

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGO Y DE
PLANES DE MEJORA Y EFICIENCIA DE ACUEDUCTOS, DESARROLLADAS POR
EL AYA-PNUD, EN TRES ASADAS DEL PACÍFICO NORTE DE COSTA RICA,
DURANTE EL 2019.

Trabajo de Graduación bajo la modalidad de Proyecto de Graduación sometido a
consideración del Tribunal examinador de la
Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional para optar al grado de
Licenciatura en Ingeniería en Gestión Ambiental

MARISSA NAVARRO MONGE

Heredia, Costa Rica

Febrero, 2022

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Gestión Ambiental.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

MSc. Vanessa Valerio Hernández, representante de decanatura de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar.

MSc. Diana Mora Campos,
representante de la dirección de la Escuela
de Ciencias Ambientales

M.Eng. Natalia Meza Ramírez,
Tutora

MSc. María Chaves Villalobos
Lectora

Ph.D. Andrea Suárez Serrano
Lectora

Ing. Marissa Navarro Monge
Postulante

Resumen

Ante las condiciones de estrés hídrico que sufren los acueductos comunales del norte de Costa Rica debido a los efectos del cambio climático, el PNUD y el AyA por medio de su proyecto Fortalecimiento de ASADAS crearon una serie de herramientas que permiten fortalecer las capacidades de las ASADAS. En este proyecto de graduación se pilotearon las 3 herramientas en los acueductos: Artola de Sardinal, Corralillo de Nicoya y Pilangosta de Hojanca, mediante sesiones de trabajo con el equipo de cada ASADA, con el fin de determinar posibles oportunidades de mejora en las metodologías, corrigiendo los errores encontrados. Se identificaron más de 12 oportunidades de mejora en las herramientas en cuestión, las cuales fueron abordadas; además se generaron 7 propuestas de mejora que incluyen aspectos para integrar variables relacionadas con la adaptación al cambio climático en la metodología, una guía de interpretación a las 92 preguntas de los formularios de evaluación que conforman el análisis de vulnerabilidades y una guía para las sesiones de trabajo de aplicación de la herramienta, esto para el caso de la herramienta GIRA; en las otras herramientas las propuestas se enfocan en variables a evaluar en las ASADAS para futuras versiones de la herramienta PME, así como mejoras en aspectos de la versión utilizada actualmente. Estos resultados son un insumo valioso para que diferentes actores puedan replicar la aplicación de estas herramientas de una manera más clara, accesible y acorde a las diferentes realidades de los acueductos comunales, además de permitir que se les brinde a las ASADAS una mayor cantidad de insumos valiosos para mejorar su gestión.

Agradecimientos

Primeramente, agradezco infinitamente a mis padres, quienes con su apoyo incondicional y sus enseñanzas me han permitido construirme como persona y como profesional. Gracias por siempre enseñarme desde el amor, sus lecciones me acompañan cada día a donde sea que vaya y en lo que sea que haga.

A mi abuelita Zulay, a tía Ana y tío Juanra, gracias por confiar en mis capacidades y acompañarme en este maravilloso proceso de estudiar lo que amo. Su apoyo en mi vida universitaria fue fundamental para alcanzar mis metas.

A mis amigos y familia por elección, Sebas: gracias por tu compañía en todo el trayecto por la universidad y más allá de ella, lejos de obtener títulos académicos la amistad que construimos y el amor incondicional que nos tenemos fue lo mejor que la U me dejó. Irene: gracias por siempre estar y escuchar, no hay día en que no aprenda algo de usted y en que no me sorprenda y agradezca la conexión que hemos creado. Raque: has sido luz desde que conectamos en los últimos años de U, gracias por siempre transmitir tu amor y energía a quienes tenemos la dicha de estar a tu alrededor. Soy muy afortunada de tenerles en mi vida.

A todo el equipo del proyecto de Fortalecimiento de ASADAS del PNUD, Gerardo Quirós, Karen Araya, Jairo Serna, Erick Orozco y a todo el personal de la ORAC Chorotega del AyA, gracias por siempre tener la disposición para transmitir todo el conocimiento que tienen y gracias por mantener las puertas de sus instituciones abiertas para permitirme aportar como profesional más allá de este proyecto de graduación.

A mi tutora Natalia Meza, gracias por confiar en mi potencial y fortalecerlo dentro de un espacio seguro. La pasión con las que trabajas fue y sigue siendo una gran fuente de inspiración y aprendizaje para mí más allá de un ámbito profesional. Tener la fortuna de que trabajáramos tan de cerca fue un punto de inflexión positivo en mi vida profesional.

A mis lectoras María Chaves y Andrea Suárez, gracias por poner su valiosa experiencia, tiempo y paciencia a disposición de este proyecto, y gracias por ser fuentes de inspiración.

Tabla de contenido

Índice de cuadros.....	8
Índice de figuras	10
Lista de abreviaturas	12
1. Introducción.....	14
1.1. Antecedentes	14
1.2. Problema	16
1.3. Justificación	19
1.4. Objetivos	22
2. Marco teórico.....	23
2.1. Marco normativo asociado	23
2.2. Principales funciones institucionales relacionadas con la gestión comunitaria del agua.	25
2.3. Estrés hídrico y su relación con el cambio climático.....	27
2.4. Gestión integral del riesgo	29
2.4.1. Conceptualización del riesgo.....	29
2.4.2. Gestión del riesgo y conceptos asociados en ASADAS.....	31
2.4.3. Componentes básicos de un sistema de acueducto.....	32
2.5. Mejora continua y eficiencia	33
2.6. Conceptualización de las herramientas	35
2.6.1. Herramienta Gestión Integral de Riesgos en ASADAS (GIRA).....	35
2.6.2. Herramienta Planes de Mejora y Eficiencia (PME)	38
2.6.3. Herramienta Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema (CCHS).....	39
3. Metodología	40
3.1. Enfoque de la investigación	40
3.2. Alcance de la investigación	40
3.3. Diseño metodológico.....	40
3.4. Selección de la muestra	41
3.5. Proceso metodológico	41

3.5.1.	Fase I. Aplicación de herramienta GIRA en las tres ASADAS seleccionadas	41
3.5.2.	Fase II: Aplicación de las herramientas PME y CCHS en las tres ASADAS seleccionadas.....	52
3.5.3.	Fase III: Elaboración de guías de implementación y recomendaciones de mejora ...	58
4.	Resultados y discusión.	60
4.1.	Fase I. Aplicación de herramienta GIRA	61
4.1.1.	Aplicación de herramienta GIRA en ASADA Artola.	61
4.1.2.	Aplicación de herramienta GIRA en ASADA Corralillo.....	67
4.1.3.	Aplicación de herramienta GIRA en ASADA Pilangosta.....	75
4.2.	Fase II. Aplicación de herramientas PME y CCHS.	80
4.2.1.	Aplicación de herramienta PME.	80
4.2.2.	Aplicación de herramienta CCHS.	86
4.3.	Fase III evaluación de herramientas.	92
4.3.1.	Evaluación herramienta GIRA.	92
4.3.2.	Evaluación herramientas PME y CCHS.....	96
4.4.	Fase III elaboración de guías de implementación y propuestas de mejora	98
4.4.1.	Guías de implementación GIRA.	98
4.4.2.	Guías de implementación PME y CCHS.	98
4.4.3.	Propuestas de mejora para la herramienta GIRA.	99
4.4.4.	Propuestas de mejora para la herramienta PME.....	108
5.	Conclusiones y recomendaciones	115
5.1.	Conclusiones	115
5.2.	Recomendaciones.....	117
5.2.1.	Recomendaciones dirigidas a ASADAS y entes reguladores.	117
5.2.2.	Recomendaciones para AyA como ente rector y administrador actual de las herramientas.	118
6.	Referencias	119
7.	Anexos	129
	Anexo 1. Criterios para estimar el nivel de impacto, consecuencia y riesgo de amenazas según el AyA (2014b), utilizados en la herramienta GIRA.	129
	Anexo 2. Pasos para conformar el Comité de Autoevaluación de PME, utilizando la herramienta PME.....	131

Anexo 3. Detalle de los datos utilizados para el cálculo de los servicios equivalentes según el tipo de actividad por desarrollar, según la Norma técnica de diseño y construcción de sistemas de abastecimiento, de agua potable, de saneamiento y pluvial, AyA (2017).....	132
Anexo 4. Recomendaciones de la herramienta GIRA para la creación de protocolos de contingencia, según las amenazas a las que están expuestos los componentes de las tres ASADAS seleccionadas.....	133
Anexo 5. Guía de respuesta a los formularios de la herramienta Gestión Integral de Riesgo en ASADAS.....	136
Anexo 6. Guía metodológica para las sesiones de trabajo de aplicación de la herramienta Gestión Integral de Riesgo en ASADAS.....	162
Anexo 7. Propuesta Plan Emergencias GIRA.....	172
Anexo 8. Propuesta de modificación de preguntas de formularios del SERSA.....	178
Anexo 9. Objetivos y actividades propuestos para las variables por incluir en futuras versiones de la herramienta Planes de Mejora y Eficiencia.	180

Índice de cuadros

Cuadro 1. Categorización de los niveles de exposición a las amenazas analizadas por la herramienta GIRA a nivel de subcuenca.	44
Cuadro 2. Equivalencias y categorías utilizadas por la herramienta GIRA para el cálculo del nivel de impacto de diferentes amenazas en los componentes de los acueductos comunales.	45
Cuadro 3. Detalle de la clasificación de los porcentajes obtenidos como niveles de consecuencia de los impactos de las amenazas, usando la herramienta GIRA.	46
Cuadro 4. Equivalencias y categorías utilizadas por la herramienta GIRA para el cálculo de la estimación de las pérdidas en la infraestructura de los acueductos comunales, ante el impacto de diferentes amenazas.	47
Cuadro 5. Categorías de vulnerabilidad establecidas en la herramienta GIRA para indicar el grado de vulnerabilidad sanitaria, de infraestructura, administrativa y operativa de ASADAS.	48
Cuadro 6. Porcentajes de peso relativo asignados a cada categoría de vulnerabilidad en la herramienta GIRA.	48
Cuadro 7. Porcentajes de puntuación establecidos para cada eje temático del cuestionario de autoevaluación de la herramienta PME.	53
Cuadro 8. Categorías establecidas en la herramienta PME para las ASADAS según el puntaje obtenido en la fase de evaluación.	54
Cuadro 9. Detalle de las opciones por seleccionar en la escala de priorización de la herramienta PME, así como los valores de priorización equivalentes para cada opción.	54
Cuadro 10. Análisis de exposición de amenazas en la subcuenca del río Sardinal, para la ASADA de Artola.	65
Cuadro 11. Análisis de exposición de amenazas en la subcuenca del río Henchidero, río Garzón y laguna Corral de Piedra, para la ASADA de Corralillo.	73
Cuadro 12. Análisis de exposición de amenazas en la subcuenca del río Nosara, para la ASADA de Pilangosta.	78
Cuadro 13. Proyección de población abastecida por la ASADA Artola, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.	87
Cuadro 14. Proyección de la demanda del servicio de abastecimiento de agua potable para la ASADA Artola, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.	87
Cuadro 15. Proyección de la capacidad hídrica del sistema del acueducto comunal Artola, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.	88

Cuadro 16. Proyección del almacenamiento requerido por la ASADA Artola, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.....	88
Cuadro 17. Proyección de población abastecida por la ASADA Corralillo, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.....	89
Cuadro 18. Proyección de la demanda del servicio de abastecimiento de agua potable para la ASADA Corralillo, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.	89
Cuadro 19. Proyección de la capacidad hídrica del sistema del acueducto comunal Corralillo, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.....	89
Cuadro 20. Proyección del almacenamiento requerido por la ASADA Corralillo, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.....	90
Cuadro 21. Proyección de población abastecida por la ASADA Pilangosta, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.....	91
Cuadro 22. Proyección de la demanda del servicio de abastecimiento de agua potable para la ASADA Pilangosta, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.	91
Cuadro 23. Proyección de la capacidad hídrica del sistema del acueducto comunal Pilangosta, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.....	91
Cuadro 24. Proyección del almacenamiento requerido por la ASADA Pilangosta, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.....	92
Cuadro 25. Diez principales oportunidades de mejora identificadas en la herramienta GIRA y la resolución obtenida para cada una de ellas.	93
Cuadro 26. Relación de las medidas adaptativas propuestas para el Plan GIRA de Adaptación al Cambio Climático, con algunas de las medidas correctivas del Plan de Gestión de Riesgos en la herramienta GIRA.	103
Cuadro 27. Modificaciones propuestas en las actividades que presentan oportunidades de mejora en la herramienta PME.....	108
Cuadro 28. Formularios propuestos por ejes temáticos para futuras versiones de la herramienta PME.	112

Índice de figuras

Figura 1. Riesgo climático a eventos extremos lluviosos en Costa Rica. Fuente: PNUD y IMN, 2017.	20
Figura 2. Riesgo climático a eventos extremos secos en Costa Rica. Fuente: PNUD y IMN, 2017.	21
Figura 3. Simbología utilizada en la herramienta GIRA para la elaboración del mapa de las ASADAS. Fuente: PNUD, 2019.	42
Figura 4. Detalle de la pestaña Generación de documentos en la herramienta GIRA. Fuente: PNUD, 2019.	52
Figura 5. Mapa de ubicación de las ASADAS seleccionadas para el pilotaje de las herramientas GIRA, PME y CCHS.	61
Figura 6. Mapa preliminar de la ASADA Artola, construido durante uno de los grupos focales, con Ana Cecilia Gallo, Marvin Mendoza, Jesús Vallejos y Lilliana Vallejos.	62
Figura 7. Mapa de la ASADA Artola, sistematizado con la herramienta GIRA.	63
Figura 8. Gráfico generado por la herramienta GIRA, para la visualización de los resultados del análisis de la vulnerabilidad sanitaria, de infraestructura, administrativa y operativa de la ASADA de Artola.	64
Figura 9. Distribución de oportunidades de mejora identificadas en la ASADA de Artola utilizando la herramienta GIRA, según el tipo de vulnerabilidad y los niveles de riesgo.	66
Figura 10. Proceso de elaboración y resultado final del mapa preliminar de la ASADA Corralillo de Nicoya.	68
Figura 11. Mapa de la ASADA Corralillo de Nicoya, sistematizado con la herramienta GIRA.	69
Figura 12. Croquis del sistema de la ASADA Corralillo de Nicoya, confeccionado con Visio, utilizando las figuras de la herramienta GIRA.	70
Figura 13. Gráfico generado por la herramienta GIRA, para la visualización de los resultados del análisis de la vulnerabilidad sanitaria, de infraestructura, administrativa y operativa de la ASADA de Corralillo.	72
Figura 14. Gráfico generado por la herramienta GIRA, para la visualización de los resultados del análisis de la vulnerabilidad sanitaria, de infraestructura, administrativa y operativa de la ASADA de Corralillo.	74
Figura 15. Mapa de la ASADA Pilangosta, con las amenazas identificadas durante la aplicación de la herramienta GIRA y los niveles de exposición ante amenazas para la subcuenca del río Nosara.	76

Figura 16. Gráfico generado por la herramienta GIRA, para la visualización de los resultados del análisis de la vulnerabilidad sanitaria, de infraestructura, administrativa y operativa de la ASADA Pilangosta.	78
Figura 17. Distribución de oportunidades de mejora identificadas en la ASADA Pilangosta utilizando la herramienta GIRA, según el tipo de vulnerabilidad y los niveles de riesgo.	79
Figura 18. Diferencia entre los porcentajes máximos de cada eje temático y los porcentajes obtenidos por la ASADA Artola en la autoevaluación de la herramienta PME.	81
Figura 19. Distribución de oportunidades de mejora identificadas en la ASADA de Artola, utilizando la herramienta PME, según los ejes temáticos y los valores de priorización.	82
Figura 20. Diferencia entre los porcentajes totales de cada eje temático y los porcentajes obtenidos por la ASADA Corralillo en la autoevaluación de la herramienta PME.	83
Figura 21. Distribución de oportunidades de mejora identificadas en la ASADA de Corralillo, utilizando la herramienta PME, según los ejes temáticos y los valores de priorización.	84
Figura 22. Diferencia entre los porcentajes totales de cada eje temático y los porcentajes obtenidos por la ASADA Pilangosta en la autoevaluación de la herramienta PME.	85
Figura 23. Distribución de oportunidades de mejora identificadas en la ASADA Pilangosta, utilizando la herramienta PME, según los ejes temáticos y los valores de priorización.	86

Lista de abreviaturas

AbC: Adaptación basada en Comunidades.

AbE: Adaptación basada en Ecosistemas.

ANC: Agua No Contabilizada.

ARESEP: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos.

ASADAS: Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueducto y Alcantarillado Sanitario.

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

CCHS: Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

CEDARENA: Centro de Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales.

CGR: Contraloría General de la República.

CNE: Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.

DOMIPRE: tarifa de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario domiciliario y preferencial.

EMPREGO: tarifa de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario empresarial y gubernamental.

ERMIC: herramienta Eliminar, Reducir, Mantener, Incrementar, Crear.

GEF: Fondo Mundial para el Medioambiente.

GIRA: Gestión Integral de Riesgo en ASADAS.

IDEO: Número Identificador de la ASADA.

IMN: Instituto Meteorológico Nacional.

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

IPCC: Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

IWA: Asociación Internacional del Agua.

LNA: Laboratorio Nacional de Aguas.

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía.

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

ORAC: Oficinas Regionales de Acueductos Comunes.

PIAAG: Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste.

PME: Planes de Mejora y Eficiencia.

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

PSA: Plan de Seguridad del Agua.

SAGA: Sistema de Apoyo a la Gestión de ASADAS.

SERSA: Sistema Estandarizado de Regulación Sanitaria.

STAR: Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

1. Introducción

1.1. Antecedentes

El presente trabajo de graduación forma parte del proyecto titulado *Fortalecimiento de las capacidades de las ASADAS para enfrentar riesgos del Cambio Climático en comunidades con estrés hídrico en el Norte de Costa Rica*, el cual fue llevado a cabo por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en conjunto con el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), el Ministerio de Ambiente y Energía, la Dirección de Cambio Climático y el Fondo Mundial para el Medioambiente (GEF, por sus siglas en inglés).

El PNUD es una organización que forma parte del Sistema de las Naciones Unidas, cuyo objetivo en Costa Rica es ser un aliado estratégico del Estado costarricense a la hora de implementar la agenda 2030, en el marco de cumplimiento del Pacto Nacional por los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). De esta forma, el PNUD brinda un acompañamiento que contribuye a implementar eficazmente esfuerzos ambientales y sociales, protegiendo los logros en la materia y procurando que estos no sean revertidos, centrando acciones en grupos vulnerables y excluidos, bajo un enfoque multiactor, multinivel y multidimensional (Sistema de las Naciones Unidas en Costa Rica, 2017).

Entre las iniciativas que posee esta organización en el país, se puede mencionar la existente con el Ministerio de Ambiente y Energía, en la que, en conjunto con el proyecto Green Commodities Programme, se desarrolla un sistema que permita mantener un control en los cambios que puedan ocurrir en el uso del terreno, incluyendo el uso de imágenes satelitales; contribuyendo, de esta forma, con la medición anual tanto de los aumentos como de las pérdidas forestales relacionadas con productos de exportación (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2018a). Además, durante los años 2019 y 2020, el PNUD y sus socios estratégicos han trabajado en 30 proyectos, donde se beneficiaron directamente más de 250 000 personas, gracias a la ejecución de más de USD \$12 millones en procesos de desarrollo en Costa Rica (PNUD, 2020).

Por otro lado, según el artículo 4 del Decreto Ejecutivo 42582 el AyA, como ente rector en la materia, tiene el deber de:

Intervenir en todos los asuntos relativos a la operación, mantenimiento, administración y desarrollo de estos sistemas necesarios para el suministro de agua a las poblaciones; así como colaborar en la conservación, aprovechamiento y uso racional de las aguas, vigilancia y control de su contaminación o alteración, definición de las medidas y acciones necesarias para la protección de las cuencas hidrográficas. Así como velar porque todos los sistemas de acueducto y/o alcantarillado sanitario cumplan con los principios del servicio público. (Poder Ejecutivo de Costa Rica, 2020, art. 4)

Mediante el proyecto mencionado, ambas organizaciones brindan apoyo para mejorar el suministro de agua y promover prácticas de uso eficiente de este recurso, tanto en los usuarios como en los sectores productivos, por medio de medidas a nivel comunitario y ecosistémico en las ASADAS; esto para enfrentar escenarios de vulnerabilidad asociados al clima (PNUD, 2018b). Durante el 2018, el PNUD llevó a cabo un pilotaje de una herramienta llamada [Gestión Integral de Riesgo en ASADAS \(GIRA\)](#), la cual se detallará más adelante, en las ASADAS de Cuajiniquil de la Cruz, Bijagua, Zapote, Los Santos, Canalete y La Fortuna, en la Zona Norte del país. Esto contribuyó con la validación de la herramienta, se obtuvieron recomendaciones que permitieron iniciar mejoras en esta para los usuarios finales (PNUD, 2018c). Así mismo, en el transcurso del 2019 y el 2020, el PNUD continuó el pilotaje de esta herramienta y obtuvo un alcance de cerca de 50 ASADAS en la Zona Norte del país.

Para entrar en contexto, las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueducto y Alcantarillado Sanitario (ASADAS) son órganos locales que, por delegación del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), tienen la responsabilidad de administrar, operar, dar mantenimiento y desarrollar los sistemas de acueductos y alcantarillados en las comunidades, donde los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento no son prestados por el AyA ni por la municipalidad respectiva (PNUD, AyA, y Cedarena, 2013). En Costa Rica, hay 1 428 operadores locales de estos sistemas (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados [AyA], 2020); estas entidades abastecen de agua potable a casi un 30 % de la población (AyA, 2018b).

Gracias a estos porcentajes de abastecimiento alcanzados por las ASADAS, el 97,8 % de la población en Costa Rica posee acceso a agua intradomiciliar, de la cual, un 92,4 % es de

calidad potable, alcanzando así una posición privilegiada en comparación con otros países de Latinoamérica y el Caribe (AyA, 2019). Las ASADAS cumplen, por tanto, un papel fundamental, al permitir que las comunidades tengan un ejercicio pleno de derechos fundamentales como la vida, la salud y un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado (AyA, 2015a). Sin embargo, la Contraloría General de la República en el año 2013 identificó la existencia de 576 entidades operadoras de acueductos comunales, de las 1 459 existentes, en ese momento; cuya situación económica impide tanto su sostenibilidad como su funcionamiento bajo un enfoque empresarial (Contraloría General de la República [CGR], 2013). Además, 417 ASADAS no operan utilizando las tarifas establecidas por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), cobrando, en la mayoría de los casos, tarifas inferiores; 121 de estos casos se ubican en la Región Chorotega (AyA, 2019b).

A la realidad mencionada anteriormente, se le debe agregar el hecho de que los sistemas de acueductos están expuestos a eventos hidrometeorológicos extremos, lo cual obliga a que se tomen medidas que permitan aumentar la eficiencia con que se abastece del recurso, equilibrando la oferta con la demanda del líquido y tomando previsiones para adaptarse a eventos que mermen la cantidad de agua que se capta, por ejemplo, el cambio climático. Este tipo de situaciones se tornan más complejas si se toman en cuenta las herramientas y recursos limitados propios del contexto de los acueductos comunales (CGR, 2016).

Durante el periodo 2014-2018, el país tuvo que enfrentar tres emergencias causadas por fenómenos hidrometeorológicos que llegaron a afectar el acceso al recurso hídrico de ciertas poblaciones. La sequía ocurrida en Guanacaste llevó a que el AyA incluyera, en el Programa Integral de Abastecimiento de Agua para Guanacaste (PIAAG), el abastecimiento a 55 comunidades por medio de cisterna, una inversión de ₡311 000 000 en tanques de almacenamiento, entre otros. Por otro lado, casi 40 000 habitantes quedaron sin acceso al agua potable a causa del huracán Otto y 650 000 debido a la tormenta tropical Nate (AyA, 2018a).

1.2. Problema

A nivel internacional, se ha identificado que los cambios en la variabilidad climática y en los eventos extremos han afectado de manera grave a la región de Centro y Suramérica. Hay un contraste entre las tendencias crecientes en la precipitación anual del sureste de América del

Sur y las decrecientes de Centroamérica y de parte de Chile. Esta situación, sumada al aumento de la temperatura que está ocurriendo en la región, provocan cambios en la cantidad y disponibilidad de agua, los cuales seguirán ocurriendo en el futuro afectando zonas que ya son vulnerables (Field, Barros y Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2014).

