aves de Colombia

### Servicios ecosistémicos

El área donde se ubica La Vorágine configura un ensamble de diferentes biotipos que van desde arbustales y matorrales medio húmedo hasta el bosque frío húmedo en montaña. Esta diversidad en la microcuenca produce un ecosistema estratégico, el cual es considerado en buen estado por el 53.3 % de la comunidad, ya que les brinda lo necesario para vivir, especialmente porque sus características estéticas se convierten en la principal fuente de atracción de los turistas que visitan la zona y que les generan ingresos económicos. Los servicios ecosistémicos de información, cultura y refugio muestran que la zona presenta todas las condiciones para brindar refugio a diferentes grupos de organismos.

La Figura N° 12 muestra la ubicación por parte de la comunidad de los principales servicios ecosistémicos, las afectaciones y su calificación. Se encontró que el turismo y las empresas urbanizadoras son los sectores que más se benefician de los servicios ecosistémicos ofrecidos por la zona, convirtiéndose también en las principales afectaciones.

Figura N° 12. Ubicación, clasificación y evaluación de los principales servicios ecosistémicos del Corregimiento de Pance



Fuente: Víctor Cerón

Los principales servicios ecosistémicos usados por la comunidad de La Vorágine son el de abastecimiento de agua, la recreación y vivienda (ver Fotos N° 14 y N° 15). En el Anexo N° 5 se registran otros servicios ecosistémicos localizados en la microcuenca, aunque no se profundiza en el análisis de esta clase de servicios por la dificultad que presentan para establecer su beneficio, al no ser tangibles como los servicios de regulación y provisión (Layke, 2009).

Foto N° 14. Regulación hídrica en la microcuenca de Pance



Fuente: Andrés Toro

Foto N° 15. Servicios ecosistémicos de turismo (recreación) y culturales (estético)



Fuente: Andrés Toro

**Castro, José Esteban (Ed.)**

A través del tiempo, los servicios de abastecimiento de agua y recreación han tenido diferentes drivers o impulsores, ya sea de conservación o de afectación. Durante los años 1994-2001 debido a la presencia de grupos armados, se presentaron innumerables atentados y situaciones complejas, entre las cuales se encuentran la expulsión de la policía de la cabecera de Pueblo Pance, los desplazamientos forzados, los secuestros y muertes de líderes y campesinos. En esa época los titulares de la prensa local mencionaban “Entre el rumor y el temor. En el corregimiento de Pance, a una hora del centro de Cali, se respira una tensa calma” o “Pance se siente amenazada por la guerrilla” (El Tiempo, 1996). Sin embargo, el temor generado por los grupos armados propició la preservación del ecosistema en algunas zonas. Por ejemplo, la pérdida de cobertura vegetal era mínima y el impacto generado por el turismo no existía, ya que el accionar de estos grupos abarcaba toda la microcuenca del Pance.

El desplazamiento de los habitantes de la zona provocó la venta de propiedades a precios inferiores a su valor real, lo cual fue aprovechado por quienes compraron esas propiedades para adecuarlas como complejos habitacionales y recreacionales, una vez que los grupos armados fueron expulsados. Igualmente, el retorno a la normalidad condujo a la pavimentación de la vía de acceso, lo cual facilitó el incremento del turismo. Este cambio en la percepción de la seguridad y el aumento del turismo, generó una oportunidad de negocio para los pobladores y los foráneos (UMATA, 2005).

En la zona se incrementó la demanda de recursos naturales, como el agua y la madera, importantes para la atención al turista. Esta última, era indispensable para la preparación de alimentos pues tanto el turista como la comunidad consideran que “no hay mejor comida que la cocinada en fogón de leña” (según una habitante de la zona). Con el asedio del turista la vegetación riparia perdió una gran parte de su cobertura como lo muestra la Foto N° 16 (Sarría, 2001).

Foto (composición) N° 16. Comparación de vegetación riparia en dos zonas de la microcuenca del río Pance



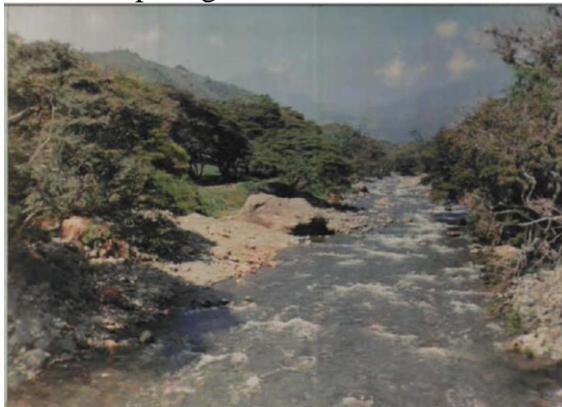
Fuente: Víctor Cerón

**Castro, José Esteban (Ed.)**

A pesar de que en algunos sectores de la microcuenca se ha recuperado la vegetación riparia (Foto N° 17), la microcuenca del río Pance presenta una delicada estabilidad y un riesgo alto hacia las perturbaciones naturales y antrópicas.

Foto (composición) N° 17. Recuperación de la vegetación riparia del margen del río Pance en el sector del Ecoparque

Parque de Salud aguas abajo del río Pance, orillas desprotegidas, 1997



Fuente: DAGMA 1997

Parque de Salud aguas abajo del río Pance, orillas recuperadas, 2014



Fuente: Víctor Cerón

Según registros, esta microcuenca presenta crecientes periódicas (Foto N° 18) originadas por deslizamientos de tierra que han afectado la calidad de sus aguas en varias ocasiones e interferido su libre curso con represamientos, cambios de cauce o avalanchas (Foto N° 19) ocasionados por los flujos de lodos, de cantos y de troncos, que afectan las edificaciones y obras construidas en las márgenes del río, especialmente en los sectores de La Vorágine y La Viga.

Foto N° 18. Creciente del río Pance



Fuente: Andrés Toro

Foto N° 19. Cambio de cauce del río Pance - Parte alta



Fuente: Andrés Toro

Además, como se registra a continuación, la revisión de datos históricos parciales indica la presencia de una fuerte creciente del río cada diez años, lo cual es un factor importante a tener en cuenta para el análisis de las amenazas por inundación.

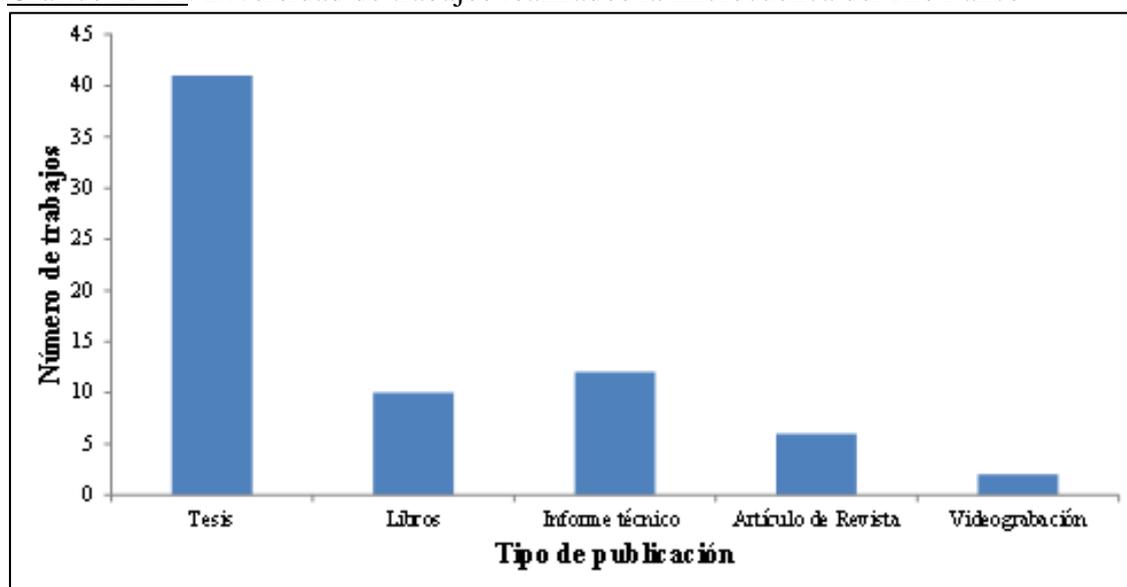
- Década de 1930, creciente súbita.
- Finales de la década de 1950, se produce una creciente súbita
- Década del 1960, crecientes durante esta década.
- Octubre 7 de 1972, creciente durante la época invernal. Produjo daños en la población de Pance y varios muertos.
- Septiembre de 1988 creciente que produjo 10 muertos entre los visitantes procedentes de Cali que utilizan el río con fines de recreación. Las personas alcanzaron a refugiarse en un bloque de basalto situado en el medio del río, pero la creciente alcanzó ese sitio (aguas arriba de La Vorágine) y pasó por encima del bloque.
- Mayo 13 1994, avalancha puso en peligro a muchas viviendas de la zona.
- Diciembre 15 de 1995, avalancha pone en peligro la comunidad.
- Enero de 1997 se presentó nuevamente una creciente del río, dejando como saldo una persona muerta, que en ese momento utilizaba el río como sitio de recreación.
- Julio 11 de 1998, deslizamiento de tierra en el río Pance mantiene en alerta a las autoridades debido al represamiento en un afluente de la quebrada El Indio que entrega sus aguas al río Pance.

**Castro, José Esteban (Ed.)**

- Mayo 24 de 2008, avalancha en el sector de La Vorágine. La situación más complicada se registró en el balneario La Fortaleza, a donde llegó la creciente de aguas, piedras y barro. No se presentaron heridos.
- Marzo 21 de 2009, crecientes deja dos mujeres muertas, tres casas destruidas y 19 más averiadas, en el sector de San Francisco en el corregimiento de Pance.
- Abril 23 de 2013, Caminantes y bañistas quedaron atrapados tras una creciente en la vereda El Pato en el río Pance.

Dada la importancia socio-ecosistémica de esta zona, en ella se han realizado un gran número de investigaciones. El Gráfico N° 21 presenta los trabajos de investigación adelantados desde diferentes campos del conocimiento. Además de este tipo de trabajos, se han elaborado documentales, libros y diferentes artículos científicos.

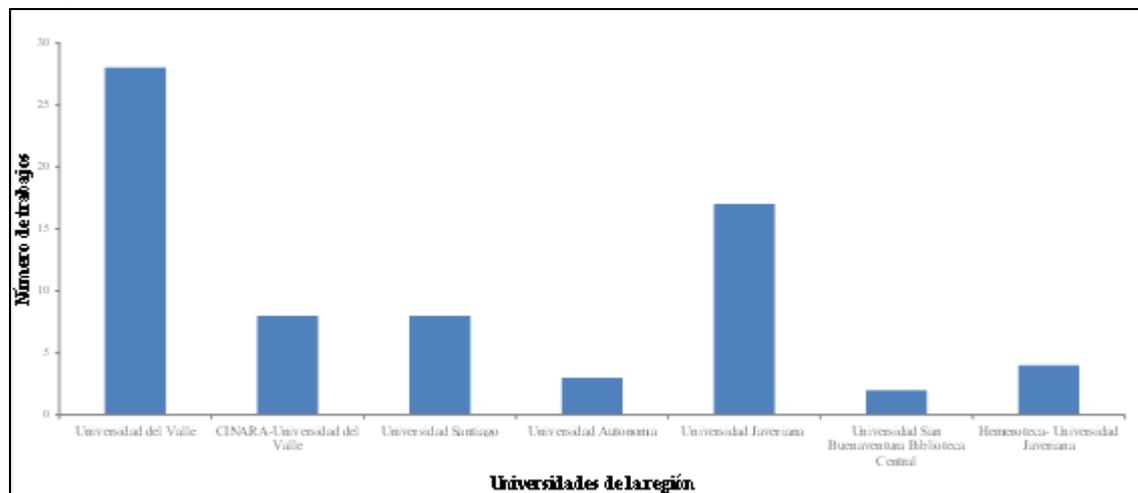
Gráfico N° 21. Diversidad de trabajos realizados la microcuenca del Río Pance



El Gráfico N° 22 muestra que la Universidad del Valle, la Universidad Javeriana con su Centro de Estudios de Pance y el Instituto Cinara han desarrollado la mayoría de los documentos sobre la zona, con 29, 17 y 8, respectivamente. Todas estas investigaciones se enfocan principalmente en áreas como la ingeniería, las ciencias sociales y la biología.

Castro, José Esteban (Ed.)

Gráfico N° 22. Trabajos realizados en la microcuenca del río Pance por universidades de la región



Por ejemplo en un estudio realizado por Sardi (2012) en la vereda El Peón, contigua a La Vorágine, se estableció que hay 91 especies diferentes de plantas en el bosque, 79 especies en matorral y 53 especies en el pastizal, lo que demuestra la gran diversidad de plantas de la zona. Por su parte, otros datos mencionan que la ribera del río Pance alberga 165 especies vegetales (Escobar, 2008).

Otro estudio reciente, realizado por Muriel (2013), permitió establecer la relación que existen entre la cobertura de árboles y la función de hábitat para diferentes organismos, como las arañas. Identificó que las familias de arañas como Theridiidae y Araneidae son las que presentan mayor dominancia en la zona de Pance, seguidas por las familias Tetragnathidae y Linyphiidae. Estas dominancias están relacionadas con el tipo de vegetación pues las especies representativas de las dos primeras familias se dan en fragmentos de Bh-P, ubicados principalmente en parte media de la microcuenca de Pance (Chorro de Plata y en pico de Águila). Algunas de las especies de plantas que albergan especies de arañas son: *Trichanthera gigantea*, *Anacardium excelsum*, *Didymopanax morototoni*, *Jacaranda caucana*, *Ochroma pyramidale*, *Clusia minor*, *Ficus cuatrecasana*, *Miconia caudata*, *Miconia aeruginosa*, *Guarea gigantea* y *Peperomia sp.* Así mismo, este estudio permitió obtener dos nuevos registros de arañas tejedoras para Colombia, pertenecientes a los géneros de Tekellina y Trogloneta, lo cual demuestra lo poco estudiado, en términos de diversidad, que se encuentran los bosques y cuencas hidrográficas de la región.

En la Tabla N° 16 se registra la información suministrada por la prensa escrita local sobre la microcuenca del río Pance para el período 1980-2014. En los artículos de prensa se destacan las dinámicas que se presentan alrededor de los beneficios que brinda los ecosistemas del río Pance y su uso por parte de los habitantes de este corregimiento, de la ciudad de Cali en general y de las empresas de recreación, constructoras y de materiales pétreos que tienen presencia en la zona.

