



Estrategias de gestión para el abastecimiento sostenible de agua segura a pequeñas comunidades del noroeste de la provincia de Santa Fe (Argentina)

Management strategies for sustainable safe water supply to small northwest communities of the province of Santa Fe (Argentina)

Luciano Sánchez¹, Mario Basán Nickisch², Marta Paris^{*3}

Recibido: 22/06/2020

Aceptado: 26/09/2020

*Autor de correspondencia

Resumen

Las pequeñas localidades del noroeste de la Provincia de Santa Fe son conocedoras de los problemas de escasez de agua en cantidad, calidad y oportunidad. Un régimen de precipitaciones irregular, distancias largas a cursos de agua superficial, aguas subterráneas con elevada salinidad y/o altos contenidos de arsénico, plantean limitantes para el abastecimiento humano, rural e industrial. Diversas soluciones se aproximan para garantizar el consumo de agua segura. Sin embargo, la falta de involucramiento de los usuarios y destinatarios de los proyectos de agua y/o saneamiento desde el inicio de la gestión, limitaciones o carencias de conocimiento, asimetrías de información, inexistencia o no aplicación de mecanismos de participación y ausencia de compromiso institucional local, entre otros, suelen conducir al fracaso de las tecnologías que se diseñan para suplir los requerimientos sanitarios por la no apropiación o adopción social de las mismas. En este trabajo se presentan algunos lineamientos de gestión para contribuir al abastecimiento de agua segura a pequeñas comunidades del noroeste santafesino basados en los Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia (SCALL). Se ha implementado una metodología de trabajo que considera todas las variables y todos los actores intervinientes en la temática desde el diagnóstico hasta la puesta en práctica de las acciones estructurales y las medidas no estructurales correspondientes. Se seleccionó como caso demostrativo del plan de gestión integrado del abastecimiento de agua segura al Paraje Santa Lucía (Departamento Vera, Municipio de Vera, Provincia de Santa Fe).

Palabras clave: Gestión integrada de los recursos hídricos, agua segura para el consumo humano, sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia.

Abstract

The small towns in the northwest of the Province of Santa Fe are aware of the problems of water scarcity in quantity, quality and opportunity. An irregular rainfall regime, long distances to surface water courses, groundwater with high salinity and / or high arsenic contents, pose limitations for human, rural and industrial supplies. Different solutions are approaching to ensure safe water consumption. However, the lack of involvement of users and recipients of water and / or sanitation projects from the beginning of the management, limitations or lack of knowledge, information asymmetries, non-existence or non-application of participation mechanisms and lack of commitment Local institutions, among others, often lead to the failure of technologies that are designed to meet health requirements due to their lack of appropriation or social adoption. In this work, some management guidelines are presented to contribute to the provision of safe water to small communities in northwestern Santa Fe based on the rain harvesting systems (SCALL, according with its Spanish acronym). The implemented methodology has been taken into account all the variables and all the actors involved in the subject from diagnosis to the implementation of the structural actions and the corresponding non-structural measures. As a pilot case to show the integrated management plan for the safe water supply was selected the Santa Lucia Area (Department Vera, Municipality of Vera, Province of Santa Fe).

Keywords: integrated water resources management, safe water for human consumption, rain harvesting systems.

1 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina. sanchez.luciano@inta.gob.ar

2 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina. basannickisch.mario@inta.gob.ar

3 Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Universidad Nacional del Litoral. Argentina. parismarta@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento del recurso hídrico es un tema de interés mundial ya que al tratarse de un elemento vital es imprescindible contar con él. Por ello, es que siempre existió en el hombre la necesidad de poder manejarlo de manera de que le permita llevar adelante sus actividades. En este sentido, según el Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016 “Agua y Empleo” (WWAP, 2016), más del 75% de los puestos de trabajo a nivel mundial dependen de dicho recurso. Es así que, a través de una adecuada gestión del agua, las infraestructuras y el acceso a un suministro seguro junto con los servicios de saneamiento adecuados mejoran no solo el nivel de vida sino que también permiten la expansión de las economías locales y regionales creándose puestos de trabajo más dignos, los que repercuten a su vez, en una mayor inclusión social.

Si se tiene en cuenta los 37 acuíferos más grandes del mundo, se estima que 21 de ellos están siendo gravemente sobreexplotados, lo que trae como consecuencia no solo su agotamiento sino también su deterioro en lo que respecta a la calidad de sus aguas, incrementando de esta forma la escasez económica de la misma ya que en ocasiones los tratamientos suelen tener costos prohibitivos. También se dimensiona que cerca del 10% de la población mundial carece de acceso a una fuente de abastecimiento donde se mantienen separadas el agua para uso humano de las destinadas a los animales y de la contaminación fecal. En tanto que si además se tiene en cuenta la calidad, es decir, un agua que resulte segura para el consumo humano y que no enferme a las personas que la beban, ese porcentaje se incrementa a más del 25% (OMS; UNICEF, 2015).

Como suele suceder en muchos casos, el recurso agua no se encuentra de forma indiscriminada y sin ningún tipo de restricción. Es así que, existen zonas donde las fuentes de agua son de buena calidad y proveen un gran caudal y otras, donde sucede lo contrario como por ejemplo las áridas y/o semiáridas que presentan serias limitaciones de disponibilidad en términos de cantidad y calidad.

Otras zonas vulnerables en lo que hace al abastecimiento de agua, independientemente del ambiente natural donde se encuentren, son las rurales. En ellas muchas veces, además de correr con el inconveniente de poder encontrarse en las regiones mencionadas, pueden hallarse aisladas, contar con

una distribución dispersa de sus viviendas, un bajo nivel socio económico por parte de sus pobladores, un limitado acceso a nuevas tecnologías o escaso financiamiento económico para acceder a las mismas o una deficiente infraestructura existente, supervisión, control y apoyo por parte del Estado, lo que hacen que dicha problemática se vea incrementada. Es así que, a la propia dificultad de acceder a fuentes de abastecimiento (ríos, lagos, acuíferos) se suma la complejidad referida a estos factores socio-económicos y políticos locales. Sumado a ello, en los establecimientos y comunidades rurales, persiste el desconocimiento sobre criterios básicos para el manejo integral del recurso hídrico, en donde perdura la idea de sacarse rápidamente el agua del predio, en vez de contenerla para evitar impactos aguas abajo o almacenarla para aprovecharla en periodos de sequía.

La problemática hídrica del área de estudio se centra básicamente en dos aspectos: (i) la irregularidad de las precipitaciones. Entendiéndose por tal a lo que hace a su duración, intensidad y espacialidad, lo que da lugar tanto a escenarios de anegamientos como de sequías. (ii) La calidad y cantidad del agua subterránea. La presencia de altas concentración de sales y arsénico la tornan no apta para el consumo humano y en algunos casos hasta para la producción como puede ser el abrevado de animales o el riego de huertas y/o cultivos. En tanto que, las bajas permeabilidades de los estratos geológicos de ciertas zonas acentúan aún más la problemática, dado el acotado rendimiento de los reservorios acuíferos.

Es así que los inconvenientes que afrontan los pobladores en lo que respecta al abastecimiento de agua para consumo humano, radican básicamente en la falta de calidad, cantidad y disponibilidad del agua a lo largo del año.