Una auditoría de carácter especial realizada por la Contraloría General de la República en el año 2013, a una muestra de 50 ASADAS, identificó 17 casos de acueductos comunales con un caudal insuficiente para abastecer a sus respectivos abonados, siete de ellos en Guanacaste. Además, hay 187 casos registrados en los que se estima que las fuentes de captación posean una capacidad de abastecimiento insuficiente en los próximos 20 años, tomando como base el crecimiento poblacional esperado. De estos últimos casos, 85 pertenecen a la provincia de Guanacaste (CGR, 2013).

En todo el país hay reportes de escasez en las fuentes de agua. En la Región Chorotega, los casos identificados indican interrupciones del suministro que van desde las 2 hasta las 12 horas diarias, en diferentes zonas. Según miembros de las comunidades afectadas, esto se debe a factores climatológicos; una oferta del servicio que supera la capacidad de las fuentes, debido al desconocimiento por parte de los entes operadores, así como la ausencia de sistemas que midan el agua consumida. Esta falta de disponibilidad hídrica se incrementa en las zonas costeras del país (CGR, 2013). Además, la poca conciencia social asociada al mantenimiento de una cultura preventiva es considerada como uno de los aspectos generadores de las afectaciones en las poblaciones humanas (AyA, 2014).

Costa Rica, debido a su ubicación y estructura geológica, se enfrenta a diversidad de amenazas, las cuales pueden causar emergencias. La ocurrencia de eventos meteorológicos en la región climática donde se ubica el país lleva a que la cantidad e intensidad de las precipitaciones varíe generando tanto aumentos como disminuciones. Según la zona del país, se presentan tanto sequías como lluvias intensas, las cuales están relacionadas con los ciclones tropicales, los fenómenos de baja presión que se dan en el mar Caribe, la Zona de Convergencia Intertropical, frentes fríos, ondas del este y los fenómenos del Niño y La Niña. Además, los sismos y erupciones volcánicas constituyen amenazas latentes que pueden dar como resultado deslizamientos, inundaciones, procesos erosivos, represamientos de agua y

lodo, así como avalanchas; los cuales pueden causar afecciones en los componentes de los diferentes sistemas de las ASADAS (AyA, 2014).

En la Zona Norte de Costa Rica, la mayor parte de las ASADAS tienen la necesidad de acceder a conocimientos y herramientas que les permitan enfrentar escenarios de amenazas múltiples, agravadas a causa del cambio climático. Es común que este tipo de organizaciones tengan deficiencias en la entrega del recurso a los usuarios y dificultades en el cobro de las tarifas, debido a carencias en la infraestructura del acueducto. Además, la inestabilidad a la hora de recaudar las tarifas provoca incertidumbres financieras, esto impide el desarrollo de las ASADAS y restringe su capacidad de planificación e implementación de mejoras e inversiones, incluyendo la adaptación al cambio climático (PNUD y AyA, 2017).

A pesar de que el AyA posee la función rectora sobre las ASADAS, se han identificado deficiencias a la hora de ponerla en práctica. Esto, principalmente, por la falta de recursos económicos para ejercer este control a través de las Oficinas Regionales de Acueductos Comunes (ORAC), cuyas actividades son cubiertas con las tarifas recaudadas por el AyA o el ente operador (CGR, 2013). Tomando en cuenta el hecho de que muchos de los acueductos comunales, en muchos casos, carecen de personal, por lo que son administrados directamente por los mismos miembros de Junta Directiva de la ASADA, quienes realizan un trabajo voluntario, pero con poco criterio técnico para tomar ciertas decisiones en pro de administrar la organización bajo un enfoque empresarial, es posible apreciar con mayor detalle la necesidad de que el AyA cumpla con las funciones de asesoramiento y control que le corresponden.

Para abordar, de una mejor manera, la problemática referente a la necesidad de apoyo técnico para las ASADAS en las temáticas mencionadas, el presente Trabajo Final de Graduación buscó generar guías para la implementación de las herramientas de Gestión Integral de Riesgo en Acueductos, y Planes de Mejora y Eficiencia aplicadas en las siguientes ASADAS: Pilangosta de Hojancha, Artola de Carrillo y Corralillo de Nicoya; durante el segundo semestre del 2019. Cabe destacar que estos tres acueductos forman parte de los 85 pertenecientes a la provincia de Guanacaste que, según el informe de la Contraloría General de la República, tendrán limitaciones en su capacidad para abastecer a las comunidades en un lapso de 20 años (CGR, 2013).

Con la finalidad de alcanzar el objetivo propuesto, se formuló la siguiente pregunta de investigación para guiar el desarrollo de este Trabajo Final de Graduación:

¿De qué forma la evaluación de las herramientas desarrolladas por el proyecto de Fortalecimiento de ASADAS del PNUD–AyA contribuye a que se mejore el acompañamiento técnico que se les brinda a tres organizaciones de este tipo en el Pacífico norte de Costa Rica?

1.3. Justificación

Desde la antigüedad, las civilizaciones han desarrollado la práctica de adaptarse a las diferentes condiciones del clima; no obstante, en los últimos años, la velocidad y magnitud de los cambios están afectando la capacidad de respuesta de la población ante ellos. Además, las acciones globales de mitigación al cambio climático no van a ser suficientes para disminuir la magnitud de las posibles amenazas, haciendo que sea necesario plantear medidas para disminuir la vulnerabilidad y da como resultado una adaptación más rápida y efectiva (Martín, 2016).

Desde un punto de vista social, se percibe la problemática del cambio climático como ajena a la realidad local, viendo las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático como una cuestión propia de profesionales del área, reuniones internacionales, convenciones estatales, entre otros; sin valorar que el problema debe atenderse a nivel local mediante cambios y acciones puntuales que contribuyan de alguna forma (Hernández, Quirós y Arguedas, 2016). Bajo un enfoque económico, se ha determinado como los costos necesarios para invertir en medidas preventivas de adaptación son menores que los costos requeridos para hacerle frente a las acciones que implica la mitigación del riesgo, producto de los impactos que, según diversas estimaciones, es probable que ocurran (Molina, Sarukhán y Carabias, 2017).

Los recursos hídricos poseen una vulnerabilidad significativa a la variabilidad y al cambio climático, tanto su escasez como su exceso pueden originar inestabilidad social y hacer más vulnerable a la población, infraestructura y actividades económicas, lo cual puede incrementar la ocurrencia de conflictos alrededor de este recurso (Montoya, Gómez y Córdoba, 2016). La zona de estudio fue seleccionada debido a que posee valores medio, medio alto y alto de riesgo climático a eventos extremos lluviosos y valores medios altos y altos en el caso de

eventos extremos secos. Esto según los resultados del análisis realizado por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN), donde se toman componentes socioeconómicos y biofísicos para categorizar los niveles de vulnerabilidad, así como componentes de lluvia y sequía extremas para el caso de las amenazas; esta información explicada a través de un índice y, posteriormente, analizada con Unidades Geoestadísticas Mínimas (UGM), es la detallada en las figuras 1 y 2 (PNUD e Instituto Meteorológico Nacional [IMN], 2017).

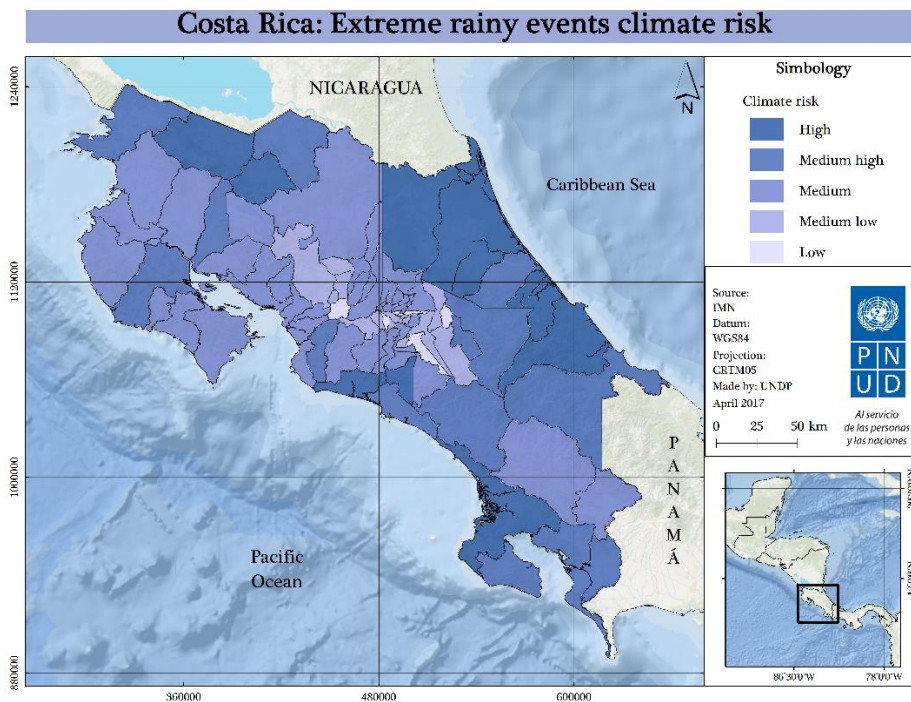


Figura 1. Riesgo climático a eventos extremos lluviosos en Costa Rica. Fuente: PNUD y IMN, 2017.

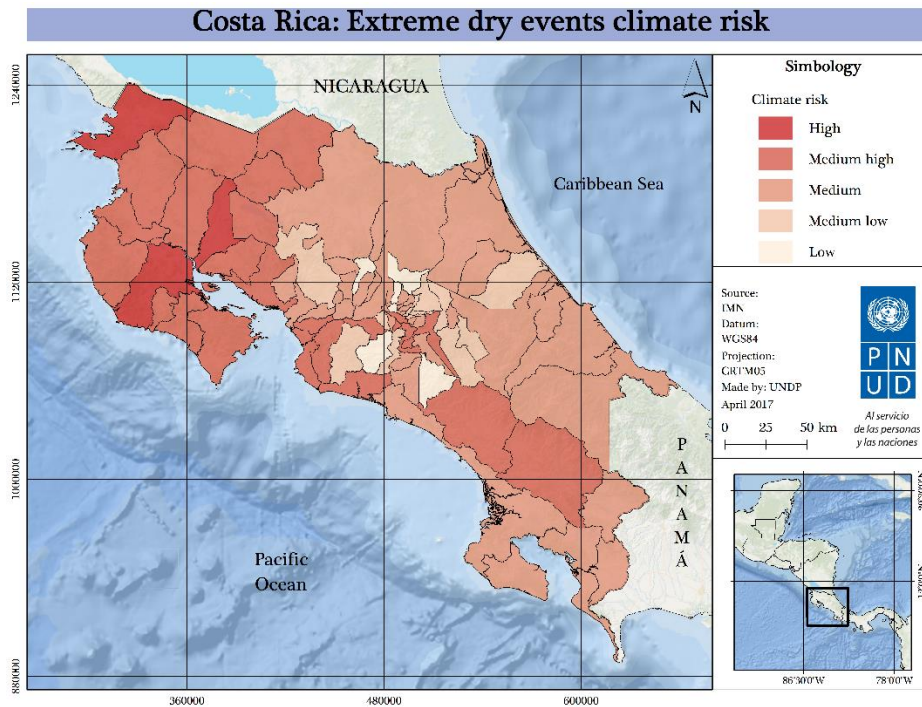


Figura 2. Riesgo climático a eventos extremos secos en Costa Rica. Fuente: PNUD y IMN, 2017.

Los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario están expuestos al impacto de diversos tipos de amenazas, de esta manera, los componentes de los sistemas se exponen a sufrir daños, directos e indirectos, que pueden afectar negativamente la prestación del servicio a la población (AyA, 2014). Por esta razón, se deben evaluar los diferentes tipos de vulnerabilidades a nivel operativo, sanitario, administrativo y de infraestructura (PNUD, 2019). Para esto, el Instituto Meteorológico Nacional utiliza el Índice de Vulnerabilidad Integrado, donde se resumen, en un único valor, todos los indicadores que se usan para explicar la vulnerabilidad. Los cantones en cuestión para este proyecto: Hojancha, Carrillo y Nicoya, se encuentran los dos primeros en una escala media de vulnerabilidad integrada y el último en un nivel alto (PNUD y IMN, 2017).

Las herramientas mencionadas anteriormente se aplicaron como parte del proyecto de Fortalecimiento de Acueductos Comunales llevado a cabo por PNUD y AyA; contribuyendo tanto en su validación, por medio de la aplicación a un mayor número de ASADAS, como en la mejora de la aplicabilidad de estas metodologías, al generar guías de implementación y otros insumos que faciliten el apoyo técnico que los acueductos comunales requieren. La

evaluación de las herramientas permitió la identificación y corrección de oportunidades de mejora, así como la definición de nuevas variables por tomar en cuenta en futuras versiones, con el fin de darle continuidad a los procesos establecidos en las versiones actuales y facilitando la mejora continua en las ASADAS.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar herramientas de gestión integral de riesgo, de planes de mejora y eficiencia de acueductos en tres ASADAS en Guanacaste, mediante la aplicación y el análisis de estos instrumentos; para el mejoramiento del apoyo técnico que requieren los acueductos comunales.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la vulnerabilidad operativa, sanitaria, administrativa y de infraestructura de tres ASADAS en Guanacaste, mediante la aplicación y el análisis de la herramienta *Gestión Integral de Riesgos en Acueductos (GIRA)*, como insumo para el fortalecimiento de su operación, mantenimiento y funcionamiento.
- Establecer Planes de Mejora y Eficiencia (PME) en tres ASADAS en Guanacaste, por medio de la aplicación y el análisis de las herramientas PME y Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema (CCHS), como insumo para la mejora de la calidad de los servicios que brindan.
- Elaborar guías de implementación y recomendaciones de mejora para las tres herramientas, mediante un análisis técnico y sistemático, con el fin de que se facilite su futura aplicación en ASADAS.

2. Marco teórico

2.1. Marco normativo asociado

La Ley de Aguas 276 establece a las aguas de los mares territoriales, lagunas, esteros, ríos, sus afluentes directos e indirectos, las de los manantiales, las subterráneas y las pluviales, como aguas de dominio público y de propiedad nacional; disponibles para solicitudes de concesión según los pasos que se detallan en la ley (Asamblea Legislativa, 1942). Para esto, la Ley forestal 7575 le brinda al MINAE la potestad de autorizar el aprovechamiento de agua, con el fin de que se construyan, operen, mantengan y mejoren los sistemas de abastecimiento de la población; todo esto con base en estudios técnicos que garanticen el menor impacto ambiental y que demuestren, en caso de ser necesario, utilizar una fuente ubicada en un área silvestre de protección absoluta, que no existe una fuente alternativa disponible para el abastecimiento de la comunidad (Asamblea Legislativa, 1996).

Asimismo, la Ley Orgánica del Ambiente 7554 establece, una vez más, al agua como de dominio público, cuya conservación y uso sostenibles son de interés social; aplicándose para esto criterios enfocados en la protección de los elementos que intervienen en el ciclo hidrológico y el mantenimiento del equilibrio de este. Lo anterior debe ser tomado en cuenta a la hora de elaborar o ejecutar ordenamientos del recurso, al otorgar concesiones y permisos de aprovechamiento; desviación, trasvase o modificación de cauces, así como en la operación y administración de sistemas de agua potable, incluyendo la recolección, evacuación y disposición final de aguas residuales con previo tratamiento. Esta Ley, además, define como uno de los objetivos de las zonas protectoras, la preservación de áreas de recarga acuífera y las fuentes de agua, con el fin de garantizar el abastecimiento de agua para las presentes y futuras generaciones (Asamblea Legislativa, 1995).

Por otro lado, la Ley General de Salud 5395 posee un capítulo dedicado a los deberes y restricciones que tienen los sujetos en la materia de agua para uso y consumo humano. En dicho apartado, entre otras regulaciones, se establece al agua como un bien de utilidad pública, cuyo uso para el consumo humano tiene prioridad por encima de cualquier otro. Además, se define al agua potable como “aquella que reúne las características físicas, químicas y biológicas que la hacen apta para el consumo humano”, estableciendo también, que los sistemas de abastecimiento de agua para las comunidades deben realizar el suministro

de manera continua, en cantidad y presión suficiente como para satisfacer las necesidades de la población, así como el funcionamiento de artefactos sanitarios (Asamblea Legislativa, 1973). Cabe destacar que en el mes de julio del año 2020 por medio de una reforma al artículo 50 de la Constitución Política, se reconoce el derecho de todas las personas de manera básica e irrenunciable al acceso al agua potable como bien esencial para la vida (Asamblea Legislativa, 2020).

Por otro lado, en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable 38924-S del año 2015, se establecen los límites máximos de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que debe tener el agua potable, para cumplir con la legislación y asegurar su inocuidad; además, se define lo que se debe tomar en cuenta para llevar un control operativo, así como cuatro niveles de control de calidad del agua: N1, N2, N3 y N4. En el reglamento mencionado, se solicita, además, que los entes operadores cuenten con un croquis o plano del sistema del acueducto, la ubicación de las fuentes de abastecimiento, así como su área de influencia y la identificación del riesgo y la vulnerabilidad a los que se exponen los componentes del sistema, siguiendo lo que indica la norma de forma periódica (Poder Ejecutivo de Costa Rica, 2015). Cumpliendo de esta forma, con lo establecido en la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo 8488, donde se indica, entre otros aspectos, que las diferentes organizaciones deben contar con medidas de gestión que les permitan reducir los riesgos desde un enfoque preventivo ante posibles desastres (Asamblea Legislativa, 2005).

Los acueductos comunales se rigen bajo el Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales 32529; en el cual se especifican, entre otros aspectos, los procesos que se deben seguir para constituir una ASADA, así como los deberes y atribuciones que estas entidades poseen. Además, se detallan los lineamientos a seguir para ejecutar la gestión administrativa financiera, contable y comercial del sistema; así como para la contratación de bienes y servicios (Poder Ejecutivo de Costa Rica, 2015). Dicho reglamento menciona cómo la inscripción, organización, plazo de vigencia y personería de las ASADAS se rige por la Ley de Asociaciones 218; en la cual también se fundamenta que dichas entidades conformen federaciones, ligas, uniones o confederaciones, con el fin de garantizar que se preserve y conserve el recurso hídrico, así como un servicio

de calidad, cantidad, cobertura, eficiencia, racionalización de gastos, entre otros (Asamblea Legislativa, 1939).

2.2.Principales funciones institucionales relacionadas con la gestión comunitaria del agua.

En 1961, mediante la Ley 2726, se crea el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). Esta institución tiene la finalidad de cumplir las funciones de dirección, fijación de políticas, establecimiento y aplicación de normas; además de gestionar todo lo relacionado con el suministro de agua potable, la recolección y evacuación de aguas negras y pluviales en todo el país. El AyA también se encarga de aprovechar, utilizar y gobernar las aguas de dominio público, con el fin de ejercer los derechos estatales sobre el recurso hídrico (Asamblea Legislativa, 2004). Además, posee la responsabilidad de hacer cumplir la Ley General de Agua Potable 1634, en la cual se especifican las regulaciones correspondientes para entidades como el Ministerio de Salud, municipalidades, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, entre otras, en lo concerniente al abastecimiento del recurso hídrico (Asamblea Legislativa, 1953).

Al ser la entidad rectora en la materia en Costa Rica, el AyA cumple tanto la función de ente operador de sistemas de acueducto y alcantarillado como la de brindar rectoría técnica a las otras organizaciones operadoras de dichos sistemas. Esta última función se define como la posibilidad de que la institución emita directrices, lineamientos y normativa, además de dirigir y ordenar medidas que contribuyan a que, quienes administran el acueducto, brinden un servicio idóneo; asegurando así el derecho a la salud que tiene la población. De esta forma, el AyA tiene potestad de establecer parámetros técnicos de carácter obligatorio para los entes operadores, así como de asumir los sistemas con suministro ineficiente de agua potable (AyA, 2016).

Por otro lado, el Ministerio de Salud, como entidad rectora en materia de salud pública en Costa Rica, tiene la responsabilidad, según la Ley General de Salud 5395, de dictar las medidas necesarias para que se planifiquen y coordinen las actividades públicas referentes a la salud. El abastecimiento de agua potable forma parte de dichas actividades, por lo tanto, este ministerio se encarga de establecer los principios de sanidad relacionados con la calidad

del agua para consumo humano. Esta entidad posee la potestad de tomar muestras de agua en los diferentes acueductos del país, así como de realizar inspecciones.

Asimismo, la ARESEP es la entidad gubernamental encargada de establecer y aprobar las tarifas que utilizan las ASADAS, de manera que estas organizaciones puedan, gracias a la aplicación de las tarifas establecidas, suplir los costos administrativos, operativos, de mantenimiento preventivo y correctivo, así como asegurar la calidad del servicio que prestan. Con el fin de asegurar la calidad, continuidad y confiabilidad del servicio prestado a los usuarios, es necesario que los acueductos comunales puedan hacerles frente a futuras inversiones que deben estar presupuestadas, para lo cual es indispensable apegarse a las tarifas reguladas por la ARESEP; dichas inversiones y gastos pueden abarcar los controles de calidad del agua, mejoras continuas a los componentes del acueducto y la instalación de hidrómetros que faciliten el cobro justo, equitativo y que ayuden a supervisar el desperdicio del recurso por fugas o averías (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos [ARESEP], 2016).

La metodología para fijar las tarifas utilizadas para los acueductos comunales se conoce como “Costo Total” o “Cost Plus”; esta busca que se obtenga un nivel de ingresos que permita sufragar los gastos necesarios para prestar el servicio, así como obtener ingresos suficientes para que se realicen inversiones en pro de que el acueducto cuente con condiciones óptimas. La estructura tarifaria clasifica los acueductos según tipo de sistema en gravedad, bombeo o mixto y sistemas con plantas de tratamiento de aguas residuales; cada conformación está dividida en dos categorías de abonados: una para domiciliarios y preferenciales (DOMIPRE) y otra para empresas y gobierno (EMPREGO). Además, cada una de dichas categorías está clasificada por rangos, según el número de abonados, que aumentan cada 50 servicios hasta llegar a más de mil. En cuanto a los consumos, estos también se diferencian en los siguientes rangos: de (0 a 10) m³, de (11 a 30) m³, de (31 a 60) m³ y más de 60 m³ (ARESEP, 2012).

El recurso hídrico, generalmente, es manejado a través de un enfoque de oferta y demanda; relacionando la disponibilidad hídrica con sus requerimientos directos o indirectos (Cardona, 2016). Este enfoque cambia gracias a una perspectiva de gestión comunitaria del agua, donde actores sociales poseen la responsabilidad de manejar recursos locales. De esta forma, un grupo de personas con un territorio, lenguaje, costumbres o actividades en común se organiza

y pone en práctica medidas de manejo que incorporan aspectos de conservación; sin dejar de lado la calidad, continuidad y cantidad en el suministro, favoreciendo así la sostenibilidad de los ecosistemas y, por lo tanto, del agua para la comunidad (Sandoval y Günther, 2013). La gran efectividad de las entidades locales para gestionar el recurso hídrico de las comunidades requiere de redes de gobernanza a nivel regional que desempeñan un papel clave en la difusión del conocimiento, el acceso de recursos materiales y financieros que le permitan a los actores locales desarrollar confianza, e interactuar y cooperar entre sí (Hileman y Lubell, 2018).

Según el Reglamento 42582, se entiende como gestión a la administración, la operación, la comercialización, el mantenimiento y el desarrollo de los sistemas de acueductos y de tratamiento de aguas residuales. Debido a la falta de abastecimiento de agua potable que sufrían diferentes comunidades a lo largo del país, en 1976, mediante el Reglamento de los Comités Administradores de Acueductos Rurales (CAAR), se instauró el modelo de gestión comunitaria del agua que, con muchas evoluciones, se tiene hasta el momento; siendo actualmente las ASADAS las entidades oficiales que, a través del tiempo, han recolectado recursos, tanto externos como a través de las tarifas que cobran a sus abonados, para financiar los sistemas de acueductos que las componen (Poder Ejecutivo de Costa Rica, 2005).

Desde un punto de vista de planificación del recurso hídrico, las ASADAS deben tomar en cuenta lineamientos técnicos de distribución y programación, además de aspectos más integrales, como la necesidad de ordenamiento territorial, mecanismos de protección de los recursos naturales, así como la gestión de recursos financieros y organizativos. A partir de lo anterior, nace la necesidad de que los acueductos comunales cuenten con instrumentos de planificación que, al ponerlos en práctica, contribuyan con el orden, la cuantificación, el control y la proyección de acciones propias que le garanticen a las comunidades un adecuado suministro de agua potable (Castro y Ulate, 2015).