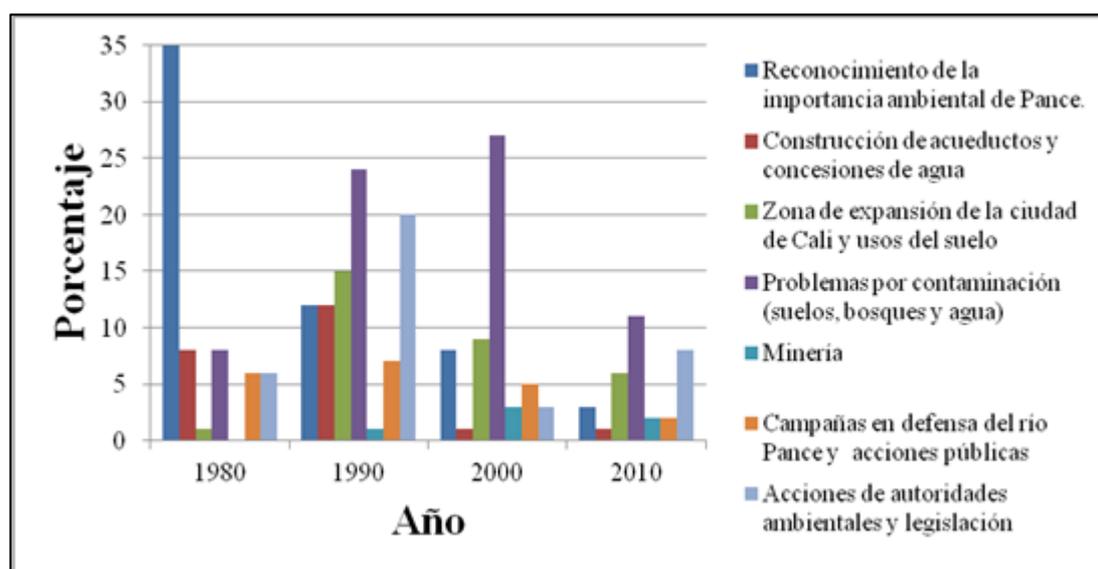
**Castro, José Esteban (Ed.)**

Tabla N° 16. Tipo y número de artículos de prensa relacionados con la microcuenca del río Pance entre los años 1980-2014

<b>Tipo de artículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Número de artículos</b>
Reconocimiento de la importancia ambiental de Pance.	Reconocimiento del sector del río Pance como una zona estratégica para el desarrollo recreativo de los habitantes de Cali, debido a sus características ambientales.	58
Construcción de acueductos y concesiones de agua	Demanda de agua para las construcciones de viviendas, centros recreacionales e instituciones de la zona.	23
Zona de expansión de la ciudad de Cali y usos del suelo	Utilización de la zona de Pance como área de desarrollo urbanístico (construcción de viviendas e instituciones educativas privadas).	31
Problemas por contaminación (suelos, bosques y agua)	Contaminación del río Pance por aguas residuales y residuos sólidos, así como pérdida de cobertura vegetal por deforestación.	73
Minería	Extracción de material de arrastre y minería ilegal por oro en el PNN Los Farallones.	7
Campañas en defensa del río Pance y acciones públicas	Acciones colectivas y jurídicas en defensa del uso recreativo y patrimonio ambiental del río Pance	20
Legislación y Acciones de autoridades ambientales	Legislación para el cuidado y protección de la zona y acciones legales en pro de la protección	37

La información suministrada en la Tabla N° 16 presenta lo siguientes resultados (Gráfico N° 23).

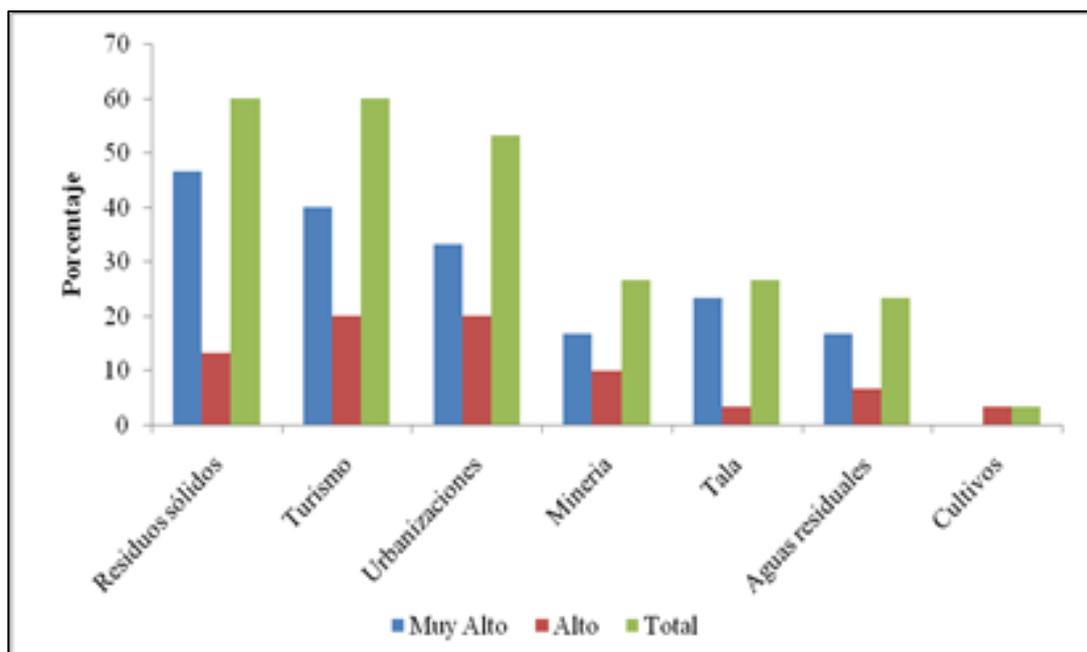
Gráfico N° 23. Artículos de prensa relacionados con la microcuenca



Principales impactos ambientales sobre el río Pance

El Gráfico N° 24, muestra que el 60% de los encuestados identificó los residuos sólidos como uno de los factores que más impacta la microcuenca del río Pance, seguido del turismo (estos dos impactos están estrechamente relacionados) y del asedio de las urbanizaciones.

Gráfico N° 24. Clasificación de los impactos ambientales por la comunidad



Según datos recopilados en los talleres comunitarios, muchas especies de mamíferos pequeños como ratones nativos (*Aepeomysfuscatus* y *Akodonafinis*), musaraña (*Cryptotis squamipes*), puerco espín de cola corta (*Echinoprocta rufescens*), ardillas (*Sciurus granatensis*), entre otros, salen alrededor de las 4 y 5 de la tarde para aprovechar los desperdicios de comida o ser alimentados por turistas. Esta conducta además de ser lesiva para su dieta, genera un cambio en el comportamiento de sus depredadores naturales (serpientes y aves), exponiéndose a ser lastimados pues gran parte de las personas tienen por costumbre capturarlas o cazarlas.

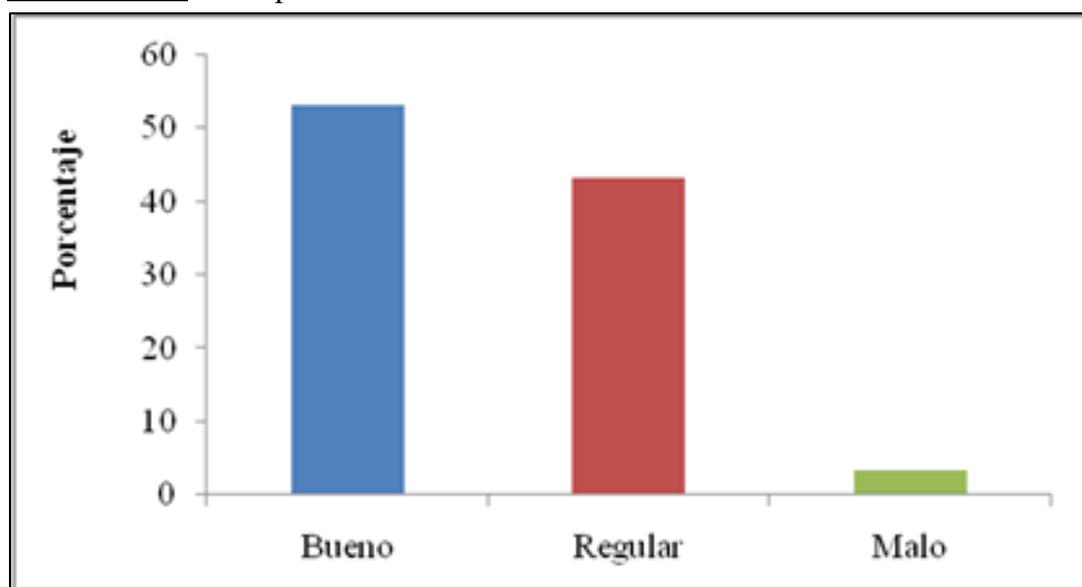
También es importante tener en cuenta que las laderas del sector de Pance históricamente se han visto afectadas por incendios que han disminuido la extensión de bosque afectando la flora y la fauna endémica y han ocasionado molestias y peligros a los pobladores de la zona. Los incendios forestales son un síntoma de la vulnerabilidad de estos ecosistemas ante la presión de la zona urbana, la actividad turística y las altas temperaturas. Por lo tanto, los incendios son uno de los factores que afecta la calidad ambiental del corregimiento, principalmente por la pérdida de área forestal.

El Gráfico N° 25 presenta los resultados sobre la percepción de la comunidad frente al estado del río, el 53.3% de las personas encuestadas señalan que el estado del río Pance es bueno debido a que los habitantes de la localidad son conscientes del cuidado

**Castro, José Esteban (Ed.)**

del río evitando arrojar residuos sólidos a él, y especialmente porque se cuenta con un sistema de alcantarillado y una la planta de tratamiento de aguas residuales que hace que el río se encuentre en buen estado y se pueda hacer uso recreativo de él. Sin embargo, la otra mitad de los habitantes de la localidad señalan que el río se encuentra en regular estado, debido a la gran cantidad de turistas que visitan la zona cada fin de semana, turistas que usan el río para pasar momentos de diversión en familia pero que dejan toda clase de residuos en él.

Gráfico N° 25. Percepción de la comunidad del estado del río Pance



Se presentan algunos comentarios de la comunidad, respecto al impacto del turismo sobre el río Pance y cómo este se ve afectado.

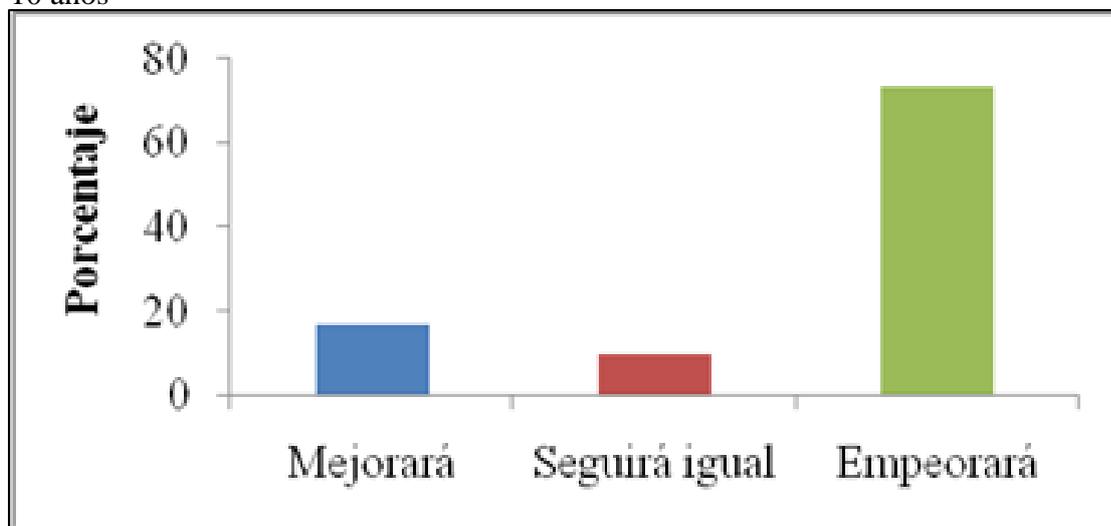
La gente viene de otras partes y dejan basura, tiran comida al río, ropa y zapatos. Casi siempre los turistas son muy cochinos, los fines de semana contaminan mucho, por lo que el día lunes es muy regular la calidad del agua del río.

El turismo ensucia el agua, los turistas inundan con basura, no hay cultura.

Habitantes de la Vereda La Vorágine

El Gráfico N° 26 muestra que cerca del 73% considera que, en un futuro cercano, la calidad del río empeorará, el 10% que seguirá igual y solo un 16.7 % cree que tendrá alguna mejoría en algunos años.

Gráfico N° 26. Percepción de la comunidad sobre la calidad del río Pance en los próximos 10 años



Estas opiniones están relacionadas con la percepción sobre el turista, como un ciudadano que no es consciente del cuidado de la naturaleza y que sus acciones conducirán a que el río Pance se convierta en un río contaminado como los demás ríos que tiene la ciudad de Cali.

Día tras día el agua es más poquita, lavan muchos carros, motos y las basuras, no hay conciencia por parte de los turistas, además las urbanizaciones extraen agua y aumentan las parcelaciones

Habitantes de la Vereda La Vorágine

Es importante tener presente que la comunidad hace el esfuerzo de transmitir mensajes sobre la importancia del agua y de su preservación (Figura N° 13), aunque muchos hacen caso omiso de esta sugerencia impactando negativamente el río y el ambiente circundante.

**Castro, José Esteban (Ed.)**

Figura N° 13. Mural representativo de la zona de estudio realizado por estudiantes de la Institución Educativa Pance



Fuente: Julieth Vargas

También se evaluó la percepción que la comunidad tuvo con la puesta en marcha del sistema de tratamiento de agua residual. Se presentan algunos comentarios representativos de la comunidad con respecto a la calidad del río.

#### *Cambios en el río después de la construcción de la PTAR*

Mejóro la calidad del agua del río, antes todo caía al río, las aguas negras, ahora el agua es más limpia antes de tirarla al río.

Sí, ya no toman agua del río, no lavan ropa en el río y no lo contaminan.

Mejóro la calidad pero solo en la zona de la Vorágine, porque en la parte alta hay descargas directas [al río] y pozos sépticos en mal estado.

Antes el agua era más turbia, mejoró la calidad de vida, el río no está contaminado y las aguas son mucho más limpias y cristalinas.

Habitantes de la Vereda La Vorágine

Los conflictos ambientales en el río Pance

Los conflictos ambientales en la microcuenca de Pance tienen su origen en la disputa entre quienes propenden por mejorar o por lo menos conservar el sector, y quienes pretenden hacer diversos tipos de aprovechamiento de los recursos ambientales del área sin tener en cuenta su relevancia como zona natural y de amortiguación entre la ciudad y el PNN Los Farallones. El área se encuentra afectada principalmente por tres conflictos relacionados con la extracción del agua del río, la extracción de material pétreo y la expansión urbanística de la ciudad de Cali.

