

ANÁLISIS DE LA ACEPTACIÓN SOCIAL DE LOS SISTEMAS DE  
APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS EN LA ZONA RURAL DE LOS  
SANTOS, SANTANDER

CAMILA BRICEÑO CABALLERO  
DANNA VALERIA CHAPARRO DIAZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA

2021

ANÁLISIS DE LA ACEPTACIÓN SOCIAL DE LOS SISTEMAS DE  
APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS EN LA ZONA RURAL DE LOS  
SANTOS, SANTANDER

DANNA VALERIA CHAPARRO DIAZ  
CAMILA BRICEÑO CABALLERO

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniera Civil

Director  
ISABEL DOMÍNGUEZ RIVERA  
Phd. en Agricultura, Alimentación y Desarrollo Rural

Codirector  
DIANA LUCÍA PRIETO JIMÉNEZ  
Ingeniera Civil

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA

2021

## DEDICATORIA

*A Dios, que guió nuestro camino durante estos cinco años y que con alegrías y tristezas nos enseñó a agradecer todo y a confiar solo en Él.*

*A nuestros padres por creer en nosotras, apoyarnos incondicionalmente y siempre estar presentes.*

*A nuestros amigos, que hicieron el camino más fácil y nos enseñaron a valorar cada pequeño triunfo.*

*A nuestra directora Isabel Domínguez, por siempre estar dispuesta a ayudarnos y brindarnos su asesoría y colaboración.*

*Y finalmente a todos los que hicieron parte del recorrido hacia la meta y que con su granito de arena nos ayudaron a dar pasos de gigante.*

## CONTENIDO

|                                                                                                                                                                | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| INTRODUCCIÓN .....                                                                                                                                             | 11   |
| 1. OBJETIVOS.....                                                                                                                                              | 14   |
| 1.1 OBJETIVO GENERAL .....                                                                                                                                     | 14   |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                                                                                                                 | 14   |
| 2. CUERPO DEL TRABAJO .....                                                                                                                                    | 15   |
| 2.1 METODOLOGÍA .....                                                                                                                                          | 15   |
| 2.1.1 Área de estudio.....                                                                                                                                     | 15   |
| 2.1.2 Fases de desarrollo .....                                                                                                                                | 16   |
| 2.1.2.1 Revisión de literatura e identificación de variables relacionados con la<br>aceptación social. ....                                                    | 16   |
| 2.1.2.2 Recopilación de información sobre las variables asociadas a la<br>aceptación social en la zona de estudio. ....                                        | 16   |
| 2.1.2.3 Análisis de información. ....                                                                                                                          | 18   |
| 2.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                                                                                                                               | 19   |
| 2.2.1 Marcos conceptuales e indicadores sociales de los sistemas de<br>aprovechamiento de aguas lluvias.....                                                   | 19   |
| 2.2.2 Características sobre sistemas de recolección de aguas lluvias existentes<br>en la vereda el Garbanzal e información sobre fuentes y usos del agua. .... | 30   |
| 2.2.3 Conocimientos de las personas sobre sistemas de recolección de aguas<br>lluvias en Garbanzal. ....                                                       | 37   |
| 2.2.4 Percepción de las personas sobre sistemas de recolección de aguas<br>lluvias en Garbanzal. ....                                                          | 39   |
| 3. CONCLUSIONES .....                                                                                                                                          | 45   |
| 4. RECOMENDACIONES.....                                                                                                                                        | 46   |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                                                                                                                              | 47   |
| ANEXOS.....                                                                                                                                                    | 50   |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                          | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1. Ubicación de la vereda El Garbanzal, municipio de Los Santos.....                                              | 15   |
| Figura 2. Material de los tanques.....                                                                                   | 32   |
| Figura 3. Cantidad de tanques en sistemas de recolección de aguas lluvias por hogar.....                                 | 33   |
| Figura 4. Volumen de tanques de sistemas de recolección de aguas lluvias existentes.....                                 | 34   |
| Figura 5. Distribución de la capacidad de almacenamiento de aguas lluvias por vivienda.....                              | 34   |
| Figura 6. Percepción sobre el estado de las canaletas.....                                                               | 35   |
| Figura 7. Percepción sobre el estado de los bajantes. ....                                                               | 35   |
| Figura 8. Tratamientos realizados por la población al agua lluvia.....                                                   | 36   |
| Figura 9. Labores de mantenimiento a los sistemas de recolección de aguas lluvias. ....                                  | 36   |
| Figura 10. Labores de mantenimiento a canaletas. ....                                                                    | 37   |
| Figura 11. Conocimientos de los habitantes sobre los componentes de los sistemas de recolección de aguas lluvias. ....   | 38   |
| Figura 12. Conocimientos de los habitantes sobre los mantenimientos a los sistemas de recolección de aguas lluvias. .... | 38   |
| Figura 13. Percepción sobre los meses de lluvias en la vereda Garbanzal.....                                             | 39   |
| Figura 14. Percepción sobre la frecuencia de lluvia.....                                                                 | 39   |
| Figura 15. Percepción sobre los meses de sequía en la vereda Garbanzal. ....                                             | 40   |
| Figura 16. Ciclo anual de precipitación – Estación La mesa 1974 - 2020.....                                              | 40   |
| Figura 17. Actividades que los habitantes no pueden realizar por la escasez de agua.....                                 | 41   |
| Figura 18. Percepción de la calidad del agua lluvia. ....                                                                | 42   |

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 19. Enfermedades causadas por el uso de agua lluvia percibidas por los habitantes. ....                                     | 42 |
| Figura 20. Utilidad percibida de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias. ....                                            | 43 |
| Figura 21. Facilidad de uso percibida de los sistemas de recolección de aguas lluvias. ....                                        | 43 |
| Figura 22. Razones por las que los habitantes consideran el agua lluvia una buena solución a la escasez de agua en la vereda. .... | 44 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                                             | <b>Pág.</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabla 1. Atributos e indicadores relacionados con la aceptación social de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias..... | 26          |
| Tabla 2. Fuentes de abastecimiento de agua .....                                                                            | 31          |

## LISTA DE ANEXOS

|                            | <b>Pág.</b> |
|----------------------------|-------------|
| Anexo A. Figuras .....     | 50          |
| Anexo B. Fotografías ..... | 53          |



## RESUMEN

**TÍTULO:** ANÁLISIS DE LA ACEPTACIÓN SOCIAL DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS EN LA ZONA RURAL DE LOS SANTOS, SANTANDER\*

**AUTOR:** CAMILA BRICEÑO CABALLERO, DANNA VALERIA CHAPARRO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Agua lluvia, sistemas de recolección de aguas lluvias en zonas rurales, aceptación social.

El acceso al agua es un derecho que contribuye a la calidad de vida de las comunidades por lo que la ausencia de éste implica restricciones para el desarrollo. En el municipio de Los Santos (Santander), los habitantes tienen un acceso limitado al agua, y por eso, en muchas veredas se han implementado sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias (SALL). En este trabajo se analizó la aceptación social de los SALL en la vereda Garbanzal (Los Santos). Para ello, se realizó una revisión de literatura donde se identificaron indicadores que permiten analizar la aceptación social de los sistemas; se diseñó y aplicó una encuesta de hogares que incluyó información básica del encuestado, la vivienda, y características, conocimientos y percepción de los SALL. Los resultados

muestran que en 93% de las viviendas contaban con SALL, con capacidades de almacenamiento entre 10 L y 84000 L, con una media de 3920 L. Esto en respuesta a la experiencia de padecer una escasez de agua histórica que les impide la realización plena de actividades domésticas y productivas. Por lo tanto, todos los habitantes consideran que los SALL representan una alternativa de solución buena y eficaz. Además, el 83% de los encuestados consideran los sistemas muy útiles y el 52% los consideran fáciles de usar; igualmente se evidenciaron los diferentes usos que le dan al agua recolectada y que 68% de personas, a pesar de contar con los sistemas, no tenían claridad en los conocimientos acerca del funcionamiento (29%), mantenimiento (12%) e instalación (27%). La importancia de entender la aceptación social de los SALL radica en que los usuarios son los principales gestores de los sistemas y el éxito de estos depende de su correcto uso, operación y mantenimiento.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Phd. Isabel Cristina Domínguez Rivera. Codirector: Ing. Diana Lucia Prieto Jiménez

## ABSTRACT

**TITLE:** ANALYSIS OF SOCIAL ACCEPTANCE OF RAINWATER USE SYSTEMS IN THE RURAL AREA OF LOS SANTOS, SANTANDER\*

**AUTHOR:** CAMILA BRICEÑO CABALLERO, DANNA VALERIA CHAPARRO DIAZ\*\*

**KEY WORDS:** Rainwater, rainwater harvesting systems in rural áreas, social acceptance.

Access to water is a right that contributes to the quality of life of the communities, therefore, the absence of this right implies restrictions for development. In the municipality of Los Santos (Santander), the inhabitants have limited access to water, and for this reason, rainwater harvesting systems (RWHS) have been implemented in many villages. This study analyzed the social acceptance of RWHS in Garbanzal village (Los Santos). For this purpose, a literature review was conducted to identify indicators that allow analyzing the social acceptance of the systems; a household survey was designed and applied that included basic information on the respondents, the households, and characteristics, knowledge and perception of RWHS. The results show that 93% of the households had SALL, with storage capacities between 10 L and 84000 L, with an average of 3920 L. This is in response to the experience of suffering water scarcity that prevents them from fully carrying out domestic and productive activities that depend on water. Therefore, all the inhabitants consider that RWHS represent a good and effective solution. In addition, 83% of those surveyed considered the systems very useful and 52% consider them easy to use. Likewise, the different uses for the collected water were identified and it was found that 68% of people, despite having the systems, were not clear about their operation (29%), maintenance (12%) and installation (27%). The importance of understanding social acceptance of RWHS lies in the fact that the users are the main managers of the systems, and their success depends on their correct use, operation and maintenance.

---

\* Degree work

\*\* Facultad de Ingenierías fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Phd. Isabel Cristina Domínguez Rivera. Codirector: Ing. Diana Lucia Prieto Jiménez

## INTRODUCCIÓN

Contar con agua es un derecho fundamental para el desarrollo, bienestar y productividad del ser humano. Sin embargo, a lo largo de los años el hombre le ha dado un uso inadecuado debido al erróneo pensamiento de que el agua se mantiene en constante ciclo, es decir, que es auto recuperable; esto ha llevado a tener un crecimiento exponencial de la población y la industria sin dar el tiempo necesario al ciclo hidrológico, generando un impacto negativo sobre la cantidad y calidad del agua<sup>1</sup>. Por lo tanto, se hace necesario mejorar la calidad, acceso y disponibilidad del agua, ya que, a pesar de los esfuerzos por garantizar agua a todas las zonas afectadas, los lugares rurales y de bajos estratos son generalmente los más vulnerables <sup>2</sup>. Este es el caso de las zonas rurales del departamento de Santander donde hay una cobertura del 33.5% en acueducto y 10.7% en alcantarillado, a diferencia de las zonas urbanas que cuentan con la cobertura del 95.8% y 91.6% respectivamente <sup>3</sup>. Actualmente el crecimiento de Colombia ha centrado la demanda hídrica en regiones donde su oferta es escasa. De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua (ENA), que analiza los recursos hídricos y la relación oferta-demanda del agua en Colombia <sup>4</sup>, en varios escenarios proyectados al año 2030, la tendencia de la demanda de agua en Colombia es creciente, y considerando la variabilidad de la oferta hídrica, esto representa un riesgo de desabastecimiento hídrico principalmente en cabeceras municipales. Santander es uno de los departamentos que concentran la mayor cantidad de municipios susceptibles al desabastecimiento

---

<sup>1</sup> IRLANE MAIA DE OLIVEIRA, "An Analysis of Covariance Structure on Health-Related Indices among the Elderly at Home, Focusing on Subjective Health Perception" pp. 1–14, 2017

<sup>2</sup> UNICEF-OMS, "Preguntas principales sobre agua, saneamiento e higiene para uso en encuestas de hogares: actualización de 2018," p. 24, 2018

<sup>3</sup> VANGUARDIA, "en 54% de los municipios de Santander se consume agua con algún riesgo, viceministro de Agua," 2019.