2.3. Estrés hídrico y su relación con el cambio climático

El estrés hídrico representa un desequilibrio entre la demanda neta anual de agua y el potencial de que el agua dulce se renueve cada año, es decir, entre la “oferta” de las fuentes de abastecimiento y la demanda de la población y las actividades humanas (Hayashi, Sano, Nakagami y Akimoto, 2018). El suministro de este recurso está condicionado, en gran

medida, por factores climáticos externos como los fenómenos meteorológicos extremos, tales como el Niño y la Niña (Yatskovskaya, Jagjit y Kumar, 2016), así como la topografía, la precipitación, las conexiones existentes entre cuencas hidrográficas, la infraestructura de los sistemas de acueducto, entre otros; todos ellos responden de diversas formas a factores que pueden generar estrés como el aumento de la población, el aumento de la demanda de agua y energía y el cambio climático (Duan et al., 2019). Este último factor es el responsable de que se intensifique el nivel de estrés hídrico actual, debido a que, al aumentar la temperatura, aumentan en consecuencia las tasas de evapotranspiración, lo cual eleva la demanda agrícola, causando una mayor extracción de agua subterránea, con el fin de satisfacer el riego de la agroindustria (Gohari, Mirchi y Madani, 2017).

Por otro lado, el propósito de las operaciones industriales que se llevan a cabo en una zona también es un factor de influencia; ya que, si el objetivo es el suministro global de bienes o productos básicos, este utiliza recursos locales para satisfacer demandas globales, presentándose el concepto de agua virtual (aquella que se requiere para fabricar un producto) y causando eventualmente un aumento del nivel de estrés hídrico local (Yatskovskaya, Jagjit, y Kumar, 2016).

No existe un abordaje que, por sí solo, pueda atender los efectos negativos del cambio climático. Debido a esto, los esfuerzos de la gestión comunitaria del agua en este tema deben enfocarse en combinar diversas estrategias como la gestión de la demanda por sectores, el manejo basado en los ecosistemas e incluso la mejora de la oferta, con el fin de aumentar la fiabilidad en la satisfacción de la demanda, mientras se mitigan los impactos negativos de las actividades antropogénicas en la gestión del recurso hídrico. Asimismo, los mecanismos de planificación y gestión efectivas en el uso del agua, sobre todo en el sector agrícola, además de las regulaciones del flujo ambiental, son puntos válidos de partida (Gohari, Mirchi y Madani, 2017).

A pesar de que las estrategias de adaptación deben tomar en cuenta los diferentes contextos regionales, se han identificado factores en común para tratar con el estrés hídrico; como la conservación de agua para distintos usos, entre ellos el riego. Esto debido a que el nivel de desarrollo socioeconómico esperado para mediados de este siglo indica que la demanda de alimentos aumentará y, como consecuencia, la cantidad de este recurso requerida para el

cultivo de alimentos proyecta el mismo comportamiento. De esta forma, dentro de la gestión integrada del agua, se debe tomar en cuenta la gestión del uso del suelo; con el fin de minimizar los efectos que el cambio de cobertura puede traer en el ciclo hidrológico y, por lo tanto, en la disponibilidad hídrica (Hayashi, Sano, Nakagami y Akimoto, 2018).

Las prácticas de mitigación del cambio climático y la llamada conectividad de agua entre diferentes cuencas hidrográficas también son capaces de disminuir el estrés hídrico, tanto en lo referente a la demanda como al suministro de agua. Las cuencas hidrográficas que dependen únicamente de los recursos locales poseen mayor vulnerabilidad al cambio climático y tienen mayores probabilidades de enfrentar niveles de estrés más severos (Duan et al., 2019).

De esta manera, un enfoque integrado de adaptación al cambio climático, además de tomar en cuenta medidas de conservación en sitios estratégicos de las cuencas hidrográficas, buenas prácticas en el uso del suelo, entre otros aspectos relacionados con la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE); así como enfoques socioeconómicos que involucren a las personas que habitan en los diferentes territorios, tal como ocurre con las medidas de Adaptación basada en Comunidades (AbC); también implica un abordaje desde la gestión integral del riesgo que contribuya a la identificación de necesidades y permita aplicar medidas más efectivas para cada caso.

2.4. Gestión integral del riesgo

2.4.1. Conceptualización del riesgo

Para comprender la conceptualización del riesgo, se debe tomar en cuenta la relación que existe entre el análisis de las amenazas y el de la vulnerabilidad. Según la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo 8488, una amenaza se define como un: “peligro latente representado por la posible ocurrencia de un fenómeno peligroso, de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre, capaz de producir efectos adversos en las personas, los bienes, los servicios públicos y el ambiente” (Asamblea Legislativa, 2006). Es posible que, por diferentes circunstancias, se presenten escenarios de multiamenaza, lo cual se define como la: “combinación de dos o más factores de amenaza manifestados de manera aislada, simultánea o por reacción en cadena, para producir un suceso disparador de un desastre”

(AyA, 2013). Por otro lado, la vulnerabilidad se entiende como: la “condición intrínseca de ser impactado por un suceso a causa de un conjunto de condiciones y procesos físicos, sociales, económicos y ambientales”; esta es determinada según el nivel de exposición y la fragilidad de los elementos que pueden verse afectados, además de la capacidad de respuesta que estos posean.

Así mismo, el riesgo, según la ley mencionada, se define como: “la probabilidad de que se presenten pérdidas, daños o consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un período definido”; además, este depende de cuan vulnerables son los elementos expuestos con relación a la amenaza en cuestión (Asamblea Legislativa, 2006). La evaluación de riesgos varía según la complejidad del sistema de abastecimiento y saneamiento de agua, los diferentes procesos, así como los equipos complejos usados como medidas para controlar la potabilización del agua, pueden generar una serie de riesgos que deben ser evaluados de forma cuidadosa (Bartram et al., 2009).

Un análisis de la vulnerabilidad en un sistema de agua potable y saneamiento ayuda a identificar cuáles debilidades poseen sus componentes al momento de enfrentar una amenaza y es el primer paso para la planificación de contingencias y emergencias, de manera que sea posible llevar a cabo las medidas de mitigación requeridas por el sistema. Para ello, es necesario tener conocimiento sobre las características de la organización, sus niveles, su administración y la operación de sus componentes; además de tener identificados los diferentes tipos de amenazas que pueden afectar la zona de estudio (AyA, 2014). Con respecto a la mitigación, esta corresponde a la: “aplicación de medidas para reducir el impacto negativo que provoca un suceso de origen natural, humano o tecnológico” (AyA, 2013).

La interacción entre los conceptos mencionados anteriormente es parte fundamental de lo que se conoce como gestión del riesgo. Según la Ley 8488, este concepto se define como: “proceso mediante el cual se revierten las condiciones de vulnerabilidad de la población, los asentamientos humanos, la infraestructura, así como de las líneas vitales, las actividades productivas de bienes y servicios y el ambiente”; corresponde a un modelo donde se toman en cuenta criterios para la prevención y la mitigación de desastres, además de la preparación, atención y recuperación ante emergencias (Asamblea Legislativa, 2006). En sistemas de

acueductos y alcantarillados, la gestión del riesgo debe visualizarse cíclica y articuladamente dentro de los procesos de gestión del AyA; de esta forma, se consigue una atención de emergencias más eficiente y eficaz (AyA, 2013).

2.4.2. Gestión del riesgo y conceptos asociados en ASADAS

La gestión del riesgo puede vincularse con la adaptación, con el fin de reconocer cómo se diferencia y cambia el contexto, las necesidades, prioridades y posibilidades de transformación. Por lo tanto, la flexibilidad pasa a ser un factor clave para abordar las alternativas que pueden ser aplicadas para cada circunstancia. Para planificar y ejecutar las intervenciones, se requiere una visión de largo plazo que propicie la capacidad de tomar acciones ante los escenarios actuales, así como preparar anticipadamente los sistemas para que estos resistan los eventos que probablemente ocurran en el futuro ([CNE], 2016). La adaptación se conoce como el: “proceso de ajuste que realizan las sociedades frente a las condiciones actuales o esperadas del clima y a sus efectos, con la finalidad de disminuir la vulnerabilidad e incrementar la capacidad de recuperación de las condiciones de las que depende el bienestar de las poblaciones humanas y de los ecosistemas naturales” (Molina, Sarukhán y Carabias, 2017).

Parte fundamental de la gestión del riesgo radica en que las ASADAS apliquen correctamente procesos de preparación y de prevención. El primero es conocido como el: “conjunto de actividades y medidas tomadas previamente, para asegurar una respuesta anticipada y efectiva ante el impacto negativo de un suceso”, la emisión de alertas, así como trasladar temporalmente personas y bienes de un sitio amenazado corresponden a medidas que pueden llegar a formar parte de la preparación. Por otro lado, la prevención se refiere a: “Toda acción orientada a evitar que los sucesos negativos se conviertan en desastres. Procura el control de los elementos conformantes del riesgo, por lo que, por una parte, las acciones se orientan al manejo de los factores de amenaza y, por otra, a los factores que determinan la condición de vulnerabilidad”. El término de respuesta, al que se refiere el concepto de preparación, se define como las: “acciones inmediatas a la ocurrencia de una emergencia; procuran el control de una situación, para salvaguardar obras y vidas, evitar daños mayores, y estabilizar el área de la región impactada directamente por la emergencia” (AyA, 2014).

Según el AyA (2014), los daños estructurales, las afectaciones en la calidad del agua y otros tipos de daños, en los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento en Costa Rica, pueden ocasionarse por amenazas de tipo natural como las siguientes:

- Inundaciones y tormentas tropicales: las inundaciones se dan como: “resultado de lluvia excesiva o del crecimiento anormal del nivel del mar, así como por la rotura de presas y diques y cada vez es más frecuente observar inundaciones ocasionadas por la intervención del hombre, como consecuencia de la degradación del medio ambiente, la deforestación y el inadecuado uso de la tierra”.
- Sismos y terremotos: la placa Cocos, la Caribe y la microplaca de Panamá son evidencia de que Costa Rica se encuentra en una zona de interacción sísmica considerable; la cual genera “fallas geológicas locales” que acumulan energía, la cual, posteriormente, se libera causando sismos.
- Sequías: este fenómeno corresponde a periodos secos muy prolongados y se caracteriza por ser una amenaza para las fuentes de abastecimiento de agua potable, con la posibilidad de que se alcance un factor de daño al sistema de un 100 %.
- Erupciones volcánicas: corresponden al: “material (magma), cenizas y gases del interior de la tierra a la superficie”, pueden causar caída de cenizas, microsismicidad, deslizamientos, lluvias ácidas, emanación de gases, entre otros, y su frecuencia es muy variable.
- Deslizamientos: son producidos por: “cambios súbitos o graduales en la composición, estructura, hidrología o vegetación, en un terreno en declive o pendiente”. Su capacidad de destrucción está en función de su volumen de masa, velocidad, tipo de movimiento y disgregación de masa con poca estabilidad.
- Amenazas antropogénicas: se definen como peligros generados por las actividades humanas en la producción, distribución, transportes y consumo de bienes y servicios y la construcción, así como el uso de infraestructura y edificios.

2.4.3. Componentes básicos de un sistema de acueducto

Para analizar la vulnerabilidad de un sistema de acueducto, es necesario conocerlo con detalle. Dependiendo del tipo de funcionamiento, ya sea por gravedad, bombeo o mixto, cada sistema puede variar, sin embargo, los componentes básicos son: captación, tratamiento,

tubería, conducción o impulsión, almacenamiento y tubería de distribución. La captación del agua para abastecimiento puede darse de una fuente superficial o subterránea, gracias a la creación de estructuras de tamaños variables como muros, tanques, pozos, derivaciones de un acueducto principal, entre otros. La potabilización del agua se realiza posterior a la captación, en caso de ser preciso, implica la existencia de una planta con floculadores, sedimentadores y filtros; de manera manual o con un dosificador. No obstante, en la mayoría de las ASADAS, la desinfección con cloro realizada por medio de mecanismos donde el agua tiene contacto con pastillas de hipoclorito de calcio es usualmente el único tratamiento (AyA, 2014).

Por otro lado, la tubería de conducción o impulsión es aquella que permite conectar las fuentes de abastecimiento con los tanques de almacenamiento, quiebra gradientes o rompe presión, incluyendo también los pasos de quebrada o de nivel. Los tanques de almacenamiento pueden estar enterrados, semienterrados, superficiales o elevados, suelen ser estructuras metálicas o de concreto y su tamaño varía. Finalmente, los pasos de quebrada consisten es estructuras que sostienen tubos de longitudes variables, ya sea como parte de la red de conducción o de distribución. Dicha tubería de distribución es aquella que sale de los tanques de almacenamiento con el fin de llevar el agua a las personas usuarias, sus materiales varían entre PVC, hierro, cemento y polietileno de alta densidad; todas con diámetros variables según las necesidades de cada sistema (AyA, 2014).

2.5. Mejora continua y eficiencia

La implementación de la mejora continua en las organizaciones tiene el objetivo de gestionar y guiar el proceso estandarizado conocido como Ciclo de Deming. En este, primeramente, se define el problema y se establecen objetivos particulares para él, lo cual corresponde a la fase de planificación; posteriormente, se entra en la fase de “hacer” o “ejecutar”, donde se llevan a cabo los objetivos, controlando el proceso y determinando capacidades. Seguidamente, se comprueba si las medidas tuvieron o no los resultados esperados, evaluando su efectividad e identificando oportunidades de mejora, lo cual pertenece a la fase de verificación; por último, la fase “actuar” implica estandarizar las medidas que resultaron satisfactorias e incorporarlas de lleno en la organización (Rajadell, 2019). Por otro lado, la eficiencia está asociada con el estudio del grado en que se alcanzan los objetivos definidos, en cuanto a un uso óptimo de los recursos que están disponibles (Miguel, Bañón y Catalá, 2018).

Los procesos de mejora continua y eficiencia forman parte de la gestión administrativa y financiera de las ASADAS. Dentro de la planificación que lo anterior implica y con el fin de que se documente la gestión de la junta directiva en nombramiento, estas organizaciones deben, de acuerdo con la Ley General de Control Interno, la Ley de Asociaciones y el Reglamento 3259-S-MINAE, contar con un plan de carácter estratégico, un plan operativo, uno relacionado con las inversiones y otro con la mejora y la eficiencia. Además, los procesos de mejora continua y eficiencia implican que administren de la mejor manera los recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos de las ASADAS.

El plan estratégico consiste en la promoción y ejecución de acciones que le permitan a la ASADA garantizar la calidad de los servicios que brinda. Esto por medio de herramientas tácticas como la visión, misión, valores y objetivos a corto y mediano plazo. Una vez definidos los objetivos, se plantean para cada uno de ellos estrategias y políticas que faciliten su alcance. Asimismo, el plan operativo se basa en las acciones que deben llevarse a cabo para que se implemente el plan estratégico, las cuales deben ser interconectadas y enfocadas en aspectos operacionales del sistema. Generalmente, dicho plan se formula al plazo de un año, conociéndose como Plan Anual Operativo y su diseño posiblemente implica que la ASADA requiera de un acompañamiento profesional (Carvajal, Cortés y León, 2017).

El plan de inversiones es la definición del presupuesto que será ejecutado en un periodo de tiempo establecido. Las inversiones pueden estar asociadas con la adquisición de activos que faciliten la sostenibilidad de la organización a través del tiempo, así como la construcción o remodelación de infraestructura, la compra de propiedades, la implementación de actividades relacionadas con la protección del recurso hídrico, entre otros; para ello, la junta directiva y la persona que administra el acueducto (en caso de que exista el puesto) deben acordar los proyectos prioritarios para las inversiones, sustentando de esta forma el plan operativo (Carvajal, Cortés y León, 2017). Por último, el plan de mejora y eficiencia tiene como finalidad contrarrestar las debilidades o potenciar las fortalezas identificadas en el proceso de autoevaluación y ponderación de variables, según el proceso que se detallará más adelante.

2.6. Conceptualización de las herramientas

2.6.1. Herramienta Gestión Integral de Riesgos en ASADAS (GIRA)

El proyecto del AyA-PNUD mencionado anteriormente desarrolló la herramienta de Gestión Integral de Riesgos en ASADAS (GIRA). Esta consiste en una metodología que permite fortalecer las capacidades de los diferentes actores de estas organizaciones como su junta directiva, su personal técnico y administrativo; permitiendo que se incorpore la gestión de riesgos a la hora de planificar acciones y operar el sistema, con el fin de que se aumente su capacidad adaptativa y resiliencia. El desarrollo de esta herramienta utilizó como insumos los factores en común que tienen entre sí el Plan de Seguridad del Agua (PSA), el Sello de Calidad del Agua, así como los conceptos del Plan de Adaptación al Cambio Climático y el Plan de Emergencias. Además, esto les facilita a las ASADAS el cumplimiento del reglamento de calidad de agua potable; el de prestación de servicios de acueducto, alcantarillado e hidrantes, el Reglamento a la Ley nacional de emergencias y prevención del riesgo y la Política nacional de adaptación al cambio climático (PNUD, 2019).

Por medio de la información recopilada por el Formulario Unificado de Información sobre Organizaciones Comunes Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Saneamiento, GIRA accede al conocimiento de quienes realizan actividades técnicas, de fontanería y de la junta directiva de las ASADAS. Además, utiliza modelos de cambio climático del IMN y datos sobre amenazas de la CNE. Todo esto bajo un enfoque de cuenca como unidad geográfica que permita gestionar integral e integradamente el riesgo (PNUD, 2019).

GIRA posee un apartado dedicado al análisis de las vulnerabilidades, donde se reflexiona sobre los puntos que hacen a la ASADA en cuestión más frágil ante amenazas. Según PNUD (2019), los aspectos principales para este análisis son:

1. Vulnerabilidad operativa: pretende: “valorar el nivel de control del mantenimiento y operación del sistema, el manejo de procedimientos adecuados y bitácoras de control”.
2. Vulnerabilidad sanitaria: posee dos perspectivas de análisis, la primera de ellas se enfoca en aspectos referentes al sello de calidad sanitaria, el cual corresponde a un programa impulsado por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), donde se busca generar incentivos para que las ASADAS desarrollen herramientas que permitan

realizar mejoras y mantener las condiciones estructurales del sistema, con el fin de garantizar la calidad del agua que se ofrece a las comunidades. Los cuestionarios para valorar los componentes del sistema se basan en lo indicado por el *Manual de Entes Operadores de Acueductos* del AyA. La segunda perspectiva utiliza como base el Sistema de Estandarizado de Regulación Sanitaria (SERSA) del Ministerio de Salud, establecido en el Decreto Ejecutivo 38924-S; en el cual se analiza individualmente el estado de cada una de las partes que conforman el sistema.

3. Vulnerabilidad infraestructura: evalúa las condiciones físicas de los diferentes materiales que componen las infraestructuras del acueducto comunal, identifica si se cumplió o no la vida útil de estos y si poseen situaciones de vulnerabilidad. Además, identifica si la ASADA conoce las especificaciones técnicas y la ubicación exacta de las partes de los componentes.
4. Vulnerabilidad administrativa: este aspecto es considerado como del “motor de acción de los otros capítulos de evaluación”, debido a que, de una administración sólida, depende una adecuada ejecución de los otros aspectos. En este apartado, se analizan las: “vulnerabilidades que limiten a la ASADA para prevenir, atender y mitigar posibles riesgos”.

Esta herramienta incorpora el análisis de amenazas relacionadas con eventos climáticos, así como una amplia participación de las comunidades, con el fin de abordar, en cierta medida, la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE); esta se define como: “el uso de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos como una estrategia en conjunto para ayudar a que las personas y las comunidades se adapten a los efectos negativos del cambio climático a nivel local, nacional, regional y global...la AbE posee un enfoque holístico e interdisciplinario que reconoce la interconectividad ecológica, sociocultural, económica e institucional” (Munang, Andrews, Alverson y Mebratu, 2014). Por otro lado, la Adaptación basada en Comunidades (AbC) se enfoca en la premisa de que: “las comunidades locales tienen las habilidades, la experiencia, el conocimiento y los encadenamientos para emprender actividades que, a nivel local, permitan aumentar la resiliencia y disminuir la vulnerabilidad presentada por diferentes factores como el cambio climático” (Dodman y Mitlin, 2013).

Además, GIRA integra factores en común que poseen ciertos planes promovidos por instituciones del Estado, como el AyA y la CNE, cuyo cumplimiento debe ser garantizado por parte de las ASADAS, tales como el Plan de Seguridad del Agua, el Sello de Calidad de Agua y el Plan de Emergencias.

El Plan de Seguridad del Agua (PSA) corresponde a un: “planteamiento integral de evaluación y gestión de los riesgos que abarque todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor”. Esta metodología tiene como finalidad: “garantizar sistemáticamente la seguridad y aceptabilidad del agua de consumo suministrada por un sistema de abastecimiento”; además, pretende determinar cuáles son las responsabilidades de cada actor involucrado para tener garantía de la seguridad del agua, incorporando la colaboración de estos al servicio de abastecimiento y a la reducción de riesgos (Bartram et al., 2009).

El Programa Sello de Calidad Sanitaria, para entes operadores de acueductos específicamente, está conformado, primeramente, por un apartado de información general sobre el acueducto, incluyendo un croquis del sistema y las características de este. Posteriormente, se asigna un puntaje establecido para cada parámetro obligatorio entre los que se encuentran: un programa de protección para las fuentes de agua, un programa de mantenimiento y limpieza de tanques, redes y otras estructuras; la adecuada operación del equipo de desinfección, la educación ambiental e información sobre la calidad del agua, control de la calidad del agua a través del LNA, el cumplimiento de lo que se establece en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable y la evaluación del riesgo sanitario. Este programa también posee tres parámetros complementarios de evaluación categorizados según el tipo de estrellas obtenidas; las estrellas blancas corresponden al cumplimiento de parámetros referentes a la calidad de la gestión hídrica; las doradas tienen que ver con la calidad del servicio y la estrella azul se les asigna a aquellos entes operadores que estén llevando a cabo la fase de preparación o ejecución de su Plan de Seguridad del Agua (AyA, 2015b).

Los planes de preparativos y respuesta ante emergencias para centros laborales o de ocupación pública determinan aquellas actividades que deben ser desarrolladas progresivamente como aspectos referentes a la organización, la valoración del riesgo, la

planificación de acciones, así como actividades de seguimiento y evaluación. Todo con el fin de apoyar que se reduzca la vulnerabilidad y los impactos negativos que causan los desastres tanto en la salud de las personas como a nivel de bienes y servicios, tomando la gestión del riesgo como una responsabilidad inherente del Estado y de la sociedad en general (CNE y INTECO, 2015).

2.6.2. Herramienta Planes de Mejora y Eficiencia (PME)

Por otro lado, tal como se menciona en los objetivos del proyecto, se aplicó la herramienta de planificación estratégica, conocida como Plan de Mejora y Eficiencia (PME), bajo el marco de la Política de Organización y Fortalecimiento de la Gestión Comunitaria de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento del AyA. Con esto se busca que las ASADAS incorporen procesos internos que les permitan mejorar su gestión, transparencia, participación y rendición de cuentas; mediante un modelo de autoevaluación, asesoría y capacitación. Esta herramienta está estructurada según los seis ejes temáticos: gestión administrativa financiera, comercial, comunal, recurso hídrico, sistemas de agua potable y saneamiento (PNUD y AyA, 2018).

Estos ejes temáticos están conformados por un total de 46 variables por evaluar, las cuales son un extracto de las preguntas utilizadas por el Formulario Unificado, siendo este último una herramienta del AyA construida en conjunto con el Ministerio de Salud, el MINAE, el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento, la Universidad de Costa Rica, la Universidad Nacional, la Universidad Técnica Nacional, la Subcomisión Agua y Saneamiento del Consejo Nacional de Rectores, la ARESEP, la Unión Nacional de Acueductos Comunales y la Unión de Asociaciones Griegas por el Ambiente y la Salud. Con el fin de sintetizar en un solo formulario las variables de interés que las diferentes instituciones relacionadas con la gestión del recurso hídrico debían conocer de las ASADAS.

Los PME buscan, además, darle un enfoque empresarial a la administración de las ASADAS asociado a procesos de mejora continua, con el fin de asegurar las condiciones óptimas que le permitan a la organización ser sostenible y tener capacidad de respuesta ante diferentes eventualidades. La mejora continua se define como una: “herramienta de incremento de la productividad que favorece un crecimiento estable y consistente en todos los segmentos de un proceso”; para esto se requiere identificar cada uno de los procesos que se llevan a cabo

en la organización y analizar los diferentes pasos que los componen. Es posible, además, incluir acciones correctivas y preventivas, así como analizar el nivel de satisfacción de los colaboradores y los clientes (Fernández, 2013).

2.6.3. Herramienta Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema (CCHS)

Por último, la tercera herramienta consiste en una Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema (CCHS), la cual proyecta las necesidades de la población comparando la demanda del recurso hídrico con la producción de las fuentes de abastecimiento. Esta posee información precargada del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) referente a la población total por sexo, total de viviendas por ocupación, promedio de ocupantes según provincia, cantón y distrito; así como información de la base de datos de factor de hacinamiento por distrito. Además, la herramienta utiliza información de la norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial del AyA; específicamente sobre dotaciones según el tipo de población, cálculos de crecimiento poblacional por año y cuenta, además, con la posibilidad de proyectar los efectos de la reducción anual de caudal.