Para realizar esta investigación se ha escogido una pequeña localidad rural denominada Santa Lucía, que se considera que, desde el punto de vista sociocultural y económico, es representativa de numerosos parajes rurales existentes no solo en el norte santafesino sino en el resto de las provincias que componen la Argentina. Dicho Paraje, geográficamente se encuentra situado en el Departamento Vera, al norte de la provincia de Santa Fe, a unos 300 km de la capital provincial (Santa Fe), y a 35 km al noroeste de la ciudad de Vera (cabecera del departamento homónimo), de la cual depende administrativamente (figura 1).



Figura 1. Ubicación geográfica del Paraje de Santa Lucía

El abastecimiento de agua potable de los habitantes del Paraje de Santa Lucía se realiza a partir del acceso a la fuente subterránea por medio de una perforación de aproximadamente 20 m de profundidad, donde el nivel estático se encuentra a unos 5 m bajo boca de pozo. Dicho recurso subterráneo no es adecuado para el consumo humano por presentar elevadas concentraciones de residuo seco, sodio, potasio y cloruros. Por esta razón, el agua debe ser tratada mediante ósmosis inversa. Sin embargo, la capacidad de producción de dicha planta de tratamiento no alcanza a satisfacer la demanda, sobre todo en los meses de verano cuando el consumo es mayor. Además, los reiterados cortes de energía eléctrica, que suelen suceder en este tipo de ambientes rurales, dificultan su normal funcionamiento, que junto a la falta de mantenimiento en el recambio de membranas y filtros hacen que la misma trabaje de forma deficiente.

Debido a estos problemas es que el municipio de la ciudad de Vera, a través de un camión cisterna, provee agua potable a los habitantes, dejándoles el suministro en cada hogar en tambores, bidones, baldes o recipientes capaces de almacenarla. Esta alternativa de abastecimiento también presenta sus inconvenientes, dado que no puede ser llevada a cabo

en días de lluvia e incluso posteriores a estos debido a que para acceder al Paraje se debe transitar unos 15 km de camino de calzada natural (tierra). A esto, debe agregarse la incertidumbre que implica, por un lado, el estado mecánico de dicho camión y por el otro, el hecho de que también el mismo debe abastecer a otros parajes de la zona, lo cual incrementa aún más dicha incertidumbre generando un cierto malestar en la población.

En este sentido, es que la ocurrencia de las precipitaciones en la zona al contabilizar valores considerables toma relevancia para ser aprovechadas, ya sea tanto para el consumo humano como para el abrevado de animales o el riego de huertas, es decir, lo productivo. Aunque para que dicho aprovechamiento sea viable y garantizar su sustentabilidad es necesario tener en cuenta aspectos sociales (como usos, costumbres, fortalezas y debilidades dentro de la comunidad), técnicos (como métodos y tecnologías apropiadas a aplicar), económicos (como los costos de inversión y beneficios obtenidos por haber llevado a cabo la obra), legales (como derechos y obligaciones a cumplir por parte de cada uno de los actores intervinientes en el proyecto) e incluso institucionales (como responsabilidades y compromisos asumidos

para con la comunidad en sí). Este análisis multidimensional debería ser conducente para alcanzar una adecuada gestión del recurso hídrico.

Al considerarse las metas y componentes del marco lógico de la GIRH, en el presente trabajo se plantea el siguiente objetivo general: lograr una gestión equitativa, sostenible y eficiente del abastecimiento de agua segura para pequeñas localidades del noroeste de la Provincia de Santa Fe. Los objetivos específicos que se proponen son: (i) elaborar un diagnóstico del estado actual del abastecimiento de agua potable en la región del noroeste santafesino, sobre la base de la caracterización de la demanda de las comunidades, la oferta hídrica de la zona en el marco de la política hídrica del gobierno provincial. (ii) Desarrollar una propuesta de acción para un caso piloto sobre la base del estudio en el Paraje Santa Lucía, que incluya el diseño de las acciones estructurales y las medidas no estructurales que atiendan a la gestión integrada del recurso hídrico.

2. METODOLOGÍA

Se basa principalmente en el concepto de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), es decir, en el proceso de adecuación, fomento y creación de un ambiente propicio para lograr la participación efectiva de los actores, instrumentos de gestión y roles institucionales claramente definidos, que promuevan el logro de las metas para la asignación social equitativa de los recursos bajo una concepción económica eficiente y que a su vez garantice la sostenibilidad ambiental. Así los componentes de la GIRH: ambiente propicio, roles institucionales e instrumentos de gestión deberían adecuarse para el cumplimiento de las metas considerando las particularidades de la problemática del abastecimiento de agua en el Paraje. A su vez, los Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina (PRPHRA) también han sido considerados para brindar lineamientos que permitan integrar aspectos técnicos, sociales, económicos, legales, institucionales y ambientales del recurso hídrico de forma de garantizar una gestión eficiente y sustentable de dicho recurso. De acuerdo al abordaje de la investigación bajo la visión de la GIRH, para el logro de los objetivos planteados la metodología se basó en:

- Recopilación y análisis de antecedentes, los que a su vez se han dividido en tres aspectos que se consideran relevantes para la investigación:

- Estudios, datos e informes de investigaciones previas que contribuyan a la caracterización de la oferta hídrica de la zona y de la demanda por parte de las comunidades.
- Avances en la tecnología para cosecha de agua de lluvia.
- Adopción social de tecnologías en agua y saneamiento.
- Diagnóstico del estado actual del abastecimiento de agua potable en el noroeste santafesino.
- Propuestas de acción. Las cuales consistieron en el desarrollo de:
 - Acciones estructurales.
 - Diseño y dimensionamiento de Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia (SCALL).
 - Medidas no estructurales.
 - Buenas prácticas de operación y mantenimiento de los SCALL.
 - Calidad del agua. Tratamientos necesarios para hacerla segura a la hora de su ingesta.
 - Políticas de Estado del Gobierno Provincial.
 - Marco legal e institucional.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los antecedentes de estudios, datos e informes de investigación previos se puede decir que:

- La principal oferta hídrica aprovechable en la zona está dada por la ocurrencia de las precipitaciones.
- La fuente de agua subterránea generalmente es de mala calidad debido a las altas concentraciones de sales y arsénico, donde predominan las aguas cloruradas sulfatadas sódicas o sulfatadas cloruradas sódicas.
- La irregularidad de las precipitaciones (intensidad, duración y espacialidad), las características geomorfológicas del suelo (baja permeabilidad) y el relieve (escasa pendiente) hacen que se generen escenarios tanto de anegamiento como de sequía. Situaciones que se ven potenciadas desfavorablemente debido a las acciones antrópicas, es decir, a la intervención del

hombre que a través de la canalización de esteros y zonas bajas sin una adecuada gestión, la agricultura con la expansión de la actividad agrícola y el inadecuado manejo de la ganadería, entendiéndose por tal a la quema sin control de pastizales y sobre pastoreo en zonas delicadas hacen justamente que dichas acciones tengan un impacto mayor en el medio debido, por ejemplo, al incremento del escurrimiento superficial, que facilita un mayor arrastre y lavado de los suelos, a la vez que genera zonas de erosión y otras de sedimentación.

- La práctica de recarga artificial del acuífero en zonas de paleocauces, es decir, el aprovechamiento del agua de lluvia en perfiles con un cierto porcentaje de arena, ha dado resultados satisfactorios mejorando la calidad del agua subterránea (disminución de la concentración de sales), permitiendo así un mayor aprovechamiento de dicha fuente.