<sup>4</sup> DOMÍNGUEZ CALLE, E. A.; Gonzalo Rivera, H.; VANEGAS SARMIENTO, R. y MORENO, P. "Demanda-Oferta De Agua Y El Indice De Escasez De a," *Rev. Acad. Colomb.*, vol. 32, no. 123, pp. 195–212, 2008, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/228463075>

de agua en temporada seca <sup>5</sup>; en él se encuentra el municipio de Los Santos, uno de los más afectados por este problema, que ha llevado a que sus habitantes busquen fuentes de agua alternativas con el fin de contrarrestar el déficit, pues las personas no están recibiendo la suficiente cantidad de agua para suplir sus necesidades ni obteniendo una buena calidad de agua para su consumo <sup>6</sup>. El consumo de agua no potable puede causar diversas enfermedades como diarrea, cólera o poliomielitis y adicional a esto, la contaminación del agua produce más de 502,000 muertes por diarrea al año en el mundo y la escasez de este recurso también afecta a la agricultura, la ganadería, industria, desaparición de especies vegetales, entre otros que generan problemas de desarrollo y conflictos sociales <sup>7</sup>. Una de las alternativas de solución que han implementado varios países para reducir la demanda de agua de fuentes superficiales y subterráneas y enfrentar la escasez de agua, es el aprovechamiento de aguas lluvias <sup>8 9</sup>. A pesar de que en muchos hogares estos sistemas se han convertido en la única fuente de agua, existen algunos otros que temen hacer uso de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias <sup>10</sup>. Comprender la receptividad que tienen los usuarios sobre el agua lluvia es necesario para implementar sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias de forma adecuada, ya que su correcto uso, instalación y mantenimiento son clave para su funcionamiento a corto y largo plazo <sup>11</sup>. Se ha comprobado que estos sistemas requieren de una significativa participación ciudadana pues los habitantes se convierten en propietarios y gestores de los sistemas, reduciendo el control que tienen las autoridades centrales y las empresas de suministro de agua sobre estos

---

<sup>5</sup> IDEAM, *Evaluación Nacional del Agua 2018*. 2018

<sup>6</sup> MATEUS, L. A. C. "Tres años después Los Santos, Santander, permanece sin agua potable," 2019

<sup>7</sup> ANÓNIMO. "Escasez de agua en el mundo: causas y consecuencias.," 2019.

<sup>8</sup> BALLÉN SUÁREZ, J. A.; GALARZA GARCÍA, M. Á. y ORTIZ MOSQUERA, R. O. "Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia," *Int. Symp. Hydraul. Struct. - XXII Congr. Latinoam. Hidraul.*, 2006

<sup>9</sup> STUMP, B.; McBROOM, M. y DARVILLE, R. "Demographics, practices and water quality from domestic potable rainwater harvesting systems," *J. Water Supply Res. Technol. - AQUA*, vol. 61, no. 5, pp. 261–271, 2012, doi: 10.2166/aqua.2012.007

<sup>10</sup> Ibid.

<sup>11</sup> WARD, S.; BARR, S.; MEMON, F. y BUTLER, D. "Rainwater harvesting in the UK: exploring water-user perceptions," *Urban Water J.*, vol. 10, no. 2, pp. 112–126, 2013, doi: 10.1080/1573062X.2012.709256

<sup>12</sup>. El presente estudio tiene como objetivo general analizar la aceptación social de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias en la zona rural de Los Santos, Santander. Los objetivos específicos incluyen: i) identificar las características de los sistemas existentes en algunas viviendas del municipio; ii) identificar los conocimientos de la población acerca de la gestión sostenible de los sistemas y iii) analizar la percepción de los habitantes sobre el uso e implementación de los sistemas de recolección de aguas lluvias. Conocer esta información es clave para el éxito de los sistemas y en consecuencia para mejorar la calidad de vida de las personas en un contexto de escasez de agua <sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> PARTZSCH, L. "Smart regulation for water innovation - the case of decentralized rainwater technology," *J. Clean. Prod.*, vol. 17, no. 11, pp. 985–991, 2009, doi: 10.1016/j.jclepro.2009.01.009

<sup>13</sup> MANKAD A. and TAPSUWAN S., "Review of socio-economic drivers of community acceptance and adoption of decentralised water systems," *J. Environ. Manage.*, vol. 92, no. 3, pp. 380–391, 2011, doi: 10.1016/j.jenvman.2010.10.037

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar la aceptación social de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias en la zona rural de Los Santos, Santander.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

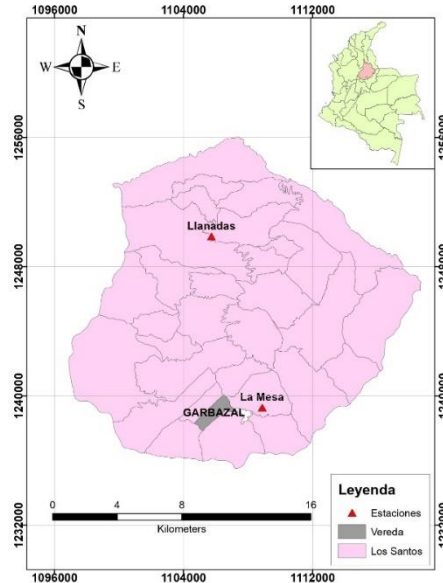
- Identificar las características de los sistemas de aprovechamiento existentes en algunas viviendas de Los Santos, Santander.
- Identificar los conocimientos de la población acerca de la gestión sostenible de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.
- Analizar la percepción de las personas sobre el uso e implementación de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.

## 2. CUERPO DEL TRABAJO

### 2.1 METODOLOGÍA

**2.1.1 Área de estudio.** La zona de estudio fue la vereda Garbanzal ubicada en el municipio de Los Santos, Santander (ver Figura 1). Esta vereda fue seleccionada por criterios como: i) ser una de las veredas de Los Santos más afectadas por la escasez de agua, lo cual lleva a las personas a implementar sistemas de recolección de agua alternativos, como la recolección de aguas lluvias, ii) tener un líder social dispuesto a colaborar con la investigación, iii) estar cerca de la cabecera municipal y iv) tener un fácil acceso vehicular. La vereda está conformada por 38 viviendas y 145 personas <sup>14</sup>.

**Figura 1. Ubicación de la vereda El Garbanzal, municipio de Los Santos.**



<sup>14</sup> ANONIMO “informacion-veredas tercer censo nacional agropecuario 2014.”

La metodología se desarrolló en tres fases, como se describe a continuación:

### **2.1.2 Fases de desarrollo**

**2.1.2.1 Revisión de literatura e identificación de variables relacionados con la aceptación social.** Se adelantó una búsqueda de literatura sobre el tema de estudio en bases de datos académicas como Scopus y Web of Science. A través de esta búsqueda se identificaron las variables que permiten caracterizar la aceptación social y su influencia sobre la adopción de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias. Las palabras claves empleadas para la investigación fueron: “rainwater harvesting”, “social acceptance”, “perception”, “local knowledge”. La información fue organizada e integrada, mediante resúmenes de las distintas lecturas realizadas, en donde se recopiló la información más relevante con el tema a estudiar, para comprender la aceptación social y la percepción de la población sobre los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.

**2.1.2.2 Recopilación de información sobre las variables asociadas a la aceptación social en la zona de estudio.** La recopilación de información sobre el conocimiento local y la percepción de los sistemas de aprovechamiento en la zona de estudio se realizó por medio de un cuestionario formulado sobre los resultados de la revisión de literatura y aplicado a los habitantes de la zona de estudio. Este cuestionario incluyó información como: edad, género, número de habitantes, número de hogares con sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, características de los sistemas actuales, usos del agua, frecuencia de la lluvia, conocimiento de técnicas de mantenimiento, conocimiento general de los sistemas, fuentes de abastecimiento y sus usos, disposición a pagar por el sistema y a la instalación de los mismos, costo actual del servicio de agua, alcantarillado, características físicas de las viviendas como tamaño y material de los techos, percepción de los sistemas, ventajas y desventajas, percepción sobre la recolección de aguas lluvia, entre otros.



La encuesta formulada incluyó una introducción al tema, aspectos de consentimiento informado, instrucciones, preguntas y cierre. El cuestionario fue lo más corto y simple posible con preguntas breves, de fácil comprensión y directas en un orden adecuado y con preguntas abiertas en las que los encuestados pudieron responder libremente con sus propias palabras.

Para definir el tamaño de la muestra primero se hizo una visita con el fin de reconocer la zona y sus habitantes y con base en eso se definió el número de encuestas a realizar.

Previo a esta visita: i) Se contactó un líder social de la vereda y se planeó una fecha para la visita; se organizó la logística de la salida; ii) se socializó la fecha y horario de la visita con los participantes, y se dieron las instrucciones de medidas de bioseguridad frente a la pandemia del covid-19.

En la primera visita, el líder social previamente contactado atendió el equipo de trabajo en su vivienda. Como primera medida, se presentó el equipo de trabajo y el proyecto a realizar. El líder, junto con dos personas más de la comunidad, explicaron mediante un mapa social la distribución de la vereda para conocer la ubicación de las viviendas, familias, carreteras, ríos, quebradas, entre otros. Posteriormente, en compañía de miembros de la comunidad se realizó un recorrido para conocer la zona y definir las viviendas a encuestar.

Durante el recorrido se realizó la encuesta piloto a un habitante de la vereda. Esta encuesta piloto permitió identificar posibles inconvenientes en el cuestionario que pudieran traer impactos negativos en la investigación y con la finalidad de determinar si las preguntas eran claras o si por el contrario eran ambiguas y le podían generar confusión al encuestado. Al finalizar el recorrido se programó una nueva visita para realizar las encuestas.

Previo a la segunda visita se ajustó la encuesta según los resultados de la encuesta piloto: i) Se definieron como encuestadores, cuatro estudiantes de pregrado y la codirectora del proyecto; ii) se organizó la logística de la salida; iii) se socializó la fecha y horario de la visita con los participantes, y se dieron las instrucciones de medidas de bioseguridad y otra información relevante para la salida.

Previo a realizar las encuestas, cada uno de los encuestadores hizo la lectura y explicación del consentimiento informado a los encuestados, en este documento se encuentra la información correspondiente al proyecto, sus objetivos, financiador, información de los participantes del estudio, el procedimiento a desarrollar, beneficios, privacidad y confidencialidad del encuestado, sus derechos y finalmente el encuestado realizó la lectura de su consentimiento y lo firmó para poder proseguir con la encuesta.

La encuesta fue aplicada el día 3 de julio de 2021. Cuatro estudiantes realizaron seis encuestas y la codirectora del proyecto realizó cinco para un total de 29 encuestas, cubriendo el 76% de las viviendas de la zona de estudio. Un habitante de la vereda acompañó al equipo a realizar el recorrido por las viviendas para la aplicación de las encuestas. Los encuestados fueron hombres y mujeres mayores de edad.