Cabe destacar que, para hacer referencia a esta herramienta en este proyecto de graduación, para fines académicos, se utilizó el nombre *Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema*. Lo anterior con el fin de evitar confusiones en el lector, debido a que el nombre oficial y utilizado para fines prácticos es: *Calculadora de Balance Hídrico*. Según el Reglamento para la prestación de los servicios del AyA, la capacidad hídrica consiste en la: “existencia del recurso hídrico con factibilidad técnica y operativa para la producción de agua potable para el abastecimiento”. Un acueducto comunal, además de requerir suficiente capacidad hídrica, depende también de la capacidad hidráulica; el mismo reglamento define a esta última como la: “existencia de infraestructura instalada y en uso de los sistemas de abastecimiento y saneamiento para trasegar los caudales para la prestación efectiva de los servicios”.

Se debe tomar en cuenta que, con el fin de planificar de mejor manera los impactos del cambio climático en los sistemas de abastecimiento de agua potable a nivel local, quienes administran el recurso hídrico deben contar con mecanismos accesibles de planificación y gestión; así como información disponible, adaptada a su contexto y a sus temas de interés

(Yasarer, 2015). Las herramientas desarrolladas por el proyecto mencionado están en proceso de mejora continua, para garantizar el cumplimiento de dichas características; además de que son un mecanismo de acompañamiento técnico que tanto necesitan las personas que trabajan en la gestión comunitaria del agua a nivel nacional.

3. Metodología

3.1. Enfoque de la investigación

La investigación en cuestión tuvo un enfoque cualitativo, en el que se recopilaron datos para los que no necesariamente se utilizaron valores numéricos como base para el desarrollo del trabajo y las conclusiones. Además, las descripciones y observaciones de los colaboradores de los acueductos comunales tuvieron un papel fundamental que llevó al planteamiento de nuevas preguntas en la investigación, por lo tanto, la comprobación de una hipótesis no precisamente fue aplicable al caso. Esta metodología, muy de la mano con los miembros de las ASADAS, permitió que se establecieran relaciones entre el marco conceptual manejado por el equipo técnico del PNUD y el objeto de estudio, la cual es una característica propia de esta clase de enfoque (Ackerman y Com, 2013).

3.2. Alcance de la investigación

Lo anterior se llevó a cabo mediante un alcance exploratorio, esto debido a que las herramientas utilizadas no se habían aplicado anteriormente en los sitios de estudio y se buscó obtener un panorama más amplio sobre las necesidades de las ASADAS en temas de gestión integral de riesgo y de eficiencia bajo un enfoque empresarial; de manera que, posteriormente, el acueducto comunal pudiera profundizar en el abordaje de estas temáticas (Ackerman y Com, 2013).

3.3. Diseño metodológico

El diseño metodológico del estudio corresponde a estudio de caso, visto este como un proceso donde se deben planificar acciones en un tiempo determinado; en este caso, la aplicación y el análisis de las herramientas desarrolladas por el AyA-PNUD, con el fin de proponer mejoras en estas posteriormente (Durán, 2012).

3.4. Selección de la muestra

Las ASADAS seleccionadas se ubican en la zona de estudio del proyecto del AyA–PNUD *Fortalecimiento de las capacidades de las ASADAS para enfrentar riesgos del Cambio Climático en comunidades con estrés hídrico en el Norte de Costa Rica* mencionado anteriormente. Al ser una investigación cualitativa, la muestra utilizada es no probabilística. Para la selección, bajo el criterio técnico del personal del PNUD, se valoró cuáles ASADAS poseen mayor vulnerabilidad a amenazas como inundaciones, sismicidad, incendios forestales, sequías, entre otros. Además, se tomaron en cuenta factores como la cantidad de abonados y las experiencias previas que se han tenido anteriormente en el proyecto con estas organizaciones. En cuanto a la cantidad de ASADAS tomadas en cuenta, se optó por definir un alcance de tres acueductos comunales: Artola de Carrillo, Corralillo de Nicoya y Pilangosta de Hojanca.

3.5. Proceso metodológico

La recolección de datos se llevó a cabo mediante giras a los acueductos comunales, en las que, usando grupos focales, se aplicaron las herramientas en cuestión; fomentando la interacción de todos los participantes (Hernández, Fernández, Baptista, Méndez y Mendoza, 2014). Inicialmente, mediante comunicaciones telefónicas con los miembros de las ASADAS seleccionadas, se coordinaron las fechas para las reuniones de los grupos focales, así como la información que se requería que la ASADA tuviera disponible durante la aplicación de las herramientas.

3.5.1. Fase I. Aplicación de herramienta GIRA en las tres ASADAS seleccionadas

Antes de comenzar con la aplicación de la herramienta, se realizó la conformación del equipo de trabajo que llevó a cabo la gestión integral de riesgos y el plan de emergencias. Para ello, se completó una tabla en la herramienta GIRA, donde se especifican los nombres, la posición y el contacto de cada miembro.

3.5.1.1. Caracterización del sistema

3.5.1.1.1. Ficha técnica

El primer paso de la herramienta GIRA consiste en completar los datos correspondientes a la provincia, cantón, distrito y nombre de la ASADA. Luego, de forma automática, se despliegan datos referentes a cantidad de abonados, número de comunidades, número de

sistemas, tipo de servicios que brinda, tales como acueducto, hidrante y saneamiento; así como detalles de las obras de infraestructura del sistema. Esta información se encuentra precargada en la herramienta, ya que proviene del Sistema de Apoyo a la Gestión de ASADAS (SAGA), el cual se mencionó anteriormente, aplicado por el AyA a las ASADAS de todo el país; en todo caso, es necesario revisar la información para confirmar su veracidad y corregir los posibles datos desactualizados.

3.5.1.1.2. Mapa de la ASADA

En esta fase, se ilustran los componentes del sistema, aspectos del entorno y posibles amenazas. Para esto se utilizan unas fichas de cartón diseñadas para este fin. De esta manera, las personas participantes en los grupos focales crearon un mapa que representa el acueducto comunal, con la ayuda de las fichas, ubicando posteriormente los puntos específicos del sistema que son más propensos a sufrir el impacto de las amenazas antropogénicas, detalladas en la figura 3; así como amenazas naturales representadas por fichas de color rojo. Luego se procedió a establecer zonas de riesgo bajo, medio y alto, por medio de la percepción de quienes participaron, según la escala de colores de la figura 3. Una vez hecho el mapa, se registró fotográficamente para, después, representarlo en la herramienta en Excel.

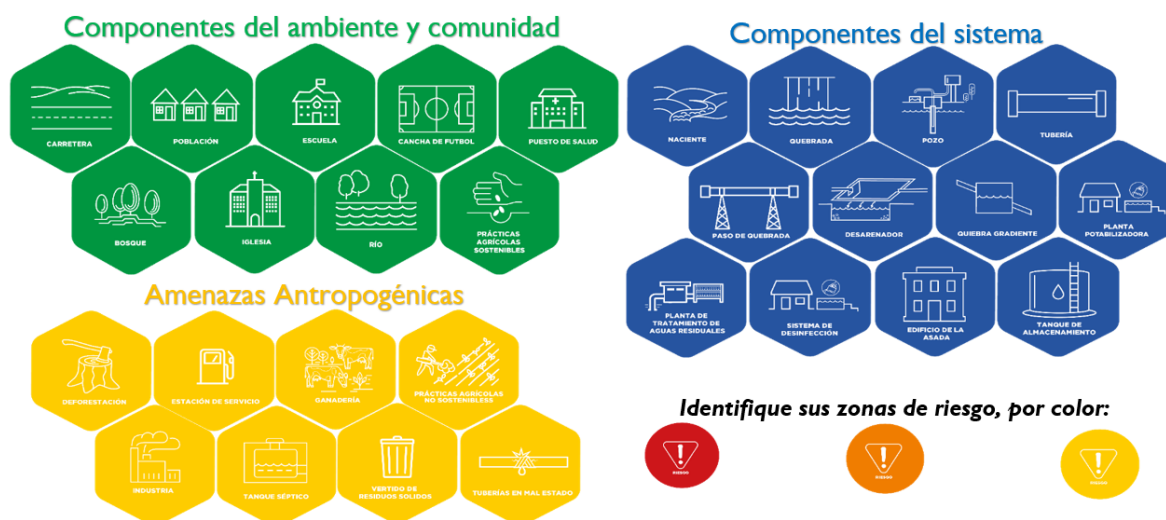


Figura 3. Simbología utilizada en la herramienta GIRA para la elaboración del mapa de las ASADAS. Fuente: PNUD, 2019.

En el caso de la ASADA de Pilangosta, para visualizar los componentes del sistema, se utilizó el programa QGIS, debido a que se contaba con una capa de datos georreferenciados en formato qgs, sobre la cual se sobrepusieron, en el mismo formato, los puntos más propensos a las amenazas identificadas en cada parte del acueducto comunal. Por otro lado, debido a la complejidad del sistema de la ASADA Corralillo de Nicoya, y al limitado espacio de la herramienta en Excel GIRA para colocar las figuras del mapa, se procedió a elaborar en el programa Visio, un croquis que facilitara la visualización de los componentes del acueducto. En la ASADA Artola, de Sardinal si fue suficiente el espacio del Excel de la herramienta para colocar las figuras que conforman el croquis.

3.5.1.2. Análisis de vulnerabilidades

En este apartado, se analizan las vulnerabilidades de la ASADA en cuatro aspectos principales: operativo, sanitario, de infraestructura y administrativo. Cada uno de estos aspectos se evalúa mediante una serie de preguntas diseñadas para que las respuestas sean “Sí” o “No”, las cuales se pueden consultar con detalle en la pestaña *Cuestionarios* del archivo adjunto de Excel GIRA.

En el caso de la vulnerabilidad sanitaria, los cuestionarios se enfocan en la valoración de los componentes de los sistemas de los acueductos comunales, los cuales fueron descritos en el punto 2.1.1 del Marco teórico, desde la perspectiva del Sello de Calidad Sanitaria del Laboratorio Nacional de Aguas, según lo indicado por el *Manual de Entes Operadores de Acueductos* 20.10.2015 del AyA. Por otro lado, el Sistema de Estandarizado de Regulación Sanitaria (SERSA) del Ministerio de Salud establecido en el Decreto Ejecutivo 38924-S también es tomado en cuenta para evaluar la vulnerabilidad sanitaria de los componentes de las ASADAS en la herramienta GIRA. Para esto, se selecciona el componente en cuestión en la herramienta y se indica el nombre de este; esto es individual, por ejemplo, si el acueducto posee tres pozos, se debe completar el formulario para cada uno de manera diferenciada (PNUD, 2018).

3.5.1.3. Análisis de amenazas

En este análisis, entran en juego aspectos externos al acueducto comunal, tales como el cambio climático, el entorno, amenazas naturales y antropogénicas; con esto se busca mitigar

los riesgos identificados mediante la propuesta de soluciones (PNUD, 2018). Para ello, la herramienta se divide en las siguientes tres fases:

3.5.1.3.1. Análisis de amenazas en la subcuenca de la ASADA

En esta fase se especifica a cuáles subcuencas pertenece el acueducto comunal en cuestión. Dentro de la programación de la herramienta, existe una base de datos que permite realizar la identificación, de forma automática, de cuáles ASADAS comparten la subcuenca seleccionada, así como el nivel de exposición del acueducto comunal a las siguientes amenazas: sequía, terremoto o sismo, deslizamiento, tormenta/inundación, sedimentación, incendio y exposición antropogénica. La información de esta base de datos se generó a través de un estudio realizado por el proyecto de Fortalecimiento de ASADAS de PNUD – AyA, donde se definieron índices de exposición para cada una de las amenazas mencionadas en las subcuencas de la zona de la zona norte del país. Dicho nivel de exposición se encuentra en un rango entre 0 y 3, por lo que la categorización de cada amenaza en los niveles: No aplica (N/A), baja, media, alta, muy alta, se hace, de forma automática; según lo detallado en el cuadro 1, en el cual “X” representa el valor del nivel de exposición.

Cuadro 1. Categorización de los niveles de exposición a las amenazas analizadas por la herramienta GIRA a nivel de subcuenca.

Categoría	Nivel de exposición (X)
N/A	$X = 0$
Baja	$0 < X < 1$
Media	$1 \leq X < 2$
Alta	$2 \leq X < 3$
Muy alta	$X \geq 3$

3.5.1.3.2. Análisis de amenazas en el sistema de la ASADA

Posteriormente, se realizó un análisis tomando como base las observaciones, comentarios e información en general recolectada durante la construcción del croquis del sistema. Para esto se seleccionaron las amenazas que son consideradas como más peligrosas para la ASADA, eligiendo entre estas opciones: tormenta/inundación, terremoto o sismo, deslizamiento,

sequía, erupciones volcánicas, incendio, derrame de sustancias tóxicas, rotura de tuberías, interrupción de suministro de energía, prueba de control de calidad alterada, desarrollo urbano no planificado y vandalismo. Al seleccionar alguna de dichas amenazas, la herramienta despliega un formulario, donde se analizan las posibles consecuencias estimando el costo de los daños causados por el impacto tanto en la infraestructura del acueducto como en el servicio de abastecimiento de agua. Ver detalle en archivo Excel de GIRA adjunto o en la [página web del PNUD Costa Rica](#).

La primera variable que calcula herramienta GIRA es el impacto que tiene cada amenaza en las fuentes de abastecimiento, las líneas de conducción y distribución, los tanques de almacenamiento y el edificio o bodega de la ASADA. Para esto se utilizan las equivalencias y categorías mostradas en el cuadro 2. Seguidamente, la herramienta utiliza los valores equivalentes a cada opción seleccionada en el análisis y, por medio de la fórmula 1, calcula una suma de impactos que será usado posteriormente para el cálculo del nivel de consecuencia, según la fórmula 2. Este nivel de consecuencia se clasifica posteriormente siguiendo lo indicado en el cuadro 3.

Cuadro 2. Equivalencias y categorías utilizadas por la herramienta GIRA para el cálculo del nivel de impacto de diferentes amenazas en los componentes de los acueductos comunales.

Costo aproximado del impacto	Estimación cantidad abonados sin servicio		Estimación de días sin servicio	Categoría	Valor equivalente
	Rangos	Valores fijos			
Mayor a ₡15 millones	Entre el 75 %-100 %	100 %	1 mes o más	Muy alto	30
Entre ₡5 y ₡15 millones	Entre el 50 %-75 %	70 %	15 días	Alto	15
Entre ₡1 y ₡5 millones	Entre el 25 %-50 %	40 %	1 semana	Moderado	7
Menor a ₡1 millón	Menor al 25 %	20 %	1 día	Bajo	3
Sin costo	Sin impacto	0 %	Sin impacto	Nulo	0

Suma de impactos

$$= \frac{\text{Imp. fuentes} + \text{Imp. líneas} + \text{Imp. tanques} + \text{Imp. edificio}}{4} + \text{Imp. días sin servicio} + \text{Cantidad abonados} \quad \text{Fórm. 1}$$

$$\text{Nivel de consecuencia} = \frac{\text{Suma de impactos}}{100} \quad \text{Fórm. 2}$$

Cuadro 3. Detalle de la clasificación de los porcentajes obtenidos como niveles de consecuencia de los impactos de las amenazas, usando la herramienta GIRA.

Categoría	Rangos asociados
Catastrófico	85%-100%
Muy grave	60%-84%
Grave	25%-59%
Leve	10%-24%
Muy leve	0%-9%

Además, GIRA calcula el valor que los impactos de las amenazas incluidas en el análisis tienen en el servicio. Esto se traduce en pérdidas comerciales asociadas con el hecho de que los ingresos de las ASADAS están directamente relacionados con el consumo de los abonados; por lo que, en la medida que se tenga que interrumpir el servicio, para llevar a cabo las reparaciones necesarias, por ejemplo, se tendrá una menor cantidad de ingresos no facturados. Esto se calcula por medio de la fórmula 3, utilizando las equivalencias del cuadro 4; así como el dato de ingresos diarios, calculado al dividir entre 30 días el monto del ingreso mensual registrado en la ficha técnica.

Valor del impacto en el servicio

$$= \% \text{ valores fijos abonados sin servicio} \\ * \text{días promedio sin servicio} * \text{ingreso diario} \quad \text{Fórm. 3}$$

Finalmente, la herramienta calcula el valor que pueden llegar a tener los impactos de las diferentes amenazas en la infraestructura del acueducto. Para esto se utilizan las equivalencias y categorías del cuadro 4. Los valores equivalentes al costo seleccionado del

impacto en cada componente del sistema se utilizan en la fórmula 4 para estimar las pérdidas en términos monetarios en la infraestructura.

Cuadro 4. Equivalencias y categorías utilizadas por la herramienta GIRA para el cálculo de la estimación de las pérdidas en la infraestructura de los acueductos comunales, ante el impacto de diferentes amenazas.

Costo aproximado del impacto	Categoría	Valor equivalente
Mayor a ¢15 millones	Muy alto	20
Entre ¢5 y ¢15 millones	Alto	10
Entre ¢1 y ¢5 millones	Moderado	3
Menor a ¢1 millón	Bajo	0,75
Sin costo	Nulo	0

Valor del impacto en infraestructura

= (Imp. fuentes + Imp. líneas + Imp. tanques + Imp. edificio)

* 1000000

Fórm. 4

3.5.1.3.3. Evaluación de preparativos ante emergencias

La herramienta genera de forma automática recomendaciones que pueden, eventualmente, ser utilizadas como insumo a la hora de crear protocolos de contingencia; las acciones propuestas se enfocan en tres etapas: prevención, atención y recuperación. Todas ellas son establecidas de acuerdo con el tipo de amenaza, la cual se selecciona en conjunto con el componente del sistema expuesto.

Para la evaluación del grado de respuesta de la ASADA ante emergencias, GIRA establece 10 preguntas (ver detalle en la herramienta adjunta). Con dicho formulario acaba la autoevaluación que incluye la herramienta, por lo que se puede pasar a la fase de generación de resultados.

3.5.1.4. Valoración de riesgos y prioridades

La fase cuatro de la implementación de GIRA se divide en dos fases principales, establecidas como dos pestañas diferenciadas en el formato en Excel, las cuales son las siguientes:

4.5.1.4.1. Resultados: esta fase incluye el análisis de datos estableciendo las siguientes categorías de análisis:

3.5.1.4.1.1. Vulnerabilidad de la ASADA

El grado de vulnerabilidad sanitaria, de infraestructura, administrativa y operativa se indican de manera individual, ya que se toman como capítulos diferentes. Para esto, GIRA establece rangos detallados en el cuadro 5. Una vez indicados, los rangos anteriores pasan al índice de vulnerabilidad en el cual, con el fin de obtener una valoración general sobre la vulnerabilidad de la ASADA en cuestión, la herramienta establece pesos relativos diferenciados para cada capítulo de los mencionados anteriormente; siendo estos porcentajes máximos que se pueden asignar para cada sección, de manera que, al sumar los valores establecidos para cada capítulo, se obtiene el resultado de la vulnerabilidad general del acueducto (ver detalle en cuadro 6) (PNUD, 2018).

Cuadro 5. Categorías de vulnerabilidad establecidas en la herramienta GIRA para indicar el grado de vulnerabilidad sanitaria, de infraestructura, administrativa y operativa de ASADAS.

Categoría	Rango (%)
Muy alta	75-100
Alta	55-74
Moderada	35-54
Baja	20-34
Muy baja	0-19

Cuadro 6. Porcentajes de peso relativo asignados a cada categoría de vulnerabilidad en la herramienta GIRA.

Tipo de vulnerabilidad	Peso relativo (%)
Administrativa	15
Operativa	20
Infraestructura	30
Sanitaria	35

De esta forma, la herramienta determina un porcentaje de vulnerabilidad para cada uno de los aspectos mencionados, para esto se toma la totalidad de las respuestas de cada cuestionario como el 100 %, estableciendo la vulnerabilidad como el porcentaje que

representan las respuestas negativas. En el caso de la vulnerabilidad sanitaria, al haber seis formularios para el análisis, se establece un porcentaje de vulnerabilidad para cada aspecto, según las preguntas referentes al sello de calidad del agua y al análisis de cada uno de los componentes del sistema; posteriormente se promedian los porcentajes obtenidos para calcular el porcentaje de vulnerabilidad sanitaria de todo el acueducto. Para el cálculo de los pesos relativos que representan cada una de las vulnerabilidades, se multiplica el porcentaje obtenido en cada tipo de vulnerabilidad por el peso relativo asignado para cada apartado, según los datos mencionados anteriormente. De modo que, al sumar los porcentajes relativos de cada vulnerabilidad, se obtiene la vulnerabilidad total de la ASADA, con la categoría correspondiente.

Por ejemplo, en el caso de la ASADA Artola, se respondió negativamente a las siete preguntas del Sello de Calidad Sanitaria. Además, en el análisis de los componentes del sistema, se obtuvieron porcentajes de vulnerabilidad del 10 %, 20 % y 5 % para el pozo, la tubería de conducción y los tanques de almacenamiento, respectivamente; lo cual da un promedio de 12 %, dato que es tomado como el resultante del análisis de los componentes de la infraestructura del acueducto, clasificado en la categoría de muy bajo. Al multiplicar el peso relativo de dicha vulnerabilidad de 35 % por el 12 % mencionado, se obtiene un valor de 4 %.

En cuanto a la vulnerabilidad en la infraestructura, se obtuvo un 43 % resultante de haber respondido negativamente a tres de las siete preguntas utilizadas para evaluar este aspecto. Al multiplicar dicho 43 % por el 30 % que representa la vulnerabilidad en cuestión, en cuanto a su peso relativo, se obtiene que esta significa el 13 % de la vulnerabilidad total del acueducto comunal de Artola. Por otro lado, en la vulnerabilidad administrativa, se obtuvo un 50 % resultante de haber respondido negativamente a cinco de las 10 preguntas utilizadas por la herramienta en cuestión para evaluar este aspecto; este 50 % multiplicado por 15 % que representa el componente administrativo en términos de pesos relativos, muestra que este aspecto representa el 8 % de la vulnerabilidad total.

Finalmente, en el formulario de la vulnerabilidad operativa, se respondió de manera negativa a cuatro de las ocho preguntas, y se obtiene así un 50 % que, al ser multiplicado por el 20 % que representa la vulnerabilidad operativa en los pesos relativos, se obtiene que esta significa

el 10 % de la vulnerabilidad total de la ASADA. Al sumar dichos porcentajes relativos de 4 %, 13 %, 8 % y 10 %, se obtiene una vulnerabilidad total de un 35 %.

3.5.1.4.1.2. Amenazas a las subcuencas

En este apartado, se establece, para cada amenaza identificada en las subcuencas a las que pertenece el acueducto, su nivel de exposición, sus consecuencias y se estima el valor económico de los impactos causados por cada amenaza en la ASADA en cuestión.

El análisis que realiza la herramienta GIRA, sobre las amenazas a las que la ASADA está expuesta por su ubicación geográfica a nivel de subcuenca, incluye aquellos acueductos vecinos que comparten la subcuenca con la ASADA en cuestión. Además, se establecieron niveles de exposición de 0 a 5, según los cuales se asignan las categorías de valoración baja, media, alta, muy alta.

3.5.1.4.1.3. Preparación de la ASADA ante emergencias

Este resultado indica el grado de preparación de la ASADA ante posibles emergencias; su interpretación radica en que, cuanto más alto sea, tiene un significado más positivo, lo cual significa que el acueducto comunal se ha preparado más adecuadamente para atender emergencias. Esta graduación se indica con un porcentaje que se apega a los rangos mencionados anteriormente para el análisis de vulnerabilidades.

3.5.1.4.2. Valoración del riesgo y determinación de prioridades

Una vez identificadas las oportunidades de mejora en los apartados anteriores, en esta fase se toman aquellos aspectos que son evaluados por los formularios incluidos en la herramienta, cuya implementación se encuentra pendiente de parte de la ASADA. Para ello, se utilizó una matriz detallada en la pestaña *Valoración de riesgo* de la herramienta, donde se especifican los tipos de vulnerabilidad, los componentes que se deben abordar según dichas vulnerabilidades, las amenazas que afectan a cada uno y las medidas correctivas por tomar para enfrentar dichas amenazas.

Posteriormente, en un apartado destinado para la valoración de los riesgos, se determina la probabilidad de impacto de cada amenaza y su grado de consecuencia. Ambos aspectos se

calculan utilizando criterios definidos por el AyA (2014b) y se detallan en los anexos 1.1 y 1.2; una vez determinados, la combinación del grado de probabilidad y el de consecuencia da como resultado el nivel de riesgo, detallado también en el anexo 1.3, el cual se usa como insumo para tener un criterio fundamentado a la hora de priorizar las medidas que serán incorporadas en el Plan de Gestión de Riesgos de la ASADA.