En lo que hace a los antecedentes sobre el avance en la tecnología para la cosecha de agua de lluvia. Vale aclarar que:

- La misma consiste en captar el agua de las precipitaciones caídas sobre superficies impermeables como ser techos de viviendas o suelos de muy baja permeabilidad, arcillosos por ejemplo, y conducirlos hasta un depósito que puede ser un aljibe, si se trata de agua destinada a consumo humano o una represa si

es para producción, donde va a ser almacenada para su posterior utilización.

- En este sentido, si se trata de agua destinada para consumo humano, para lograr un adecuado almacenamiento de la misma es deseable que ésta sea filtrada previamente a su ingreso al aljibe. De esta forma, al evitar la incorporación de materia orgánica, insectos y/o sedimentos que suelen encontrarse depositados en las áreas de captación (techos) se asegura no solo la calidad del agua que se almacene sino también la eficiencia del tratamiento que se emplee previo a su ingesta.
- Si bien, los aljibes, pueden tener diferentes formas y tamaños, lo aconsejable es que sean cilíndricos para asegurar una distribución uniforme de presiones y minimizar puntos críticos que impliquen riesgos en su estructura.

En la siguiente figura 2, se muestra un SCALL típico donde se aprecia el techo de la vivienda que obra de área de captación, la canaleta de recolección con su respectiva puntera y bajada, la cañería de conducción, el sistema de filtrado, el aljibe, con su acceso (tapado), cañería de excedentes y mecanismo de extracción del agua, que en este caso en particular consiste en una bomba manual debido justamente a que, como se mencionó anteriormente, en ambiente rurales el suministro eléctrico no está garantizado.



Figura 2. Sistema de captación y aprovechamiento del agua de lluvia

Por el lado de los antecedentes en adopción social de tecnologías en agua y saneamiento.

- Se debe partir de un trabajo previo en terreno teniendo en cuenta, desde un principio, la comunidad destinataria en lo que refiere a sus tradiciones, conocimientos, fortalezas y debilidades, lo que permitirá en forma conjunta, no solo detectar el problema, definir objetivos y metas, proponer la tecnología más acorde a dicho escenario socio-ambiental sino que también definir la estrategia de adopción de dicha tecnología.
- De la mano del punto anterior se puede mencionar que, en una inadecuada gestión hasta la tecnología más acorde adoptada termina siendo inapropiada. Esto puede ser debido a una falta de compromiso, es decir, desinterés por parte de los beneficiarios, desconocimiento del tema o una deficiencia de recursos financieros. Es decir que en algunos casos, dicha tecnología puede llegar a resultar una imposición.

Como se mencionó anteriormente y siguiendo con el segundo punto de la metodología que trata sobre el estado del abastecimiento de agua potable en el noroeste santafesino y teniendo en cuenta el caso de estudio del Paraje de Santa Lucía, se puede decir que, el agua subterránea tiene un alto contenido de sales, esto hace que su calidad sea muy mala, al punto tal que si no es tratada se torna inutilizable para el consumo tanto de las personas como de los animales y el riego de huertas. En tanto que, la superficial directamente no es tenida en cuenta debido a que se encuentra a un par de kilómetros de dicho paraje y al igual que la subterránea, no solo que su calidad no es buena, sino que en épocas de estiaje la misma puede desaparecer debido a que no se trata de un curso de agua permanente sino de una cadena de bañados.

En la actualidad la población cuenta con dos fuentes de abastecimiento. Una de ella es la pequeña planta de ósmosis inversa instalada en el paraje y la otra es la brindada por el municipio de la ciudad de Vera a través de un camión cisterna. En el caso de la planta de ósmosis, la misma abastece a una precaria red de distribución comunitaria la cual posee un par de canillas distribuidas de forma dispersa dentro del paraje de donde la población debe proveerse. Como se mencionó, el inconveniente que presenta es que al ser de baja producción no alcanza a satisfacer la demanda. Además, al carecer de un adecuado

mantenimiento, sobre todo en lo que respecta al recambio de sus membranas, su eficiencia se ve disminuida y junto con los repentinos y frecuentes cortes del suministro eléctrico, que suelen darse sobre todo luego de tormentas o lluvias importantes, acentúan aún más sus limitaciones.

En tanto que, la fuente de abastecimiento proveniente de la ciudad de Vera a través del camión cisterna también presenta sus inconvenientes ya que, como se adelantó, para poder acceder al paraje hay que transitar por caminos rurales de calzada natural que en caso de ocurrencia de alguna precipitación se tornan intransitables, incluso en días posteriores al del acontecimiento del fenómeno, quedando de esta forma el paraje sin la prestación de este servicio por tiempo indeterminado. A su vez, en los períodos de mayor demanda (verano), se torna complejo garantizar los pedidos ya que dicho camión también debe abastecer a otras comunidades de la zona.

En este sentido, en lo que hace a la disponibilidad de agua meteórica, justamente por los inconvenientes mencionados anteriormente es que toman importancia las precipitaciones que se producen en la zona. De este modo, contando con el registro de datos de lluvias que dispone el Centro Operativo Experimental (Aldo Emilio Tessio) emplazado en el Establecimiento Las Gamas, es decir, un registro de datos muy próximos al caso de estudio con una longitud de más de 100 años, algo poco común pero si altamente deseable, ya que es fundamental contar con un registro confiable y lo más extenso posible de forma de contemplar períodos húmedos o secos que puedan llegar a ocurrir, se pudo determinar no solo la precipitación media anual de dicha serie, que fue de 1.034 mm, sino también la precipitación anual de diseño (figura 3) y el período de no cosecha, es decir, el período considerado como de no ocurrencia de precipitaciones capaces de ser aprovechadas por el sistema. De esta forma, para el caso de la precipitación anual de diseño, se empleó un coeficiente de captación que contempló varios factores como ser pérdidas por salpicadura, viento, evaporación, fricción y tamaño de gota, del 80 %, que según referentes internacionales en el tema, es más que suficiente para resguardarse en el diseño de este tipo de obras. En este sentido, el valor obtenido fue de 827 mm. En tanto que, para el período de no cosecha, cabe aclarar que el monto de dichas precipitaciones fue fijado teniendo en cuenta también bibliografía internacional, en 50 mm. Lo que arrojó un período de

5 meses (figura 4) al cual se le ha sumado uno más para mayor seguridad. Es así que, se considera que durante 180 días no se producirán precipitaciones

aprovechables, lo que implica por lo tanto, que el sistema debe satisfacer la demanda durante dicho período crítico.