La encuesta se realizó de forma presencial con las medidas de bioseguridad que garantizaran la protección de los encuestados y los encuestadores frente al covid-19. Se tuvo en cuenta: el uso de tapabocas, alcohol desinfectante y distanciamiento social de dos metros.

**2.1.2.3 Análisis de información.** Después de realizar las encuestas, se preparó una base de datos en la cual se organizaron las respuestas de las 29 personas encuestadas. El análisis de la información obtenida de las encuestas se realizó mediante agrupación de datos en categorías, cálculo de frecuencias de respuestas,

porcentajes que las representan, análisis breve de ideas relevantes como respuestas a preguntas abiertas y gráficas que sintetizaban información relevante al estudio presente, todo lo anterior con base en los objetivos planteados en la investigación.

## **2.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para el análisis de la aceptación social de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias se hizo una revisión de literatura donde se encontraron marcos conceptuales e indicadores sociales que fueron la base para la formulación de las encuestas y que posteriormente se compararon con los resultados obtenidos en campo. A continuación, se realiza una síntesis de lo encontrado en la revisión.

**2.2.1 Marcos conceptuales e indicadores sociales de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.** En los últimos años se ha evidenciado que existe mayor demanda que oferta de agua potable en países en vía de desarrollo. Esta escasez ha reforzado el interés de las comunidades por mejorar el acceso urbano y rural a recursos hídricos alternos que lleva a realizar construcción de infraestructuras hídricas, así como a mejorar las instalaciones domésticas. Sin embargo, los altos costos limitan la operación y desarrollo de estas alternativas en países de bajos recursos, por lo cual en estos casos es común el uso de sistemas de almacenamiento y reutilización de agua in situ. Además, se empieza a presentar un debate sobre la aceptabilidad y la idoneidad del agua obtenida mediante sistemas alternativos <sup>15</sup>.

El suministro de aguas lluvias potables y no potables se empezó a implementar en zonas que tienen periodos de precipitaciones de alta variabilidad y un consumo

---

<sup>15</sup> MANKAD A. and TAPSUWAN S., Op. Cit.

insostenible debido a la gran población <sup>16</sup>. Un estudio en Australia reconoció que la evaluación de las reacciones del público es clave para el éxito de la integración de los proyectos de aprovechamiento de aguas lluvias <sup>17</sup>, por lo que es posible afirmar que el uso de estos sistemas está directamente influenciado por las actitudes de la comunidad debido a su responsabilidad en la gestión de los suministros de agua, y esto indica que, aunque un país cuente con los recursos económicos suficientes, el éxito de los sistemas lo garantizan sus usuarios <sup>18</sup>.

Algunos factores que afectan la aceptación social para la implementación de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias (SALL) son: i) falta de comprensión en el tratamiento o la calidad del agua; ii) malentendidos de permisos y legalidad al implementarlos, por ejemplo, en el estado de Colorado la implementación de estos sistemas es ilegal, pero en lugares como Queensland la recogida de agua lluvias ha sido incentivada por el gobierno. En Colombia no hay restricciones para el uso de sistemas para recolectar agua en los hogares <sup>19</sup>.

Uno de los factores sociales dominantes que se obtiene en encuestas de aceptación social de fuentes alternativas de agua es la percepción del riesgo <sup>20</sup>. En un estudio que se realizó en Estados Unidos se identificó que el público aceptaba mayoritariamente la reutilización del agua cuando el grado de contacto humano era mínimo, ya que se protegía la salud pública y se evidenció que la aceptación sería más probable entre los miembros más jóvenes de la comunidad; la confianza y la seguridad también surgieron como factores sociales claves para la aceptación social <sup>21</sup>.

---

<sup>16</sup> Ibíd.

<sup>17</sup> Ibíd.

<sup>18</sup> Ibíd.

<sup>19</sup> Ibíd.

<sup>20</sup> Ibíd.

<sup>21</sup> Ibíd.

Varios estudios indican que la aceptación social es el factor dominante en el éxito de los sistemas. Por ejemplo, en estudios mencionados por Mankad, et. al. <sup>22</sup>, se demostró el importante papel de la percepción de la amenaza y la confianza en el desarrollo de las actitudes del público hacia el reciclaje del agua en casa y que la aceptación pública disminuye a medida que la fuente de agua se aleja del hogar. En la investigación se menciona que una posible solución sería la educación y concluyeron que la aceptación satisfactoria del reciclaje del agua por parte del público no se puede lograr por completo simplemente reduciendo el nivel de riesgo objetivo asociado a la calidad del agua, sino más bien intentando cambiar los significados culturales asociados a los diferentes tipos de agua y sus usos <sup>23</sup>.

Para estudiar la aceptación social de los SALL y su relevancia sobre la implementación de estos, se han planteado: i) el Modelo Combinado de Aceptación de Tecnología (TAM) <sup>24</sup>, y ii) la Teoría del Comportamiento Planificado (TPB) <sup>25</sup>. Estos dos conceptos son utilizados para predecir y comprender las percepciones de los usuarios sobre el uso y la probabilidad de adoptar un sistema <sup>26</sup>, teniendo en cuenta que la implementación de los SALL requiere cambios de comportamiento antes de su adopción para que funcione, perdure en el tiempo y de esa forma mejore la calidad de vida de sus usuarios <sup>27</sup>.

El TAM determina los factores que pueden influir en el uso conductual de una tecnología y la percepción de los usuarios sobre la funcionalidad de ésta, este supone que la intención de comportamiento de los consumidores hacia el uso de

---

<sup>22</sup> Ibíd.

<sup>23</sup> Ibíd.

<sup>24</sup> LEE, M. C. "Factors influencing the adoption of internet banking: An integration of TAM and TPB with perceived risk and perceived benefit," *Electron. Commer. Res. Appl.*, vol. 8, no. 3, pp. 130–141, 2009, doi: 10.1016/j.elerap.2008.11.006

<sup>25</sup> Ibíd.

<sup>26</sup> Ibíd.

<sup>27</sup> IGNACIO J. J. *et al.*, "A perception study of an integrated water system project in a water scarce community in the Philippines," *Water (Switzerland)*, vol. 11, no. 8, 2019, doi: 10.3390/w11081593

una nueva tecnología depende de la percepción de cómo funciona para ellos <sup>28</sup>. Este modelo estudia dos tipos de foco de control interno: la facilidad de uso percibida (PEOU) y la utilidad percibida (PU) que no varían con el entorno ni a través de las situaciones, pero sí influyen en la actitud del individuo descrita en la TPB <sup>29</sup>.

El supuesto de la Teoría del Comportamiento Planificado (TPB), enuncia que la intención de comportamiento se basa en la influencia de las creencias y normas de los consumidores <sup>30</sup>, es decir, explora el comportamiento humano integrando puntos de vista y explicando la intención conductual a través de los individuos, las organizaciones y la sociedad. También explica que un individuo puede realizar o no un determinado comportamiento según su propia voluntad <sup>31</sup>.

Un estudio realizado por Ignacio et. al. <sup>32</sup> en Filipinas logró demostrar que la facilidad de uso percibido es un predictor significativo de la utilidad percibida, es decir que la percepción del sistema de recolección de aguas lluvias es positiva y útil si su uso no es complicado y puede aumentar su rendimiento en términos de mejora del suministro de agua, además, los usuarios sintieron que el sistema era adecuado para sus necesidades al considerarlo cómodo y fácil de aprender a usar. En pocas palabras: si el sistema se percibe difícil de usar, inherentemente se percibirá inútil. Los resultados también arrojaron que la población tenía una percepción más positiva del sistema y lo encontraba más conveniente si éste era recomendado por las autoridades locales <sup>33</sup>. La frecuencia de lluvia también es un factor que incide en esta decisión, ya que dependiendo de la zona en la que estén ubicados, pueden

---

<sup>28</sup> *Ibíd.*

<sup>29</sup> YANG H. H. y SU C. H., "Learner behaviour in a MOOC practice-oriented course: In empirical study integrating TAM and TPB," *Int. Rev. Res. Open Distance Learn.*, vol. 18, no. 5, pp. 35–63, 2017, doi: 10.19173/irrodl.v18i5.2991

<sup>30</sup> IGNACIO J. J. *et al.*, *Op. Cit.*

<sup>31</sup> YANG H. H. y SU C. H., *Op. Cit.*

<sup>32</sup> IGNACIO J. J. *et al.*, *Op. Cit.*

<sup>33</sup> *Ibíd.*

tener más o menos facilidad de recolección de agua, que puede utilizarse para diversas actividades, disminuyendo así los costos en los recibos de este servicio <sup>34</sup>.

Adicionalmente, algunos factores como los costos de implementación y conocimiento general de los sistemas acerca de la instalación, el funcionamiento y los requisitos para su correcto uso y mantenimiento afectan en la decisión de adoptar esta alternativa <sup>35</sup>, pues la inversión de los materiales y adaptación con la estructura del lugar depende del sistema a instalar. Los sistemas más comunes son aquellos que se sitúan en los techos utilizando canaletas, tanques y bombas <sup>36</sup> cuyo funcionamiento se basa en recolectar la mayor cantidad de agua lluvia en las canaletas ubicadas en los techos de las casas, cubriendo el mayor perímetro posible, para así luego dirigir el agua a unos tanques después de que haya pasado por filtros que retienen sedimentos y partículas contaminantes <sup>37 38</sup>.

Es vital que los usuarios conozcan de qué forma funciona y cómo se lleva a cabo el mantenimiento de los sistemas y esto conlleva a la necesidad de implementar campañas educativas en las que se dé a conocer las partes que conforman el sistema, su funcionamiento y las técnicas de mantenimiento que se necesitan para mejorar la calidad del agua recolectada, como lo son la limpieza y la desviación de la primera descarga que permite eliminar partículas o residuos pequeños mediante decantación por gravedad (o sedimentación) <sup>39 40</sup>.

---

<sup>34</sup> DOMÈNECH L. y SAURÍ D., "A comparative appraisal of the use of rainwater harvesting in single and multi-family buildings of the Metropolitan Area of Barcelona (Spain): Social experience, drinking water savings and economic costs," *J. Clean. Prod.*, vol. 19, no. 6–7, pp. 598–608, 2011, doi: 10.1016/j.jclepro.2010.11.010

<sup>35</sup> WARD, S.; BARR, S.; MEMON, F. y BUTLER, D. Op. Cit.

<sup>36</sup> PARTZSCH, L. Op. Cit.

<sup>37</sup> WARD, S.; BARR, S.; MEMON, F. y BUTLER, D. Op. Cit.

<sup>38</sup> AKBULUT H. H., "A study of the change in health-related quality of life in patients with early-stage breast cancer one year after diagnosis," *The Step of Asclepius*, vol. 9, no. 1, pp. 76–99, 2010

<sup>39</sup> IGNACIO J. J. *et al.*, Op. Cit.