3.5.1.5. Administración del riesgo

3.5.1.5.1. Administración del riesgo con medidas correctivas

Esta sección toma como insumo las medidas seleccionadas en la priorización anterior, adjuntándolas en un plan en el que se especifica el monto aproximado de la inversión (en colones), la fuente de financiamiento, los pasos por seguir para llevar a cabo la solución que se propuso, las personas que se responsabilizarán por la ejecución de cada paso y una propuesta de las fechas de inicio y finalización para cada uno de los pasos definidos (ver detalles en la pestaña *Adm riesgo correctivas* de la herramienta).

3.5.1.5.2. Administración del riesgo con medidas preventivas

En esta fase, se realiza una planificación prospectiva de proyectos que la ASADA puede implementar con el fin de llevar a cabo acciones preventivas de mayor impacto; para esto se incorporan en una matriz que sigue las mismas fases detalladas en el punto anterior referente a las medidas correctivas (ver detalle en la pestaña *Adm riesgos preventivas* de la herramienta).

3.5.1.5.3. Monitoreo, seguimiento y evaluación

Este punto incorpora los detalles mencionados de las medidas correctivas y preventivas, por medio de una matriz, que carga automáticamente la información de los planes de trabajo, añadiendo los siguientes aspectos: fecha de revisión, estado de ejecución (se seleccionan las opciones sin iniciar, en proceso o terminado), inversión realizada y observaciones. Una vez completados dichos apartados, la herramienta genera, de forma automática, un gráfico que muestra el porcentaje de avance de cada proyecto, objetivo o medida.

3.5.1.6. Generación de documentos

GIRA posee un apartado cuya función radica en la generación de un documento, en versión PDF, para cada una de las etapas seguidas durante la aplicación. Para esto se utiliza la pestaña correspondiente y se presionan los botones respectivos a la ficha técnica, el mapa de riesgos, la evaluación detallada de los riesgos, el resumen de los resultados del análisis de riesgos, la priorización de las medidas de acción, el plan de acción correctivo, el plan de acción preventivo y el seguimiento de los planes. Posteriormente, gracias al botón *Generar informe plan GIRA*, se genera en formato Word una versión editable con los resultados de las diferentes etapas de la herramienta e información teórica sobre el tema. Al presionar los botones, mostrados en la figura 4, los documentos correspondientes se abren de manera automática, quedando guardados en la misma carpeta donde se guardó previamente el documento Excel de la herramienta; por lo cual se recomienda crear una carpeta exclusiva para este fin.



Figura 4. Detalle de la pestaña *Generación de documentos* en la herramienta GIRA. Fuente: PNUD, 2019.

3.5.2. Fase II: Aplicación de las herramientas PME y CCHS en las tres ASADAS seleccionadas

3.5.2.1. Herramienta PME

3.5.2.1.1. Etapa 1: Autoevaluación

Para iniciar este proceso, es necesario conformar un comité de autoevaluación integrado por los diferentes actores involucrados en la prestación del servicio. Para formar dicha comisión,

se deben seguir los pasos especificados en el punto 1 del anexo 2. Posteriormente, se completa en la herramienta un registro con los datos de los integrantes del comité; el cual puede ser usado como una herramienta de rendición de cuentas.

Esta primera etapa se enfoca en seis criterios de evaluación: gestión administrativa financiera, comercial, comunal, recurso hídrico, sistemas de agua potable y saneamiento. Para cada uno de los anteriores, se define una ponderación de las variables, las cuales se evalúan por medio de preguntas, por lo que, según la respuesta seleccionada, se obtiene la totalidad, la mitad o un 0 % en el puntaje (ver cuestionario de autoevaluación en la pestaña *Diagnóstico* de la herramienta).

Cada una de las preguntas que conforman los diferentes ejes temáticos posee un valor diferenciado definido por su nivel de importancia en la prestación del servicio, los cuales, al sumarse, dan como resultado los puntos y porcentajes totales detallados en el cuadro 7. Posteriormente, las sumas de los puntos y porcentajes obtenidos dan como resultado los valores usados para clasificar a la ASADA en las categorías establecidas en el cuadro 8. Cabe destacar que el eje temático *Gestión de saneamiento* se incluye en esta suma como un porcentaje adicional, debido a que la mayoría de las ASADAS aún no cuentan con sistemas de saneamiento. La categoría asignada y el puntaje obtenido en cada eje temático se pueden visualizar en gráficos y en tablas que la herramienta genera de forma automática.

Cuadro 7. Porcentajes de puntuación establecidos para cada eje temático del cuestionario de autoevaluación de la herramienta PME.

Eje temático	Puntos totales	Porcentaje total
Gestión comercial	17	15 %
Gestión comunal	10	15 %
Gestión ambiental y de recurso hídrico	5	15 %
Gestión de sistemas de agua	15	30 %
Gestión administrativa financiera	24	25 %
Gestión saneamiento	6	10 %
Total	77	110 %

Cuadro 8. Categorías establecidas en la herramienta PME para las ASADAS según el puntaje obtenido en la fase de evaluación.

	Categoría	Porcentaje
A	Consolidada	80 % - 100 %
B	En desarrollo alto	60 % - 79 %
C	En desarrollo bajo	40 % - 59 %
D	Débil	0 % - 39 %

3.5.2.1.2. Etapa 2: Priorización

La priorización de variables por parte del comité de autoevaluación de la ASADA se realiza con el fin de seleccionar aquellas que serán incluidas en el PME; para esto se ubican en una matriz aquellas variables que no obtuvieron la totalidad de los puntos disponibles y, por lo tanto, pueden mejorar. La escala de priorización, mostrada en el cuadro 9, detalla las opciones por seleccionar para cada una de las debilidades que se ubican, de forma automática, en la matriz mostrada en la pestaña de la herramienta llamada *Priorización*. Los valores equivalentes de cada opción seleccionada se promedian para obtener un solo valor de priorización que oscila entre uno y tres, donde uno es el menos prioritario y tres el de mayor prioridad (ver fórmula 5, donde V.E es la abreviatura de Valor Equivalente).

Cuadro 9. Detalle de las opciones por seleccionar en la escala de priorización de la herramienta PME, así como los valores de priorización equivalentes para cada opción.

Criticidad	Posibilidad de solución (dificultad para resolver)	Recursos disponibles	Valor de equivalencia para priorización
No crítico	Difícil	No se tienen	1
Crítico	Intermedia	Se tienen, pero no son suficientes	2
Muy crítico	Fácil	Se tienen recursos	3

Valor de priorización

$$= \frac{V.E \text{ criticidad} + V.E \text{ dificultad} + V.E \text{ recursos disponibles}}{3}$$

V.E = Valor de Equivalencia

Fórm. 5

En esta etapa, se incluye el análisis de resultados, para el cual se utiliza una matriz en la que se presentan por ejes temáticos las variables por analizar con los respectivos datos de priorización y los porcentajes faltantes para obtener su valor óptimo. Además, una vez elegidas las variables por incluir en el PME, un apartado destinado al análisis de escenarios calcula de forma automática la nueva categoría de la ASADA, con el fin de que la elección de las variables sea hecha en función de aumentar dicha categorización (ver detalle en la pestaña *Resumen* de la herramienta).

3.5.2.1.3. Etapa 3: Plan de mejora y eficiencia

Para la elaboración del planteamiento del PME, la herramienta incluye una matriz, en la que se cargan automáticamente las actividades seleccionadas con los objetivos correspondientes. Posteriormente, se asigna un responsable para cada actividad, así como los plazos necesarios para el cumplimiento. La herramienta asigna un espacio en la matriz para que se puedan incluir los proyectos propios de la ASADA (ver el detalle en la pestaña *Plan* de la herramienta).

Por último, se estiman los costos relacionados con cada una de las actividades, para integrarlos en el presupuesto anual del acueducto comunal. La matriz incluye una sección de seguimiento y evaluación, donde se especifica el estado de la actividad: pendiente, en proceso o cumplido; y el porcentaje de avance de esta.

3.5.2.2. Herramienta CCHS

La herramienta CCHS se compone de las siguientes cuatro etapas:

3.5.2.2.1. Información general

En este apartado se deben completar los datos correspondientes al número identificador del acueducto comunal (IDEO), el nombre de la ASADA, la cantidad de servicios totales que brinda, el tipo de población abastecida, la provincia, el cantón y el distrito (ver detalle en la sección 1 de la pestaña *Balance Hídrico* de la herramienta).

3.5.2.2.2. Estimación de la producción

Esta fase busca obtener como resultado la estimación de la producción total de las fuentes. La sección 2 de la pestaña *Balance Hídrico* detalla la tabla utilizada por la herramienta, en la

que se especifican los caudales en L/s de cada una de las fuentes de abastecimiento que posee el acueducto comunal. Al completar los datos, se calcula de forma automática la suma de los caudales, para lo cual es necesario que los miembros del equipo de trabajo realicen previamente pruebas de bombeo, en el caso de los pozos, y aforos en el caso de las nacientes.

3.5.2.2.3. Cálculo de la demanda

El primer paso para iniciar esta etapa es la elección del intervalo de análisis que se desea que la herramienta utilice, generalmente se utilizan 5 años y se puede modificar el plazo con el fin de obtener mayores proyecciones. Según los datos de la ubicación de la ASADA, se cargan automáticamente los datos de factor de hacinamiento y el porcentaje de crecimiento poblacional correspondientes y necesarios para el cálculo de la demanda, con datos distritales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (2011).

Posteriormente, en caso de que la ASADA brinde servicios a actividades comerciales, industriales, agrícolas, educativas, entre otras, se deben especificar los datos detallados en la pestaña *Servicios Equivalentes*; con los cuales la herramienta hace el cálculo de unidad de consumo equivalente; según la Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, saneamiento y pluvial, creada en el AyA durante el 2017 (ver detalle en el anexo 3 y fórmula 7). El dato obtenido de Servicios Equivalentes (SE) debe corregirse, utilizando la fórmula 6, para luego sumar los SE corregidos y obtener un valor de SE total. La población abastecida por el acueducto comunal se calcula utilizando la fórmula 8.

$$\text{Servicios equivalentes corregidos} = \text{Cantidad servicios por actividad} - \text{servicios equivalentes} \quad \text{Fórm. 6}$$

$$\text{Total servicios equivalentes} = \text{Cantidad servicios} + \sum \text{Servicios equivalentes corregidos} \quad \text{Fórm. 7}$$

$$\text{Población abastecida} = \text{Factor hacinamiento} + \text{Total servicios equivalentes} \quad \text{Fórm. 8}$$

En caso de que la ASADA cuente con micro y macromedición, se debe completar la tabla detallada en la pestaña *Dotación según medición*, con el fin de obtener los datos

correspondientes a la dotación mensual y al Agua No Contabilizada (ANC). En caso de que no se cuente con datos de macromedición, se utiliza, de forma automática, un 30 % de ANC establecido en la norma mencionada anteriormente del AyA (2017). Por último, si no se cuenta con datos de consumo en general, se utilizan las dotaciones según el tipo de población, especificadas por AyA (2017), para las cuales no es necesario incluir un valor de ANC debido a que esta ya está incluida en las dotaciones de la norma. Finalmente, la herramienta calcula de manera automática, gracias al porcentaje de crecimiento poblacional anual, la proyección de crecimiento de la población y los servicios; además del caudal promedio, el caudal máximo diario y el caudal máximo horario, para cada uno de los años del plazo establecido; esto se hace por medio de las fórmulas 9, 10 y 11.

$$\text{Caudal promedio} = \frac{\text{Población} \cdot (\text{Dotación} \cdot (1 + \text{ANC}))}{86.400} \quad \text{Fórm. 9}$$

$$\text{Caudal máx diario} = \text{Caudal promedio} \cdot \text{Factor máx diario} \quad \text{Fórm. 10}$$

$$\text{Caudal máx horario} = \text{Caudal máx diario} \cdot \text{Factor máx horario} \quad \text{Fórm. 11}$$

Donde:

Población: personas

Dotación: $\frac{L}{\text{persona} \cdot \text{día}}$

ANC: Agua No Contabilizada (%)

Conversión días a segundos: 1 día = 86.400 s

3.5.2.2.4. Cálculo de la capacidad hídrica del sistema

En este apartado, se brinda el espacio para que, en caso de que se tengan registros que demuestren una tendencia a la reducción de la producción de las fuentes, se indique dicha tendencia como un porcentaje de reducción anual. Con este dato, la herramienta estima, para el periodo de tiempo establecido inicialmente, la producción total de las fuentes en L/s.

Por último, la herramienta genera un resumen con los resultados obtenidos, detallado en la sección llamada *Proyecciones* de la pestaña *Balance Hídrico*, donde se indica la cantidad de servicios, la demanda, la producción, el resultado de la resta de los dos anteriores y la

interpretación de los datos. Además, se generan automáticamente dos gráficos; uno con la demanda y la producción de las fuentes a través del tiempo, y otro con el crecimiento estimado de los servicios que brinda el acueducto comunal.

3.5.2.2.5. Proyección de almacenamiento requerido

Según lo establecido en la Ley de Hidrantes y el crecimiento poblacional proyectado para la zona determinada, la herramienta estima la cantidad de agua que se requerirá almacenar en el acueducto para garantizar el mínimo requerido de 8 horas de almacenamiento, esto para cada uno de los años seleccionados; desglosando dicho volumen en volumen de regulación, de incendio y de interrupciones.

3.5.3. Fase III: Elaboración de guías de implementación y recomendaciones de mejora Como mecanismo de evaluación, se utilizan los rubros establecidos por la herramienta ERMIC definiendo según cada caso los aspectos que se deben Eliminar, Reducir, Mantener, Incrementar y Crear. De esta manera, se sistematizaron las principales oportunidades de mejora identificadas en cada una de las herramientas, creando insumos que sirvieran de línea base para direccionar las propuestas que fueron creadas posteriormente.

Por otro lado, se crearon videos con las instrucciones de uso de cada una de ellas, de manera que el material audiovisual sirva como guía de implementación y respalde los manuales existentes para cada una de las herramientas. De esta manera, se busca promover el autodidactismo de las personas que pertenecen a las ASADAS, sobre todo en casos donde no exista una familiarización previa con programas como Excel. Para subsanar lo anterior, se utilizaron como base las actuales guías de uso existentes PNUD (2019) y PNUD (2018), las herramientas en sí y las oportunidades de mejora identificadas en el proceso de implementación. Una vez creados los videos instructivos, fueron enviados al equipo de trabajo del proyecto de Fortalecimiento de ASADAS de AyA-PNUD, con el fin de incorporar sus observaciones en estos.

En el caso de la herramienta GIRA, se identificó la necesidad de crear dos guías documentales que complementaran el manual existente sobre el uso de la herramienta: una guía de respuesta a los formularios de GIRA y una guía metodológica para las sesiones de trabajo de aplicación de GIRA. Para la elaboración de la primera se analizaron las 92 preguntas que conforman los formularios de GIRA y se redactó una interpretación en

lenguaje no técnico para cada una de ellas. Para la elaboración de la guía metodológica se analizaron las lecciones aprendidas de las sesiones de trabajo con los grupos de enfoque para crear una metodología que permita estandarizar los pasos a seguir para aplicar la herramienta.

Debido a que la herramienta GIRA, es la más compleja y de reciente elaboración y aplicación en las ASADAS, además de la evaluación con el mecanismo ERMIC y la elaboración de los videos, durante la fase de preparación de las visitas y en el periodo de aplicación de las herramientas, se realizó una revisión de las funciones de la herramienta utilizando una lista de chequeo. Esto con el fin de identificar errores asociados con la programación del documento en Excel, los cuales afectaban el adecuado funcionamiento de la herramienta. Las oportunidades de mejora identificadas fueron reportadas con el equipo consultor encargado de la programación del archivo en Excel de la herramienta, incorporando las correcciones del caso y generando nuevas versiones con las mejoras incorporadas.

Por otro lado, con el fin de contar con insumos adicionales acerca de las variables utilizadas en estándares internacionales, con el fin de evaluar a las organizaciones que prestan los servicios de acueductos, para la creación de las propuestas relacionadas con la herramienta PME, se analizaron las variables que conforman el Formulario Unificado y la herramienta AquaRating desarrollada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, por sus siglas en inglés) en colaboración con la Asociación Internacional del Agua (IWA, por sus siglas en inglés). Dicha herramienta consiste en un estándar universal que permite evaluar a organizaciones que prestan el servicio de abastecimiento de agua potable y saneamiento, evaluando 112 elementos organizados en ocho áreas, de manera que la organización obtenga un puntaje de 0 a 100, además de indicadores de desempeño y buenas prácticas (Krause, Cabrera, Cubillo, Díaz y Ducci, 2015). La evaluación de AquaRating se enfoca en que se identifiquen oportunidades de mejora, facilitando una orientación de cambio y la implementación de medidas en un corto plazo que fortalezcan el nivel de gestión dentro de un proceso de mejora continua y planeación estratégica (Krause, Cabrera, Cubillo, Díaz y Ducci, 2018).

Por otro lado, con el fin de validar parte de las propuestas creadas tanto para la herramienta GIRA como para PME, se realizaron dos entrevistas semiestructuradas a especialistas en temas de adaptación al cambio climático y gestión administrativa en acueductos comunales.

Esta metodología se basa en una guía de preguntas donde el entrevistador posee libertad de añadir preguntas adicionales, con el fin de precisar conceptos o profundizar en información de interés (Hernández, Fernández, Baptista, Méndez y Mendoza, 2014).

4. Resultados y discusión.

En el mapa de la figura 5 se puede apreciar la ubicación de las ASADAS seleccionadas para el pilotaje de las herramientas. Cabe destacar que, tal y como se comentó anteriormente, los cantones donde se ubican estos acueductos comunales poseen valores de vulnerabilidad alta en el caso de Nicoya, media alta en el caso de Hojancha y media en cuanto al cantón de Carrillo (PNUD y IMN, 2017). A lo anterior se suman los diferentes contextos que poseen cada una de estas ASADAS, no sólo por sus diferencias en cuanto a la cantidad de servicios que brindan (446 Corralillo, 342 Artola y 143 Pilangosta) lo cual influye directamente en la cantidad de recursos con los que cuentan para atender sus necesidades, sino también en aspectos relacionados con su pertenencia en entidades de asociatividad y su visión estratégica a largo plazo.

En cuanto a asociatividad destaca la ASADA Pilangosta, que forma parte la Liga Comunal del Agua, siendo esta una organización que le brinda servicios a las ASADAS que asocian en los cantones de Nicoya, Hojancha y Nandayure, representando una ventaja significativa al acceder a servicios técnicos, administrativos y financieros, contables, de gestión ambiental, legales, entre otros. Por otro lado, en la ASADA Corralillo destaca la cantidad de servicios que les permite contar con más recursos económicos para planificar medidas y proyectos con el objetivo de mejorar la prestación del servicio, esto gracias a que se han asumido a otros acueductos de la zona de menor tamaño mediante procesos de integración. Finalmente, en la ASADA Artola destaca su necesidad de visión estratégica a largo plazo para optimizar el uso de los recursos y fortalecer su capacidad de planificación.

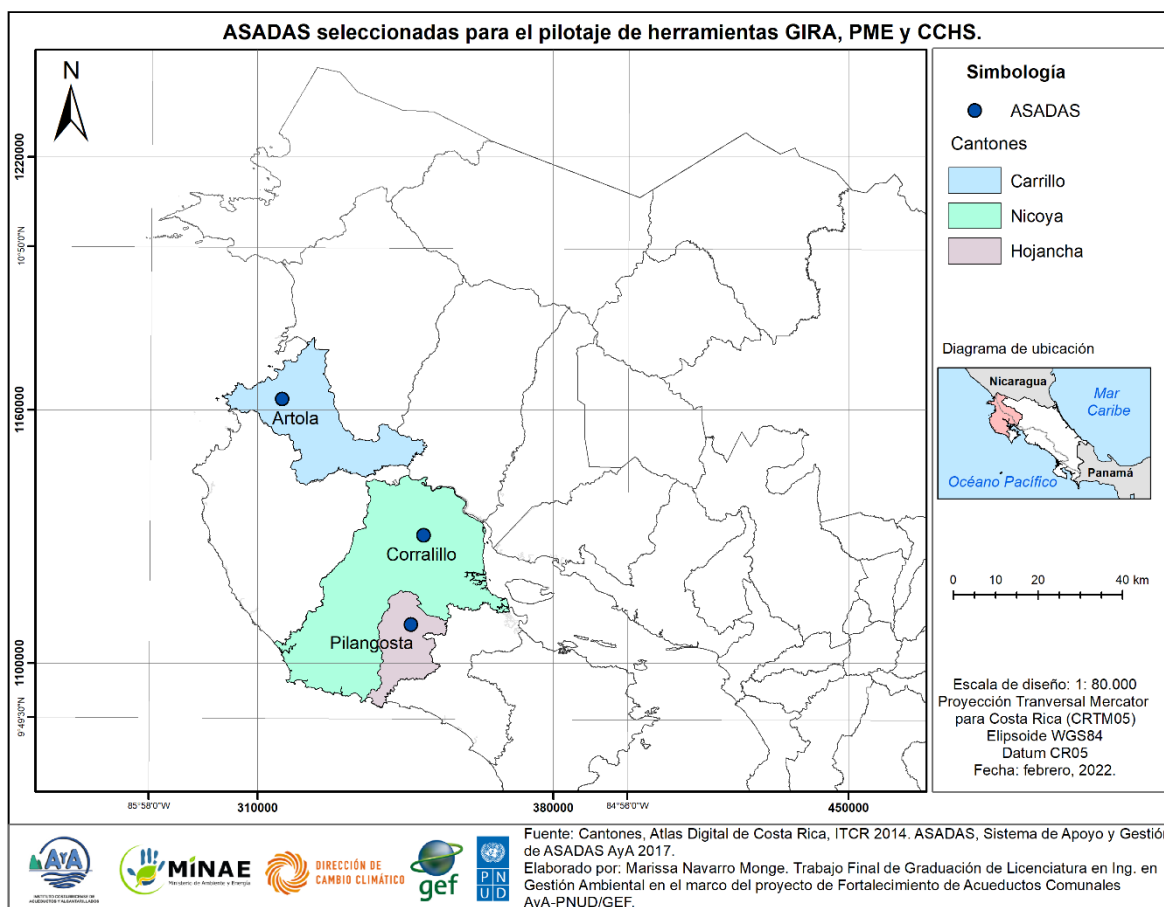


Figura 5. Mapa de ubicación de las ASADAS seleccionadas para el pilotaje de las herramientas GIRA, PME y CCHS.

4.1. Fase I. Aplicación de herramienta GIRA

4.1.1. Aplicación de herramienta GIRA en ASADA Artola.

En cuanto a la caracterización del sistema, la ASADA de Artola se ubica en el cantón de Carrillo y el distrito de Sardinal; posee, para octubre del 2019, un total de 342 abonados. Dicha ASADA le brinda el servicio de acueducto e hidrantes a una comunidad, por medio de un sistema que posee una captación, una línea de conducción, dos tanques de almacenamiento, una red de distribución y un sistema de desinfección. El pozo del que se abastece la comunidad se encuentra en el poblado de Artola, dentro de la cuenca del río Tempisque y la subcuenca del río Sardinal.

Durante las visitas en las que se llevaron a cabo los grupos focales, se elaboró un mapa del sistema, para cada una de las ASADAS en cuestión, con ayuda de las fichas de cartón que

poseen la simbología descrita en el punto 4.5.1.1.2 de la metodología y mostradas en la figura 3.

En la ASADA de Artola, se logró identificar que el sistema del acueducto está expuesto a amenazas como desarrollo urbano no planificado, tormenta/inundación, deslizamientos, vandalismo, incendios, interrupción en el suministro de energía y sequía. Gracias al documento en Excel de la herramienta GIRA, el croquis del sistema y su entorno fue sistematizado, pasando de lo que se aprecia en la figura 6, al mapa de la figura 7. En este último, se muestran las amenazas de origen antropogénico, que pueden afectar al sistema, en color amarillo, tales como deforestación, rotura de tuberías, ganadería, presencia de tanques sépticos e industrias. Además, en color rojo, símbolos que representan aquellas mencionadas anteriormente.



Figura 6. Mapa preliminar de la ASADA Artola, construido durante uno de los grupos focales, con Ana Cecilia Gallo, Marvin Mendoza, Jesús Vallejos y Lilliana Vallejos.