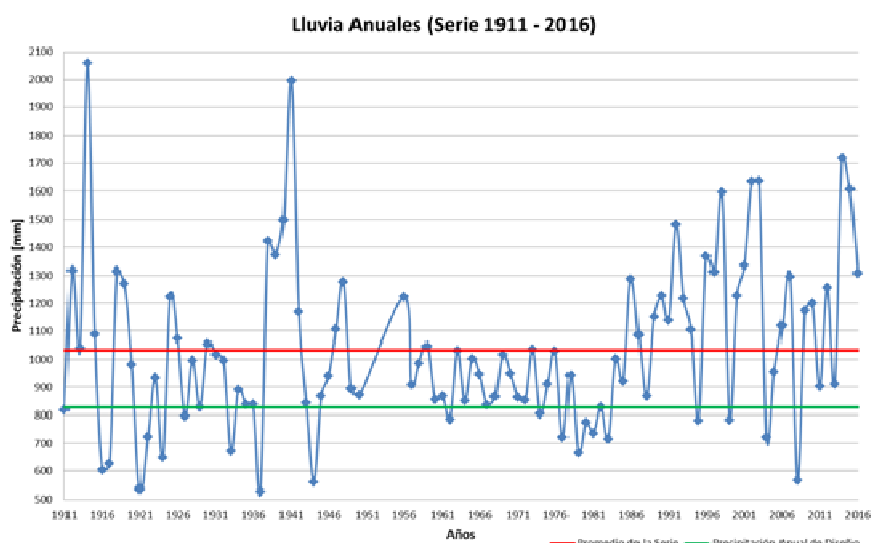


Figura 3. Gráfico de precipitaciones anuales de la serie 1911-2016, Promedio de la serie y precipitación anual de diseño

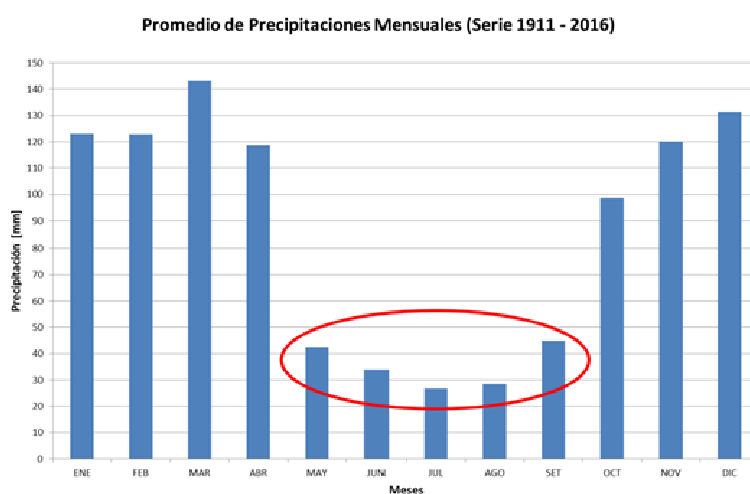


Figura 4. Período de lluvias no aprovechables por el SCALL

Tabla 1. Composición de la dotación considerada

Destino	Dotación [l/hab.día]
Bebida	3
Cocción de alimentos	2
Higiene personal	5
	10

Para la caracterización de la demanda de agua se tuvieron en cuenta los actores intervinientes del paraje, es decir, todos aquellos habitantes del mismo que demostraron interés en la implementación y apropiación de la tecnología propuesta. Es así que, del relevamiento que se realizó a campo se pudo determinar, no solo la cantidad de habitantes del Paraje (260 personas aproximadamente) sino la de cada hogar entre otras cuestiones. Además, teniendo en cuenta lo que recomiendan organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) o la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en lo que refiere al consumo de agua por persona por día, se adoptó una dotación de 10 l/hab.día, lo que permitió la determinación de la demanda de cada hogar. Vale remarcar que la adopción de dicha dotación es exclusivamente para ser destinada a bebida, cocción de alimentos e higiene personal de la siguiente manera (tabla 1). Considerando lo anterior y agrupado a los hogares dependiendo la cantidad de sus integrantes se lograron determinar 4 grupos: (i) Hogares con hasta 2 integrantes. (ii) Hogares con hasta 4 integrantes. (iii)

Hogares con hasta 6 integrantes. (iv) Hogares con más de 6 integrantes.

Esto permitió determinar la demanda de cada uno de los grupos de hogares durante el período crítico (tabla 2). Se constató que la mayoría de los techos son de chapas de zinc y se encuentran en buen estado, y que disponen de letrinas alejadas de la vivienda. A su vez, se aprovechó para determinar los lugares más adecuados en donde ubicar los aljibes. Para lo cual, se tuvo en cuenta por el lado de la seguridad en lo que respecta a la calidad del agua almacenada, que los mismos deben estar lo más lejos posible de potenciales fuentes contaminantes como ser pozos sépticos, letrinas, gallineros, corrales, etc., y por el lado de la integridad estructural de la obra, de raíces de árboles y plantas. De esta forma, teniendo en cuenta la superficie de captación promedio (techos de los hogares), la lluvia anual de diseño y la dotación diaria adoptada por habitante se pudo determinar tanto el volumen anual posible de ser cosechado como el consumo anual por tipo de hogar y la diferencia entre éstos últimos (Tabla 3). Del relevamiento a campo también se pudo diagnosticar el estado de la infraestructura de los hogares.

Tabla 2. Determinación de la demanda por grupo de hogar durante el período de lluvias no aprovechables para la cosecha de agua

Grupo	Hab. por hogar	Cant. de hogares	Cant. de hab.	Dotación adoptada [l/hab.día]	Consumo diario [l/hog.día]	Días s/ lluvias aprov.	Consumo período crítico [l/hogar]
1	1 a 2	21	28	10	20	180	3600
2	3 a 4	20	73	10	40	180	7200
3	5 a 6	12	65	10	60	180	10800
4	+ de 6 (*)	13	99	10	80	180	14400

(*) El cálculo se realizó para un hogar con 8 integrantes

Tabla 3. Determinación de volumen cosechado y consumos anual por tipo de hogar

Grupo	Hab. Por hogar	Dotación Adoptada [l/hab.día]	Consumo Calculado [l/hog.día]	Sup. Cap. Prom. [m ²]	Precip. Diseño [mm/año]	Vol. Cosech. [l/año]	Cons. Calc. [l/año]	Vol Cos - Cons Cal [l/año]
1	1 a 2	10	20	65	827	53755	7300	46455
2	3 a 4	10	40	51	827	42177	14600	27577
3	5 a 6	10	60	66	827	54582	21900	32682
4	+ de 6 (*)	10	80	63	827	52101	29200	22901

(*) El cálculo se realizó para un hogar con 8 integrantes

Como puede apreciarse, el posible volumen de agua que se puede llegar a cosechar durante todo el año, teniendo en cuenta la superficie promedio de los techos de los hogares y la lluvia anual de diseño determinada, es más que suficiente para satisfacer la demanda de las familias en dicho periodo. Con toda la información que se ha podido relevar y los cálculos que se han llevado a cabo se propusieron las medidas estructurales y las acciones no estructurales. En este sentido, las medidas estructurales consistieron en el diseño y construcción de aljibes a la demanda de cada hogar según el número de integrantes de las mismas. Concretándose de esta forma:

- Aljibes de 3,500 litros de capacidad para hogares con hasta 2 integrantes
- Aljibes de 7,000 litros de capacidad para hogares con hasta 4 integrantes
- Aljibes de 11,000 litros de capacidad para hogares con hasta 6 integrantes
- Aljibes de 15,000 litros de capacidad para hogares con 8 o más integrantes

Algo no menor, si se quiere lograr la sostenibilidad de este tipo de sistemas, es tener en cuenta las siguientes consideraciones a la hora de implementar, operar y mantener un SCALL:

- a. La superficie de cosecha debe estar en condiciones de captar toda el agua de lluvia posible que caiga sobre la misma, es decir, no debe estar agujereadas, rajada o rota.
- b. Las canaletas de recolección deben estar bien colocadas y amuradas, con la pendiente en el sentido correcto. Además, deben contar con su correspondiente cabecera y ser del tamaño adecuado para evitar rebalses.
- c. El número de bajadas (bocas de descarga), debe ser el suficiente para facilitar el desagote de las canaletas. En este sentido, se aconseja una bajada cada 50 metros cuadrados de superficie a desagotar.
- d. Las cañerías de conducción deben ser del diámetro correcto de forma de evitar taponamientos u obstrucciones que reduzcan el escurrimiento o produzcan pérdidas por rebalses.
- e. En lo que respecta al sistema de filtrado.
 - El decantador debe contar con una malla mosquitero, tejido pajarero o rejilla metálica que actúe como pre filtro de materiales sólidos como pueden serlo hojas, palitos, bichos, heces de pájaros o cualquier otro tipo de elemento que pueda encontrarse depositado en el techo y ser arrastrado por el agua. Siempre debe estar desagotado y limpio antes de

que se produzca la precipitación. De este modo, se evitará el ingreso del agua estancada que haya quedado del último evento, con lo cual, se asegura que el agua que se vaya a almacenar en el aljibe sea la que recién se haya captado y por lo tanto no haya tenido la oportunidad de estar en contacto con ningún roedor, pájaro, materia orgánica, etc. que pudiera haber caído en dicho compartimento en caso de carecer de dicho pre filtro o encontrarse dañado.

- La zona filtrante (manto arenoso, cuyo tamaño del grano es de 1 a 2 mm) debe estar limpia, para lo cual es importante que la capa superior de la misma haya sido lavada luego de un determinado tiempo de operación del filtro, ya que con las sucesivas lluvias, el sedimento arrastrado desde la superficie de captación y que no ha quedado retenido en el decantador se va depositando en la misma. La limpieza es sencilla, y consiste en remover la parte superior de dicha capa para lavarla con agua. Una vez limpia se la vuelve a colocar en su lugar. En caso de que se vaya perdiendo dicho material, el mismo debe ser repuesto de forma de mantener el espesor mínimo (30 cm) que asegure el filtrado del agua que ingresa.
- f. En cuanto al aljibe, es fundamental que sea estanco, sin olvidarse que debe contar con un acceso que permita el ingreso de una persona a su interior para poder realizar limpiezas periódicas y posibles reparaciones. A su vez, dicho acceso debe contar con una tapa sólida que evite el ingreso de luz, motivo que favorece la proliferación de vegetación, además de impedir el ingreso de animales, roedores, materia orgánica o cualquier otra cosa que en contacto con el agua almacenada pueda comprometer su calidad. En este sentido, también se reduce el riesgo de posibles accidentes ante la caída en su interior sobre todo de algún niño, ya que estos suelen ser más inquietos y desconocer el peligro que implica un depósito destapado esté o no con agua. Por todo ello, se aconseja que dicha tapa sea de un material resistente (losa de hormigón, chapón, etc.) y cuente con un sistema de traba. En tanto que la limpieza debe realizarse cada vez que se detecte suciedad en su interior recomendándose como mínimo una vez por año antes del comienzo del periodo de lluvias, de esta forma, es más probable que el aljibe contenga poca agua y por lo tanto la que haya

que extraer para vaciarlo sea mínima. Limpieza en la cual es recomendable se utilice lavandina para desinfectar tanto sus paredes como su fondo. También, un dato no menor, es controlar el estado de la malla que se haya utilizado en el caño de excedente para impedir el ingreso de insectos y/o roedores al mismo.

g. Por el lado de los diferentes tratamientos necesarios realizarle al agua para considerarla segura antes de su ingesta se pueden nombrar los siguientes:

- Hervido: hervir el agua a tratar de 3 a 5 minutos es suficiente para matar los agentes patógenos que pueda contener.
- Dosificación con cloro (lavandina): aplicando una gota de lavandina, apta para la desinfección del agua (esto es, sin ningún tipo de aditivo), de buena calidad, cada dos litros de agua limpia a tratar y dejándola actuar durante 30 minutos es suficiente para asegurar que los microorganismos que pudieran existir hayan sido eliminados.
- SODIS (Solar Disinfection): es un método de desinfección del agua que utiliza los rayos ultra violeta del sol. Consiste en llenar con el agua a tratar botellas plásticas transparentes en buen estado de conservación y exponerlas al sol de forma directa. De esta forma, dichos rayos actuarán sobre los microorganismos presentes en la muestra. Para un mejor efecto, es recomendable que el agua se encuentre lo más transparente posible, es decir, con bajo grado de turbiedad. Hay que dejarla expuesta al sol durante un día (en días soleados) o dos en días nublados.
- Ósmosis inversa: es un tratamiento que consiste en hacer pasar el agua a tratar por membranas de determinadas características donde quedan retenido tanto los microorganismos como los elementos químicos presentes.

h. Cada alternativa de tratamiento tiene sus aspectos positivos y negativos:

- El hervido: es fácil y eficiente, solo que consume energía ya sea eléctrica,

gasífera o de biomasa, es decir que, implica un cierto costo que, si bien puede no ser elevado hay que considerarlo. El mayor inconveniente se puede dar en ocasiones donde no se disponga o no se tenga acceso a dicha fuente energética. Además, no posee poder residual, lo que implica un mayor cuidado en su almacenamiento posterior a su tratamiento.

- La dosificación con cloro (lavandina): es simple, eficiente y posee poder residual, lo que asegura que, ante la presencia de nuevos agentes patógenos, el cloro actuará matando los microorganismos no deseados. El conocimiento requerido por parte de la persona que vaya a implementar dicho tratamiento es casi nulo, solo debe colocar la cantidad (dosis) de lavandina correcta. Presenta un muy bajo costo, solo que en algunas zonas, sobre todo aquellas rurales alejadas de centros urbanos, hay que asegurar su provisión y no se debe llevar a cabo una sobredosificación ya que no solo le dará un gusto desagradable sino que va a producir inconvenientes en el sistema digestivo de aquel que la ingiera, y por el contrario, una dosificación insuficiente, no garantiza la eliminación de los microorganismos que se encuentren presentes.
- La SODIS: es eficiente, no demanda ningún tipo de energía o inversión inicial que incurra en costos ya que emplea los rayos ultravioleta del sol, de nula complejidad de operación y mantenimiento, pero si es un tratamiento que demanda un cierto tiempo, como se comentó anteriormente. Además, tampoco posee poder residual, es por ello que se recomienda que el agua sea consumida directamente desde las propias botellas. Otra cuestión no menor es reemplazar dichas botellas plásticas cada tres o cuatro veces de ser usadas debido a que los rayos ultravioletas también degradan el material.
- La ósmosis inversa: es muy eficiente ya que no solo elimina elementos químicos sino que también los microorganismos

presentes en el agua tratada, pero tiene desventajas significativas ya que demanda una importante inversión inicial, requiere de personal capacitado para su operación y mantenimiento y para su funcionamiento depende del suministro eléctrico, que muchas veces, en zonas rurales, es deficiente o incluso se carece del mismo. Además no posee poder residual.