<sup>40</sup> FUENTES-GALVÁN M. L., DELGADO-GALVÁN X., CHARCAS-SALAZAR MORA-RODRÍGUEZ H., J., FLORES J. L., y BENAVIDES A. C., "Rooftop rainwater harvesting acceptance in three localities of Guanajuato, Central Mexico," *Interciencia*, vol. 40, no. 6, pp. 403–408, 2015

Otro marco conceptual utilizado en el estudio de los aspectos sociales del aprovechamiento de aguas lluvias es la Teoría de la motivación de protección (MP) que ayuda a entender la influencia motivacional de las apelaciones al miedo o a posibles amenazas percibidas, en este caso la escasez de agua. La Teoría plantea que las personas se protegen de acontecimientos negativos en función de cuatro factores: i) Gravedad de la amenaza, ii) Vulnerabilidad de la amenaza, iii) Eficacia y costos de medidas preventivas y iv) Percepciones de autoeficacia en la realización de las medidas apropiadas. Este concepto puede dar respuesta a la pregunta ¿por qué algunos habitantes deciden adoptar sistemas descentralizados de agua como los SALL y otros se resisten a hacerlo, incluso en entornos de alto riesgo? Un estudio hecho por Mankad et. al. <sup>41</sup> en Australia evidenció que las personas que perciben que existen amenazas de escasez de agua y creen que los sistemas descentralizados de agua pueden ser eficaces para dicha amenaza, son más propensas a instalarlo; adicional a esto demostró que el conocimiento previo de una situación de amenaza puede influir en la percepción de la vulnerabilidad y la gravedad de esta. Por esto, los propietarios que declararon tener un mayor conocimiento de las estrategias de mitigación tenían más probabilidades de estar motivados a adoptar comportamientos de protección basados en la percepción de la gravedad de la amenaza, mientras que los que no tenían conocimientos tenían más probabilidad de estar motivados por la percepción de la vulnerabilidad de la amenaza. La comprensión básica de respuestas de protección, como la instalación de SALL, que pueden aliviar esta amenaza de estrés hídrico y que además disminuye la dependencia de los hogares del suministro centralizado y tradicional es un factor motivante para que las personas quieran adoptar esta alternativa de solución y consideren que merece la pena la inversión. En pocas palabras, es preciso educar a la gente en cuanto a las percepciones personales de amenaza

---

<sup>41</sup> MANKAD A., GREENHILL M., TUCKER D., and TAPSUWAN S., "Motivational indicators of protective behaviour in response to urban water shortage threat," *J. Hydrol.*, vol. 491, no. 1, pp. 100–107, 2013, doi: 10.1016/j.jhydrol.2013.04.002



mediante conceptos y explicaciones del ciclo del agua para comprender la utilidad y funcionalidad de los SALL <sup>42</sup>.

La alternativa de recolección de aguas lluvias se toma en consideración a causa de la escasez actual de agua en el mundo entero. Diferentes aportes realizados por la Alianza Internacional para la Gestión del Agua Lluvia (IRHA), la Asociación Internacional para Sistemas de Captación del Agua Lluvia (IRCSA), miembros de Asociaciones Nacionales de Aprovechamiento del Agua Lluvia África del Este (SEARNET) e instituciones académicas en México, Reino Unido, Australia y otros han permitido establecer los usos, actividades, implicaciones y propósitos del agua lluvia. Los principales usos del agua lluvia en la actualidad son: domésticos y productivos, sanitarios y de higiene, protección de cuencas, conservación de suelos, recarga de acuíferos, entre otros; estos usos conllevan implicaciones económicas, sociales y culturales como: formulación de políticas, planes, programas y proyectos, cambios de comportamiento para valorar el bien público y reducir despilfarro, valorización de tradiciones y conocimiento local del medio natural, identificación de tecnologías y materiales locales, formación de nuevos oficios generadores de ingreso y empleo, constitución de organizaciones sociales de gestores de agua lluvia, monitoreos y evaluaciones de impactos en la sostenibilidad urbana y regional, entre otros <sup>43</sup>.

A continuación, se muestra una tabla de atributos en donde se resume la información recolectada de las diferentes lecturas realizadas donde se pueden ver los indicadores para el análisis de la aceptación social.

---

<sup>42</sup> *Ibíd.*

<sup>43</sup> PACHECO M., "Avances en la Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL): Contribuciones al consumo sostenible del agua, el caso de 'lluviatl' en México.," *Rev. Int. Sostenibilidad, Tecnol. y Humanismo*, vol. 3, no. Administración del Agua, p. 19, 2008

Con lo encontrado en la revisión se formuló una encuesta de hogares para recabar información relacionada con la aceptación social de los SALL en el caso de estudio de la vereda Garbanzal en La Mesa de los Santos.

**Tabla 1. Atributos e indicadores relacionados con la aceptación social de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.**

| <b>FACTOR SOCIAL</b>                                                                  |                                                                                 |                                                                              |                              |                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Atributos</b>                                                                      | <b>Descripción</b>                                                              | <b>Indicador</b>                                                             | <b>Fuente de información</b> | <b>Pregunta</b>                                                                                    |
| <b>Fuente de agua</b> <sup>44</sup>                                                   | De dónde se abastecen de agua                                                   | Fuentes de suministro de agua                                                | Encuesta de hogares          | 1. ¿Cuáles son las fuentes de agua de su hogar?                                                    |
| <b>Usos del agua</b> <sup>45</sup>                                                    | Utilidades que le dan al agua en los hogares                                    | Usos del agua en cada vivienda                                               | Encuesta de hogares          | 2. Mencione los usos del agua en su vivienda en orden siendo el primero el de mayor uso            |
| <b>Oferta/Demanda de agua</b> <sup>46</sup>                                           | Agua que se les provee VS agua que necesitan                                    | Porcentaje de personas a las que les alcanza el agua suministrada            | Encuesta de hogares          | 3. ¿Considera que el agua suministrada en su vivienda le alcanza para todos los usos que le da?    |
| <b>Receptividad que tienen los usuarios sobre el uso de agua lluvia</b> <sup>47</sup> | Aprobación de los habitantes de la recolección y reutilización de aguas lluvias | Porcentaje de personas que perciben la recolección de aguas lluvias como una | Encuesta de hogares          | 4. ¿Cree que la recolección de agua lluvia es una buena alternativa para el problema de escasez de |

<sup>44</sup> UNICEF-OMS, Op. Cit.

<sup>45</sup> IRLANE MAIA DE OLIVEIRA, Op. Cit.

<sup>46</sup> VANGUARDIA Op. Cit.

<sup>47</sup> STUMP, B.; McBROOM, M. y DARVILLE, R., Op. Cit.

| FACTOR SOCIAL                                                                        |                                                                        |                                                                                         |                       |                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atributos                                                                            | Descripción                                                            | Indicador                                                                               | Fuente de información | Pregunta                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                      |                                                                        | alternativa positiva                                                                    |                       | agua en el municipio?                                                                                                                                                                                      |
| <b>Probabilidad de adoptar un sistema recolección de aguas lluvias</b> <sup>48</sup> | Personas que desean implementar un SALL en su vivienda                 | Porcentaje de habitantes que estarían interesados en implementar un SALL en su vivienda | Encuesta de hogares   | 5. ¿Estaría interesado en implementar un sistema de aguas lluvia?                                                                                                                                          |
| <b>Facilidad de uso percibida (PEOU)</b> <sup>49 50</sup>                            | Personas que perciben que el sistema es fácil de usar                  | Porcentaje de personas que consideran que los SALL son fáciles de usar                  | Encuesta de hogares   | 6. En una escala del 1 al 5, ¿Qué tan fácil considera el uso de un SALL?                                                                                                                                   |
| <b>Utilidad percibida (PU)</b> <sup>51</sup>                                         | Usos que los interesados en los SALL podrían darle al agua recolectada | Usos que los interesados en los SALL podrían darle al agua recolectada                  | Encuesta de hogares   | 7. ¿Qué tan útil percibe los SALL?<br>Inútil/útil/muy útil<br>8. ¿Qué uso le daría al agua recolectada? (puede marcar varias opciones)<br>-Doméstico<br>- productivo<br>- De higiene<br>-Riego de jardines |

<sup>48</sup> STUMP, B.; McBROOM, M. y DARVILLE, R., Op. Cit.

<sup>49</sup> YANG H. H. y SU C. H., Op. Cit.

<sup>50</sup> IGNACIO J. J. *et al.*, Op. Cit.

<sup>51</sup> YANG H. H. y SU C. H., Op. Cit.

| FACTOR SOCIAL                                                          |                                                                                            |                                                                    |                       |                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atributos                                                              | Descripción                                                                                | Indicador                                                          | Fuente de información | Pregunta                                                                                                                      |
| <b>Frecuencia de lluvia</b> <sup>52</sup>                              | Indagar sobre la constancia de lluvia en este lugar.                                       | Frecuencia de lluvia                                               | Encuesta de hogares   | 9. ¿Con qué frecuencia llueve en la Mesa de los santos?                                                                       |
| <b>Riesgos percibidos</b> <sup>53</sup>                                | Posibles efectos negativos del aprovechamiento de agua lluvia. percibidos por las personas | Riesgos percibidos por los interesados en recolectar aguas lluvias | Encuesta de hogares   | 10. ¿Qué posibles riesgos cree que conlleva la reutilización de aguas lluvias?                                                |
| <b>Conocimiento del funcionamiento del sistema</b> <sup>54 55</sup>    | Indagación sobre si las personas conocen el funcionamiento del sistema                     | Porcentaje de personas que sí conocen cómo funciona un SALL        | Encuesta de hogares   | 11. ¿Sabe cómo funciona un SALL?<br>12. Si la respuesta a la pregunta anterior fue Sí, explique brevemente el funcionamiento. |
| <b>Conocimiento acerca de la instalación del sistema</b> <sup>56</sup> | Investigar sobre los conocimientos de las personas sobre la instalación de los sistemas    | Descripción breve de la instalación de un SALL                     | Encuesta de hogares   | 13. ¿Cómo se lleva a cabo la instalación de un SALL?                                                                          |

<sup>52</sup> DOMÈNECH L. y SAURÍ D., Op. Cit.

<sup>53</sup> STUMP, B.; McBROOM, M. y DARVILLE, R., Op. Cit.

<sup>54</sup> IGNACIO J. J. *et al.*, Op. Cit.

<sup>55</sup> WARD, S.; BARR, S.; MEMON, F. y BUTLER, D. Op. Cit.

<sup>56</sup> *Ibíd.*

| FACTOR SOCIAL                                                          |                                                                                   |                                                                    |                       |                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atributos                                                              | Descripción                                                                       | Indicador                                                          | Fuente de información | Pregunta                                                                                                                                                                                |
| <b>Conocimiento acerca del mantenimiento del sistema</b> <sup>57</sup> | Investigar los conocimientos de las personas sobre la instalación de los sistemas | Descripción breve de técnicas de mantenimiento de un SALL          | Encuesta de hogares   | 14. ¿Conoce algún método de mantenimiento para los SALL?                                                                                                                                |
| <b>Requisitos para el correcto uso</b> <sup>58</sup>                   | Averiguar los conocimientos sobre los requisitos del uso correcto del sistema     | Descripción breve de requisitos para usar un SALL                  | Encuesta de hogares   | 15. ¿Cuáles cree usted que son los requisitos para utilizar correctamente el SALL?                                                                                                      |
| <b>Disposición a pagar / Costos de implementación</b> <sup>59</sup>    | Indagación acerca de la disposición a pagar un valor determinado                  | Porcentaje de personas que estarían dispuestas a pagar por un SALL | Encuesta de hogares   | 16. Dos opciones:<br>¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un SALL?<br>(Dar rangos de precios para la rta) o Un SALL puede costar entre XX y XX, ¿estaría dispuesto a pagar este valor? |
|                                                                        | Viviendas que ya cuentan con el SALL                                              | Porcentaje de personas que cuentan con SALL                        | Encuesta de hogares   | 17. ¿Tiene SALL en su vivienda?                                                                                                                                                         |

<sup>57</sup> Ibíd.