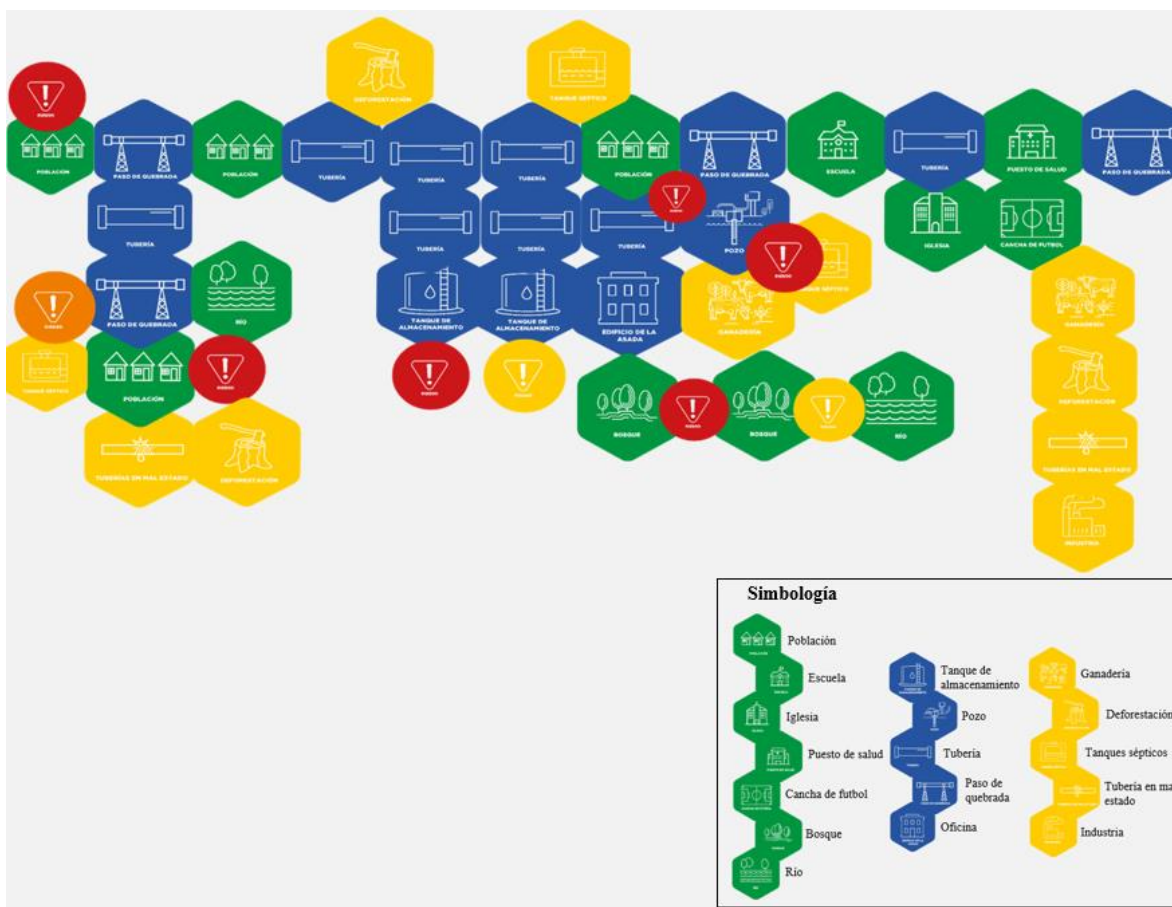


Figura 7. Mapa de la ASADA Artola, sistematizado con la herramienta GIRA.

En el análisis de vulnerabilidades, se identificó, para la vulnerabilidad sanitaria, que la ASADA de Artola no cumple con ninguno de los requerimientos del Sello de Calidad Sanitaria, respondiendo negativamente a las siete preguntas de este apartado y obtiene un 0 % como resultado. Por otro lado, en la evaluación sanitaria para cada uno de los componentes del sistema, se encontraron debilidades como la falta de sistemas para purgar la tubería de distribución y la existencia de grietas en las paredes de concreto de uno de los tanques de almacenamiento, por lo que se obtiene una categoría de vulnerabilidad muy baja.

Por otro lado, la vulnerabilidad en la infraestructura es clasificada como moderada, resultado de haber respondido negativamente a tres de las siete preguntas utilizadas para evaluar este aspecto. En pesos relativos, este es el valor más alto con respecto a las demás vulnerabilidades, tal como se aprecia en la figura 8. Se encontraron debilidades como el desconocimiento de posibles fuentes de materia fecal cercanas a la tubería, la falta de

identificación de las áreas del sistema propensas a inundaciones, así como la ubicación de uno de los tanques de almacenamiento en una zona con amenaza de deslizamiento.

La vulnerabilidad administrativa en la ASADA de Artola se clasifica como moderada, resultado de haber respondido negativamente a cinco de las 10 preguntas utilizadas por la herramienta en cuestión para evaluar este aspecto. Se encontraron debilidades como la falta de fondos de capitalización destinados a reparaciones y ampliaciones del sistema, la no utilización de sistemas informáticos de gestión para las ASADAS, la ausencia de un plan de trabajo anual y de un plan de transparencia y rendición de cuentas, y la inexistencia de programas de capacitación constante para el personal de la ASADA.

La vulnerabilidad operativa de la ASADA Artola se clasifica como moderada, debido a que se respondió de manera negativa a cuatro de las ocho preguntas referentes al tema. Se identificaron debilidades como el desconocimiento de la zona de recarga de la que se abastece el pozo con el que funciona el sistema; la falta de procedimientos operativos para el control de presiones, fugas, instalación de tuberías y nuevas conexiones.

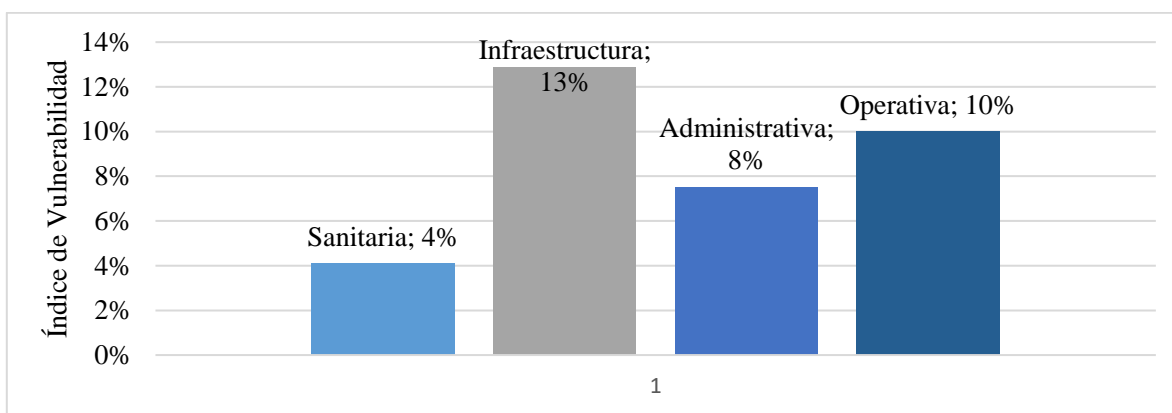


Figura 8. Gráfico generado por la herramienta GIRA, para la visualización de los resultados del análisis de la vulnerabilidad sanitaria, de infraestructura, administrativa y operativa de la ASADA de Artola.

En el cuadro 10, se muestra el resultado del análisis que realiza la herramienta GIRA sobre las amenazas a las que la ASADA de Artola está expuesta por su ubicación geográfica en la subcuenca del río Sardinal; la cual se encuentra principalmente expuesta a la sequía, terremotos o sismos y amenazas de origen antropogénico, como interrupción del suministro de energía, vandalismo, desarrollo urbano no planificado, entre otras.

Cuadro 10. Análisis de exposición de amenazas en la subcuenca del río Sardinal, para la ASADA de Artola.

Nombre de subcuenca:			Río Sardinal				
	Sequía	Terremoto / sismo	Deslizamiento	Tormenta / inundación	Sedimentación	Incendio	Exposición antropogénica
Nivel exposición (0 a 5)	3,9	3,5	-	1,9	0,4	0,3	4,0
Valoración de amenaza	Muy alta	Muy alta	N/A	Media	Baja	Baja	Muy alta
ASADAS que comparten la subcuenca			Artolita de Sardinal de Carrillo, Artola de Sardinal de Carrillo, Libertar de Sardinal de Carrillo, Nuevo Colón de Sardinal de Carrillo, Libertad de Sardinal de Carrillo.				

En lo que respecta al análisis de amenazas en el sistema, por medio del cuestionario detallado en la herramienta para la estimación de los niveles de consecuencia, se identificó para la ASADA de Artola, un valor total del impacto en la infraestructura de ¢80.250.000,00, además de un valor total de impacto en el servicio de ¢3.550.000,00. Esto en caso de que el acueducto en cuestión sufra el impacto de amenazas como vandalismo o sabotaje, incendios forestales o urbanos, rotura de tuberías, interrupción en el suministro de energía, deslizamiento, terremotos o sismos, tormentas e inundaciones. Además, los niveles de consecuencia de estas amenazas están en un rango de entre el 7 % y el 45 %.

Con respecto a las preguntas correspondientes a la preparación ante emergencias, se determinó que la ASADA de Artola posee un grado moderado, con un valor de 40 %. Se identificaron vulnerabilidades como la falta de mecanismos alternativos de generación eléctrica; la falta de planes de comunicación en caso de emergencias entre el usuario, el AyA, la CNE, la Oficina Regional de Acueductos Comunales (ORAC) de la zona correspondiente, entre otros. Además, el acueducto comunal no forma parte del comité comunal de emergencias ni ha desarrollado alianzas con ASADAS vecinas para coordinar apoyos mutuos en caso de una emergencia. Entre las recomendaciones para que sean incluidas en la creación

de protocolos de contingencia, para el caso de la ASADA en cuestión, la herramienta GIRA propone las medidas detalladas en el anexo 4.

Por otro lado, mediante la aplicación de los criterios mencionados en el punto 4.5.1.4.2 de la metodología, se estableció un nivel de riesgo para cada una de las debilidades identificadas durante la aplicación de los formularios de la herramienta GIRA. Durante los grupos focales, los miembros de la Junta Directiva, en conjunto con las personas que trabajan en los acueductos correspondientes, eligieron cuáles oportunidades de mejora deseaban abordar, estableciendo planes de trabajo. Esta priorización se basó tanto en los niveles de riesgo más críticos como en el criterio de quienes conforman cada ASADA.

En el caso de la ASADA de Artola, se analizaron 31 oportunidades de mejora, la mayoría de las cuales hacen referencia a la preparación del acueducto para atender emergencias, seguidas de debilidades a nivel administrativo. En el gráfico de la figura 9, se detalla la distribución de las debilidades, según el tipo de vulnerabilidad y el nivel de riesgo.

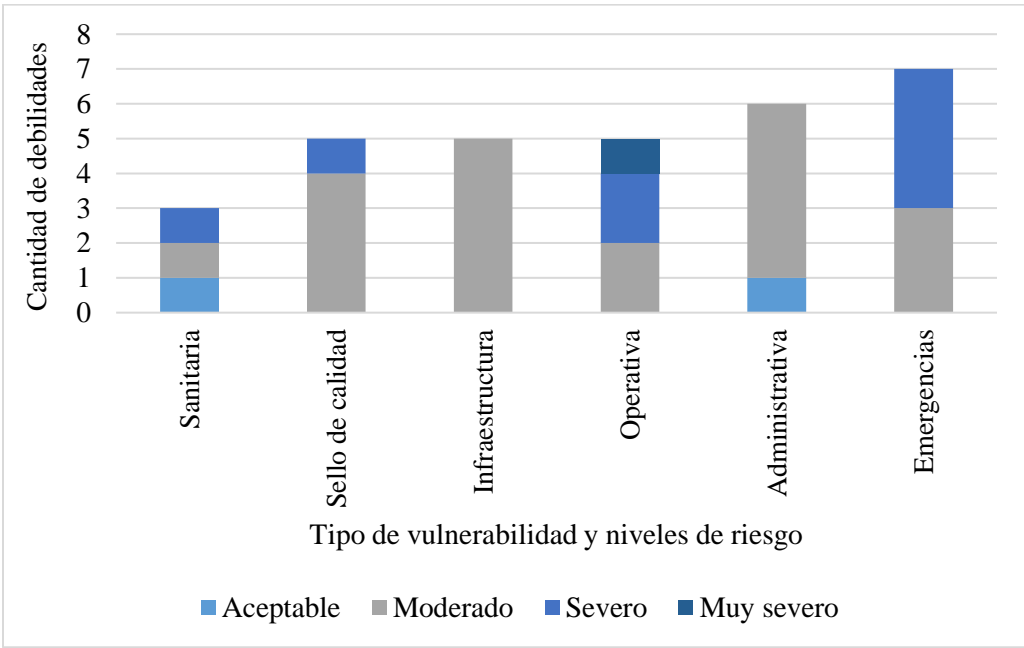


Figura 9. Distribución de oportunidades de mejora identificadas en la ASADA de Artola utilizando la herramienta GIRA, según el tipo de vulnerabilidad y los niveles de riesgo.

En la ASADA Artola, del total de 31 oportunidades de mejora, se priorizaron 11 para ser incluidas en las matrices mencionadas en el punto 3.5.1.5.1 de la metodología. Entre las

medidas seleccionadas, hay una referente al hecho de que parte de la tubería de distribución está operando fuera de su vida útil; otras dos medidas son debilidades a nivel operativo, una de las cuales hace referencia a la falta de procedimientos de control y mantenimiento. Por otro lado, la mayoría de las medidas corresponden a requisitos del Sello de Calidad Sanitaria, sobre el mantenimiento del sistema, la comunicación y acercamiento de la ASADA con las personas abonadas. Uno de los planes de trabajo se relaciona con el grado de preparación ante emergencias, específicamente con la modificación de parte del sistema eléctrico para que sea impermeable; las últimas dos medidas por trabajar corresponden a vulnerabilidades administrativas como la necesidad de un plan de trabajo anual y mecanismos de transparencia y rendición de cuentas. Para la realización de las 11 medidas, la ASADA requiere un total de ¢11.440.000,00.

La ASADA Artola, como medida preventiva, optó por la creación de un plan de apertura para un nuevo pozo, acorde con las proyecciones de demanda en la comunidad. Para esto se requieren aproximadamente ¢20.000.000,00, para los cuales se debe buscar una fuente de financiamiento. Cabe destacar que estas estimaciones fueron calculadas en el año 2019.

4.1.2. Aplicación de herramienta GIRA en ASADA Corralillo.

En cuanto a la caracterización del sistema, la ASADA de Corralillo se encuentra en el cantón de Nicoya y el distrito de San Antonio; brindando el servicio de acueducto e hidrantes a un total de 446 abonados, los cuales forman parte de cuatro comunidades, por lo que se cuenta con cuatro sistemas interconectados. Dichos sistemas están conformados por uno de captación o naciente, una línea de conducción, siete tanques de almacenamiento, cinco redes de distribución, seis sistemas de bombeo y siete sistemas de desinfección. Todos los pozos y la naciente se ubican en el poblado llamado Corralillo, dentro de la cuenca Tempisque, específicamente en la subcuenca del río Henchidero y el río Garzón.

Por otro lado, se identificaron las siguientes amenazas en el sistema utilizando las fichas de color rojo de la herramienta GIRA: deslizamientos, incendios, rotura de tuberías, interrupción en el suministro de energía, conflictos legales y tubería expuesta. Además, en color amarillo, se ubicaron amenazas como deforestación, vertido de residuos sólidos, ganadería y presencia de tanques sépticos. En la figura 10, se muestra el proceso de confección del mapa, utilizando las fichas de cartón de la herramienta GIRA. Como se puede apreciar, dada la complejidad

del sistema de esta ASADA en particular, al pasar el mapa creado en campo a la herramienta en Excel (ver figura 11), no se logran apreciar adecuadamente los componentes del acueducto; razón por la cual se optó por confeccionar un croquis del sistema en el programa Visio, mostrado en la figura 12.



Figura 10. Proceso de elaboración y resultado final del mapa preliminar de la ASADA Corralillo de Nicoya.

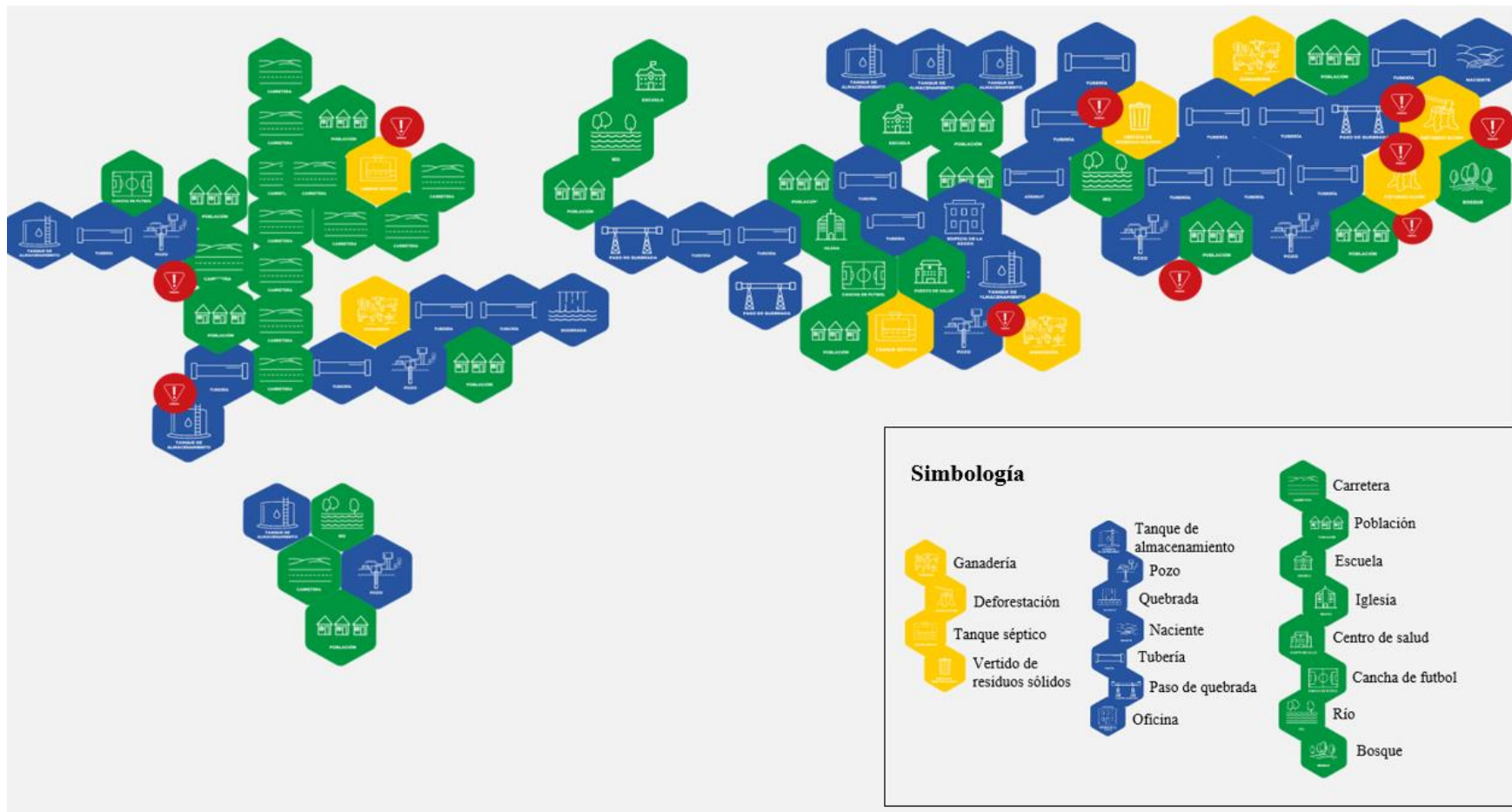


Figura 11. Mapa de la ASADA Corralillo de Nicoya, sistematizado con la herramienta GIRA.

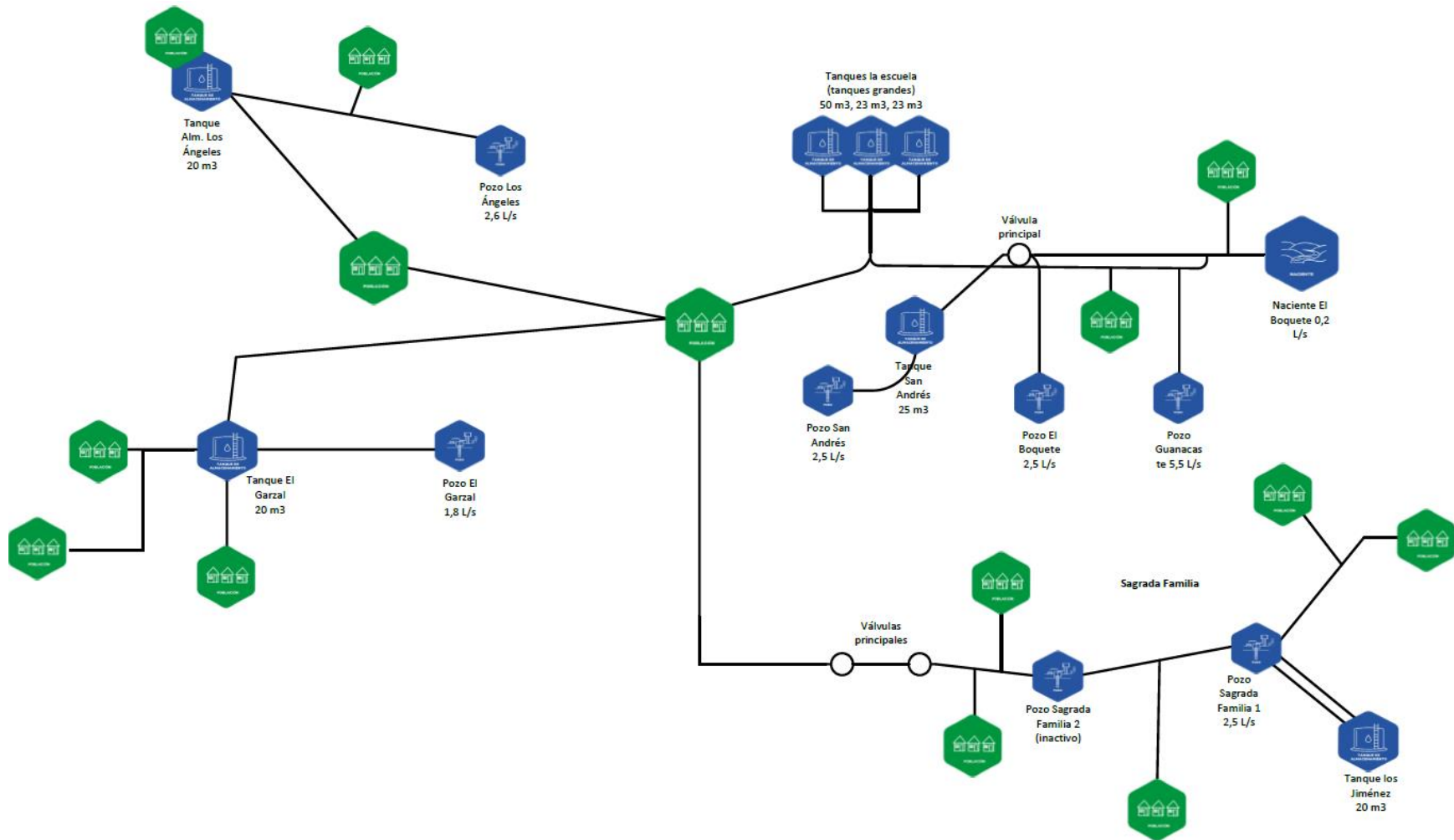


Figura 12. Croquis del sistema de la ASADA Corralillo de Nicoya, confeccionado con Visio, utilizando las figuras de la herramienta GIRA.

En lo que respecta al análisis de vulnerabilidades, la ASADA de Corralillo de Nicoya cumple con tres de los siete requerimientos especificados por la herramienta GIRA sobre el Sello de Calidad del Agua, para evaluar parte de la vulnerabilidad sanitaria. Se incumplen los requisitos de medición diaria del cloro residual en la red; de organización anual de programas de educación ambiental para la comunidad, proveer de información a la comunidad sobre los resultados de control de calidad del agua potable y de la realización del control operativo con la frecuencia que establece el reglamento 38924-S.

En la misma línea de vulnerabilidad sanitaria, se identificaron debilidades como la falta de un esquema del sistema de distribución, como planos o croquis del sistema; las condiciones no sanitarias de las tapas de tres de los tanques de almacenamiento, así como la ausente malla de protección en los tres mismos tanques. Asimismo, uno de los tanques posee grietas en las paredes de concreto; dos carecen de mantenimiento externo y dos tanques tienen las escaleras internas herrumbradas. La naciente no cuenta con respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección, y, en la época seca, posee aguas estancadas alrededor. Finalmente, uno de los pozos posee grietas en las paredes y la loza superior. Esto da como resultado una categoría de vulnerabilidad sanitaria muy baja en términos de pesos relativos, tal como se muestra en el gráfico de la figura 13.