Las iniciativas en defensa del río Pance se enmarcan en un contexto de pérdida de otras fuentes de agua, que antes se usaban para la recreación como lo eran los ríos Cali y Lili. Las campañas de defensa han denunciado y cuestionado diversas prácticas que se están dando en la microcuenca como la deforestación de los colonos, el vertimiento de aguas residuales, la venta de lotes ribereños, la venta de alimentos y hasta denuncian al tradicional “paseo de olla”, porque se considera que todas estas prácticas son una amenaza a la cantidad y especialmente a la calidad del agua del río, justamente el diario El País registró:

Más de 200 personas marcharon en la mañana de este jueves por vías del sur de Cali, en rechazo a la entrega que la Gobernación del Valle hará del Ecoparque de la Salud de Pance a la Fundación Pachamama. Convocados bajo el lema: "si el río un día te regaló los beneficios de sus cristalinas aguas, hoy te pide que lo ayudes, regálale un poquito de ti", los residentes, trabajadores y defensores ambientales de Pance marcharon desde la Universidad San Buenaventura hasta la Universidad del Valle.

El País, Octubre 30 de 2014

A partir de esta movilización y presión ciudadana se abandonó esta iniciativa y conforme se dijo al inicio de este informe, a partir de diciembre de 2014 el Ecoparque será administrado por la Corporación para la Recreación Popular.

*Conflicto por el otorgamiento de concesiones de agua del río Pance*

Uno de los casos más mencionados y relevantes para los habitantes de Pance fue la acción popular que se interpuso en oposición a que EMCALI construyera un acueducto para la zona sur de la ciudad de Cali captando el agua del río Pance. Mediante la acción popular se logró que un tribunal contencioso administrativo del Valle del Cauca solicitara un análisis de las peticiones de cada uno de los implicados, para lo cual contrató como perito externo al Instituto Cinara que realizó el análisis de la viabilidad ambiental y económica del proyecto. A partir de ese estudio se realizó una caracterización socio-económica de los usuarios del río Pance, y la estimación del valor de uso recreativo de dicho espacio

ambiental. En marzo de 2006 se presentaron, ante el Tribunal Contencioso Administrativo, los resultados del estudio técnico, el cual concluyó:

No es conveniente continuar con los estudios ni con el desarrollo de la ejecución del acueducto sobre el río Pance captando agua a la altura de La Vorágine, ni en ningún otro lugar del río por los impactos ambientales, sociales, económicos y financieros que se generan. Desde todo punto de vista, las alternativas que usan la capacidad instalada actual de EMCALI para abastecer la zona de expansión son las mejores opciones, y las que captan agua de Pance resultan no solo las menos óptimas y adecuadas para resolver las necesidades de expansión de la ciudad hacia la zona de Pance, sino que además generan unos impactos socio-económicos y ambientales que la hacen inviable (Instituto Cinara, 2007).

Para este caso puntual los resultados fueron positivos pues se dio prelación a la zona como patrimonio ambiental y cultural, lo cual permite fomentar entre los habitantes del área el sentido de bienes colectivos y la lucha por el patrimonio natural. Sin embargo, la idea de construir o derivar caudal para el abastecimiento de agua de la ciudad no ha desaparecido, y esto se observa en el incremento del número de concesiones de agua y de las captaciones ilegales. Esta creciente demanda de agua está relacionada con la construcción en la zona de condominios, colegios y centros comerciales. Las captaciones ilegales son generadas por parte de los negocios que se han establecido a lo largo de toda la microcuenca, principalmente para abastecer piscinas naturales y actividades de recreación, devolviendo el agua sin un tratamiento previo, lo cual afecta tanto la cantidad como la calidad del cauce.

#### *Conflicto por extracción minera en Pance*

La autoridad ambiental regional en el año 2004 expidió una licencia para la extracción de materiales pétreos en la parte baja del cauce del río Pance, esta licencia fue otorgada a Juan Raúl Navia Reyes y a Alberto José Navia Rojas, quienes tienen autorización para extraer material de arrastre en el río Pance durante 30 años. A pesar de esta autorización, el periódico El País ha registrado, desde el año 2005, que algunos líderes y la comunidad, en general, sostienen que el dragado que se ha adelantado en el río está provocando cambios en su cauda y ha generado constantes desbordamientos. Se han presentado denuncias por parte de la comunidad donde se cuestiona este tipo de licencias, señalando:

En 30 años, cuando termine la licencia, se habrá muerto el río, porque están sacando toda las rocas y el lecho se va a ampliar tanto, que el sol va a evaporar toda el agua.

El País, 2 de febrero del 2009

Algunos de los efectos más notorios de esta práctica se evidencian en la época de verano cuando se presenta una disminución notoria del caudal del río en su parte baja y en la época de lluvias en las crecidas que se registran.

Distintas autoridades se han manifestado en contra de esta situación, entre ellas la Personería Municipal, que ha manifestado que dada la vocación recreativa del río no deberían concederse este tipo de licencias. También, la autoridad ambiental representada por la CVC reconoció al periódico El País, en el año 2005, que este concesionario no cumplía con las condiciones solicitadas en el estudio de impacto ambiental.

La actividad no tenía una dirección técnica de ingeniería, topografía, equipos y elementos apropiados para cumplir con las instrucciones acordadas en el estudio de Impacto Ambiental... [además] los trabajos se estaban desarrollando aguas arriba contrario a lo autorizado por la CVC y tampoco se cumplió con el sitio de iniciación de dragado acordado, ya que el permiso entregado por la corporación ambiental solicita al Concesionario que vele por la protección del afluente.

El País, 2 de febrero del 2009

En el año 2009, Barlaham Villa presidente de la Junta de Acción Comunal de La VoráGINE, sostuvo que eran muchas las zonas que empezaban a verse afectadas por la extracción de roca en la parte baja de Pance, entre las cuales se encontraban las veredas El Pato y El Trueno, La Playita (frente al Ecoparque) y los condominios aledaños a La María, el líder explicó:

Se están llevando todas las piedras sin tener en cuenta que el río necesita un soporte para no desbordarse. El agua ha cavado muchos tramos y por eso la banca se está yendo o la montaña está cediendo. Por eso hay derrumbes.

El País, 2 de febrero del 2009

Según El País, otros habitantes de la zona también manifestaron su desacuerdo con esta práctica porque no solo se está reduciendo el caudal del río, sino que la maquinaria está contaminando el agua (ver Foto N° 20). Entre los años 2005 y 2010 la empresa Pétreos de Occidente extrajo 232 mil metros cúbicos de piedra del río Pance (El País, 2012).

Foto N° 20. Extracción de material de arrastre en el río Pance



Fuente: El País.

Otra de las amenazas para el río Pance, es la extracción de oro en el PNN Los Farallones. En los últimos años se registra un incremento de denuncias tanto de los habitantes de la zona quienes han visto el deterioro de las vías de acceso, así como el incremento de la turbiedad en el agua que llega a los acueductos producto del lavado de la maquinaria utilizada para la extracción del material.

De acuerdo con El País de septiembre de 2012, voceros de Parques Nacionales Naturales denunciaron la existencia de al menos 15 socavones en Los Farallones en lo que iría del mes. La CVC informó que se habían realizado operativos en los Farallones, en donde se encontraron dos retroexcavadoras abandonadas, esto hace suponer que ha entrado la minería ilegal. Además el director de la Dirección Ambiental Regional Pacífico Oeste de la CVC, Javier Espinoza, reiteró que se necesita la intervención de todas las autoridades sobre todo de la alcaldía, ya que en esas minas convergen distintos intereses, principalmente económicos.

*Conflicto debido a la consideración de Pance como zona de expansión de la ciudad de Cali*

Desde la década de 1990 se empezó a proyectar el crecimiento de la ciudad hacia la zona de Pance debido a su atractivo natural, el cual proporciona sensación de confort y calidad del aire. Esta situación ejerce presión sobre la flora, la fauna, el suelo y el agua que provee este sector, lo cual conduce a una transformación de las dinámicas naturales y sociales. Los permisos concedidos desde Planeación Municipal para la construcción de

parcelaciones, condominios y residencias costosas por parte de constructoras importantes de la región preocuparon a diferentes sectores sobre todo porque un estudio de la CVC determinó altos nivel de contaminación bacteriológica en las aguas de la zona.

En 1993 surgió la campaña “Salvemos a Pance” en la cual se solicitaba que esta zona fuera declarada para uso recreativo y no como área de expansión de la ciudad de Cali. Esta acción colectiva fue promovida por estudiantes universitarios que exaltaban la sensación de bienestar que se siente cuando los bañistas disfrutan de las aguas del río. Ante dicha campaña los propietarios de las tierras de la zona baja de la microcuenca solicitaron a CVC y a EMCALI verificar los estudios sobre contaminación con el objetivo de dar vía libre a la construcción de viviendas en la zona. Contrariamente a lo que se esperaba los nuevos estudios motivaron la declaración de emergencia sanitaria para la zona porque los pozos sépticos existentes habían contaminando las aguas subterráneas. No obstante, esta situación no se logró impedir que se continuara construyendo en el área.

La construcción de viviendas en la parte baja del río generó un desplazamiento de los turistas hacia el sector medio de la microcuenca, lo cual ocasionó que tomaran fuerza campañas con lemas como “Pance pa’ todos”, a través del cual se impulsaba que prime el uso recreativo del río, con carácter restringido, a través de la administración del Parque de la Salud, para garantizar la conservación y un uso comercial adecuado (control de ventas ambulantes y de alimentos). Algunas de las expresiones de estas campañas son:

Es un clamor que sube, que se siente para que el río no se acabe el  
jolgorio de aguas y el murmullo de los verdes ¡Pance nos necesita!

El País, 5 de septiembre de 1995

Desde los noventa hasta el presente el panorama no ha cambiado mucho porque la ciudad continúa apostándole a ese sector como zona de expansión, especialmente para la construcción de condominios y residencias lujosas. En el año 2013, por parte de organismos gubernamentales como la CVC, se plantearon críticas al POT de la ciudad de Cali por la falta de estudios y planeación en materia ambiental y de riesgos en las propuestas de desarrollo urbanístico.

Es importante señalar que urbanizaciones como la que se ilustra en la Figura N° 14, generan estrategias de venta como la siguiente:

Sector de Pance Alto, privilegiado por ser uno de los últimos lotes urbanos en ese sector, sus espectaculares visuales hacia los Farallones, su único entorno natural, con una acequia que lo atraviesa, creando un ambiente lleno de tranquilidad, libre de contaminación y propicio para la contemplación de diferentes especies de la fauna local, amplias zonas comunes, vías de acceso y plan vial.

Constructora Jaramillo Mora S.A, 2014

**Figura N° 14. Urbanizaciones al margen del río Pance**



**Fuente:** Página de Internet de la Constructora Jaramillo Mora

Otra muestra del asedio que actualmente se registra sobre la zona es la situación que se presenta en el área conocida como La Cascada (Foto N° 21) donde el dueño de una parcelación, cercana a la cascada que ahí existe, construyó un centro recreacional y un puente de acceso, al que sólo permite el ingreso de los turistas que pagan por recreación, restringiendo el paso de los habitantes de la zona que iban al lugar a pescar o caminar. En palabras de los habitantes “el dueño de esa zona privatizó una sección del río”. Lo que más preocupa a los habitantes de La Vorágine es que esta cascada se encuentra aguas arriba de la captación de agua para su planta de potabilización, lo cual puede generar un riesgo para dicha población. Los habitantes consideran que estos conflictos se originan porque la gente nueva que ha llegado a la zona tiene una visión de negocio que es destructiva pues no respeta ni le interesa la preservación de los ecosistemas.

Foto N° 21. Balneario La Cascada, aguas arriba de la bocatoma



Fuente: Sitio oficial de Facebook-La Cascada de Pance

En la Tabla N° 17 se presentan detalles sobre los tres principales conflictos ambientales que se registran en la microcuenca de Pance.

Tabla N° 17. Conflictos ambientales en el corregimiento de Pance

<b>Nombre del conflicto</b>	<b>Recurso</b>	<b>Lugar</b>	<b>Actores</b>	<b>Intereses</b>	<b>Problemas asociados</b>	<b>Acciones Legales o de Presión</b>
Captaciones y concesiones de agua del río Pance	Recurso Hídrico	Microcuenca media del río Pance.	Comunidad : habitantes del corregimiento de Pance.	No permitir la construcción de acueductos ni otorgar concesiones o derivaciones de agua del Río Pance para evitar la disminución	Disminución del caudal del río afectando el caudal ecológico	Proceso de Acción Popular (2005-0888)

				n del caudal del río y por ende la disminución del turismo.		
			Emcali	Proyecto de construcción de un acueducto para suplir las necesidades de agua de la zona de expansión de la ciudad de Cali (Comuna 22)		Contratación por parte del tribunal contencioso administrativo del Valle del Cauca de perito experto (Cinara) para el análisis de la viabilidad del proyecto.
Extracción minera en Pance	Recurso hídrico/suelo	Parte baja del río Pance	Comunidad Pance  Grupos y fundaciones ambientalistas  Empresas mineras (Juan Raúl Navia Reyes y Alberto José Navia Rojas)	No permitir la sobre-explotación del material de arrastre que transporta el río porque afecta el lecho y el cauce del río.  Defender las dinámicas naturales del río.  Provecho económico	En la parte baja ha cambiado la dinámica del río por desviación de su cauce. Se genera mayor arrastre hacia la parte baja lo cual incrementa el desbordamiento y afecta la diversidad de la fauna y la flora y de los ecosistemas locales	Denuncias públicas.  Marchas y Manifestaciones

			CVC	Vigilar y estudiar la factibilidad de los permisos ambientales que se generan para este tipo de actividades.		
Pance zona de expansión de la ciudad de Cali	Recursos Hídrico / Suelo	Parte media de la microcuenca de Pance (después del Ecoparque de Pance)	Comunidad corregimiento de Pance  Grupos y fundaciones ambientalistas  Nuevos pobladores	Evitar que el corregimiento de Pance, especialmente las veredas ubicadas en la parte media de la microcuenca (La Vorágine, San Francisco) se vuelvan parte de la zona urbana y dejen su carácter rural propicio para la recreación. Además, impedir el aumento de la valorización y por lo tanto de los impuestos.  Impedir que se siga	Al considerar la parte baja de Pance como zona de expansión de la ciudad de Cali, cada vez se corren más los límites entre el área natural o Zona de amortiguación del PNN Los Farallones y la ciudad, generando mayor presión en la parte alta de la microcuenca por el desplazamiento del turista a las zonas altas en busca de más naturaleza y tranquilidad.  Afectaciones económicas	Denuncias públicas.  Marchas y Manifestaciones

			<p>Planeación Municipal</p> <p>Empresas Constructoras</p>	<p>corriendo la frontera que delimita la urbe de la zona rural, y que constituye el área natural de esparcimiento y amortiguación del PNN Los Farallones.</p> <p>Obtener un sitio bien ubicado y privilegiado de la ciudad cerca al campo y la naturaleza.</p> <p>Encontrar zonas de expansión de la ciudad que representen más valorización e impuestos.</p> <p>Beneficios económicos.</p>	<p>a los comerciantes de las zonas bajas y medias del corregimiento que se benefician del turismo.</p>	
--	--	--	---	---	--	--

## **Capítulo 5. Análisis y discusión de resultados**

Conforme ha sido planteado por la Unión Europea,

Las innovaciones sociales son sociales tanto en los medios como en los fines....específicamente definimos innovaciones sociales como nuevas ideas (productos, servicios y modelos) que simultáneamente resuelven necesidades sociales..... y crean nuevas relaciones sociales o colaboraciones nuevas. En otras palabras hay innovaciones que no sólo son buenas para la sociedad sino que también aumentan la capacidad de la sociedad para actuar (UE, 2013: 41).