<sup>58</sup> Ibíd.

<sup>59</sup> Ibíd.

| FACTOR SOCIAL          |                                                               |                                                        |                       |                                         |
|------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|
| Atributos              | Descripción                                                   | Indicador                                              | Fuente de información | Pregunta                                |
| <b>SALL existentes</b> | Viviendas que tienen SALL y actualmente hacen uso del sistema | Porcentaje de personas que usan el SALL en su vivienda | Encuesta de hogares   | 18. ¿Hace uso del sistema actualmente?  |
|                        | Evaluación del estado del SALL                                | Estado de los SALL existentes                          | Inspección de SALL    | 19. Estado del sistema: bajo/medio/alto |
|                        | Evaluación de las partes del SALL                             | Inventario detallado del sistema                       | Inspección de SALL    | 20. Partes que conforman el sistema     |

**2.2.2 Características sobre sistemas de recolección de aguas lluvias existentes en la vereda el Garbanzal e información sobre fuentes y usos del agua.** En este apartado se presenta información relacionada con el perfil de los encuestados, sus viviendas, fuentes de abastecimiento, características de los sistemas existentes, temporada de lluvia y sequía, entre otros.

### **Características de los usuarios**

El rango de edades de las personas encuestadas se encuentra entre los 26 y los 92 años, con un promedio de edad de 54 años, siendo el 52% mujeres y el 48% hombres. Se evidenció que la mayoría de las personas encuestadas son amas de casa (41%) o agricultores (35%). Acerca del nivel educativo de los encuestados se encontró que el 41% no culminó la primaria y sólo el 17% terminó la educación media, entre el resto se encuentran quienes terminaron la primaria, la educación básica secundaria y quienes tienen otros estudios. El 41% de estas personas viven en casas que son propias, el 24% son arrendadas, el 17% familiares y el resto son aparcerías y prestadas.

## Fuentes de abastecimiento

Las principales fuentes de abastecimiento de agua son: recolección de aguas lluvias con almacenamiento en tanque y/o jagüey, acueducto comunitario desde fuente superficial, acueducto comunitario desde fuente subterránea y suministro por carro tanque (ver Tabla 2).

**Tabla 2. Fuentes de abastecimiento de agua**

| Fuentes de abastecimiento                               | Porcentaje de hogares que lo usan |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Recolección aguas lluvias con almacenamiento en tanques | 93%                               |
| Recolección aguas lluvias con almacenamiento en Jagüey  | 52%                               |
| Acueducto comunitario desde fuente superficial          | 52%                               |
| Acueducto comunitario desde fuente subterránea          | 3%                                |
| Carro tanque                                            | 86%                               |

La variedad de fuentes utilizadas y la preferencia por el agua lluvia, se debe a que quienes cuentan con conexión al acueducto comunitario desde fuente superficial (16 viviendas), informaron que el agua de esta fuente es “muy contaminada” y el suministro intermitente; así mismo, el suministro del sistema subterráneo implica elevados costos por la energía requerida para la operación de los bombas, y el servicio de carrotanque opera en situaciones críticas, por ejemplo, cuando se han presentado periodos prolongados sin lluvia. Esto corrobora información antecedente consultada, en donde se menciona que en el municipio de Los Santos las personas no reciben la suficiente cantidad de agua y la que reciben no es de buena calidad <sup>60</sup> y por esta razón 27 de las personas encuestadas decidieron adoptar el sistema de recolección de aguas lluvias en sus hogares.

---

<sup>60</sup> MATEUS, L. A. C. Op. Cit.

Estos resultados demuestran la gran aceptación de los sistemas de recolección de aguas lluvias al ser la fuente con más porcentaje de uso en la vereda, sin embargo, también se puede demostrar que no es suficiente y por sí sola no supe la totalidad de la demanda de agua en las viviendas, por lo que es muy común encontrar hogares donde usan varias fuentes complementarias.

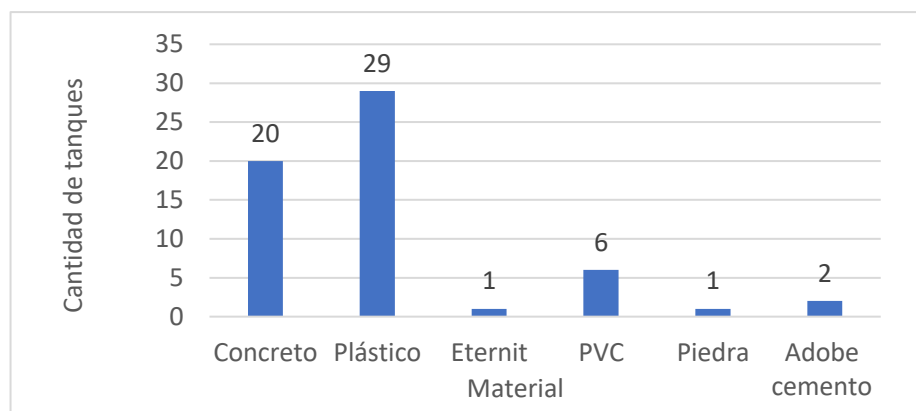
### Sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias

La mayoría de los sistemas existentes consisten en la recolección del agua lluvia en el techo, su posterior paso por las canaletas instaladas a un costado del techo y su conducción final al tanque donde la almacenan para su uso (ver Anexos B).

Sin embargo, ninguno de estos sistemas cuenta con todos los componentes necesarios para un mejor aprovechamiento y tratamiento del agua lluvia, tales como: desviadores de primer flujo, mallas, filtros, bombas, entre otros componentes.

En general las personas encuestadas almacenan principalmente agua lluvia, pero muchos manifestaron almacenar también agua de otras fuentes que tengan disponible en el momento, por lo que es común que mezclen agua de varias fuentes en el mismo tanque. En la Figura 2 se muestran los materiales de los tanques.

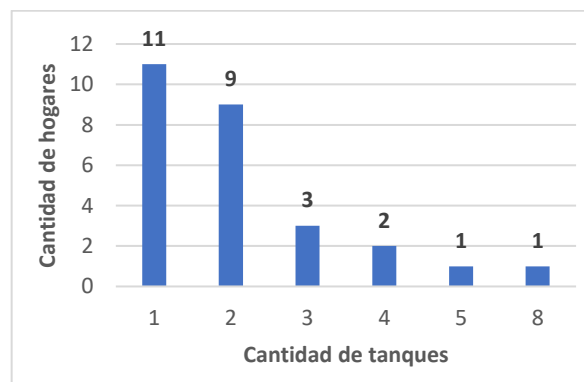
**Figura 2. Material de los tanques.**



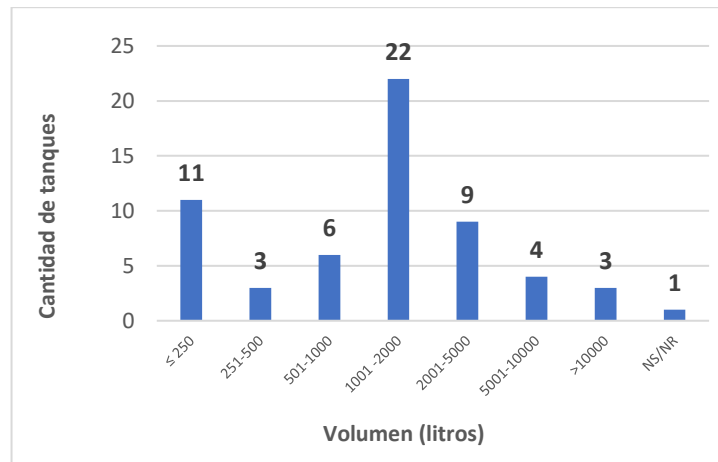


Varios de los sistemas existentes cuentan con más de un tanque, en la Figura 3 se muestra la cantidad de tanques y los hogares que cuentan con dicha cantidad y en la Figura 4 el volumen en litros de esos tanques. En el Anexo A1, se puede evidenciar el volumen acumulado de agua recolectado por cada una de las viviendas y en la Figura 5 se interpretan los resultados claves de una gráfica de caja: en cuanto al centro y la dispersión se puede evidenciar que la mediana del volumen recolectado es 3695 litros y que nuestros datos recolectados son asimétricos ya que la gráfica se concentra en la parte inferior, es decir entre los valores de 10 a 10000 litros igualmente se evidencian valores atípicos como 84000 litros que vendría siendo el valor máximo encontrado. Esta dispersión y grafica asimétrica se da debido a que los datos de volúmenes recolectados varían según la vivienda, ya que algunas tienen más tanques que otras y de distintos tamaños.

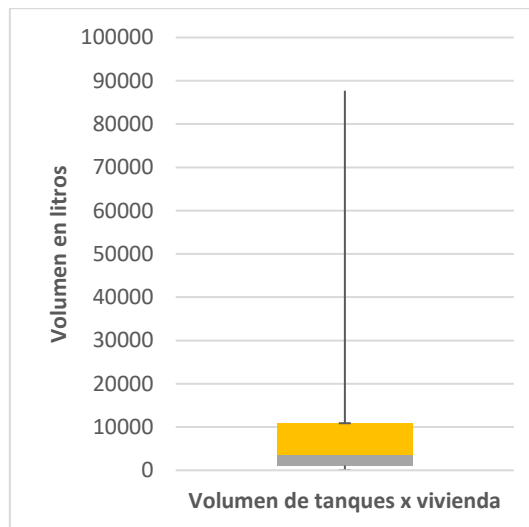
**Figura 3. Cantidad de tanques en sistemas de recolección de aguas lluvias por hogar**



**Figura 4. Volumen de tanques de sistemas de recolección de aguas lluvias existentes.**

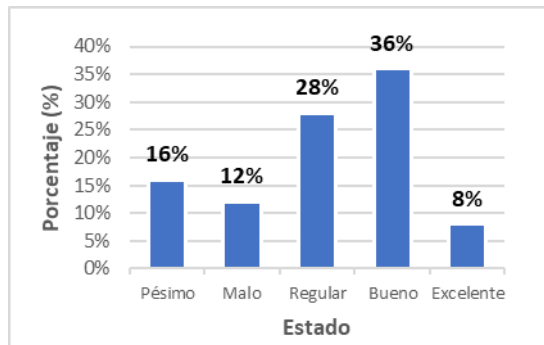


**Figura 5. Distribución de la capacidad de almacenamiento de aguas lluvias por vivienda.**

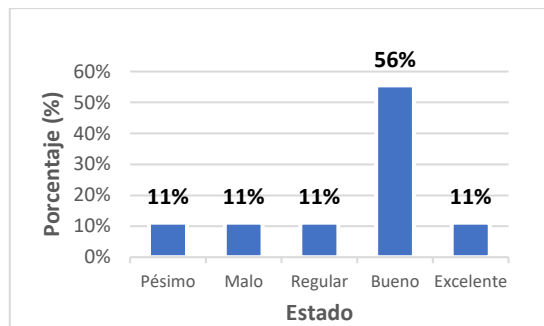


En cuanto a las canaletas, el material más utilizado fue el aluminio y para los bajantes el plástico y el PVC (ver Anexos A2 y A3). Las personas consideran que las canaletas y bajantes en su mayoría se encuentran en buen estado como se ve en las Figuras 6 y 7.