Por otro lado, la vulnerabilidad en la infraestructura se clasifica como baja, producto de haber respondido “No” a dos de las siete preguntas que evalúan este aspecto. De esta forma, se encontraron debilidades en la falta del catastro de los componentes del sistema y la operación de algunos componentes en un periodo que sobrepasa su vida útil. A pesar de ser baja, tal como se aprecia en el gráfico de la figura 13, esta vulnerabilidad es la más alta para este acueducto comunal, en términos de pesos relativos.

En cuanto a la vulnerabilidad administrativa, en la ASADA de Corralillo se clasificó como baja. Esto es el resultado de haber respondido negativamente a dos de las 10 preguntas que evalúan este punto. Se identificaron debilidades en la falta de ofrecer el pago del servicio por internet o depósito bancario y en la no utilización de sistemas informáticos de gestión para ASADAS.

Finalmente, en el caso de la ASADA de Corralillo, la vulnerabilidad operativa está clasificada como moderada, por haber respondido negativamente a tres de las ocho preguntas

correspondientes. Se identificaron las siguientes oportunidades de mejora: el desconocimiento de la zona de recarga de la fuente de agua subterránea, la falta de procedimientos operativos para el control de fugas y para el control de la instalación de tuberías y nuevas conexiones.

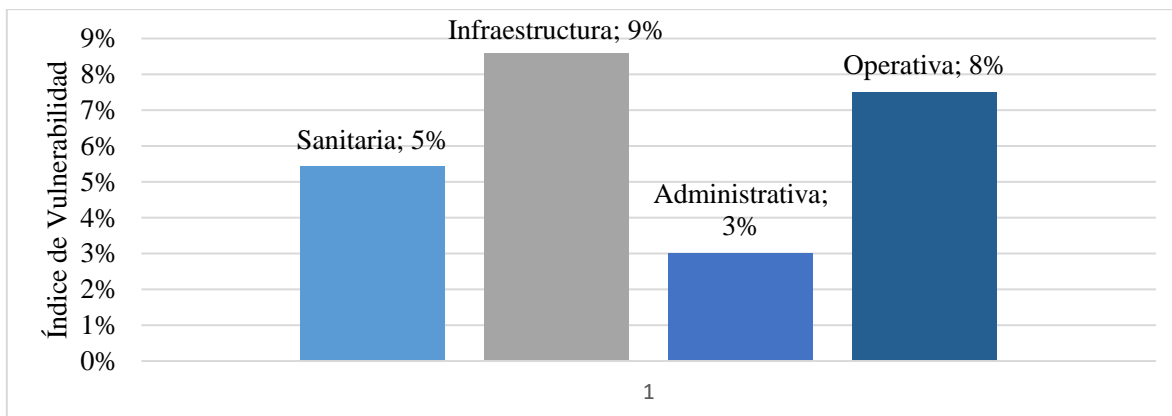


Figura 13. Gráfico generado por la herramienta GIRA, para la visualización de los resultados del análisis de la vulnerabilidad sanitaria, de infraestructura, administrativa y operativa de la ASADA de Corralillo.

Por otro lado, la ASADA de Corralillo, tal como se muestra en el cuadro 11, se encuentra expuesta principalmente a amenazas antropogénicas, terremotos, sismos, tormentas e inundaciones. Esto debido a su ubicación geográfica, al igual que aquellos acueductos comunales que también se encuentran en la subcuenca en cuestión. Al analizar los impactos de amenazas como la sequía, incendios forestales o urbanos, rotura de tuberías, interrupción en el suministro de energía y deslizamientos, se obtuvo un valor total del impacto en la infraestructura de ₡57.500.000,00 y el valor total de los impactos en el servicio es de ₡1.270.000,00. Los niveles de consecuencia de las amenazas mencionadas van desde el 7 % hasta el 51 %.

Cuadro 11. Análisis de exposición de amenazas en la subcuenca del río Henchidero, río Garzón y laguna Corral de Piedra, para la ASADA de Corralillo.

Nombre de subcuenca:			Río Henchidero – Río Garzón – Lag Corral de Piedra				
	Sequía	Terremoto / sismo	Deslizamiento	Tormenta / inundación	Sedimentación	Incendio	Exposición antropogénica
Nivel exposición (0 a 5)	1,0	3,0	-	2,5	0,5	1,2	3,5
Valoración de amenaza	Media	Muy alta	N/A	Alta	Baja	Media	Muy alta
ASADAS que comparten la subcuenca	El Flor de San Antonio de Nicoya, Garzal de San Antonio de Nicoya, Caballito de Quebrada Honda de Nicoya, Pozo de agua de San Antonio de Nicoya, Quebrada Honda de Nicoya, Tortuguero de Quebrada Honda de Nicoya, Loma Bonita de Quebrada Honda de Nicoya, Millal de Quebrada Honda de Nicoya, Moracia de San Antonio de Nicoya, Corral de Piedra de San Antonio de Nicoya, Garzal de San Antonio de Nicoya, Corralillo de San Antonio de Nicoya.						

Por otro lado, se identificaron oportunidades de mejora como la ausencia de fondos financieros para atender emergencias, la falta de un plano actualizado del sistema y sus accesorios, la ausencia de mecanismos alternativos de generación eléctrica, la falta de un plan de comunicación en caso de emergencias y el no formar parte del comité comunal de emergencias, ante la inexistencia de este. Lo anterior da un grado de preparación ante emergencias moderado, con un valor de 50 %, además de las recomendaciones detalladas en el anexo 4, en caso de que deseen ser incluidas en futuros protocolos de contingencia según corresponda.

Además, en la ASADA de Corralillo, la mayoría de las oportunidades de mejora son a nivel sanitario, seguidas por la preparación del acueducto para atender emergencias. En la figura 14, se muestra el detalle del análisis de un total de 24 debilidades que se identificaron en el proceso de aplicación de la herramienta GIRA, según el tipo de vulnerabilidad y los niveles de riesgo correspondientes.

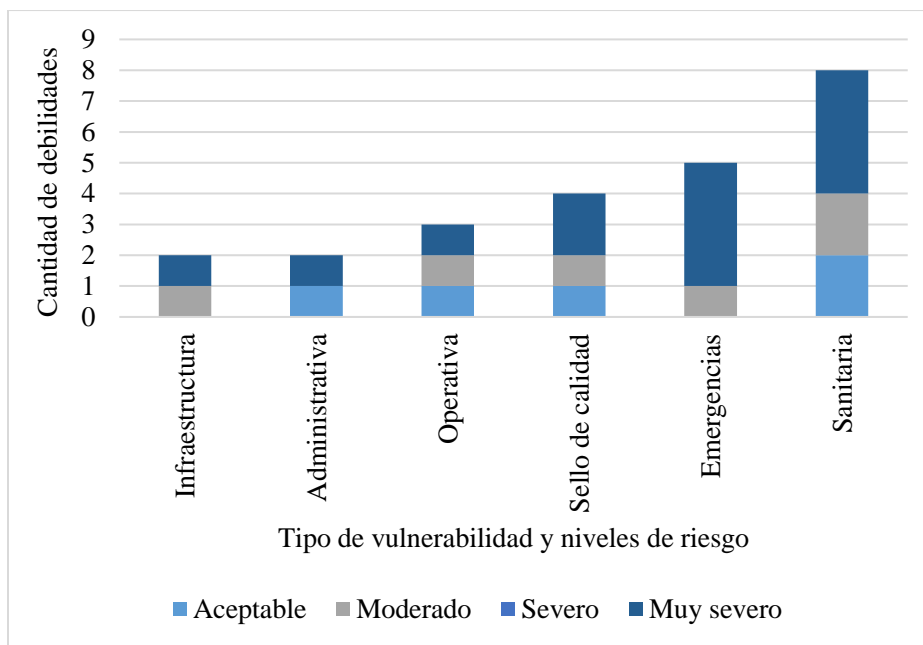


Figura 14. Gráfico generado por la herramienta GIRA, para la visualización de los resultados del análisis de la vulnerabilidad sanitaria, de infraestructura, administrativa y operativa de la ASADA de Corralillo.

Para la creación de los planes de trabajo detallados en el archivo en Excel de la herramienta, se priorizaron nueve medidas correctivas de un total de 24 oportunidades de mejora identificadas. La mayoría de estas medidas son para corregir cinco debilidades a nivel sanitario, como la falta de un plano detallado del sistema, la presencia de escaleras herrumbradas en un tanque de almacenamiento, la necesidad de reemplazar uno de los tanques de almacenamiento, entre otros. A nivel de infraestructura, se pretende trabajar en la sustitución de parte de la tubería de distribución que ya cumplió con su vida útil. Para cumplir los requisitos del sello de calidad sanitaria, se incorporó en los planes de trabajo la organización de programas anuales de educación ambiental; así como las gestiones necesarias para medir turbidez y color de manera mensual, con el fin de garantizar el cumplimiento de la legislación vigente. Por último, como medida para mejorar el nivel de preparación ante emergencias, se planificó la creación de un protocolo de comunicación entre la ASADA, la comunidad, la ORAC Chorotega, el AyA y la CNE. Se estima que, para poner en práctica esta planificación, se requiere de €33.050.000,00.

Como medida preventiva, se planificó la identificación de las zonas de recarga de las fuentes del acueducto, por medio de la generación de alianzas con ASADAS vecinas, así como la posibilidad de aplicar una tarifa de protección del recurso hídrico como fuente alternativa de financiamiento. Se proyecta que estas actividades requieran de aproximadamente ¢50.000.000,00 dando inicio en el 2024.

4.1.3. Aplicación de herramienta GIRA en ASADA Pilangosta.

En cuanto a la caracterización del sistema, la ASADA Pilangosta se ubica en el cantón de Hojancha y en el distrito que posee el mismo nombre. Para octubre del 2019, esta ASADA le brindaba el servicio de acueducto a un total de 143 abonados; gracias a tres captaciones, un pozo, tres líneas de conducción, dos tanques de almacenamiento, dos redes de distribución, un sistema de bombeo y dos sistemas de desinfección.

En este caso, la ASADA contaba con datos georreferenciados de los componentes del sistema, por lo que se optó por utilizar dicha información para identificar paralelamente las amenazas que podían afectar los diversos componentes; de esta forma, se obtiene lo especificado en la figura 15.

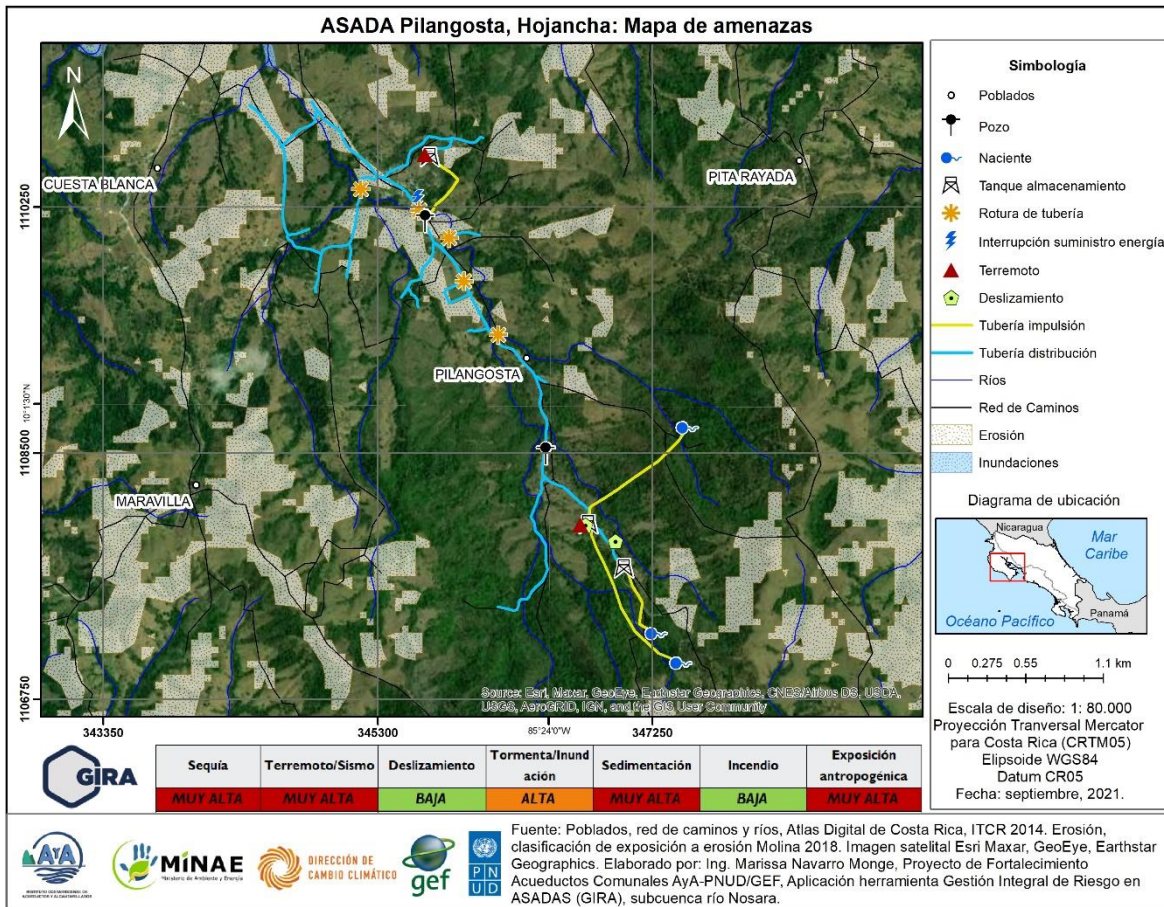


Figura 15. Mapa de la ASADA Pilangosta, con las amenazas identificadas durante la aplicación de la herramienta GIRA y los niveles de exposición ante amenazas para la subcuenca del río Nosara.

En el análisis de vulnerabilidades, se identificó que la vulnerabilidad sanitaria en la ASADA Pilangosta equivale a un 63 %, específicamente lo referente al Sello de Calidad del Agua, resultante de responder de forma negativa a tres de las siete preguntas. Se identificaron las siguientes debilidades: no contar con planes de mantenimiento para cada fuente de agua, no realizar la medición diaria de cloro residual en la red; y no tener rotuladas y pintadas las fuentes ni los tanques de almacenamiento.

Siempre dentro de la vulnerabilidad sanitaria, se identificaron debilidades durante la evaluación de los componentes del sistema, tales como fugas en las líneas de conducción, variaciones significativas en la presión de la red, ausencia de cloro residual en una zona de la red principal de distribución, interrupciones constantes en el servicio y falta de sistemas

para purgar la tubería. En cuanto a los tanques de almacenamiento, uno de ellos tiene grietas en las paredes de concreto, condiciones no sanitarias en las tapas, falta de mantenimiento externo, un nivel de agua menor que un cuarto del volumen y escaleras internas herrumbradas, falta de malla de protección, ausencia de un sistema de cierre seguro y falta de respiraderos o tuberías de rebalse con rejillas de protección.

Asimismo, el pozo de la ASADA Pilangosta no cuenta con canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía ni con respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección. Por último, las tres nacientes no tienen malla de protección para impedir el acceso de animales o personas, estas tampoco cuentan con canales perimetrales que cumplan la función mencionada para el pozo; además, una de estas nacientes tiene grietas en las paredes y la loza superior, y otra no cuenta con respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección. En términos de pesos relativos, este acueducto comunal obtuvo una categoría baja en esta vulnerabilidad, tal como se muestra en la figura 16.

Por otro lado, en la vulnerabilidad en infraestructura, solo se tiene la debilidad de que el sistema no está libre de fugas. Esta única respuesta negativa al total de siete preguntas da como resultado una clasificación de vulnerabilidad muy baja.

En cuanto a la vulnerabilidad administrativa, se respondió negativamente a dos de las dos preguntas correspondientes. Esto permitió identificar las debilidades de que la ASADA no ofrece el servicio de pago por internet o depósito bancario ni cuenta con sistemas informáticos de gestión. Lo anterior se clasifica como una vulnerabilidad baja.

Finalmente, la vulnerabilidad operativa para la ASADA en cuestión se clasifica como moderada, producto de haber respondido negativamente a cuatro de las ocho preguntas correspondientes. Se identificaron debilidades como la falta de procedimientos operativos para el control de presiones, de fugas, de instalación de tuberías y nuevas conexiones; así como la falta de bitácoras con fecha, lugar y fotografías de las labores de mejora o mantenimiento del sistema.

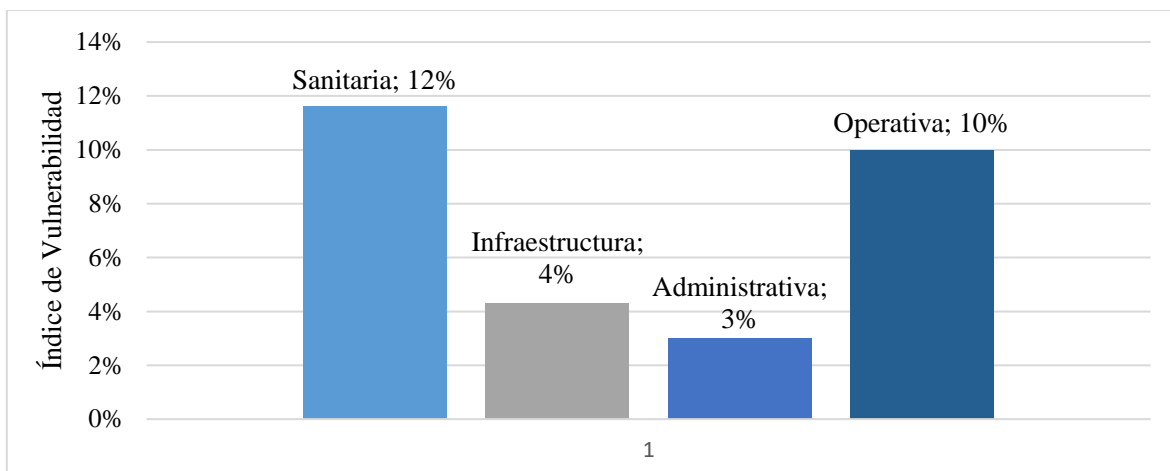


Figura 16. Gráfico generado por la herramienta GIRA, para la visualización de los resultados del análisis de la vulnerabilidad sanitaria, de infraestructura, administrativa y operativa de la ASADA Pilangosta.

Los niveles de exposición a diferentes amenazas a nivel de subcuenca muestran que esta ASADA se encuentra expuesta principalmente a sequía, terremotos o sismos, sedimentación y amenazas antropogénicas. En las estimaciones de los niveles de consecuencia de amenazas como terremotos o sismos, deslizamientos, interrupción en el suministro de energía, tormentas e inundaciones y rotura de tuberías, se obtuvo un total de ¢16.000.000,00 como valor del impacto en la infraestructura y un total de ¢1.201.666,00 como valor de los impactos en el servicio. Dichas amenazas poseen niveles de consecuencia que van desde el 11 % hasta el 72 %.

Cuadro 12. Análisis de exposición de amenazas en la subcuenca del río Nosara, para la ASADA de Pilangosta.

Nombre de subcuenca:		Río Nosara					
	Sequía	Terremoto / sismo	Deslizamiento	Tormenta / inundación	Sedimentación	Incendio	Exposición antropogénica
Nivel exposición (0 a 5)	4,2	4,0	-	2,0	3,0	0,2	3,7
Valoración de amenaza	Muy alta	Muy alta	N/A	Media	Muy alta	Baja	Muy alta

ASADAS que comparten la subcuenca	Playa Nosara de Nicoya, Guanacaste, Belén de Nosarita de Nicoya, Guanacaste, Nosarita de Belén de Nicoya Guanacaste, Quebrada Bonita de Belén de Nosarita de Nicoya, Guanacaste, Nosara Centro, Arenales y Alrededores de Nosara de Nicoya, Santa Marta de Nosara de Nicoya Guanacaste, Santa Elena de Belén De Nicoya, Guanacaste, Santa Teresita de Nosara de Nicoya, Guanacaste.
--	---

Por otro lado, en cuanto al grado de preparación ante emergencias, se identificaron debilidades como la falta de un plano actualizado del sistema y sus accesorios, el hecho de que las instalaciones eléctricas no sean a prueba de agua y el no contar con mecanismos alternativos de generación eléctrica. Esto da como resultado un valor de 70 %, el cual se clasifica como alto.

Se realizó la valoración de riesgo en un total de 27 oportunidades de mejora, tal como se muestra en la figura 17; la cantidad de oportunidades de mejora encontradas a nivel sanitario es considerablemente mayor en comparación con los otros tipos de vulnerabilidades.

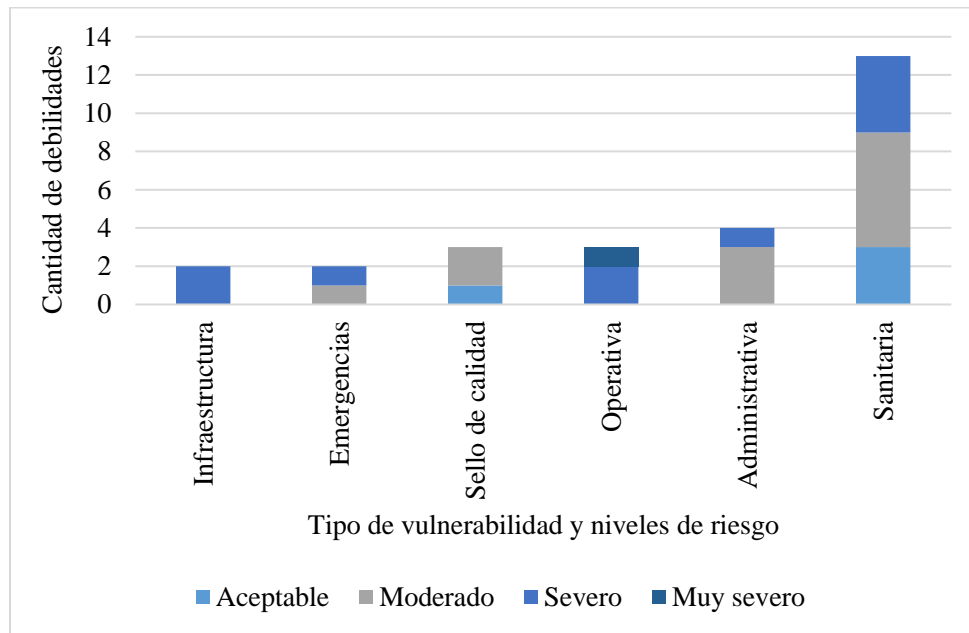


Figura 17. Distribución de oportunidades de mejora identificadas en la ASADA Pilangosta utilizando la herramienta GIRA, según el tipo de vulnerabilidad y los niveles de riesgo.

De las 27 oportunidades de mejora identificadas, cinco fueron incluidas en el plan de trabajo de medidas correctivas. Con el fin de corregir una debilidad a nivel sanitario, una de dichas medidas corresponde a la colocación de una malla de protección para uno de los tanques de

almacenamiento. En cuanto a oportunidades de mejora en la infraestructura, se decidió trabajar dos medidas relacionadas con el levantamiento del catastro y algunos detalles como la edad, la condición y los años de vida útil de los diferentes componentes del sistema. A nivel operativo, se optó por planificar la creación, capacitación y ejecución de procedimientos de control de la instalación de tuberías y nuevas conexiones. Y con el fin de mejorar la capacidad de la ASADA para atender emergencias, se planificó la creación de un protocolo de comunicación para utilizar en caso de alguna eventualidad de este tipo. Este acueducto comunal no planificó ninguna medida preventiva.

4.2. Fase II. Aplicación de herramientas PME y CCHS.

4.2.1. Aplicación de herramienta PME.

4.2.1.1. Aplicación de herramienta PME en ASADA Artola.

En el proceso de autoevaluación, la ASADA Artola de Sardinal obtuvo 56 puntos de un total de 77, lo cual da como resultado un 80 % de cumplimiento de las variables evaluadas, con una categoría A de acueducto comunal consolidado, según lo establecido en el cuadro 8 de la metodología. En el eje temático de gestión comercial, se identificó como oportunidad de mejora una morosidad mayor al 10 %, obteniendo 15 puntos de un total de 17. En cuanto a la gestión comunal, se presenta poca rendición de cuentas hacia la comunidad y un bajo porcentaje tanto de personas usuarias asociadas como de aquellas que participan en las asambleas, resultando en cuatro puntos de los 10 totales. Asimismo, en el eje de gestión ambiental y del recurso hídrico, existe ausencia de un plan de adaptación al cambio climático, de programas de educación ambiental y los caudales de las fuentes no están inscritos ante el MINAE, por lo que se obtuvieron dos puntos de un total de cinco.