En el Caso de La Vorágine hubo una integración entre aspectos sociales y técnicos que permitieron frenar la contaminación del río y desarrollar un proceso de empoderamiento comunitario que fortaleció sus capacidades en cuanto a conocimiento, manejo y uso de tecnología que les permitió asumir con gran solvencia la administración del sistema de alcantarillado y de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Conforme se expresó en el capítulo de resultados, se produjeron cambios significativos en la vida de los habitantes del lugar a corto, mediano y largo plazo a raíz de la innovación socio-técnica desarrollada entre 1994 y 1997. Esto demuestra la importancia de este tipo de intervenciones para producir transformaciones cualitativas en un sector de la periferia urbana, donde pese a la cercanía a la ciudad generalmente sus habitantes carecen de condiciones adecuadas en cuanto a SAS. El proceso participativo desarrollado en la ejecución del proyecto permitió activar la participación ciudadana promovida por la Constitución de 1991, estos proyectos hicieron entrar en vigencia el nuevo marco legal del país que promueve la participación ciudadana. Por primera vez esta comunidad constituyó un Comité de Veeduría, el cual fue capacitado para hacer un seguimiento de la calidad de la obra.

El proyecto también evidenció un papel activo de la Universidad pública en la transformación social, no sólo a nivel comunitario sino también entre las instituciones del sector de SAS (al compartir de manera abierta los desarrollos tecnológicos y metodológicos), totalmente diferente a lo comentado por Levin y Greenwood (2008) quienes han criticado que las universidades se han convertido en “instituciones de enseñanza masiva y tiendas de contratos de investigación para el gobierno y el sector privado”.

La descripción detallada de la situación ambiental del área ejemplifica la presión que las zonas urbanas ejercen sobre los ecosistemas de su periferia esquilmando sus servicios ecosistémicos, agudizando la vulnerabilidad ambiental de esas áreas y fragilizando su capacidad de resiliencia. A continuación se presenta el análisis de cada una de las dimensiones contempladas en los resultados.

Esta experiencia demuestra la importancia de aplicar un enfoque transdisciplinar cuando se busca resolver los problemas de SAS. La transdisciplinariedad siguiendo a Hadorn, et al (2008) hace referencia a cuatro elementos fundamentales:

**Castro, José Esteban (Ed.)**

---

1. Se focaliza en problemas de la vida social en este caso el tratamiento de las aguas residuales para recuperar la calidad del río Pance.
2. Trasciende e integra los paradigmas disciplinarios, la interdisciplinariedad es esencial para afrontar el objeto de estudio.
3. La investigación participativa es elemento fundamental.
4. Se logran resultados que no pueden ser reclamados por una disciplina específica y que no hubieran sido posibles sin el conocimiento y la acción de las comunidades.

A continuación se realiza el análisis de cada dimensión presentada en los resultados.

### **Dimensión técnico infraestructural**

El éxito en la implementación de la innovación socio-técnica en SAS en La Vorágine estuvo estrechamente ligado con la vinculación de la comunidad al proceso desde la identificación del problema, la selección participativa de la tecnología y su capacitación para la administración, operación y mantenimiento del sistema. Igualmente importante fue la vinculación de un grupo multidisciplinario e interinstitucional que actuó como facilitador del proceso con una visión integral que consideró aspectos técnicos, socio-económicos, culturales y ambientales locales.

En el momento en que se implementó la innovación socio-técnica las experiencias en tratamiento de las aguas residuales en áreas periurbanas y rurales eran muy pocas, de manera que para una Institución como Cinara fue importante el contacto con asesores nacionales como el ingeniero José Enrique Rizo Pombo, quien de manera pionera, había construido varios sistemas de alcantarillado sin arrastres de sólidos en Colombia; del ingeniero Jo Smet del IRC de Holanda; del ingeniero Sergio Rolim Mendoca, quien era un experto en saneamiento de la Universidad Federal de Paraiba; del Ingeniero José Almir Pereira de la Universidad de Sao Paulo y del Ingeniero Duncan Mara de la Universidad de Leeds en Reino Unido. Ese intercambio de conocimientos permitió adaptar las ecotecnologías propuestas a las características sociales, económicas y ambientales de la localidad (Instituto Cinara, 1996b).

La discusión con los asesores giró en torno a la definición de parámetros de diseño, área de influencia, población de diseño, limitantes técnicas, impacto ambiental, unidades sanitarias, manejo de aguas grises, aceptación, costos de inversión inicial, costos de O&M, manejo del sistema desde el punto de vista administrativo, de operación, mantenimiento y de disponibilidad de terreno para la construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales (Instituto Cinara, 1997).

Uno de los puntos más discutidos fue la población de diseño y el área de influencia del proyecto, debido a que La Vorágine se encuentra muy cerca a la zona de reserva forestal y existía el temor tanto de los habitantes como de las instituciones de crear expectativas que motivaran el poblamiento del sector, finalmente la decisión fue realizar los diseños para la población existente (Instituto Cinara, 1997).

Las eco-tecnologías usadas para saneamiento fueron (tanque séptico, filtro anaerobio y humedales construidos) y para agua potable (Planta FiME, Filtración en

Múltiples Etapas) las cuales requieren bajo consumo energético, no necesitan gran dosificación de reactivos, son fáciles de operar y mantener, y sus estructuras minimizan la agresión al entorno local (Instituto Cinara - IRC, 1999; Tilley, et. al. 2008) Durante los diseños se consideraron aspectos clave como el espacio, la distribución de las viviendas, la trayectoria del río, la vía y las tecnologías de agua y saneamiento usadas por la comunidad; también se tuvo en cuenta la capacidad económica, los impactos visuales y la generación de olores, este último aspecto es importante porque La Vorágine es una zona turística.

Aguilar (2011), menciona que el mayor reto de la transferencia en el campo del agua y el saneamiento es la aceptación y apropiación de la tecnología por la comunidad y la apertura de las instituciones participantes en el proyecto para considerar las ecotecnologías como factor fundamental en la gestión de los SAS. En el caso de La Vorágine fue muy importante el desarrollo de talleres de diseño y la realización de visitas a la PTAR del municipio de Ginebra.<sup>14</sup> El conocimiento de experiencias de saneamiento, donde se expusieron las dificultades y las formas de solventarlas, así como los impactos generados a partir de la construcción de los SAS, permitieron a los actores reconocer diferentes alternativas para enfrentar sus problemas de aguas residuales.

La evaluación de la innovación socio-técnica permitió detectar vulnerabilidades de carácter técnico que se han presentado durante el período que lleva el sistema funcionando, en especial obstrucciones y sobrecargas hidráulicas del sistema. La Secretaria de Salud ha invertido en la optimización y adecuaciones de las tecnologías propuestas, destacando que la mayoría de los cambios han favorecido el desempeño de la PTAR.

La transformación más notoria que ha sufrido la innovación socio-técnica fue el cambio de la RAS por un alcantarillado separado para facilitar las actividades de operación y mantenimiento, debido a la pavimentación de la vía de acceso a la zona, las cámaras de inspección de la RAS quedaron bajo tierra y no era posible su mantenimiento. Sin embargo, este cambio condujo a un incremento en las conexiones erradas de aguas lluvias al sistema, afectando las eficiencias de remoción de la PTAR, llegando inclusive a remociones negativas en lo que respecta a materia orgánica. Cuando llegan las aguas lluvias a la PTAR, aumenta el caudal de entrada, disminuyendo los tiempos de retención y los procesos biológicos por la dilución de la materia orgánica y los nutrientes, lo cual incrementa las actividades de operación y mantenimiento por la acumulación de arenas y sólidos.

Para la época, en Colombia no existían plantas con tratamiento terciario, pero dado el potencial turístico que tenía la localidad se decidió como tratamiento final humedales construidos de flujo sub-superficial. Sin embargo, estas estructuras se tornaron en las más vulnerables del sistema, porque fueron subdimensionadas, lo cual favoreció su rápida obstrucción. Actualmente el estado de la infraestructura es bueno y la PTAR fue ampliada hace menos de cinco años con el fin de tener una mayor cobertura en los SAS, y así mantener e incrementar la continuidad y la atención a turistas.

Según las características mencionadas por Mara (2003), el efluente de la PTAR permite su reuso indirecto en las fuentes superficiales como el río Pance, sin afectar la

---

<sup>14</sup> Mediante un Convenio entre la Universidad del Valle y Acuavalle, en 1997 en dicha planta se estableció una estación de investigación y transferencia de tecnologías de tratamiento de aguas residuales y reuso.

salud de las personas que utilizan el río como recreación, además cumple con la reglamentación ambiental vigente exigida por la Corporación Ambiental del Valle del Cauca. Este hecho ha permitido, que pese a la gran afluencia de turistas y a la creciente urbanización que se ha dado en la zona, el río aún conserve en buen estado ecológico en cuanto a la cantidad y la calidad de agua, permitiendo que sus procesos biológicos no sean alterados, contribuyendo a la conservación de las características ecosistémicas de la zona que resultan atractivas para los turistas.

### **Dimensión socioeconómica**

La construcción del sistema de alcantarillado y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, impulsó el desarrollo de la actividad turística en la zona, con lo cual hubo una reactivación económica que incrementó los ingresos de los pobladores. Estas mejoras en la economía local se observan en las mejoras y adecuaciones de las viviendas, que anteriormente eran viviendas construidas con materiales como el adobe y barro, además en su mayoría eran de un solo piso. En la actualidad se pueden encontrar muchas viviendas con segunda planta, en cuyo primer piso funcionan los establecimientos comerciales y en el segundo la residencia familiar. Según datos de la UMATA, el principal factor de adquisición de créditos de los habitantes de la zona es el mejoramiento de la infraestructura turística, como balnearios, restaurantes, parqueaderos, ventas ambulantes y discotecas (UMATA, 2005).

El turismo como principal actividad económica en La Vorágine ha permitido su desarrollo económico y físico, como se evidencia en la construcción y mejoramiento de las viviendas, considerado como uno de los activos clave por Amartya Sen y desarrollado por Moser (1998) para determinar la vulnerabilidad. La vivienda y la adaptación de ésta al contexto se convierten en el instrumento a través del cual perciben sus ingresos los habitantes mediante el turismo.

No obstante, otro de los activos de la comunidad, como es su capital social o sea la capacidad colectiva para responder a las perturbaciones en temas relacionados a la gestión de los SAS, ha ido decreciendo por la llegada de nuevos habitantes a la localidad que desconocen las dinámicas comunitarias y a los habitantes antiguos que no realizan un uso eficiente del agua.

Como los ingresos económicos de las familias de la comunidad dependen exclusivamente del turismo, durante las temporadas invernales, la zona se vuelve vulnerable socioambientalmente, no solo por las precipitaciones y posibles crecientes del río, sino porque dejan de asistir los turistas, lo cual genera bajas en los ingresos económicos que ocasionan morosidad en el pago de las tarifas de agua y saneamiento. Ante esta situación los integrantes de la Junta Directiva de Asovorágine son más flexibles con los pagos del servicio porque reconocen la situación de vulnerabilidad en que se encuentra la comunidad.

### **Dimensión de salud**

Al comparar las tasas de morbilidad por enfermedades gastrointestinales y de origen hídrico se observa una notoria reducción por encima del 90%. Esta situación evidencia una mejoría en la calidad del agua para consumo y en las prácticas higiénicas, como el lavado de manos en momentos importantes como: antes de comer y cocinar y después de ir al baño. Éste aspecto se corrobora, cuando la mayoría de los encuestados manifestó la importancia del lavado de manos con agua y jabón, para prevenir enfermedades tal y como lo reportan Curtis y Cairncross (2003).

Es importante resaltar que gracias a la continuidad del agua y a su calidad se han construido en las viviendas unidades sanitarias equipadas con inodoro y lavamanos, lo cual ha hecho más fácil la práctica de hábitos de higiene en la comunidad, en contraste, con la situación que se vivía en la década de los 90, donde la falta de agua potable y el difícil acceso a ésta para el consumo hacía que fuera susceptible de contaminarse, tanto en el momento del transporte o en el almacenamiento casero. Es en este último donde se presentan los riesgos de contaminación más altos, pero en el presente, dada la continuidad del servicio (24 horas), se encontró que sólo un 10% de las viviendas almacena agua. La situación actual evidencia que el mejoramiento de las condiciones en abastecimiento de agua y saneamiento constituye un requisito necesario para el éxito de las actividades de capacitación en higiene, lo cual se refleja en la disminución de las tasas de morbilidad mencionadas anteriormente.

La información presentada muestra que los habitantes de La Vorágine cuentan con conocimientos adecuados en higiene, pero estar informado no constituye una garantía en sí mismo para la implementación del hábito, por lo que todavía se requiere fortalecer una cultura del autocuidado mediante procesos de sensibilización y reflexión acerca de cada una de las prácticas higiénicas y sus consecuencias, así como programas de acompañamiento y monitoreo a la implementación de las mismas. Esta situación se reflejó en algunos encuestados quienes afirmaron que a veces no se lavaban las manos por olvido o porque tienen mucho trabajo en sus restaurantes. En esta perspectiva resulta fundamental la participación de niños, niñas y jóvenes quienes tienen mayor apertura a nuevos hábitos, así como también invitar a los nuevos arrendatarios de restaurantes.

Es importante resaltar, que la reducción de las enfermedades gastrointestinales en la zona está relacionada con las capacitaciones y controles que efectúa la Secretaria de Salud en la localidad, en cuanto a manipulación y preservación de alimentos, dadas las características de la zona, donde más del 80% de las residencias vende o comercializa algún tipo de alimento para los turistas.

### **Dimensión sociopolítica y cultural**

El proceso desarrollado en La Vorágine permitió otorgar importancia a la participación de la comunidad en la definición de los asuntos relacionados con el interés colectivo. Se logró diseñar una ecotecnología que no requería uso de químicos ni demandaba consumo de energía eléctrica. Además en el diseño se reflejó la intención de facilitar las labores de operación y mantenimiento al dejar múltiples puntos de extracción de lodos en el

tanque séptico para poder realizar estas actividades en forma sencilla. La innovación socio-técnica también está relacionada con el hecho de que la comunidad usuaria logró:

- Organizarse para administrar una planta de tratamiento de aguas residuales, en un medio donde no había tradición al respecto.
- Preocuparse por la calidad del agua que se retornaba a las fuentes después de su uso.
- Entender la lógica de recolección, transporte y tratamiento de las aguas residuales.
- Que se definieran tarifas, en un país donde generalmente no se pagaba por el servicio colectivo de saneamiento.
- Estar dispuesta a pagar oportunamente por el servicio.
- Contar con una persona capacitada para adelantar las labores de operación y mantenimiento.
- Estar dispuesta a compartir su experiencia con otras comunidades.