**Figura 6. Percepción sobre el estado de las canaletas.**

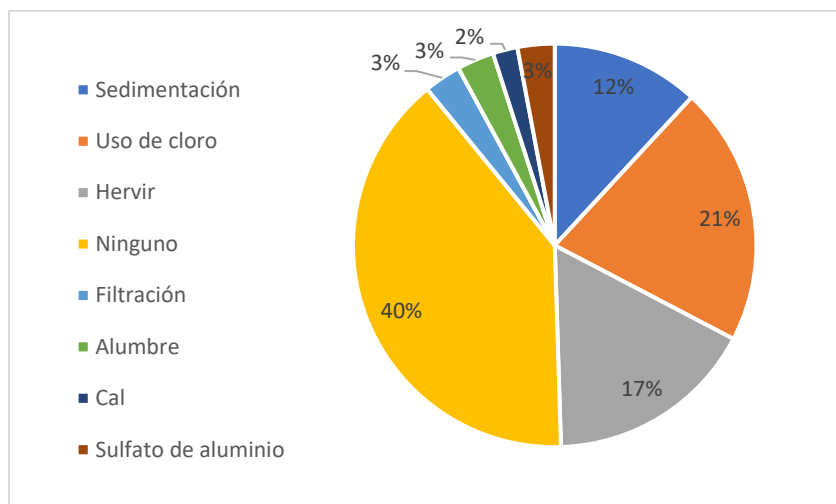


**Figura 7. Percepción sobre el estado de los bajantes.**



Sobre los tratamientos realizados al agua lluvia realizados por los usuarios de los sistemas se obtuvo que el 24% de ellos no realiza ningún tipo, siendo este el porcentaje más alto, lo que indica que en esas viviendas utilizan el agua tal y como es recolectada, demostrando que confían en la calidad del agua. El siguiente porcentaje más alto se encuentra en las personas que hierven el agua como se muestra en la Figura 8.

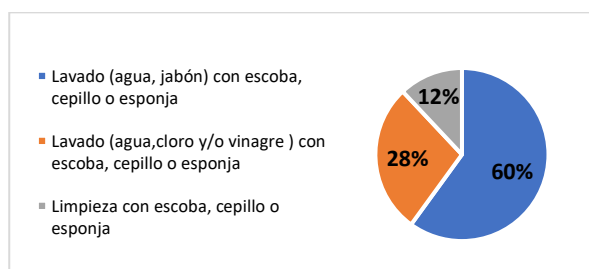
**Figura 8. Tratamientos realizados por la población al agua lluvia.**



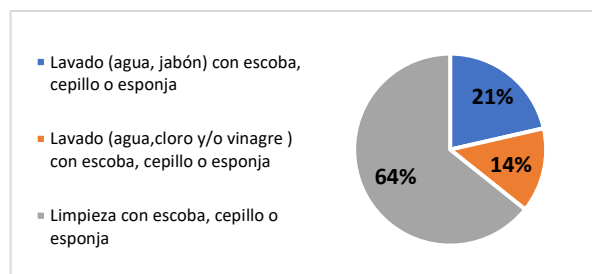
### **Mantenimiento de los sistemas**

Se encontró que, en Garbanzal, las personas realizan diferentes tipos de mantenimiento a los SALL (ver Figura 9); 25 personas afirmaron tener canaletas en sus hogares y 11 de ellas expresaron realizar algún tipo de mantenimiento como los que se indican en la Figura 10; además, 9 personas cuentan con bajantes como parte de su sistema de aprovechamiento de aguas lluvias y solo 1 de ellas le hace mantenimiento de forma manual retirando sedimentos.

**Figura 9. Labores de mantenimiento a los sistemas de recolección de aguas lluvias.**



**Figura 10. Labores de mantenimiento a canaletas.**



La frecuencia de mantenimiento más común de canaletas y bajantes fue de 1 a 5 veces al año (ver Anexo A4).

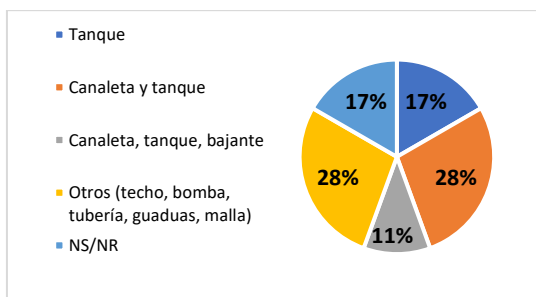
**2.2.3 Conocimientos de las personas sobre sistemas de recolección de aguas lluvias en Garbanzal.** Para contrastar lo antes descrito en relación con los sistemas y las prácticas asociadas, se realizaron preguntas para indagar directamente sobre el conocimiento de los encuestados en cuanto a los componentes y mantenimiento de los SALL. En las Figuras 11 y 12 se identifica que más del 50% de las personas saben que algunos de los componentes de los sistemas son las tuberías, bombas, malla, canaletas y tanques. Sin embargo, en la visita se logró evidenciar que los sistemas instalados por los habitantes no contaban con estos componentes en su gran mayoría, sus sistemas de recolección de aguas lluvias en general se realizaron empíricamente y con un funcionamiento básico casi en todos los existentes.

En cuanto a los conocimientos de mantenimiento, casi el 90% de los encuestados conocen alguna técnica de mantenimiento para los sistemas; pese a esto, se observó que los sistemas no se encontraban en las mejores condiciones de higiene para evitar la contaminación del agua o mejorar su calidad.

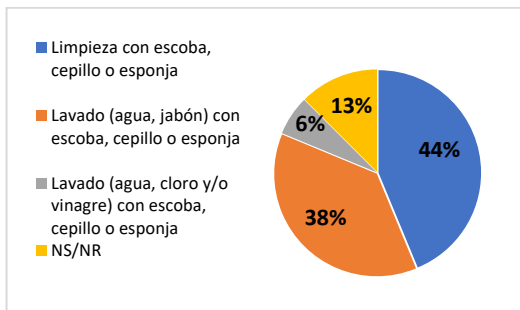
Sobre el funcionamiento e instalación de los sistemas de recolección de aguas lluvias se obtuvo que el 48% de los encuestados creen que los sistemas funcionan mediante la caída del agua al techo, su paso por las canaletas y finalmente la llegada al tanque, así mismo, el 33% considera que la instalación del sistema

consiste en cortar tubos o láminas para hacer las canaletas y construir un tanque de recolección. De estos resultados se puede probar que el entendimiento respecto al funcionamiento de los sistemas se omiten partes importantes de los sistemas para su eficaz desempeño.

**Figura 11. Conocimientos de los habitantes sobre los componentes de los sistemas de recolección de aguas lluvias.**



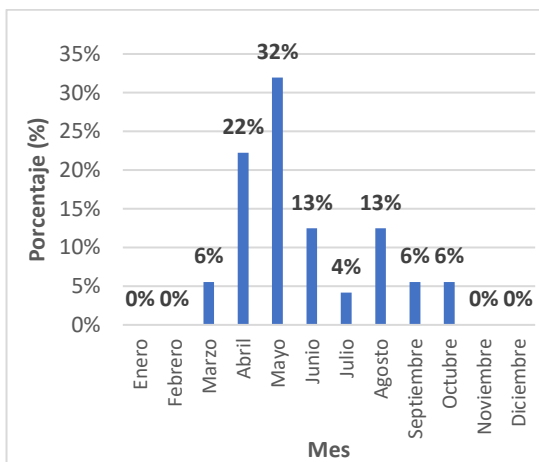
**Figura 12. Conocimientos de los habitantes sobre los mantenimientos a los sistemas de recolección de aguas lluvias.**



El 13% de las personas encuestadas respondió que no saben o no tienen conocimientos sobre tipos de mantenimiento a los sistemas de recolección de aguas lluvias, lo que demuestra que estos sistemas no se encuentran en las mejores condiciones pues están expuestos a contaminación y por eso es necesario hacerles algún tipo de limpieza.

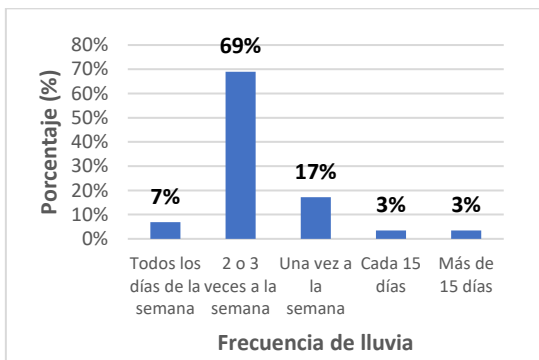
**2.2.4 Percepción de las personas sobre sistemas de recolección de aguas lluvias en Garbanzal.** La mayor parte de los encuestados consideran que la temporada de lluvia en la vereda se presenta entre abril y mayo (ver Figura 13).

**Figura 13. Percepción sobre los meses de lluvias en la vereda Garbanzal.**



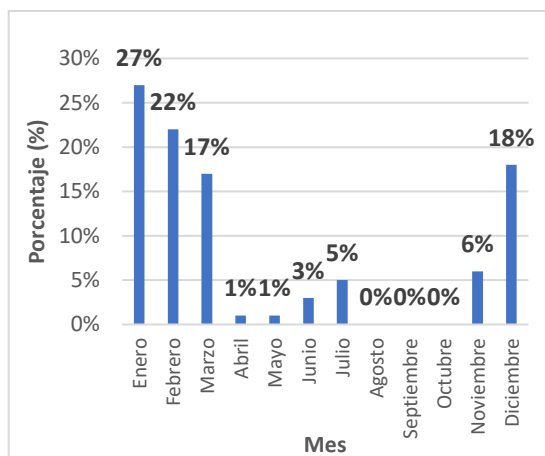
La mayoría de las personas (69%) expresaron que en época de lluvia generalmente llueve solo 2 o 3 veces a la semana como se puede apreciar en la Figura 14.

**Figura 14. Percepción sobre la frecuencia de lluvia.**



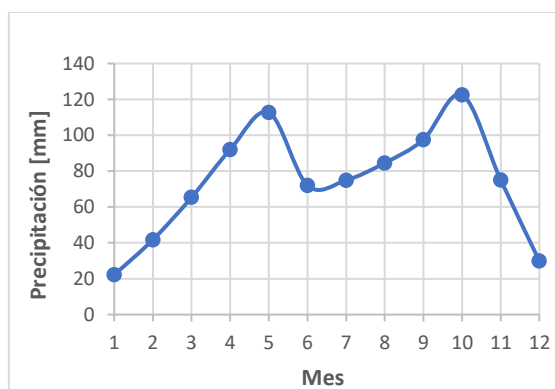
Las personas manifestaron que los meses en que menos llueve en el año son diciembre, enero, febrero y marzo (ver Figura 15).

**Figura 15. Percepción sobre los meses de sequía en la vereda Garbanzal.**



Al comparar los meses de lluvias y sequía percibidos por los habitantes con los datos recolectados de la estación del IDEAM sobre el comportamiento bimodal de la lluvia en la zona de Los Santos (ver figura 16), se puede evidenciar que efectivamente en abril y mayo las precipitaciones son altas, pero los picos de mayor precipitación se encuentran en mayo y octubre. En cuanto a la temporada de sequía, los datos del IDEAM coinciden con lo que respondió la gente, pues de diciembre a marzo se encuentran las precipitaciones más bajas.