Las medidas no estructurales, se adoptaron aquellas que apuntaron sobre todo a la adopción social de la tecnología propuesta. Las cuales contemplaron:

- a. El reconocimiento de actores. Donde se tuvo en cuenta a todas aquellas instituciones, organismos y agrupaciones presentes en el medio y con directa relación en las actividades que se desarrollan en torno al Paraje (tabla 4). Para ello, se realizaron reuniones justamente con el fin de identificarlos, determinar sus incumbencias, roles, actividades y nivel de participación. En este sentido, se logró formar un equipo interinstitucional e interdisciplinario, algo no muy común pero si muy deseado por la fortaleza que da el hecho de tener diferentes visiones, capacidades, etc. Luego de haber acordado la modalidad de intervención en el terreno, se coordinó la primera visita a la comunidad con el fin de comentarles la propuesta del proyecto. Para esto, se realizaron talleres grupales sobre temas tales como: dificultades o temores que tenían respecto de dicho proyecto, que esperaban del mismo, qué podían ofrecer o proponer como vecinos del paraje y beneficiarios de las obras y cualquier otra sugerencia que se les ocurriese debiera ser tomada en cuenta. En tanto que, en talleres posteriores se conformaron los grupos de trabajo, es decir, la cuadrilla que se iba a dedicar a la construcción de los aljibes ya que, el proyecto, que en un principio contemplaba la contratación de mano de obra finalmente no lo hizo, lo que derivó en la conformación de dichos grupos como contra parte junto con la participación de cada familia a la cual se le pidió que cavara el pozo y acarrear los materiales necesarios para concretar la obra.
- b. Desarrollo de capacidades. Consistieron, en un principio, en la implementación del

programa de entrenamiento laboral de la Nación en lo que refiere a la construcción de los SCALL. Esto surgió justamente debido a lo comentado anteriormente sobre el tema de la mano de obra de los beneficiarios como contra parte del proyecto. En este sentido, se hicieron diversos talleres prácticos con los grupos constructores conformados en su mayoría por jóvenes de la comunidad con cierto conocimiento en la construcción. En una primera instancia, se los capacitó en el armado de las estructuras de hierro necesarias para la consolidación del aljibe. Y en una posterior, ya a lo que es la construcción del aljibe propiamente dicha. Algo similar sucedió luego de haberse concretado la totalidad de las obras solo que en esta oportunidad, los capacitados fueron los propios beneficiarios, es decir las familias, en lo que refiere a la adecuada operación y mantenimiento de los mismos, remarcando la importancia de almacenar el agua lo más limpia posible para facilitar y hacer más eficiente el posterior tratamiento microbiológico que se debe realizar para asegurar un agua de calidad que no los enferme conformando esto último la segunda etapa de las capacitaciones que se han realizado.

- c. Organización de usuarios (figura 5). Por último, se abordó la importancia de conformar una comisión o asociación vecinal donde se fijen criterios y se tomen decisiones de forma priorizada en lo que respecta sobre todo al mantenimiento de los sistemas, como también a estructuras de inversión y financiamiento y, donde se implementen y prevean, entre otras cuestiones, las políticas y la eventual adecuación al marco legal que surja de la reglamentación de la Ley de Aguas de la Provincia de Santa Fe (Ley 13.740). En este sentido, se recomendó que dicha comisión esté compuesta por un representante de cada barrio que presente interés en participar y que tenga el aval de sus pares, un agente del gobierno local, con cierto conocimiento en el tema, y uno por cada institución u organismo que se encuentre más vinculado con las actividades que se desarrollan en el Paraje, de forma de que no solo los intereses de los representados estén presentes a la hora de toma de

decisiones sino que también exista el apoyo y acompañamiento por parte de dichas instituciones y organismos sobre todo al momento de gestionar algún tipo de decisión que implique un grado de intervención más compleja que pueda exceder la capacidad de participación del representante por parte de los vecinos. En tanto que, para el funcionamiento y consolidación de dicha comisión se piensa como estrategia, en la creación de un fondo financiero a través de aportes mínimos o colaboraciones voluntarias por parte de los beneficiarios de los sistemas para afrontar el mantenimiento, reparación o

concreción de futuras obras que haya que llevar a cabo. Se piensa que sería bueno, en una primera instancia, que la coordinación de esta comisión la lleve adelante la ONG FUNDAPAZ por ser la organización que viene trabajando desde años en este tipo de ambientes y por el conocimiento que tiene en particular de este Paraje. Si posteriormente, sería conveniente que la coordinación quede a cargo de alguna institución o grupo de instituciones con presencia en el mismo Paraje, pudiendo ser éstas, el Centro de Salud, la Escuela o la Comisaria.

Tabla 4. Detalle de los actores intervinientes en el desarrollo del proyecto

Actor	Nivel al que pertenece	Rol	Actividad desarrollada	Nivel de vinculación
Subsecretaría de Agricultura Familiar de la Nación	Nacional	Diseño de planes, programas y proyectos para promover la capacidad productiva de la agricultura familiar fortaleciendo las condiciones para el desarrollo local y regional.	Relevamiento en campo. Seguimiento de la construcción de los sistemas.	Alto
Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación	Nacional	Gestión de política nacional en materia de relaciones laborales, empleo y seguridad social.	Aprobación del programa de entrenamiento laboral.	Bajo
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	Nacional	Investigación/desarrollo, transferencia/extensión, vinculación tecnológica y relaciones institucionales.	Gestión del proyecto de Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia (SCALL). Diseño y dirección de las obras proyectadas. Capacitación en buenas prácticas de manejo de los sistemas y diferentes tratamientos para obtener un agua segura para el consumo humano.	Alto
FUNDAPAZ	Regional	Desarrollo rural sustentable con comunidades indígenas y familias campesinas.	Facilitador en terreno de las actividades sobre todo de gestión del grupo constructor y de los propios beneficiarios.	Alto
Ministerio de Infraestructura y Transporte (Secretaría de Aguas y Saneamiento)	Provincial	Planificación y definición de la política hídrica a nivel provincial. Estudio, proyecto, ejecución, mantenimiento, operación y administración de las obras públicas hidráulicas; de obras de prevención y defensa contra las inundaciones y de la defensa de las costas y de obras sanitarias, de agua, de evacuación de efluentes cloacales y pluviales.	Consultas/entrevistas a referentes claves sobre la política de estado del gobierno provincial sobre todo en lo que refiere al abastecimiento de agua para las pequeñas localidades rurales y, el marco legal e institucional de la provincia.	Medio

Municipalidad de Vera	Municipal	Política/administrativa.	Acompañamiento/logística en las actividades relacionadas a la concreción de las obras proyectadas.	Alto
U.O.C.B.	Local	Promoción del trabajo local de pequeñas familias de productores.	Facilitador en terreno a través de su referente territorial.	Alto
Instituciones locales	Local	Educación, seguridad, salud.	Fueron consultadas/visitadas en una primera instancia (pre-proyecto).	Bajo
Capataz de Obra	Local	Dirección de los grupos constructores.	Coordinador de los grupos y actividades relacionadas a la construcción de los SCALL.	Alto
Grupo Constructor	Local	Construcción de SCALL.	Responsables de la construcción de los aljibes y demás obras complementarias.	Alto
Beneficiarios	Local	Mayormente familias de productores de subsistencia.	Responsables del cavado del pozo y acarreo de materiales hasta sus domicilios para que el grupo constructor pueda comenzar con la obra.	Alto