Además las instituciones que participaron en la innovación socio-técnica se han constituido en instancias a las cuales la comunidad puede recurrir cuando las necesita. Se destaca en especial el apoyo financiero de la Secretaría de Salud del Municipio de Cali para la ejecución de obras y el apoyo técnico de Cinara.

Un elemento fundamental en la solución de las necesidades de agua y saneamiento de las comunidades rurales y periurbanas está relacionado con el tipo de organización que asume la gestión comunitaria del servicio porque sobre ella recae la administración, la operación y el mantenimiento de la infraestructura, y la gestión de proyectos para el mejoramiento continuo del servicio. La definición de la forma organizativa obedece a elementos como la cultura local, las características o complejidad del sistema técnico a operar, la participación de la comunidad usuaria, la voluntad y el liderazgo comunitario, el apoyo institucional de las entidades del sector, la disponibilidad de espacios de formación y capacitación en la gestión del servicio, la disponibilidad y capacidad de pago de la comunidad, entre otros.

En el caso de La Vorágine, el modelo comunitario que ha predominado en la gestión de los servicios de agua y saneamiento, tiene su origen en la tradición de gestión local que es generalmente iniciativa de los(as) líderes(as) sociales. Este modelo de prestación del servicio ha sido muy común en América Latina desde hace más de 40 años. Estudios realizados en nueve países de la región demuestran que el 30% de los prestadores del servicio de agua son organizaciones comunitarias y los beneficiarios son las poblaciones de las áreas rurales, peri-urbanas y pequeñas localidades. Estos datos muestran que estos operadores no son actores transitorios, ni temporales, y que dan respuesta a una problemática social. Sin embargo, esta actividad muchas veces no es reconocida y coordinada de forma adecuada por los entes que fijan las políticas del sector ni por aquellos que operan los servicios (Program Water and Sanation, 2008). Es de resaltar que en Colombia la gestión comunitaria de servicios de agua y saneamiento, aunque cuenta con respaldo jurídico y autonomía para su funcionamiento, no exime al Estado de la responsabilidad y el deber que tiene frente a la provisión de los servicios públicos en las comunidades.

En La Vorágine, desde la década de 1940, la iniciativa de abastecimiento colectivo obedecía al trabajo mancomunado de los habitantes de la zona. Aspecto que se

formalizó con el desarrollo de la innovación socio-técnica, mediante la creación de una figura organizativa como la Asociación de Usuarios, Asovorágine para administrar el acueducto y el alcantarillado fortaleciendo las capacidades de los líderes en materia de gestión y administración de los servicios, liderazgo y capacitación en operación y mantenimiento. Este proceso de legalización de la figura administrativa también fue motivado por la necesidad de existir jurídicamente para poder firmar documentos legales y asumir compromisos ante las instituciones de apoyo.

De los aspectos relevantes de esta experiencia se debe resaltar que es una comunidad que ha encarado la prestación de servicios de saneamiento con tratamiento de aguas residuales, tema que en Colombia tiene bajas coberturas (28%), y que para el común de las comunidades resulta difícil de abordar por los altos costos de construcción de la infraestructura, por la recuperación de los costos de operación y mantenimiento y por el escaso respaldo comunitario, al ser un servicio invisible y por el cual muchos usuarios no quieren pagar tarifa.

El compromiso de asumir un servicio que favorecería la vocación ecoturística de la zona al mejorar el efluente que se descarga en el río tutelar, se refleja en la excelente operación del sistema. Además, la planta de tratamiento de aguas residuales ha adquirido connotaciones de espacio de investigación, donde se han llevado a cabo varios proyectos académicos que se desarrollan en armonía con la capacidad y compromiso del operador y con la rigurosidad y acompañamiento de instituciones como el Instituto Cinara de la Universidad del Valle y otras universidades de la región. A su vez la recuperación de costos mediante las tarifas ha permitido la continuidad del ente operador y de los requerimientos del sistema, lo que refleja el sentido de pertenencia, apropiación y respaldo por parte de la comunidad usuaria, aunque el esquema tarifario no satisfaga las regulaciones estipuladas por la SSPS o la CRA.

Se destaca la buena percepción sobre de las tarifas cobradas por los SAS pues estas tienen mayor aceptación que las tarifas de energía y aseo porque se considera que estas últimas se cobran bajo los criterios de la zona urbana. En el caso de los SAS para los habitantes una de las ventajas del servicio es la proximidad de los encargados de operarlo y administrarlo, la atención oportuna y el flujo constante de información sobre lo que pasa con el sistema de abastecimiento, el alcantarillado y la PTAR. Además, los habitantes se sienten corresponsables de estos servicios debido a que tienen la oportunidad de participar en el establecimiento de las tarifas y en la toma de decisiones del ente administrador.

La organización comunitaria tiene ya 17 años desde su formalización y han sido varios los líderes locales que han pertenecido a la Junta Directiva. Sin embargo, en el proceso no se ha dado un relevo generacional, a tal punto que actualmente hay dos cargos vacantes en la Junta Directiva de la organización, y los que están ocupados no son asumidos a cabalidad. También es relevante que en la directiva del sistema no haya presencia de mujeres. Una de las causas de esta situación está relacionada con las características de la población local actual, pues la disponibilidad de servicios públicos y la vocación turística de la zona han hecho que la misma sea atractiva y ha motivado a que población del área urbana de Cali y de otras regiones llegue a vivir a la vereda. En contraste, la población joven de la vereda ha cambiado su residencia, en búsqueda de nuevas oportunidades, algunas familias se han trasladado a la zona urbana de Cali, lo cual

ha ocasionado que la cantidad de líderes comprometidos con la gestión de los servicios de agua y saneamiento haya disminuído.

Aunque los SAS se prestan de manera continua y con calidad, se ha generado una apatía y baja participación de la comunidad en los asuntos de la administración de los servicios, esta se refleja en la baja asistencia de los usuarios a las asambleas y en el poco interés para asumir cargos en la Junta Directiva de la Asociación. El Presidente de la Junta quien participó en el proceso de la innovación socio-técnica, desde el año 2005 está desempeñando ese cargo, no obstante que la Directiva debe cambiarse cada dos años. Uno de los argumentos de los usuarios es que todo funciona adecuadamente y de alguna manera esto ha desgastado a los actuales líderes, que por falta de participación están obligados a continuar asumiendo la gestión del servicio.

Al respecto es importante anotar que aunque en Colombia desde 1990 se generó un debate amplio que oponía democracia participativa a democracia representativa el cual se reflejó en la Constitución que se promulgó en 1991, fruto del acuerdo entre diferentes corrientes; al analizar las prácticas a nivel comunitario es fácil concluir que se continúa operando bajo la lógica de la representación. Las comunidades delegan en sus representantes elegidos en Asamblea y tienden a desentenderse de su responsabilidad como ciudadanos en el cuidado de los bienes colectivos.

Una vulnerabilidad importante que se registra en La Vorágine tiene relación con el trabajo operativo y administrativo del sistema de potabilización, la red de alcantarillado, y el sistema de tratamiento de aguas residuales, los cuales están bajo la responsabilidad de una sola persona, bajo el criterio de que es una persona idónea, capacitada técnicamente, que hace muy bien su trabajo y que tiene un alto compromiso con el desarrollo de la comunidad. Sin embargo, esta persona tiene una sobrecarga de actividades porque además de operar los sistemas debe asumir labores de facturación, elaboración de documentos y representación del ente administrador.

### **Dimensión político-institucional**

De acuerdo con Winchester (2005), en América Latina la prestación de los SAS se ha ido alternando entre la empresa privada y el Estado, siendo característico desde los años 90, cuando se comienzan a establecer en el país las políticas neoliberales, el desprestigio de lo público a favor de intervención de la empresa privada. En este caso la administración de los SAS está bajo la responsabilidad de una organización comunitaria. Aunque apreciaciones ligeras sobre este tipo de organizaciones tienden a clasificarlas como privadas, dado que se rigen por el derecho privado, su papel en defensa de un bien común como es el agua y su trabajo en pro de los intereses colectivos las colocan como una tercera opción, que ameritaría un tratamiento particular.

Las Asociaciones de Usuarios rurales generalmente carecen de recursos financieros para realizar inversiones en la construcción de sistemas de tratamiento de agua potable y residual. Por tal motivo, en Colombia este tipo de inversiones depende en gran parte de la inversión del Estado y de los aportes de algunas ONG como Plan Internacional; mientras que su operación y mantenimiento está en manos de las comunidades.

El principal soporte de las comunidades rurales prestadoras de SAS en Cali ha sido la Secretaría de Salud a través de la Mesa de Concertación en Salud, ésta se ha convertido en un importante espacio de participación y democratización de los recursos económicos y sociales que son brindados por el municipio a las comunidades rurales. A través de este espacio ha habido un proceso de empoderamiento de las comunidades, debido a que se ha incrementado la autoridad y el control sobre los recursos por parte de éstas, permitiéndoles mayor capacidad de decisión sobre factores que influyen en sus vidas (Nayaran, 2001). La Vorágine, a través de su Asociación de Usuarios ha sido una de las comunidades más beneficiadas con este espacio, a través de él ha logrado la gestión y priorización de recursos económicos para realizar ampliaciones y modificaciones a la PTAR y la construcción de la PTAP, además ha contado con un apoyo constante tanto de profesionales técnicos como sociales para la solución de problemas relacionados con la prestación de los SAS.

La responsabilidad asumida por el Estado a través de la MCS para garantizar una calidad de SAS también ha permitido que las comunidades rurales tengan acceso a información. Según Deepa Narayan (2001), el acceso a la información es un elemento clave para que los ciudadanos puedan aprovechar las oportunidades, negociar de manera más equitativa con otros actores, pero especialmente responsabilizar a los actores estatales y no estatales, debido a que tienen conocimiento sobre los deberes que le corresponden a cada uno. En este caso se ha logrado que el Estado garantice el seguimiento y apoyo a las comunidades, la Mesa es un espacio al cual pueden acudir cuando se tienen problemas con el funcionamiento de la tecnología o necesidad de apoyos específicos. Este espacio es reconocido por los funcionarios del municipio y por las comunidades, como una de las principales estrategias para garantizar la sostenibilidad de los SAS, debido a que las comunidades rurales y de la periferia urbana no logran contar con todos los recursos económicos ni técnicos para operar los sistemas. Es igualmente útil la actualización en materia administrativa.

Una de las limitaciones de la MCS es el número de proyectos que se quedan por fuera de la priorización y atención por parte del municipio, debido a que todos no cumplen con los criterios de organización y legalización de las organizaciones comunitarias prestadoras de los servicios, además los recursos financieros no son suficientes. Sin embargo, en los últimos quince años el presupuesto se ha incrementado, según la Secretaría de Salud este ha pasado de trescientos a casi cinco mil millones de pesos, a pesar de ello aun es insuficiente para dar solución a las problemáticas en materia de SAS para toda la zona rural del municipio. Tener recursos limitados ha implicado que se presenten conflictos de interés entre los líderes de las comunidades de la zona rural, porque la priorización de ciertas intervenciones ha dado pie a comparaciones y a que algunos de los participantes manifiestan que la MCS privilegia más a unas comunidades que a otras.

Ahora bien, el apoyo en inversión por parte de la MCS también ha generado una cierta dependencia porque las comunidades esperan que todos los problemas que se presenten en cuanto a infraestructura de los SAS sean solucionados con los recursos del municipio. Es en cierta manera el caso de La Vorágine, pues la Junta Directiva de la Asociación de Usuarios considera que las reparaciones mayores deben ser financiadas por el municipio al ser ellos una comunidad con escasos recursos económicos. Esta situación se presenta actualmente cuando las plantas de potabilización y tratamiento de

aguas residuales requieren de la inversión de recursos económicos para evitar su deterioro, recursos con los cuales cuenta la organización pero que evita invertir por decisión de algunos integrantes de dicha Junta.

Una gestión eficaz de los SAS no solo requiere una buena administración y operación de los sistemas, sino una visión integral del cuidado del agua para lo cual es importante la interlocución con otras instituciones y organizaciones (Tamayo & Garcia, 2006). En este sentido se observa que la comunidad de La Vorágine no ha logrado integrar a su gestión acciones planificadas de cuidado de la fuente de agua. La Junta Directiva lo atribuye al enfoque burocrático que han tenido las intervenciones de algunas de las organizaciones gubernamentales en la zona. Esta situación se evidencia en la escasa relación que sostiene con entidades como la CVC que es la encargada del cuidado ambiental, esta institución es vista por la organización comunitaria y por la misma comunidad de La Vorágine como un actor que no regula de manera equitativa para todos los pobladores.

Esta falta de relaciones también se presenta con la Secretaría de Planeación Municipal, encargada conceder permisos para el uso del suelo, es decir, sobre los usos permitidos en un predio o edificación, de conformidad con las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial. Estos permisos que no han sido dados a los habitantes antiguos de la zona, debido a que no cumplen con la norma de construir a 30 metros de distancia del río, se han otorgado a los habitantes recientes a quienes han concedido licencias de construcción de nuevos negocios. Esta situación muestra cómo la normatividad no se ajusta a las condiciones locales. Los habitantes antiguos fueron los fundadores, generaron una dinámica socio-cultural y económica en torno al río y construyeron sus viviendas antes de la expedición de la normatividad pero su situación no es tenida en cuenta.

La organización legal de las comunidades es una de las solicitudes de la MCS para la participación en ese espacio, para tener la posibilidad de ser escuchadas y atender sus demandas. Para Nayaran (2001), la capacidad organizacional significa la capacidad de la comunidad para trabajar de manera conjunta, permitiendo resolver problemas comunes y movilizar recursos. Pero cuando diferentes organizaciones comparten intereses comunes y se forman redes o asociaciones tienen mayor posibilidad de influir en la toma de decisiones del gobierno y logran mayor poder de negociación. La falta de asociatividad es una falencia que se identifica en Asovorágine, existe poca articulación con otras organizaciones comunitarias e instituciones presentes en la microcuenca. Principalmente esta falta de asociatividad y apoyo entre comunidades se evidencia cuando se indaga con los habitantes de la vereda por la situación en la que se encuentra la microcuenca del río Pance, estos manifiestan que no conocen en su totalidad el río, ni conocen las actividades que se realizan en la parte alta y baja de la microcuenca, pues prefieren referirse solamente a La Vorágine. Esta situación podría considerarse un indicador de fragmentación social en la zona, debido que se presentan conflictos entre los habitantes de la microcuenca por la obtención de recursos económicos del municipio, así como por los usos que se hace del río en cada veredera.