**Figura 16. Ciclo anual de precipitación – Estación La mesa 1974 - 2020.**

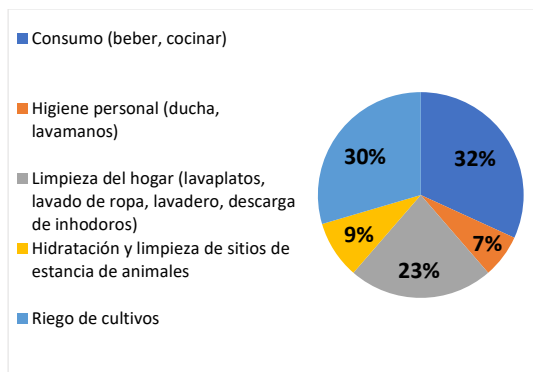


Fuente: IDEAM, Evaluación Nacional del Agua 2018. 2018..



Los habitantes de Garbanzal comentaron que en los meses de pocas lluvias no cuentan con el agua suficiente para las actividades diarias domésticas y productivas más comunes (ver Figura 17) y que esto les afecta en su vida diaria.

**Figura 17. Actividades que los habitantes no pueden realizar por la escasez de agua.**

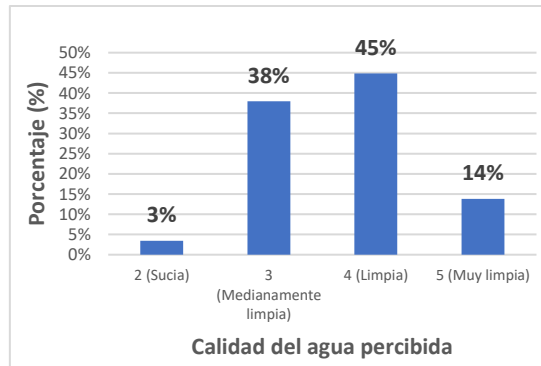


En cuanto a la percepción sobre los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, en la encuesta se incluyeron preguntas sobre los riesgos que conlleva su uso, la calidad, la utilidad y facilidad de uso percibida de los sistemas.

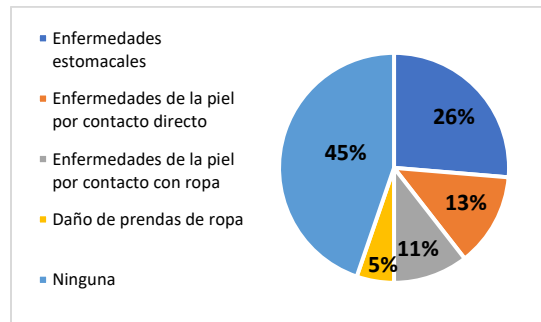
Sobre la calidad del agua lluvia, el 45% de los encuestados la consideran limpia y únicamente el 3% cree que es sucia, como se puede evidenciar en la Figura 18, pero a pesar de que la mayoría de las personas categorizaron el agua lluvia como limpia, un gran porcentaje percibe que el uso de ésta puede causar enfermedades. El consumo de agua no potable causaba diversas enfermedades, siendo la más común diarrea <sup>61</sup>, asociada a enfermedades estomacales, estas mismas fueron las enfermedades más comunes percibidas por los habitantes de Garbanzal (ver Figura 19).

<sup>61</sup> "Escasez de agua en el mundo: causas y consecuencias.," 2019.

**Figura 18. Percepción de la calidad del agua lluvia.**



**Figura 19. Enfermedades causadas por el uso de agua lluvia percibidas por los habitantes.**



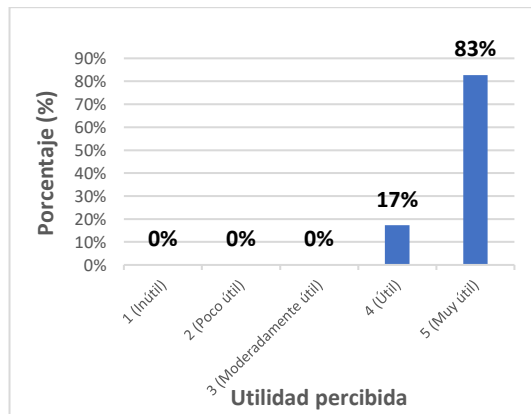
El Modelo Combinado de Aceptación de Tecnología (TAM) estudia dos factores que influyen en el uso de una tecnología: la facilidad de uso percibido (PEOU) y la utilidad percibida (PU) <sup>62</sup>, y a su vez se relaciona con la Teoría del Comportamiento Planificado (TPB) que enuncia que las creencias y normas de consumidores son la base de la intención del comportamiento <sup>63</sup>. Estas teorías se pudieron verificar con los resultados expuestos en la Figura 20 y 21 donde se observa que el 83% de las personas consideran muy útiles los sistemas de recolección de aguas lluvias y que el 52% cree que usar estos sistemas es fácil, por lo que es posible afirmar que entre más fácil consideren su uso, más útil creerán que es <sup>64</sup>.

<sup>62</sup> YANG H. H. y SU C. H., Op. Cit.

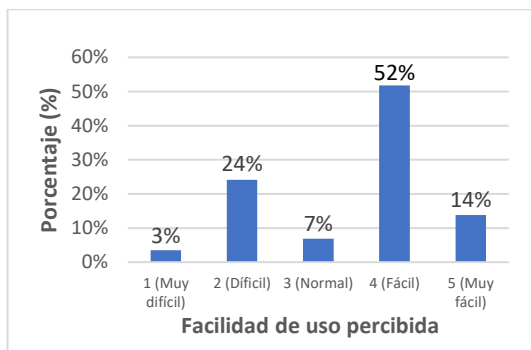
<sup>63</sup> IGNACIO J. J. *et al.*, Op. Cit.

<sup>64</sup> *Ibíd.*

**Figura 20. Utilidad percibida de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.**



**Figura 21. Facilidad de uso percibida de los sistemas de recolección de aguas lluvias.**

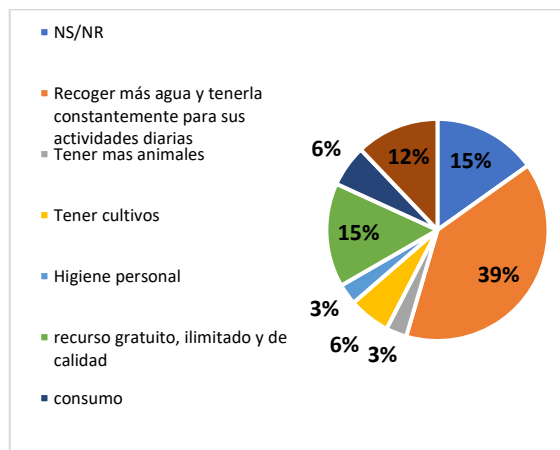


El 97% de los encuestados considera que la vereda sufre de escasez de agua y todos piensan que la recolección de agua lluvia es una buena alternativa de solución a este problema, lo que concuerda con lo planteado por Mankad, et al <sup>65</sup>, en relación a que la percepción de amenaza de escasez de agua hace más propensas a las personas a instalar sistemas de recolección de aguas lluvias como una solución y eso se evidencia en este estudio, pues el 93% del total de familias encuestadas implementaron sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias en sus hogares.

<sup>65</sup> MANKAD A., GREENHILL M., TUCKER D., and TAPSUWAN S., Op. Cit.

En la Figura 22 se muestran las diferentes razones por las cuales los habitantes de esta vereda consideran que el agua lluvia es una buena solución para el problema de escasez que viven en su municipio; en general se encontró que la razón principal es que tienen mayor disponibilidad de agua para sus necesidades y usos diarios y que la consideran de buena calidad, la importancia de esto radica en que muchos de los habitantes de Garbanzal se dedican a actividades de agricultura y crianza de animales, por lo que la escasez de agua además de afectarles en sus necesidades personales básicas, también les afecta en sus actividades productivas, lo que genera conflictos sociales y un atraso en términos de desarrollo económico de la vereda y por ende del municipio <sup>66</sup>.

**Figura 22. Razones por las que los habitantes consideran el agua lluvia una buena solución a la escasez de agua en la vereda.**



<sup>66</sup> "Escasez de agua en el mundo: causas y consecuencias.," 2019

### **3. CONCLUSIONES**

La escasez de agua en la vereda Garbanzal, en el municipio de Los Santos, es una de las mayores problemáticas en cuestiones de recursos básicos como se pudo evidenciar en la investigación, pues la totalidad de las personas encuestadas consideran que existe un problema de escasez de agua en la vereda y esto les afecta de varias formas: a unos les impide realizar actividades básicas y necesarias, otros no pueden realizar sus actividades productivas y hay quienes no cuentan con agua para ningún uso, por lo que la alternativa de usar o implementar sistemas de recolección de aguas lluvias es considerada una buena solución para los afectados por este problema, pues aunque no suple totalmente la demanda de agua y por esto es necesario usar varias fuentes alternas, alcanza a cubrir una gran parte del agua que necesitan. Adicionalmente identifican el recurso de aguas lluvias como útil, limpio y fácil de usar con base en su propia experiencia, lo que contribuye a su adopción y aceptación por la mayoría de los habitantes.

En general, los sistemas existentes contruidos con conocimiento local, aunque solucionan el problema de la cantidad de agua, no cuentan con mecanismos (desviadores de primer flujo, tratamiento) que prevengan su contaminación o mejoren su calidad para un uso seguro en la bebida o preparación de alimentos. Los resultados de la investigación muestran que el proceso por el que pasa el agua es basado en conocimientos empíricos, se evidenció que una gran parte de los encuestados que cuentan con los sistemas, los hicieron sin tener conocimientos sobre su diseño e instalación, además que varios de estos usuarios no le hacen mantenimiento al sistema completo, y los que sí lo hacen generalmente lo realizan mediante técnicas de limpieza que no son suficientes para obtener agua que se pueda consumir. Así mismo, hay sistemas que se perciben incompletos en cuanto a componentes necesarios para su buen funcionamiento.

#### **4. RECOMENDACIONES**

Con el fin de mejorar el desempeño de los sistemas de recolección de aguas lluvias en la vereda Garbanzal, se recomienda realizar campañas educativas en las cuales se refuerce información sobre el diseño, instalación, uso y mantenimiento periódico de los sistemas para que funcionen correctamente a corto y largo plazo y sea posible obtener agua más limpia, igualmente es importante implementar estudios en los cuales se pueda analizar la calidad del agua de los sistemas para identificar si existe riesgo por el consumo de agua por fuera de estándares de calidad para consumo humano, además es importante enfatizar en la importancia de la implementación de estos sistemas dadas las circunstancias de escasez de agua que afecta la vereda y el municipio y también incluir este tipo de formación en el pénsum de las escuelas con el fin de concientizar y formar culturalmente desde temprana edad. Adicionalmente es necesario mejorar los sistemas que hay actualmente debido a su deterioro, realización empírica y a su falta de mantenimiento y/o limpieza en algunos casos. Por último, sería conveniente diseñar e implementar políticas públicas para la promoción y financiación de la ampliación de la cobertura de los sistemas en la vereda y en el municipio.

## BIBLIOGRAFÍA

AKBULUT H. H., "A study of the change in health-related quality of life in patients with early-stage breast cancer one year after diagnosis," *The Step of Asclepius*, vol. 9, no. 1, pp. 76–99, 2010

ANONIMO "informacion-veredas tercer censo nacional agropecuario 2014."

ANÓNIMO. "Escasez de agua en el mundo: causas y consecuencias.," 2019.