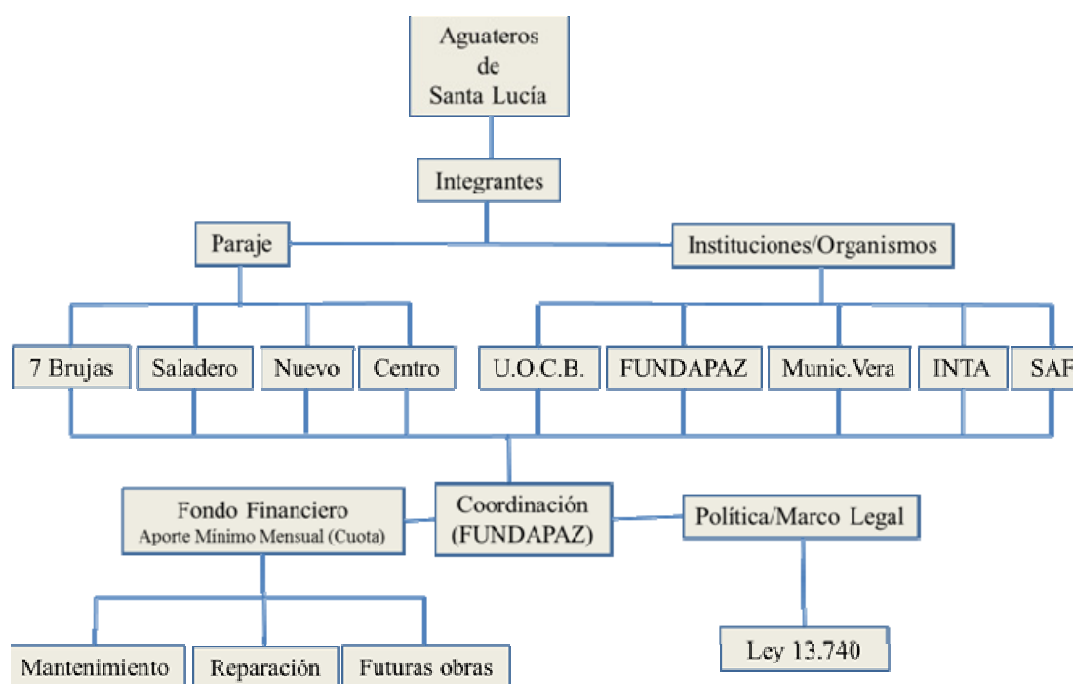


Figura 5. Organigrama propuesto para la Comisión "Aguateros de Santa Lucía"

4. CONCLUSIONES

Las siguientes consideraciones que deberían ser tenidas en cuenta a la hora de proyectar y replicar la experiencia en otras pequeñas localidades no solo del noroeste santafesino sino de cualquier paraje donde se garanticen los requerimientos de este tipo de

sistemas, de modo tal de que constituyan un plan de gestión integrada del abastecimiento de agua segura para la población.

El diagnóstico realizado del estado del sistema de abastecimiento de agua potable del paraje de Santa Lucía refleja una realidad que se repite en varias

pequeñas localidades del norte santafecino, donde el principal condicionante es la falta de mantenimiento de los mismos que junto con el incremento de la población, en algunos casos, hacen que con el paso del tiempo éstos queden subdimensionados funcionando de manera deficiente e incluso quedando obsoletos. Si bien, no existe un factor único que dé respuesta a lo comentado, algunas cuestiones podrían ser la falta de planificación, gestión, priorización o recursos. Lo cierto, es que la necesidad y el padecimiento están presentes de forma continua en varios lugares.

Por el lado de los actores en terreno, entendiéndose por tales a decisores políticos, autoridades de aplicación, organismos gubernamentales y no gubernamentales y sociedad civil en general, debería existir un mayor interés y compromiso por revertir esta situación. El acompañamiento continuo, de éstos, es fundamental para lograr los objetivos planteados. Esta falencia es algo que se pudo apreciar claramente en el lugar de estudio no por parte de los organismos e instituciones del medio sino por parte de las propias familias beneficiadas ya que fueron muy pocas las que verdaderamente tuvieron una actitud participativa tanto para que las obras se concretaran como para capacitarse en lo que hace a la operación y mantenimiento del SCALL como así también en lo que respecta a los posibles tratamientos que se le debe realizar al agua para considerarla segura a la hora de su ingesta.

Tanto el acceso al agua potable como al de otros servicios básicos en este tipo de comunidades siempre ha sido un tema relegado, sobre todo por los decisores políticos, que al priorizar su gestión en otros sitios de mayor trascendencia regional, avanza de forma muy lenta pesando en el bienestar de su comunidad, que debe padecer dichas deficiencias, lo que les impide alcanzar un mejor nivel de vida. Situación, que con el correr del tiempo en ocasiones hace que varias familias abandonen sus lugares de origen en busca de un horizonte más prometedor. Siendo éste, en la mayoría de los casos, la ciudad donde allí suelen encontrarse con un importante inconveniente de inserción laboral y social. De allí la importancia de este tipo de gestiones donde más allá de satisfacer una demanda elemental como lo es el acceso a una fuente de agua segura para el consumo de las personas, teniendo en cuenta la sostenibilidad del recurso, también es el de mejorarles la calidad de vida y evitar de esta forma que se produzcan dichas migraciones.

La oferta hídrica, dada por el aporte de las precipitaciones con que cuenta la región, es una opción tan válida como lo pueden ser otras fuentes de abastecimiento convencional como ser la subterránea o superficial, en aquellos casos donde sea posible ser aprovechada. Ésta, es suficiente para satisfacer la demanda de agua para la ingesta de la población allí radicada, ya sea aprovechada de forma comunitaria como individual o grupal por hogar como lo fue en el caso de estudio planteado. Solo será cuestión de recopilar la mayor cantidad de datos pluviométricos posible (mínimo 30 años), preferentemente provenientes de fuentes confiables, para poder determinar la potencial oferta (lluvia de diseño) que permitirá calcular la superficie necesaria para satisfacer la demanda que se proponga.

La determinación de la demanda de agua segura para el consumo humano, en este tipo de sistemas, es decir, en los destinados a captar y aprovechar el agua de lluvia, siempre es aconsejable que se la realice en base a una dotación diaria mínima por persona que satisfaga las necesidades básicas de ingesta, cocción de alimentos e higiene personal. Para ello, existen tablas establecidas por diferentes organismos nacionales e internacionales que pueden ser utilizadas de forma orientativa para tal fin. En este punto, es fundamental remarcar que el destino prioritario es de satisfacer la demanda de las personas. Si se logró garantizar dicho fin, recién ahí, se puede pensar en abastecer a pequeños animales de granja como ser gallinas, chivos, ovejas, cerdos, etc. o regar alguna huerta que se disponga y que generalmente suelen poseer estos tipos de comunidades rurales para su subsistencia.

En lo que hace a las medidas estructurales, las mismas deben ser diseñadas teniendo en cuenta en principio la oferta hídrica (lluvias) con la cual se cuenta en el lugar o lo más próximo al mismo, de allí la importancia de contar con una base de datos lo suficientemente larga y confiable, y posteriormente la superficie existente destinada a captarla (techos). Paralelamente, es fundamental contar con el dato de la cantidad de personas que se van a abastecer (demanda) empleando esa superficie. Esto permitirá corroborar si la misma es suficiente o no para garantizar dicha demanda. En caso de no serlo, se deberá calcular la superficie extra necesaria a construir. Con esos datos se está en condiciones de diseñar el SCALL más adecuado que contemple las condiciones ambientales y edificaciones existentes y que satisfaga la demanda calculada para la comunidad.