Aunque Asovorágine comparte su experiencia en operación, mantenimiento y administración de los SAS a través de la atención a los visitantes de diversa procedencia quienes acuden a sus instalaciones para conocer su experiencia exitosa de prestador comunitario rural, muchas de esas visitas son promovidas por Salud Pública o el Instituto

Cinara. Quizá el contacto con estas instituciones ha hecho que su Junta Directiva no valore lo suficientemente la Asociatividad entre comunidades; de ahí que aunque participaron en la fundación de la Asociación de Organizaciones Comunitarias Prestadoras de Servicios Públicos de Agua y Saneamiento en Colombia, AQUACOL a los dos años se retiraron y sólo esporádicamente responden a cualquier invitación.

### **Dimensión ecológico-ambiental**

Las intervenciones antrópicas en la microcuenca del río Pance han sido más evidentes después de la década de los 40s cuando empieza la modificación del paisaje, debido a la apropiación de terrenos en las márgenes del río y la instalación de tiendas de abarrotes y viviendas. En esta época se inicia la construcción de la carretera hasta La Vorágine, que en su momento favoreció la explotación de la madera, y el carbón. Posteriormente en la década del setenta, hay un notorio y acelerado mercado de tierras y un aumento del turismo en la zona (Balcázar; Echeverri, 2009).

Actualmente el río Pance posee un valor histórico debido a que los habitantes de Cali lo han considerado como uno de los destinos, más hermosos para disfrutar, cercano a la ciudad (Hernández; Osorio, 2012). Es uno de los sitios más visitados y preferidos por varias razones, entre las cuales están: su riqueza paisajística, la regulación de la temperatura, la disponibilidad hídrica durante todo el año, la calidad de sus aguas, las facilidades turísticas y su adecuación como sitio de recreación. Todas estas cualidades convierten a la microcuenca del río Pance en una zona estratégica para la ciudad de Cali y al mismo tiempo en una zona de alta vulnerabilidad ambiental, debido a que los servicios identificados dependen del estado de conservación de los ecosistemas, los cuales han sido también afectados por el turismo y por la expansión de la ciudad hacia la microcuenca.

La recreación o turismo no controlado produce impactos negativos sobre la vegetación, debido a la invasión del corredor ribereño, razón por la cual quedan muy pocas manchas boscosas o de baja calidad, en especial en la parte media y baja del río (DAGMA, 1997; Instituto Cinara, 2007), afectando la supervivencia de muchos organismos, como aves, anfibios y mamíferos (Gutiérrez; Restrepo, 2005a).

La pérdida de vegetación no solo pone en riesgo el sostenimiento del medio ambiente, sino el abastecimiento de agua potable para las diferentes poblaciones de la zona, entre ellas La Vorágine, pues con la pérdida de cobertura vegetal la cantidad y la calidad de las fuentes es afectada. Sin embargo, el río Pance ha mantenido su caudal regulado debido a que en su nacimiento se encuentra resguardado por el PNN Los Farallones de Cali (PNN, 2005).

Cinara (2007) menciona que una eventual disminución del caudal disponible en el río Pance a partir de su cuenca media, en el sector de La Vorágine, generará detrimento en la disponibilidad de humedad para la vegetación del corredor ribereño y la regeneración natural en la zona del Ecoparque, en donde subsisten especies típicas de bosque seco y para las cuales la humedad constituye en un factor determinante para su sobrevivencia. El impacto sobre la vegetación riparia podría conllevar a la eliminación de hábitats de fauna silvestre que la utiliza como refugio o como sitios de reproducción.

Igualmente el turismo y el manejo que esta actividad le da a los residuos sólidos causa un deterioro de la estética del paisaje y afecta la fauna especialmente a las aves, que confunden el plástico con alimento ocasionándoles la muerte, en especial de los pichones. Otro problema originado por los residuos sólidos orgánicos es el cambio en el comportamiento animal de muchas de las especies de la zona, pues al tener acceso a los alimentos dejados por los turistas cambian su comportamiento natural por el de oportunistas.

Además, el aumento de las urbanizaciones es visto como una amenaza por parte de los habitantes de la zona por ser una afectación para el ecosistema, no sólo por el cambio en el uso del suelo, sino por el cambio de percepción de la gente nativa al existir zonas de uso especial (Hernández; Osorio, 2012) impidiendo en ocasiones su libre tránsito. Con la llegada de personas con alto poder adquisitivo se inicia la construcción de sitios exclusivos a los cuales los visitantes con escasos recursos no pueden acceder, lo cual les obliga a buscar nuevos lugares para la recreación y el disfrute y provoca una migración hacia las partes altas que afecta zonas de protección de la microcuenca.

La tendencia a hacer un uso privado del servicio ecosistémico de recreación, y la construcción de casas y complejos residenciales de alto valor comercial generan un cambio en el valor del terreno y aumenta su precio por metro cuadrado. Estas nuevas urbanizaciones se aprovechan de las fuentes hídricas de la zona, como el río Pance y sus tributarios, para captar el agua que utilizan en piscinas, jardines o para potabilizarla para el consumo de los habitantes de las parcelaciones lo cual disminuye su caudal y podría afectar a los 21 acueductos que existen en el área y que abastecen a 7.500 habitantes.

Las urbanizaciones, utilizan estrategias de venta haciendo énfasis en los servicios que el ecosistema brinda como el ambiente saludable, la vista natural, la sensación de tranquilidad entre otros. Servicios que en cierta forma se empiezan a privatizar, pues a medida que aumentan este tipo de proyectos los cercos vivos que utilizan para delimitar la urbanización, evitan que las personas puedan observar el paisaje.

Para los habitantes de la zona el río Pance tiene un fuerte valor afectivo, aunque no usan conceptos técnicos, identifican y entienden el valor de los servicios ecosistémicos y su importancia para su propia subsistencia. Reconocen que si los ecosistemas se afectan más allá de su capacidad de resiliencia quienes pagarán las consecuencias serán ellos y ven con temor llegar a no tener agua, ni la calidad de aire que respiran, ni la sensación de bienestar que derivan de su belleza. Sus preocupaciones son lo que motiva a pensar que en un futuro cercano el ecosistema de Pance empeorará ya sea por el incremento del turismo desmedido, por los cambios en el uso del suelo o por la falta de consciencia sobre la importancia de preservar el ecosistema.

La presencia de asentamientos cerca y sobre las riberas de la parte alta de la microcuenca constituye un factor generador de procesos erosivos, lo cual se agrava en la parte media, donde adquiere la categoría de erosión muy severa con desprendimientos de capa vegetal cuyos sedimentos son aportados directamente al río. En la parte baja también se presentan problemas de erosión severa y en algunos casos moderados. La erosión por presencia de asentamientos humanos está produciendo procesos de socavamiento en el talud, lo cual ha obligado a los pobladores a construir muros de contención pues el río Pance recorre una microcuenca muy empinada y sus suelos propician desprendimientos

en masa, situación que configura las condiciones para que en períodos de lluvia se presenten avalanchas (Alcaldía de Santiago de Cali, 2011; DAGMA, 1997).

Aunque se ha estimado que las crecientes en el río Pance se presentan cada 10 años; problemas como la disminución de la cobertura boscosa, el caótico crecimiento urbanístico en la parte media-alta de la microcuenca del río, la falta de control de las autoridades ambientales, la poca conciencia ambiental, el inadecuado manejo de los suelos (Alcaldía de Santiago de Cali, 2011), las fallas geológicas (DAGMA, 1997) y la variabilidad climática han debilitada notablemente la resiliencia frente a inundaciones y la resistencia a perturbaciones, incrementando el período de retorno de las inundaciones descontroladas de una cada década a una cada 4 años.

Las acciones de desacuerdo y de protesta ante los impactos ambientales generados por el uso desmedido e irracional de los recursos naturales de la microcuenca del Pance son una muestra del reconocimiento que tiene esta zona como bien común y como patrimonio natural y cultural, aunque es una zona vulnerable natural y socialmente dado el asedio que existe sobre ella.

Los permisos concedidos por Planeación Municipal a firmas constructoras importantes de la región, para edificar parcelaciones, condominios y residencias para estratos 5 y 6 demuestran que la ciudad de Cali no ha tenido una planificación acorde con las necesidades y valores ambientales, puesto que ha proyectado el corregimiento de Pance como zona de expansión de la ciudad, ejerciendo más presión sobre la flora, la fauna, el suelo y el agua que posee este sector y transformando sus dinámicas naturales y sociales. De manera que, no obstante que la pretensión de EMCALI de derivar un caudal para el abastecimiento de agua de la ciudad fue derogada, la expansión de viviendas terminará afectando el caudal del río para suplir su necesidad de abastecimiento. Llama la atención que ni las críticas formuladas por la autoridad ambiental (CVC) al último POT han logrado frenar la ola de construcciones.

### **Factores que afectan la sostenibilidad de la innovación socio-técnica**

Actualmente se identificaron diferentes aspectos que pueden afectar la sostenibilidad de la innovación socio-técnica, los cuales se describen a continuación:

- Se identificó que la producción de aguas residuales promedio es de 351m<sup>3</sup>/día, la cual resulta mayor que la producción de agua para consumo humano 293m<sup>3</sup>/día, situación que afecta de manera significativa la PTAR ocasionando obstrucciones en los filtros anaerobios y humedales construidos debido al arrastre de lodos asociados a las sobrecargas hidráulicas. Este problema tiene su origen en una doble causa: la primera, hace referencia a la presencia de conexiones directas de las aguas lluvias al sistema de alcantarillado y la segunda tiene relación con el uso de fuentes de agua, alternas al acueducto, por algunos establecimientos comerciales. Se estima que la cantidad promedio de producción de aguas residuales, de acuerdo a la cantidad de aparatos hidráulicos existentes (e.g. sanitarios, duchas, orinales, lavaplatos y lavaderos) es de 100m<sup>3</sup>/día, situación que comprueba una entrada adicional de aguas residuales al sistema de alcantarillado.

- Se detectó que a la mayoría de las trampas de grasa no se les realiza mantenimiento adecuado e incluso han sido selladas colocando piso sobre ellas. Esto incrementa la concentración de grasas y aceites presentes en el agua residual, como se evidencia en las caracterizaciones realizadas en 2010 en donde se encontró una concentración de 32,2 mg/L de grasas y aceites, en contraste con las mediciones realizadas en 2014 encontrando una concentración de 103 mg/L.
- Con respecto al chequeo hidráulico realizado en cada una de las estructuras que componen la PTAR, se evidenció que a pesar de que el tratamiento primario compuesto por tanque sépticos tienen capacidad suficiente para el recibir las aguas residuales en condiciones de caudal pico (fines de semana), los filtros anaerobios cuentan con tiempos de retención hidráulicos menores a 6 horas, eso hace que los sólidos presentes en ellos sean arrastrados generando problemas de obstrucciones en las unidades posteriores; a pesar de esta situación la capacidad de remoción de materia orgánica del sistema satisface la legislación ambiental vigente en Colombia.
- Actualmente la participación comunitaria en La Vorágine ha disminuido, debido a que los habitantes consideran que los SAS en la localidad se están manejando correctamente, lo cual genera despreocupación, dejando la responsabilidad de las decisiones en la Junta Directiva de Asovoragine. Otro aspecto es que el 40% de los habitantes actuales viven en la localidad hace menos de 10 años y por lo tanto no estuvieron vinculados al proceso desarrollado durante la ejecución de la innovación socio-técnica de manera que sólo se limitan a pagar la tarifa.
- Posiblemente el hecho que algunos integrantes de la Junta Directiva son propietarios de negocios medianos y grandes ha incidido en el establecimiento de un esquema tarifario, tanto para agua como para alcantarillado, que al analizarlo se encuentra que afecta a los hogares que no cuentan con un negocio, los cuales suelen estar formados por las personas más vulnerables y con menores ingresos. Además, debido a que el precio por metro cúbico de agua disminuye a medida que se incrementa el consumo, se estimula el uso ineficiente del agua e incrementa los aportes de aguas residuales diluidas al sistema de tratamiento.

## **Conclusiones**

- La innovación socio-técnica fue un espacio de aprendizaje para todos los actores involucrados, donde los errores se convirtieron en fuente de conocimiento. Se aprendió sobre la base del trabajo en equipo, teniendo en cuenta la importancia de escuchar a quienes serían los usuarios de las soluciones propuestas. El proceso de aprendizaje mostró, entre otras cosas, la importancia de que los constructores e interventores de las obras sean miembros del equipo de trabajo y el papel de la veeduría comunitaria para garantizar la calidad de las obras. Además, los actores se dieron cuenta de la necesidad de ser flexibles y de adaptarse a las condiciones específicas encontradas en terreno durante las diferentes etapas del proyecto.
- El acceso a información relacionada con aspectos tecnológicos, administrativos, organizativos y ambientales y la actitud de respeto y escucha por parte de las instituciones contribuyó al empoderamiento comunitario. Trabajar en torno al problema priorizado por la comunidad, en este caso, el manejo integral de las aguas residuales, permitió vivenciar la importancia de proponer, discutir y definir, conjuntamente con las comunidades, las alternativas tecnológicas y realizar participativamente los diseños.
- Además, este empoderamiento sirvió de plataforma para la conformación de la organización comunitaria encargada del manejo de los SAS, la comunidad fortaleció su capacidad de interlocución con las instituciones, lo cual favoreció la gestión de otros proyectos ante el municipio, en este caso la construcción de la planta de potabilización y ampliaciones posteriores de la PTAR. La generación de una relación más horizontal entre la comunidad y las instituciones fue favorecida por el constante acceso e intercambio de información, esto ha posibilitado que ahora la comunidad tenga bastante claridad acerca de las funciones de las diferentes instituciones.
- La innovación socio-técnica surge de una necesidad económica, debido a una disminución de los ingresos, por la ausencia de turistas en la zona. Sin embargo, aunque el turismo representa la principal fuente de ingresos de la comunidad, también son conscientes de la degradación ambiental que éste ocasiona, lo cual afecta la resiliencia socio-ecológica de la zona.
- La presencia de nuevos habitantes, dado que han transcurrido 17 años desde que se finalizó la innovación socio-técnica, ha generado desacuerdos entre los antiguos pobladores y los más recientes, con relación al uso del río y de los servicios ecosistémicos de la zona. Además, el otorgamiento de licencias, por parte de las autoridades municipales, a estos nuevos pobladores para la construcción o modificación de los predios existentes con fines de atención al turismo, ha ocasionado que el tejido social fortalecido durante la innovación socio-técnica se debilite, disminuyendo la resiliencia de la comunidad.