BALLÉN SUÁREZ, J. A.; GALARZA GARCÍA, M. Á. y ORTIZ MOSQUERA, R. O. "Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia," *Int. Symp. Hydraul. Struct. - XXII Congr. Latinoam. Hidraul.*, 2006

DOMÈNECH L. y SAURÍ D., "A comparative appraisal of the use of rainwater harvesting in single and multi-family buildings of the Metropolitan Area of Barcelona (Spain): Social experience, drinking water savings and economic costs," *J. Clean. Prod.*, vol. 19, no. 6–7, pp. 598–608, 2011, doi: 10.1016/j.jclepro.2010.11.010

DOMÍNGUEZ CALLE, E. A.; Gonzalo Rivera, H.; VANEGAS SARMIENTO, R. y MORENO, P. "Demanda-Oferta De Agua Y El Índice De Escasez De a," *Rev. Acad. Colomb.*, vol. 32, no. 123, pp. 195–212, 2008, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/228463075>

FUENTES-GALVÁN M. L., DELGADO-GALVÁN X., CHARCAS-SALAZAR MORA-RODRÍGUEZ H., J., FLORES J. L., y BENAVIDES A. C., "Rooftop rainwater harvesting acceptance in three localities of Guanajuato, Central Mexico," *Interciencia*, vol. 40, no. 6, pp. 403–408, 2015

IDEAM, Evaluación Nacional del Agua 2018. 2018

IGNACIO J. J. et al., "A perception study of an integrated water system project in a water scarce community in the Philippines," *Water (Switzerland)*, vol. 11, no. 8, 2019, doi: 10.3390/w11081593

IRLANE MAIA DE OLIVEIRA, "An Analysis of Covariance Structure on Health-Related Indices among the Elderly at Home, Focusing on Subjective Health Perception" pp. 1–14, 2017

LEE, M. C. "Factors influencing the adoption of internet banking: An integration of TAM and TPB with perceived risk and perceived benefit," *Electron. Commer. Res. Appl.*, vol. 8, no. 3, pp. 130–141, 2009, doi: 10.1016/j.elerap.2008.11.006

MANKAD A. and TAPSUWAN S., "Review of socio-economic drivers of community acceptance and adoption of decentralised water systems," *J. Environ. Manage.*, vol. 92, no. 3, pp. 380–391, 2011, doi: 10.1016/j.jenvman.2010.10.037

MANKAD A., GREENHILL M., TUCKER D., and TAPSUWAN S., "Motivational indicators of protective behaviour in response to urban water shortage threat," *J. Hydrol.*, vol. 491, no. 1, pp. 100–107, 2013, doi: 10.1016/j.jhydrol.2013.04.002

MATEUS, L. A. C. "Tres años después Los Santos, Santander, permanece sin agua potable," 2019

PACHECO M., "Avances en la Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL): Contribuciones al consumo sostenible del agua, el caso de 'lluvia' en México.," *Rev. Int. Sostenibilidad, Tecnol. y Humanismo*, vol. 3, no. Administración del Agua, p. 19, 2008



PARTZSCH,L. "Smart regulation for water innovation - the case of decentralized rainwater technology," J. Clean. Prod., vol. 17, no. 11, pp. 985–991, 2009, doi: 10.1016/j.jclepro.2009.01.009

STUMP, B.; McBROOM, M. y DARVILLE,R. "Demographics, practices and water quality from domestic potable rainwater harvesting systems," J. Water Supply Res. Technol. - AQUA, vol. 61, no. 5, pp. 261–271, 2012, doi: 10.2166/aqua.2012.007

UNICEF-OMS, "Preguntas principales sobre agua, saneamiento e higiene para uso en encuestas de hogares: actualización de 2018," p. 24, 2018

VANGUARDIA, "en 54% de los municipios de Santander se consume agua con algún riesgo, viceministro de Agua," 2019.

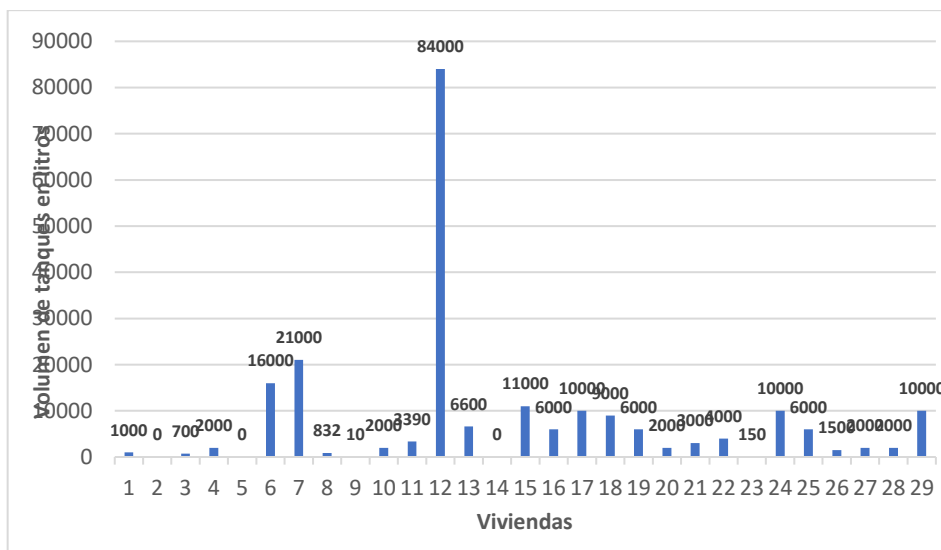
WARD, S.; BARR, S.; MEMON, F. y BUTLER,D. "Rainwater harvesting in the UK: exploring water-user perceptions," Urban Water J., vol. 10, no. 2, pp. 112–126, 2013, doi: 10.1080/1573062X.2012.709256

YANG H. H. y SU C. H., "Learner behaviour in a MOOC practice-oriented course: In empirical study integrating TAM and TPB," Int. Rev. Res. Open Distance Learn., vol. 18, no. 5, pp. 35–63, 2017, doi: 10.19173/irrodl.v18i5.2991

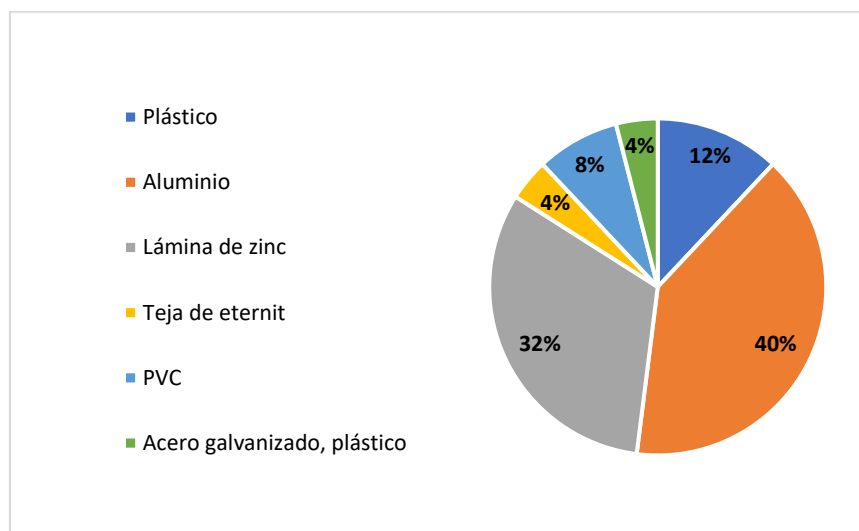
## ANEXOS

### Anexo A. Figuras

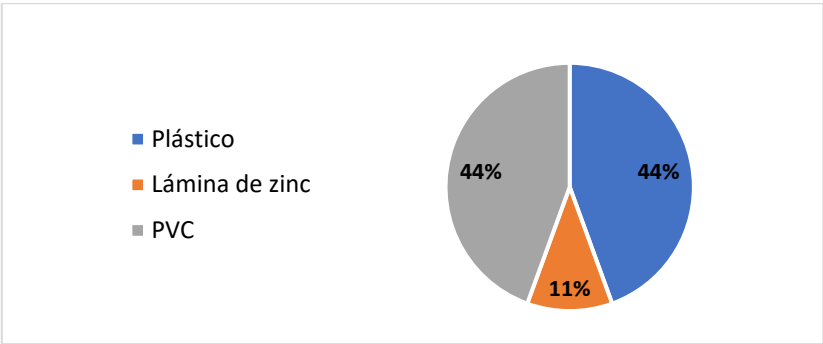
**Figura A-1. Volumen de tanques recolectados por vivienda.**



**Figura A-2. Materiales de canaletas.**



**Figura A-3. Materiales de bajantes.**



**Figura A-4. Frecuencia anual de mantenimiento de canaletas y bajantes.**

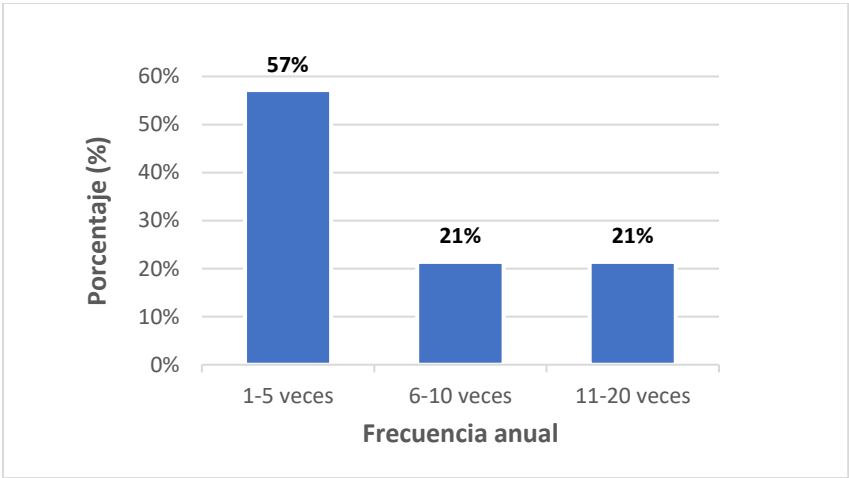
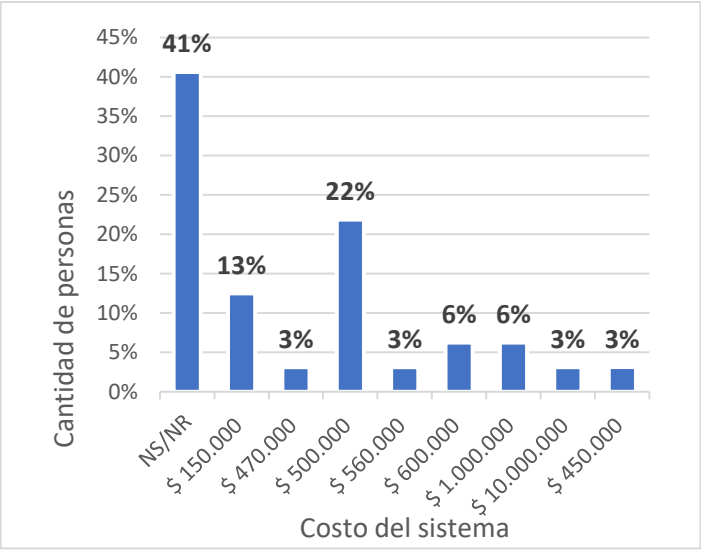


Figura A-5. Costo de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias.



## Anexo B. Fotografías

Fotografía 1. SALL vivienda vereda Garbanzal.



Fotografía 2. SALL vivienda vereda Garbanzal.



**Fotografía 3. SALL vivienda vereda Garbanzal.**



**Fotografía 4. SALL vivienda vereda Garbanzal.**