En relación con este tema y de la mano de las medidas no estructurales, una cuestión que no es menor y que en muchos casos hace a la viabilidad de un proyecto o propuesta, es que aquella tecnología que se decida implementar esté probada y validada con anterioridad y que sea apropiada por la comunidad donde se la vaya a implementar. Aquí, lo aconsejable es que exista un trabajo de terreno previo con la comunidad en conjunto con asistentes sociales y/o agentes sanitarios, es decir, con personal más capacitado para el trato con las personas, de forma de que se sientan partícipes a medida que se van capacitando por ejemplo en la importancia que tiene el hecho de contar con una fuente de agua segura para su consumo y familiarizando con dicha propuesta. En este sentido, las medidas deben

garantizar no solo los intereses de los directos participantes, es decir de los actores en terreno, teniendo en cuenta sus roles, capacidades, responsabilidades, fortalezas y/o debilidades sobre todo de aquellos grupos más vulnerables, en pos de la equidad social, sino que también la sostenibilidad del recurso dentro de un marco de eficiencia económica. Todo ello, podrá ser alcanzado si se parte de una buena identificación y caracterización de dichos actores, cosa que permitirá definir estrategias de participación e intervención para con los mismos, un correcto y actualizado diagnóstico de la situación económica, social y ambiental del lugar con el fin de implementar el plan de gestión integrada del abastecimiento de agua que mejor se adapte.

REFERENCIAS

- Anaya Garduño, M. (2011). Captación del agua de lluvia. Solución caída del cielo. Primera Edición. México.
- Basán Nickisch, M.; Sánchez, L.; Tosolini, R. Tejerina Díaz, F.; Jordan, P. (2018). Sistemas de captación de agua de lluvia para consumo humano, sinónimo de agua segura. *Revista Aqua-LAC*, Vol. 10: 15-25.
- Bernascon, R.; Colombo, M.; Nisensohn, L.; Pire, E.; Postma, J. (1980). Descripción de Vegetación y Suelos del Norte de la Provincia de Santa Fe.
- Bissio, J.; Luisoni, L.; Battista, W. (1990). Relación entre el Agua Superficial y los Principales Tipos de Vegetación de los Bajos Sub-meridionales de Santa Fe. *Reconquista*, Santa Fe: Publicación Técnica N° 5.
- Bojanich, E.; Risiga, A. (1981). Aguas Subterráneas de la Provincia de Santa Fe. En *Estudios de Geografía de la Provincia de Santa Fe*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Tomo 9.
- Cap-Net. (2005). Red Internacional para el Desarrollo de Capacidades en la Gestión Integrada del Recurso. Planes de gestión integrada del recurso hídrico. Manual de capacitación y guía operacional.
- Cap-Net; PNUD. (2008). Gestión Integrada de los Recursos Hídricos para Organizaciones de Cuencas. Red Internacional de Desarrollo de Capacidades para la GIRH.
- CEPAL. (2016). Perspectivas económicas de América Latina 2016. Hacia una nueva asociación con China. Paris: OECD Publishing.
- COHIFE. (2003). Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina. Fundamentos del Acuerdo Federal del Agua.
- FAO. (2013). Captación y Almacenamiento de Agua de Lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile.
- FVSA; FUNDAPAZ. (2007). Bajos Submeridionales. Experiencia piloto de manejo del agua y recursos asociados.
- FVSA; FUNDAPAZ; ECODES. (2010). Proyecto: "Manejo Ecológico - Productivo del Humedal de los Bajos Submeridionales", Provincia de Santa Fe, Argentina.
- García Vargas, M. (2014). De la apropiación de la tecnología a la gestión del conocimiento. Retos de la gestión comunitaria del agua y el saneamiento. En S. M. Romero Pérez R., *Los retos de la adopción tecnológica en el sector hídrico de Latinoamérica* (pág. 245). México.
- Giraut, M.; Laboranti, C.; Rey, C. (2001). Cuenca propia de los Bajos Submeridionales. Creación de una unidad hídrica independiente.

- Indij, D.; Paris, M.; Schreider, M. (2014). Herramientas para contribuir a la gestión sustentable del agua en Latinoamérica. JRC Scientific and Technical Reports. European Commission Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability Luxembourg. Office of the European Union.
- López Calderón, A.; Passalía, C.; Periche, S. (2011). Bases para una Gestión Integrada de los Recursos Hídricos con Criterios de Sustentabilidad Productiva en la Región de Los Bajos Submeridionales (Pcia de Santa Fe) con Énfasis en los Aspectos Institucionales y Jurídicos. Santa Fe, Santa Fe, Argentina.
- Morras, H.; Candiotti, L. (1981). Relación entre la permeabilidad, ciertos caracteres analíticos y situación topográfica en algunos suelos de los bajos submeridionales (Santa Fe).
- OCDE; CEPAL; CAF. (2015). Perspectivas económicas de América Latina 2016: Hacia una nueva asociación con China. Paris: OECD Publishing.
- OMS; UNICEF. (2015). Progresos en materia de saneamiento y agua potable: Informe de actualización y evaluación del ODM. Nueva York.
- Paris, M. (2013). Notas de clase del curso Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) perteneciente a la Maestría en GIRH. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.
- Sánchez, L. (2019). Lineamientos de gestión para el abastecimiento sostenible de agua segura en pequeñas localidades del centro norte de la Provincia de Santa Fe (Argentina). Tesis de Maestría en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. 201 pp. Inédita.
- Seminario Taller. (Diciembre de 2013). Los retos de la adopción tecnológica en el sector hídrico en Latinoamérica. 11 a 23 y 112 a 125. México.
- Soares, D.; Fonseca, O. (2014). Lecciones aprendidas en la promoción de tecnologías domésticas en Chiapas, México. En S. M. Romero Pérez R., Los retos de la adopción tecnológica en el sector hídrico de Latinoamérica (pág. 245). México.
- Solsona, F.; Mendéz, J. (2002). Desinfección del Agua. Lima, Perú.
- Sosa, D. (2012). El Agua, Excesos y Déficits en la Producción Agrícola de Secano y Pecuaria dentro de la Cuenca Inferior del Río Salado. La Coruña, España.
- Taller. (Noviembre de 2015). Adopción tecnológica de Agua y Saneamiento". Del fortalecimiento de organizaciones locales en políticas públicas. Las dos caras de los procesos de adopción de agua y saneamiento. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Urquidí, J.; Barragán, B.; Camacho, A. (2004). Manual de Capacitación en Operación y Mantenimiento de Tecnologías Alternativas en Agua y Saneamiento. 36 a 42 y 107 a 126. La Paz, Bolivia: 1º Edición.
- WWAP. (2016). Water and Jobs. Paris: UNESCO.

Como citar este artículo:

Sánchez, L., et al., (2020). Estrategias de gestión para el abastecimiento sostenible de agua segura a pequeñas comunidades del noroeste de la provincia de Santa Fe (Argentina). *Aqua-LAC* Volumen 12(2), 120-135. doi: 10.29104/phi-aqualac/



Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International
CC BY-NC-SA 4.0 license