- La comunidad de la Voragine y el ecosistema están siendo fuertemente afectados por los cambios en el uso del suelo en la cuenca media, la presión de la ciudad que amplía sus fronteras hacia la localidad, con la construcción de urbanizaciones para estratos altos y la extracción de materiales pétreos en la cuenca baja. Estas situaciones están transformando negativamente el paisaje socio-ecológico y generando un desplazamiento de los turistas de la parte baja de la cuenca hacia la media y alta, lo cual ocasiona en esta área impactos como la producción de residuos sólidos, pérdida de la cobertura vegetal y una mayor demanda de servicios ecosistémicos. Evidencias de estos impactos son la disminución en la calidad del agua después de períodos de lluvia y el incremento, en las dos últimas décadas, de crecientes súbitas del río Pance. Este aspecto empieza a tornarse crítico para la sostenibilidad de los SAS pues en repetidas ocasiones después de estos eventos de lluvia se debe suspender el servicio y buscar fuentes alternas de agua.
- Esta experiencia ha jugado un papel significativo para demostrar las capacidades de las comunidades rurales en el manejo del tratamiento del agua potable y el agua residual. De hecho, es una de las pocas experiencias a nivel del país, que maneja integralmente agua y saneamiento. Esta experiencia ha contribuido a la docencia e investigación de las universidades, la educación media y tecnológica; pero sobre todo para que el sector público, privado y las comunidades fortalezcan sus conocimientos sobre tratamiento de las aguas residuales. Sin embargo, la sostenibilidad futura se ve amenazada por la baja participación de los usuarios en las asambleas, la falta de equidad en las tarifas actuales, la carencia de personal administrativo, la sobrecarga del operador, el comportamiento de los turistas que afecta el ecosistema y la presión de la ciudad sobre la zona.

## **Referencias Bibliográficas**

Aguilar, E. (2011). “Gestión Comunitaria de los Servicios de Agua y Saneamiento: Su posible aplicación en México”. Mexico D.F.

Alcaldía Municipal de Santiago de Cali (2011). “Corregimiento de Pance”. Cali, Colombia.

Alcaldía Municipal de Santiago de Cali. (2008). Plan de Ordenamiento Territorial Cali 2008. Retrieved from [http://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/plan\\_de\\_ordenamiento\\_territorial\\_pot\\_pub](http://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/plan_de_ordenamiento_territorial_pot_pub).

Ambiental-ASA, Secretaria de Salud de Santiago de Cali, Área de Salud (2011). Boletín Mensual Salud Ambiental, (2), 10–13.

Armbrecht, I., Ulloa-Chacón, P. (1999). “Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos y sus matrices”. Biotropica, 31(4), 53–64.

Balcazar, M. A., Echeverri, D. C. (2009). “Evaluación de la calidad del agua utilizando indicadores ecológicos en el Río Pance”. Valle del Cauca-Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.

Buitrago, C. A. (2008). Propuesta metodologica para determinar la capacidad de carga del ecoparque de rio Pance. Cali.

Castillo, M. (1997). “Estudio hidrológico y morfológico de las cuencas hidrográficas de los ríos Pance y Lilí”. Cali.

Castro, J. E. (2007). “The political ecology of water uncertainty and inequality: a sociological contribution. In L. H. N. P. Leite da Silva Dias and W. Costa Ribeiro (Eds.), A Contribution to Understanding the Regional Impacts of Global Change in South America. Sao Paulo: Institute of Advanced Studies, University of Sao Paulo. Retrieved from <http://www.iea.usp.br/iea/artigos/globalchangeinsouthamerica.pdf>.

Centro de Administración Local Integrada Cali (2003). “Plan de desarrollo estratégico corregimiento de Pance período 2004-2008”. Cali.

Congreso de la República de Colombia (1994). Ley 142 del 11 de Julio de 1994.

Colombia, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2010). “Presentación Institucional”, Sabaneta, Antioquia.

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) (2013). “20 años Regulación de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo en Colombia”. Bogotá.

Cuatrecasas, J. (1934). Observaciones Geobotánicas en Colombia. Madrid: Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.

Curtis, V., Cairncross, S. (2003). “Effect of washing hands with soap on diarrhoea risk in the community: a systematic review”. The Lancet Infectious Diseases, 44(0), 275–281.

DAGMA. (1997). “Estudio de zonas de fragiles y de alto riesgo en los cauces y riberas de los rios Pance, Lili, Melendez y Cali en la zona urbana y suburbana del Municipio de Cali”. Cali.

DAGMA & TCN (2012). “Guía metodológica para la implementación del sistema municipal de áreas protegidas de Cali-SIMAP-Cali”, Cali.

Departamento Nacional de Planeación (1991). Plan Nacional de Desarrollo. La Revolución Pacífica. Bogotá.

El Tiempo (1996, abril). “Pance se siente amenazada por la guerrilla”. Cali.

Escobar, J. (2008, Junio). “El turismo maltrata al río Pance”. Crónica. Cali.

European Union (2013). Social innovation research in the European Union: Approaches, findings and future directions. Policy Review. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Garcia, H. (2012). “¿Es posible la conservación del bosque seco en Colombia?., en XLVII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. 9 a 13 de Octubre del 2012. Cali: Universidad ICESI.

Garcia, M., Visscher, J. T., Quiroga, E., Galvis, G. (1999). “La formación de capacidades mediante los proyectos de aprendizaje en equipo”. En: Quiroga, E., Visscher, J. T. (Ed.), Transferencia de Tecnología en el Sector de Agua y Saneamiento en Colombia. Una Experiencia de Aprendizaje. Cali: International Water and Sanitation Centre - Universidad del Valle.

García, M. (1996). “La formación de actores del sector en el marco de proyectos de aprendizaje en equipo en Colombia”. En: Conferencia Internacional sobre Mejoramiento de Calidad de Agua, Abril 30- Mayo 4. Cali.

Gómez-Baggethum, E., & De Groot, R. (2007). “Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía”. Ecosistemas, 16(3), 4–14.

Gutiérrez, R., Restrepo, C. (2005a). Las Aves del Ecoparque del Río Pance. Cali.

Gutiérrez, R., Restrepo, C. (2005b). Las Aves del Ecoparque del Río Pance. Cali: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC.

Hadorn, G., Biber, K.S., Grossenbacher, W., Hoffmann, H., Joye, D., Pohl, C., Wiesmann, U., Zemp, E. (2008). “The emergence of transdisciplinarity as a form of research. En: Hadorn, et al. Eds. (2008), The Handbook of Transdisciplinary Research. Springer, pp. 19-42.

Heller, L. (2009). “Water and sanitation policies in Brazil: historical inequalities and institutional change”. En: J. E. Castro and L. Heller, Water and Sanitation Services: Public Policy and Management, Londres: Earthscan: pp. 321–337.

Hernández, J., Osorio, A. (2012). Un Viaje Por La Vida. Cali: Universidad del Valle.

Instituto Cinara (1993). “Propuesta para la ejecución de proyectos integrados de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología (Proyectos escuela en el municipio de Cali)”. Cali.

Instituto Cinara (1994). “Proyecto integrado de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología. Proyecto Escuela corregimiento Pance. Diagnostico Participativo localidad de La Vorágine”, Cali.

Instituto Cinara (1995). “Anteproyecto mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano. Localidad La Vorágine. Cali.”

Instituto Cinara (1996a). “Programa de transferencia de tecnología en sistemas de abastecimiento de agua en la República de Colombia”, Cali.

Instituto Cinara (1996b). “Participación comunitaria en proyectos de saneamiento para las localidades rurales y urbanomarginales de Cali, La Vorágine y Altos de Menga”, Cali.

Instituto Cinara (1997). “Fortalecimiento de la capacidad local en el sector de agua y saneamiento: Proyecto de aprendizaje en equipo en agua potable, saneamiento básico y conservación del recurso hídrico. La Vorágine”. Cali.

Instituto Cinara, e International Research Centre (IRC) (1999). “Filtración en Múltiples Etapas tecnología innovativa para el tratamiento de agua”, Cali.

Instituto Cinara (2000). “Memorias Seminario Taller Internacional “Saneamiento en Asentamientos Formales e Informales con énfasis en Alcantarillados Condominiales”. Cali.

Instituto Cinara (2007). “Estudio técnico del proyecto de construcción de acueducto sobre el río Pance”. Cali.

LATINOSAN (2007). 1ra Conferencia Latinoamericana de Saneamiento. Retrieved from [http://www.unicef.org/lac/media\\_10631.htm](http://www.unicef.org/lac/media_10631.htm).

LATINOSAN (2010). 2da Conferencia Latinoamericana de Saneamiento. Retrieved from <http://www.communityledtotalsanitation.org/story/latinosan-2010>.

Layke, C. (2009). Measuring Nature's Benefits : A Preliminary Roadmap for Improving Ecosystem Service Indicators. Washington D.C.

Levin, M. Greenwood, D. (2008) "The future of universities: action research and the transformation of higher education". En: Reason, Peter; Bradbury, Hilary (Editors). The SAGE Handbook of Action Research. Participative Inquiry and Practice, Second Edition. Londres: SAGE Publications.

Mara, D. (2003). Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. Londres: Earthscan.

Ministerio de la Protección Social (2011). "Plan de contingencia del sector de salud para la prevención y control de cólera en Colombia", Bogotá.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (2009). "Perfil de Proyecto I Programa de Abastecimiento y Saneamiento Rural y Periurbano". Bogotá.

Moser, C. (1998). "The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. World Development, 26(1).

Muriel, N. (2013). "Comunidad de arañas tejedoras (arachnida: araneae) en fragmentos de bosque seco y premontano de la cuenca del río Pance", Cali: Universidad del Valle.

Nayaran, Deepa (2002). "Empoderamiento y reducción de la pobreza". Bogotá: Banco Mundial y Alfaomega.

PNN (2005). "Plan de manejo Parque Nacional Natural Farallones de Cali", Cali.

Program Water and Sanation (2008). "Operadores locales de pequeña escala en América Latina. Su participación en la prestación de los servicios de agua y saneamiento", Lima.

Rojas, J., Zamora, A., Tamayo, P., & Garcia, M. (2010). "Modelos de apoyo a la provisión de servicios de agua para la zona rural en Colombia". Cali.

Rudas, G., Marcelo, D., Armenteras, D., Rodríguez, N., Morales, M., Delgado, L. C.; Sarmiento, A. (2007). "Biodiversidad y actividad humana: relaciones en ecosistemas de bosque subandino en Colombia", Bogotá.

Salazar, M., Gomez, N., Vargas, W., Reyes-Gutierrez, M., Castillo, L., & Bolivar., W. (2002). "Bosques secos y muy secos del Departamento del Valle del Cauca", Cali.

Sardi, Antonella; Corredor, G.; Torres, A.M. (2014). “Informe final programa jóvenes investigadores e innovadores ‘Virginia Gutiérrez de Pineda’”. Cali: Universidad del Valle, Cali.

Sarmiento, A., Rudas, G., Marcelo, D.; Delgado, L. C. (2006). “Ecosistemas en los Andes Colombianos: Conservación y degradación del bosque natural subandino”, Bogotá.

Sarria, S. (2001). “Diagnóstico general sobre el uso del agua en las principales cuencas del PNN Farallones de Cali”, Cali.

Secretaría de Salud Pública Municipal de Cali (2010). “Desarrollo del Saneamiento Básico en el Área Rural de Santiago de Cali. Desafíos de la Secretaría de Salud Pública Municipal 2001-2010”. Cali.

Smits, S., Tamayo, S. P., Ibarra, V., Rojas, J. (2012). “Gobernanza y sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento rurales en Colombia”, Bogotá.

Tamayo, S., & Garcia, M. (2006). “Estrategia estatal para el fortalecimiento de entes prestadores de entes prestadores de servicios públicos en el pequeño municipio y en la zona rural. El programa de cultura empresarial adelantado en Colombia”. En: F. Quiroz, N. Faysse, & R. Ampuero (Eds.), Apoyo a la Gestión de Comites de Agua Potable, Cochabamba.

Tilley, E., Lüthi, C., Morel, A., Zurbrügg, C., & Schertenleib, R. (2008). Compendium of Sanitation Systems and Technologies. Dübendorf: Eawag.

UMATA (2005). “Mapa social-Corregimiento Pance”, Cali.

Vejarano, P. (2009). “Ecosistemas naturales y su relación con el recurso hídrico en la cuenca del río Cauca, tramo Salvajina-La Virginia”, Cali.

Victorino, A. (2012). “Bosques para las personas: Memorias del Año Internacional de los Bosques 2011”. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Winchester, L. (2005). “Sustainable human settlements development in Latin America and the Caribbean”. Santiago de Chile: CEPAL.

**Anexos**

**Anexo 1. Técnicas de Investigación Participativas**

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo de información que recolecta</b>
Mirada Interna al ente administrador	Se presenta la imagen de un árbol para que los integrantes del ente administración establezcan una comparación entre el árbol y su organización.	Los integrantes de la organización administradora identifican cuáles son sus raíces, cuál es el tronco, cuáles son sus ramas y cuáles los frutos cosechados y los que quieren cosechar
Escudo de valores	Se construye un escudo representativo de la organización donde gráficamente se exponen los siguientes aspectos: la persona más importante para la organización, el lugar más importante para la organización, el valor que la organización no negocia, el valor que la organización quiere regalarle al mundo y cómo quiere ser recordada.	Identidad organizativa, valores guía, cultura organizacional
Línea Histórica	Se dibuja un plano cartesiano en el cual la coordenada X son los años y la coordenada Y los eventos. El punto cero es el año de creación del ente administrador. En la coordenada X se registran los años y en la Y los eventos importantes de la vida del ente administrador (positivos y negativos). Los eventos se marcan con puntos que luego de unen de manera que resulta una línea con puntos altos, momentos estables y puntos bajos.	Identificar los momentos más importantes en la historia del ente administrador y analizar cuáles han sido los hechos que han producido cambios significativos.
Diagrama de Venn	Se pide a los participantes que en una hoja relacionen las instituciones, personalidades u organizaciones sociales que tienen presencia en la comunidad. Luego se les pide que marquen con una X las que consideren más importantes y escriban cada uno de ellos en un círculo del mismo tamaño. Después recortan círculos de menor tamaño para escribir cada una de los que no fueron considerados como importantes. Finalmente en un círculo de mayor tamaño que los anteriores escriben el nombre del ente prestador. Colocan el círculo mayor en la pared y pegan a su alrededor los otros círculos tan cerca o tan lejos como sea el tipo de relación que mantengan con esas personas, entidades u organizaciones. En plenaria se presentan los resultados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar cuáles son las instituciones o personas que tienen vínculos o relaciones con la comunidad.</li> <li>✓ Determinar cuáles son los tipos de relaciones que dichas instituciones o personas tienen con el ente administrador (asesoría, apoyo, capacitación, otros).</li> <li>✓ Determinar relaciones de conflicto o armonía.</li> </ul>
Mapeo Social	Se elabora con los participantes un dibujo tipo mapa de su comunidad, en el que muestren los sitios principales, la ubicación de las casas, caminos, fuentes de agua, bosques, haciendas y otros sitios	Un mapa de la comunidad es un excelente punto de partida para identificar los problemas locales y sus causas. También permite identificar la complejidad de la localidad y por lo tanto dimensionar el

	significativos. Se pide que en el dibujo se ubiquen el sistema de abastecimiento de agua y saneamiento, sus componentes, señalando sitios donde hay fugas, lugares a los que no llega el agua, donde hay problemas de contaminación, morosidad y todas la situaciones que pueden afectar la prestación del servicio.	tipo de recorrido que se necesita hacer, donde focalizar las actividades de inspección sanitaria y áreas importantes para realizar visitas domiciliarias.
Rutinas de trabajo – uso del tiempo	Se construye con el personal de la organización prestadora (diferenciar personal directivo, de personal administrativo) una matriz de uso del tiempo donde se identifiquen horario, tipos de actividades, duración de las mismas y facilidad o dificultad para su ejecución.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tiempo empleado por tipos o categorías de actividades</li> <li>✓ Necesidades de capacitación o fortalecimiento</li> </ul>
Uso del tiempo diario del Operador	En una hoja de papel Kraft el operador marca las horas del día desde que se levanta hasta que se acuesta y al lado dibuja la actividad que realiza en cada momento del día	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Permite detectar problemas de operación y mantenimiento</li> <li>✓ Necesidades de capacitación o fortalecimiento del operador</li> </ul>

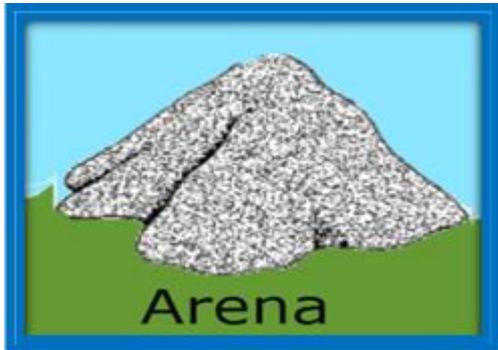
**Anexo 2.**

A partir de la identificación de los servicios ecosistémicos presentes en la zona se elaboraron dibujos, para facilitar a la comunidad el reconocimiento de dichos servicios y de las afectaciones. La Tabla A.2.1 muestra para cada servicio el tipo de ilustración que lo representa.

**Tabla A.2.1. Equivalencias usadas en el Taller Comunitario para identificar servicios ecosistémicos.**

<b>Servicio ecosistémico</b>	<b>Dibujos empleados por la comunidad</b>
Regulación hídrica.	Nacimiento de agua
Regulación hídrica	Corrientes de agua superficial
Disponibilidad hídrica	Sistemas de abastecimiento de agua
Amortiguación de perturbaciones- Función de refugio	Zonas de vegetación riparia
Regulación climática, sujeción del suelo, criadero e información estética	Zonas de vegetación
Servicio recreativo, facilidades turísticas.	Zonas turísticas
Minería	Zonas mineras
Provisión de madera	Zonas de tala
Abastecimiento de comida	Zonas de cultivos
Información histórica, ciencia y educación	Zonas de aprendizaje ecológico.
Servicio de estética	Zonas de descanso y belleza paisajística
Servicio de vivienda	Zonas de expansión urbana

**A. Servicios ecosistémicos**



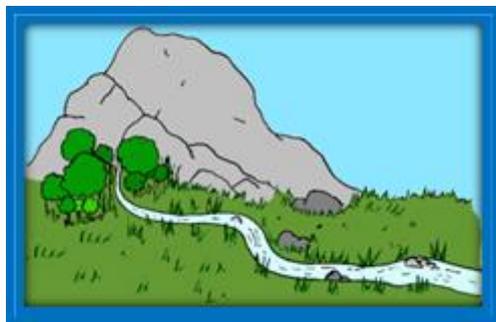
Provisión de Materias primas



Minería



Provisión de Materias primas



Regulación hídrica



Recreación



Abastecimiento-Alimento



Servicio estético



Información histórica, ciencia y educación



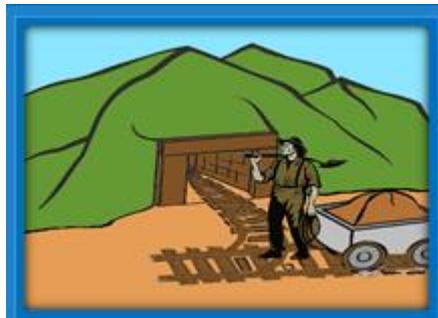
Regulación climática



Vivienda



Abastecimiento



Minería

B. Afectaciones



Urbanizaciones



Incendios



Sequía



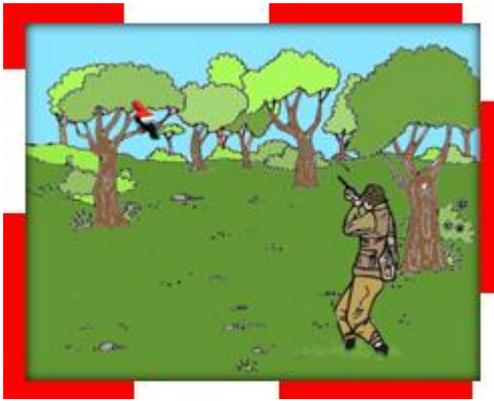
Turismo



Deforestación



Cambio del uso del suelo



Caza de fauna-pérdida de diversidad



Contaminación hídrica

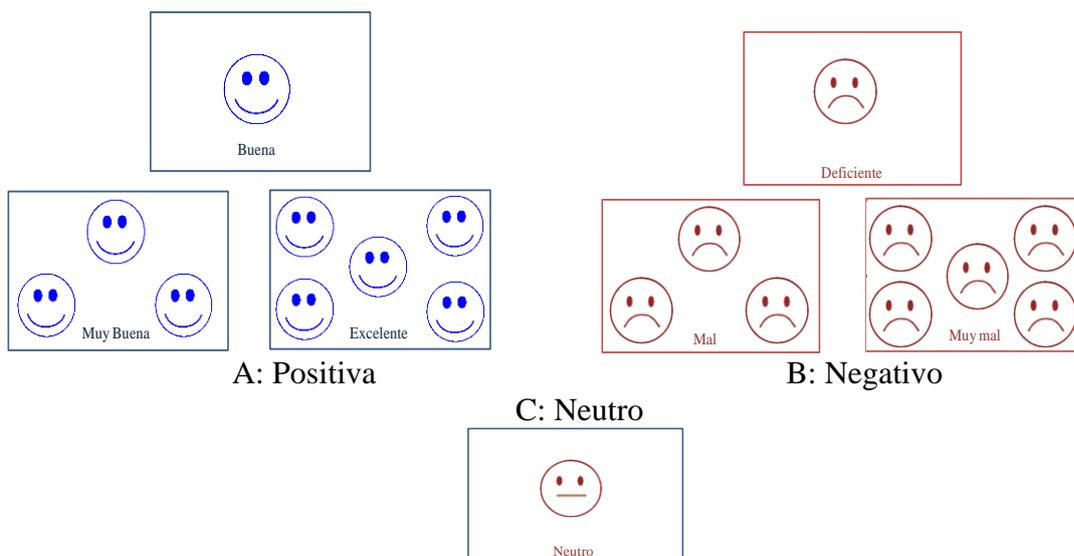


Construcciones cerca de los ríos.



Empalizadas

**C. Clasificación en tres grados**



**Anexo 3.**  
**Análisis Físicoquímico del agua de suministro de la Vorágine**

República de Colombia  
 SECRETARIA DE SALUD PÚBLICA MUNICIPAL DE CALI  
 INFORME DE LABORATORIO DE REFERENCIA  
 VIGILANCIA Y CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

IRCA **0,00%** NIVEL DE RIESGO **SIN RIESGO**

Muestra N°: 298 Acta N° 8447  
 Clase de Muestra: Agua Tratada UES: RURAL  
 Tomado por: HERNAN MAZUERA GALVIZ Hora de Toma: 09:55:00 a.m.  
 Transporte Refrigerado: SI Cant. FQ: 1000 Cant.Bact: 400  
 Sitio Toma: PTAP ASOVORAGINE ( TIENDA EL TIO) Existe Tanque:  
 Direccion: TIENDA EL TIO - LA VORAGINE- CORREGIMIENTO P Proviene de Tanque: NO  
 Barrio / Corregimiento: CORREGIMIENTO PANCE Punto de Muestreo: COCINA TIENDA  
 Razón Social: PTAP ASOVORAGINE Comuna: 53  
 Recibida Por: CLAUDIA PATRICIA FIERRO M

**ANALISIS FISICOQUIMICO**

Parámetros	Valor	Valor Admisible
Ph	7,04	6,5 - 9,0
Color UPC	6,30	<= 15
Alcalinidad Total mg/lt	21,60	Máximo 200
Cloruros mg/lt	1,60	Máximo 250
Cloro Residual mg/lt	0,84	0.3- 2.0
Dureza Total mg/lt	23,80	Máximo 300
Hierro Total mg/lt	0	0 - 0.3
Sustancias Flotantes	AUSENTES	Ausentes
Acidez mg/lt	2,50	Máximo 50
Conductividad micromhos/cm	48,50	Máximo 1000
Solidos Totales mg/lt	37,00	<= 500
Dureza Cálrica mg/ L CaCO3	10,80	
Dureza Magnesica mg/L MgCO3	13,00	
Nitritos NO2 mg/L	0	Máximo 0,1 mg/L
Fosfatos PO4 mg/L	* 0	Máximo 0,5 mg/L
Alumino (3+) mg/L	0,06	Máximo 0,20 mg/L
Cobre mg/L	0	Máximo 1,00 mg/L
Turbiedad (2) UNT	0,67	Máximo 5

**ANALISIS BACTERIOLOGICO**

Parámetros	Valor	Valor Admisible
Coliformes Totales ufc/100ml	0	0 UFC/100ml
E. Coli ufc/100ml	0	0 UFC/100ml

Decreto 1575 DE 9 DE MAYO DE 2007 MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. RESOLUCION 2115 DE 22 DE JUNIO  
 MARIA JANETH DIAZ MARIN Analista Químico  
 MARITZA MOLINA LOAIZA Bacterióloga

Observaciones:

Fuente: Archivo Asovorágine

**Anexo 4.**  
**Porcentaje de remoción de contaminantes**  
**CARTACTERISTICAS FISICO QUÍMICAS AGUAS RESIDUALES**

<b>RESULTADOS FÍSICO- QUÍMICOS</b>				
<b>PUNTO DE MUESTREO</b>	<b>DBO5 (mg/L)</b>	<b>DQO (mg/L)</b>	<b>SST (mg/L)</b>	<b>GYA (mg/L)</b>
Entrada	400	878	221	103
Salida	45	118	30	7,8
Filtro Anaeróbico 1	70	-	20	-
Filtro Anaeróbico 2	30	-	16	8,3
Filtro Anaeróbico 3	70	-	38	17,0
Humedal Construido 1	SD	SD	SD	SD
Humedal Construido 2	20	-	17	-
Humedal Construido 3	10	-	10	-
Humedal Construido 4	10	-	15	-
Humedal Construido 5	15	-	25	-

\*El día de la caracterización esta unidad de tratamiento se encontraba en mantenimiento, por lo cual no tenía entrada de flujo.

Porcentajes de remoción en cargas.

<b>PUNTO DE MUESTREO</b>	<b>DBO5 (kg/día)</b>	<b>DQO (kg/día)</b>	<b>SST (kg/día)</b>	<b>GYA (kg/día)</b>	<b>CAUDAL (m<sup>3</sup>/día)</b>
Entrada	179.7	394.5	99.3	46.3	449.3
Salida	20.2	53.0	13.5	3.5	302.4
% Remoción	88.8	86.6	86.4	92.4	-----

Actualmente la PTAR cumple con la legislación ambiental vigente.

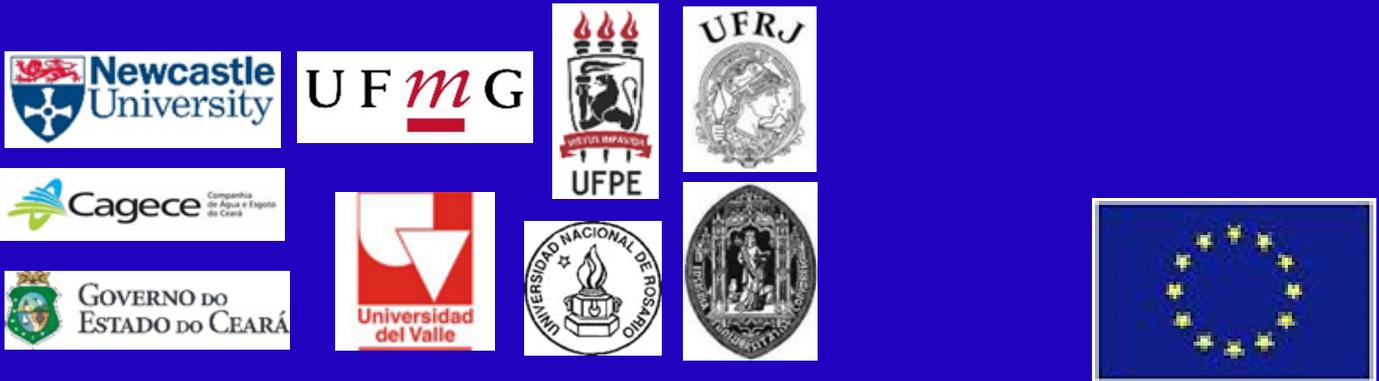
**Anexo 5. Servicios ecosistémicos identificados en La Vorágine.**

<b>Función</b>	<b>Servicios ecosistémicos</b>	<b>Alcance (Gómez-Baggethum &amp; De Groot, 2007)</b>	<b>Forma de Valoración</b>
<b>Funciones de regulación</b>	Regulación climática	Mantenimiento de un clima adecuado (temperatura, precipitaciones) para la salud, la agricultura	Taller Comunitario
	Amortiguación de perturbaciones	Protección frente inundaciones y crecida del río.	Taller Comunitario
	Regulación hídrica	Drenaje e irrigación natural	Taller Comunitario
	Disponibilidad hídrica	Disponibilidad de agua para usos humanos (bebida, riego, industria)	Taller Comunitario
<b>Funciones de hábitat</b>	Función de refugio	Provisión de espacios habitables a la fauna y flora silvestre	Información secundaria
	Criadero	Lugar apropiado para la reproducción	Información secundaria
<b>Funciones de producción o abastecimiento</b>	Agua potable	Abastecimiento de agua para la comunidad y el comercio.	Taller Comunitario
<b>Funciones de información o cultural</b>	Información estética	Disfrute paisajístico	Taller Comunitario y visitas a la zona
	Servicio recreativo	Ecoturismo	Taller Comunitario y visitas a la zona
	Información histórica	Uso de la naturaleza con fines históricos y cultural	Información secundaria y encuestas
<b>Funciones de sustrato</b>	Vivienda	Espacio para vivir, ya sea en pequeños asentamientos o en ciudades	Taller Comunitario
	Minería	Explotación de minerales, petróleo, metales preciosos, etc.	Taller Comunitario
	Facilidades Turísticas	Actividades turísticas	Taller Comunitario, información secundaria y encuestas

# WATERLAT NETWORK WORKING PAPERS

## Research Projects Series SPIDES

### DESAFIO Project



DESAFIO received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no. 320303. The information contained in this Working Paper reflects only the author's views and the European Union is not liable for any use that may be made of the information contained therein.