En el eje de sistemas de agua, se perdió solo un punto de los 15 correspondientes, debido a que se carece de un plan de instalación de hidrantes debidamente avalado por el cuerpo de bomberos. En el eje de gestión administrativa y financiera, se obtuvieron 21 puntos de un total de 24, debido a oportunidades de mejora como la carencia de un plan de trabajo anual y la falta de actualización de los estados financieros. En el gráfico de la figura 18, se detallan los porcentajes totales de cada eje temático, así como aquellos porcentajes obtenidos por la ASADA Artola. Cabe destacar que ninguna de las tres ASADAS seleccionadas brinda el servicio de saneamiento a las comunidades en cuestión, por lo que este rubro aparece con un 0 % de cumplimiento.

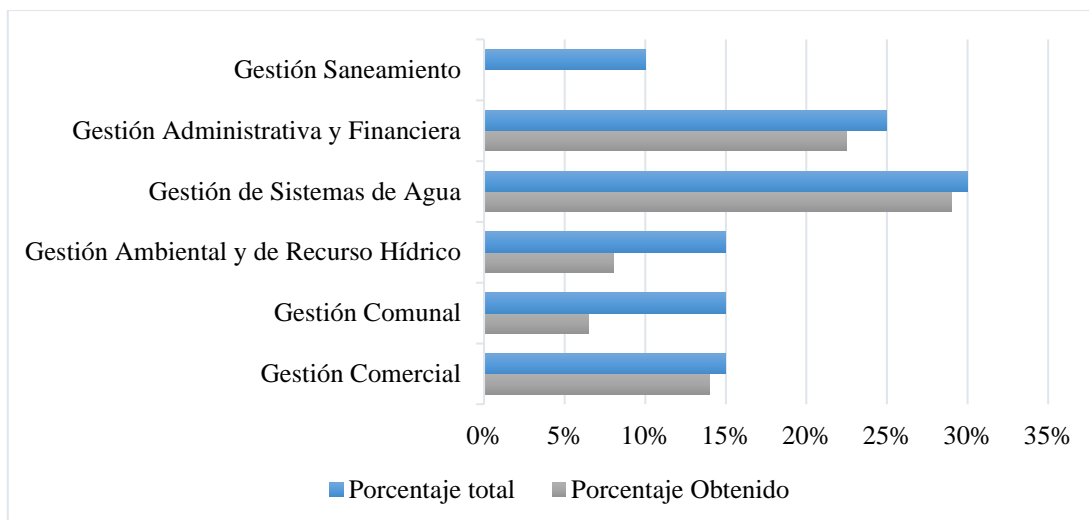


Figura 18. Diferencia entre los porcentajes máximos de cada eje temático y los porcentajes obtenidos por la ASADA Artola en la autoevaluación de la herramienta PME.

Los valores de priorización resultantes del análisis de los niveles de criticidad, la posibilidad de solución y la disponibilidad de recursos para las 11 oportunidades de mejora identificadas poseen la distribución que se aprecia en la figura 19; donde 1 representa lo menos prioritario a solucionar y 3 lo más prioritario. Estos datos fueron redondeados para una mejor visualización gráfica y su detalle puede apreciarse en la matriz usada por la herramienta para la priorización, en el [archivo en Excel](#).

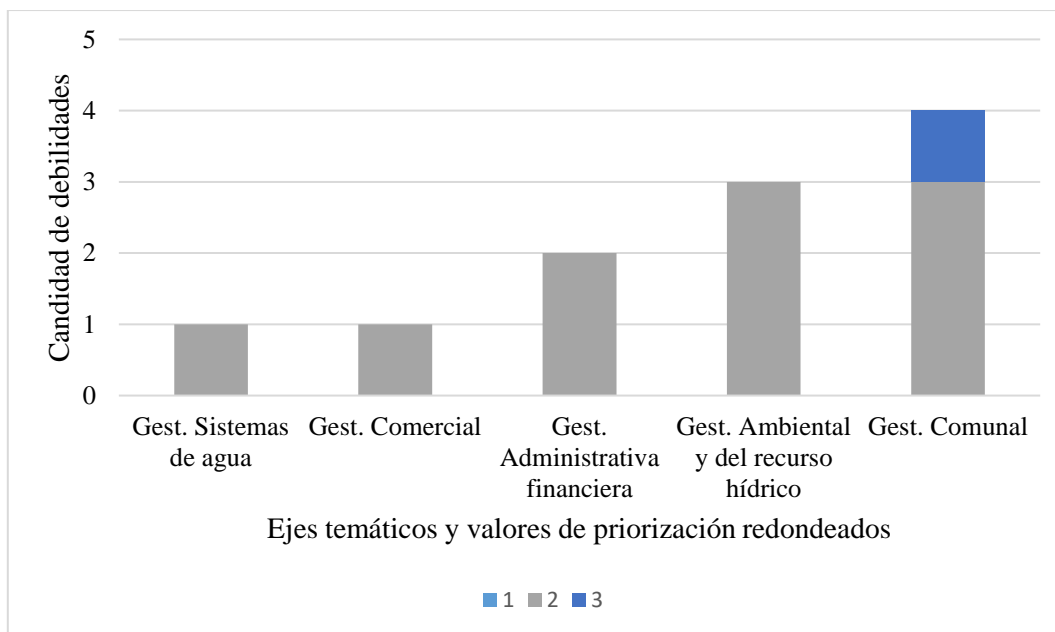


Figura 19. Distribución de oportunidades de mejora identificadas en la ASADA de Artola, utilizando la herramienta PME, según los ejes temáticos y los valores de priorización.

4.2.1.2. Aplicación de herramienta PME en ASADA Corralillo.

En la autoevaluación de esta herramienta, la ASADA Corralillo de Nicoya obtuvo 48 puntos de un total de 77, esto da como resultado un 64,2 % de cumplimiento de las variables evaluadas, entrando en la categoría B de ASADA en desarrollo alto, según lo establecido en el cuadro 8 de la metodología. En el eje temático de gestión comercial, se identificaron debilidades como tener un porcentaje menor al 10 % de morosidad mensual (cuando el ideal es 0 %); no contar con un local para la atención de los usuarios, utilizando una vivienda particular para este fin y la ausencia de un sistema de seguimiento de quejas; obteniendo 14 puntos de un total de 17. Asimismo, en el eje temático de gestión comunal fueron obtenidos 4 puntos de un total de 10; esto debido a que la ASADA no organiza campañas en temas de uso adecuado del agua, involucrando a centros educativos; tampoco cuenta con estrategias para que más usuarios se afilien al servicio y los porcentajes de usuarios que son socios y de participación de socios en las asambleas son menores al 50 %. En el eje temático de gestión ambiental y del recurso hídrico, no se obtuvo ninguno de los 5 puntos, por lo que se tienen oportunidades de mejora como la necesidad de estudios técnicos para definir el balance hídrico y para definir áreas de protección, la falta de programas de adaptación al cambio

climático; la ausencia de programas de educación ambiental en la comunidad y la falta de inscripción de parte de las fuentes como caudales ante el MINAE.

La ASADA Corralillo tiene 13 puntos obtenidos de un total de 15 en el eje temático de gestión de sistemas de agua, se identificaron debilidades como la necesidad de un plan de gestión del riesgo, y de un manual de mantenimiento y operación del sistema del acueducto. Por último, en cuanto a la gestión administrativa y financiera de la ASADA, se tienen 17 puntos de un total de 24, esto debido a la inexistencia de un plan de trabajo anual, el hecho de no enviar los estados financieros anualmente al AyA; la falta de una bodega de materiales para la operación y el mantenimiento del sistema, utilizando para ello una vivienda particular, y la ausencia de sistemas para gestión de ASADAS, usando herramientas físicas para este fin. En el gráfico de la figura 20, se detallan los porcentajes totales de cada eje temático, así como aquellos porcentajes obtenidos por la ASADA Corralillo.

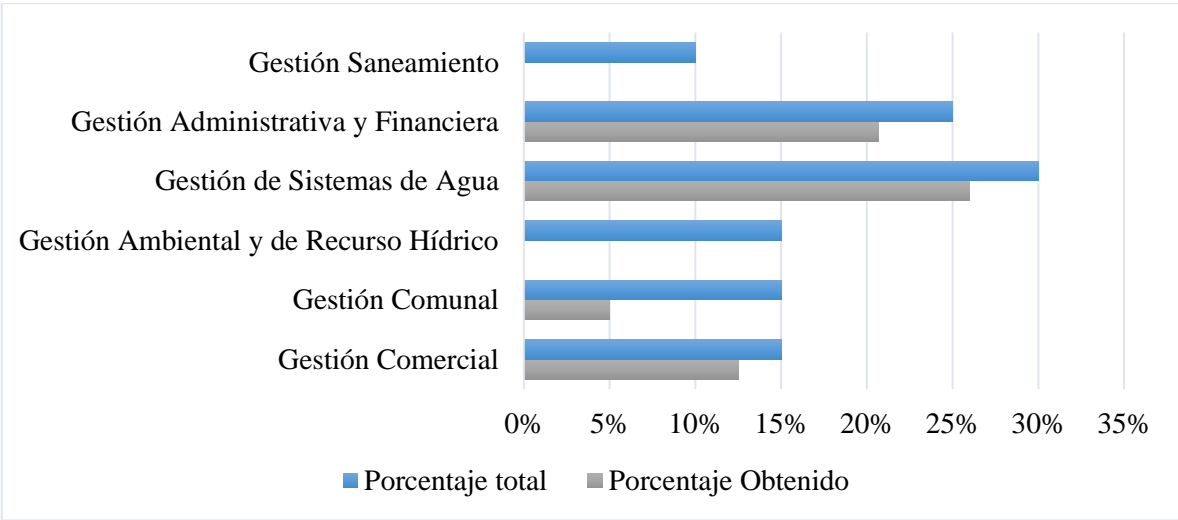


Figura 20. Diferencia entre los porcentajes totales de cada eje temático y los porcentajes obtenidos por la ASADA Corralillo en la autoevaluación de la herramienta PME.

En cuanto a la etapa de priorización, se identificaron un total de 18 oportunidades de mejora, las cuales fueron priorizadas como se detalla en el punto 3.5.2.1.2 de la metodología. En el gráfico de la figura 21, se muestra la distribución según los cinco ejes temáticos aplicables, así como los valores de priorización. Estos últimos se redondearon para una mejor visualización gráfica, sin embargo, en el archivo en Excel, se puede apreciar el detalle en la matriz usada por la herramienta para la priorización.

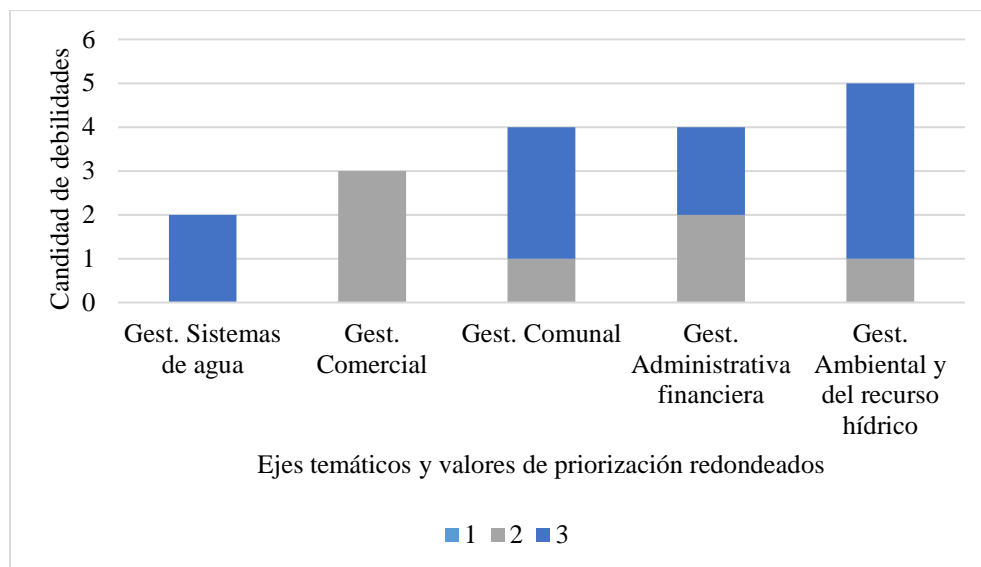


Figura 21. Distribución de oportunidades de mejora identificadas en la ASADA de Corralillo, utilizando la herramienta PME, según los ejes temáticos y los valores de priorización.

Las personas que conforman la ASADA Corralillo optaron por incluir en el Plan de Mejora y Eficiencia seis de las oportunidades de mejora identificadas en la autoevaluación. En caso de que se lleguen a eliminar las debilidades asociadas con las seis variables, el acueducto comunal pasaría de una categoría de desarrollo alto (B), a una categoría de consolidado (A).

4.2.1.3. Aplicación de herramienta PME en ASADA Pilangosta.

En la etapa de autoevaluación, la ASADA Pilangosta obtuvo un puntaje de 64 de un total de 77, lo cual representa un 88 % de cumplimiento en las 46 variables evaluadas por la herramienta, dando como resultado una categoría A que clasifica a la ASADA como consolidada, según los criterios detallados en el cuadro 8 de la metodología. La primera oportunidad de mejora identificada forma parte del eje temático de gestión comercial y se refiere a que se tiene un porcentaje de morosidad superior al 0 % y menor al 10 %. En el eje de gestión comunal, se identificaron debilidades como la falta de una estrategia de afiliación de personas usuarias al servicio, un porcentaje de personas usuarias que se asocian al acueducto comunal menor al 50 % y una participación en las asambleas de quienes se asociaron de entre un 50 % y 75 %. A su vez, en el eje temático de gestión ambiental y de recurso hídrico, las oportunidades de mejora de la ASADA corresponden a la ausencia de un programa de adaptación al cambio climático y de programas de educación ambiental con la

comunidad. Por último, en el eje de gestión de sistemas de agua, se identificó como debilidad la falta de un manual de mantenimiento y operación del sistema de abastecimiento de agua potable.

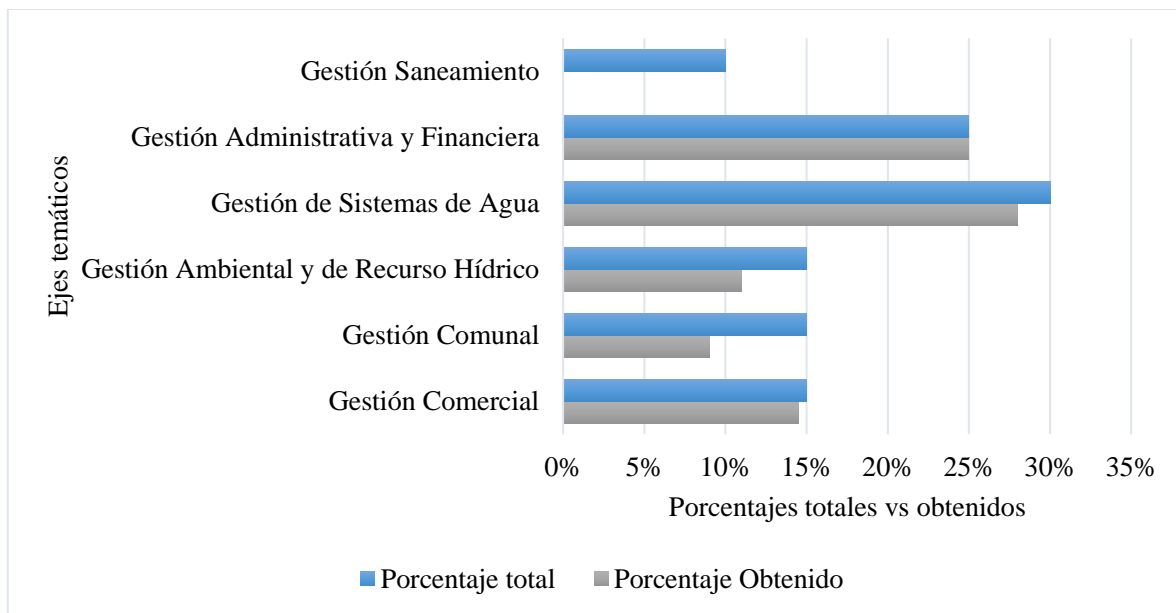


Figura 22. Diferencia entre los porcentajes totales de cada eje temático y los porcentajes obtenidos por la ASADA Pilangosta en la autoevaluación de la herramienta PME.

Las siete oportunidades de mejora identificadas fueron priorizadas y se obtuvieron los valores que se muestran en la figura 23, según su distribución en los diferentes ejes temáticos. Dichos valores fueron redondeados para una mejor visualización gráfica y la priorización de las debilidades se realizó tal como se detalla en el punto 3.5.2.1.2 de la metodología.

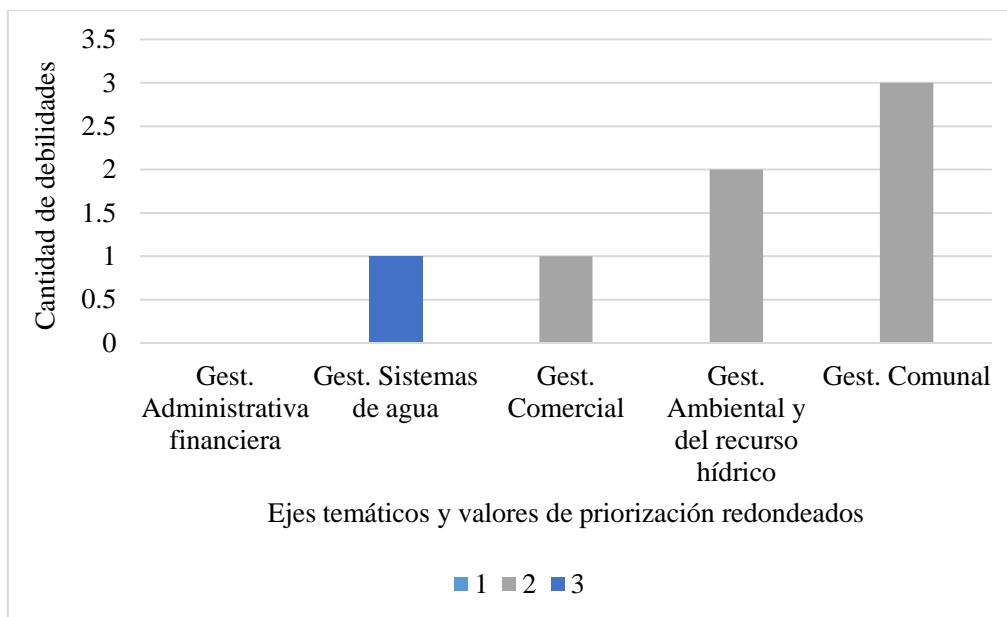


Figura 23. Distribución de oportunidades de mejora identificadas en la ASADA Pilangosta, utilizando la herramienta PME, según los ejes temáticos y los valores de priorización.

Quienes forman parte del equipo de trabajo que participó en la elaboración del PME de la ASADA Pilangosta decidieron incluir las siete oportunidades de mejora identificadas en el plan de trabajo, por lo que la puesta en práctica de este daría como resultado un cumplimiento del 100 % de las variables evaluadas en el proceso.

4.2.2. Aplicación de herramienta CCHS.

4.2.2.1. Aplicación de herramienta CCHS en ASADA Artola.

De acuerdo con los datos brindados por la ASADA Artola para la estimación de la producción de las fuentes, el pozo utilizado posee un caudal de 9.2 L/s. Este acueducto comunal posee 357 servicios, entre los cuales se encuentran una escuela de 115 estudiantes, dos establecimientos de comida que suman un total de 800 m² y dos locales comerciales que suman un total de 1500 m²; esto se traduce en 16 servicios equivalentes y en 373 en total.

Por otro lado, utilizando un intervalo de análisis de 5 años, así como un factor de hacinamiento de 3.43 personas/casa, la herramienta indica un porcentaje de crecimiento poblacional anual del 2.1 %, por lo que se proyecta un aumento en la cantidad de servicios que brinda el acueducto comunal, según lo indicado en el cuadro 13.

Cuadro 13. Proyección de población abastecida por la ASADA Artola, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Población	1279	1420	1577	1751	2040
Servicios	373	415	461	511	568

Según las variaciones en la cantidad de servicios brindados y al no contar con el detalle de los registros de la macro y micromedición, se utiliza una dotación de 200 L/p/d y un porcentaje de agua no contabilizada de 0 %, según lo establecido para poblaciones rurales por la norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, saneamiento y pluvial, creada en el AyA durante el 2017. De esta manera, se obtiene una proyección de la demanda cuyo caudal promedio, máximo diario y máximo horario se detallan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Proyección de la demanda del servicio de abastecimiento de agua potable para la ASADA Artola, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Caudal promedio (L/s)	2.96	3.29	3.65	4.05	4.50
Caudal máximo diario (L/s)	3.55	3.94	4.38	4.86	5.40
Caudal máximo horario (L/s)	6.40	7.10	7.89	8.76	9.72

Tomando en cuenta los datos de demanda correspondientes al caudal máximo diario, la proyección de la población abastecida y los caudales de producción de las fuentes, asumiendo que estos últimos se mantengan estables, la capacidad hídrica del sistema se proyecta según lo detallado en el cuadro 15.

Cuadro 15. Proyección de la capacidad hídrica del sistema del acueducto comunal Artola, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	Capacidad Hídrica del Sistema (L/s)
2020	5.65
2025	5.26
2030	4.82
2035	4.34
2040	3.80

Por último, se estima que las necesidades de almacenamiento para esta ASADA respondan a lo especificado en el cuadro 16, tomando en cuenta un intervalo de análisis de 5 años.

Cuadro 16. Proyección del almacenamiento requerido por la ASADA Artola, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Volumen regulación	36	40	44	49	54
Volumen de incendio	22	22	22	22	22
Volumen interrupciones	43	47	53	58	65
Volumen total	100	109	119	129	141

4.2.2.2. Aplicación de herramienta CCHS en ASADA Corralillo.

Según los datos suministrados por la ASADA Corralillo para la estimación de la producción de las fuentes, la suma de los caudales de los seis pozos da como resultado 17,4 L/s, los cuales sumados a los 0,2 L/s correspondientes al caudal de la naciente dan un total de 17,6 L/s. Este acueducto comunal posee 465 servicios, entre los cuales se encuentran un centro educativo con 120 estudiantes, un establecimiento de comida con 80 m² y un local comercial con 200 m², esto se traduce en cuatro servicios equivalentes y en 469 en total.

Por otro lado, utilizando un intervalo de análisis de 5 años, así como un factor de hacinamiento de 3,24 personas/casa, la herramienta indica un porcentaje de crecimiento

poblacional anual del 0,6 %, por lo que se proyecta un aumento en la cantidad de servicios que brinda el acueducto comunal según lo indicado en el cuadro 17.

Cuadro 17. Proyección de población abastecida por la ASADA Corralillo, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Población	1520	1565	1610	1655	1703
Servicios	469	483	497	511	526

Según las variaciones en la cantidad de servicios brindados, así como los registros de micro y macromedición el acueducto comunal, posee una dotación de 143 L/p/d y un porcentaje de Agua No Contabilizada de 10 %, por lo que se obtiene una proyección de la demanda cuyo caudal promedio, máximo diario y máximo horario se detallan en el cuadro 18.

Cuadro 18. Proyección de la demanda del servicio de abastecimiento de agua potable para la ASADA Corralillo, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Caudal promedio (L/s)	2,77	2,85	2,93	3,01	3,10
Caudal máximo diario (L/s)	3,32	3,42	3,52	3,62	3,72
Caudal máximo horario (L/s)	5,98	6,15	6,33	6,51	6,70

Tomando en cuenta los datos de demanda correspondientes al caudal máximo diario, la proyección de la población abastecida y los caudales de producción de las fuentes, asumiendo que estos últimos se mantengan estables, la capacidad hídrica del sistema se proyecta según lo detallado en el cuadro 19.

Cuadro 19. Proyección de la capacidad hídrica del sistema del acueducto comunal Corralillo, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	Capacidad Hídrica del Sistema (L/s)
2020	14,28
2025	14,18
2030	14,08

2035	13,98
2040	13,88

Finalmente, se estima que las necesidades de almacenamiento para esta ASADA respondan a lo especificado en el cuadro 20, tomando en cuenta un intervalo de análisis de 5 años.

Cuadro 20. Proyección del almacenamiento requerido por la ASADA Corralillo, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Volumen regulación	33	34	35	35	38
Volumen de incendio	22	22	22	22	22
Volumen interrupciones	40	41	42	42	45
Volumen total	95	97	100	102	104

4.2.2.3. Aplicación de herramienta CCHS en ASADA Pilangosta.

Según los datos suministrados por la ASADA Pilangosta para la estimación de la producción de las fuentes, la suma de los caudales de los dos pozos da como resultado 4,7 L/s, los cuales sumados a los 2,5 L/s correspondientes al caudal de las tres nacientes dan un total de 7.2 L/s. Este acueducto comunal posee 157 servicios, entre los cuales se encuentran tres hoteles con un total de 17 habitaciones, un centro educativo con 24 estudiantes, un establecimiento de comida con 48 m², cuatro locales comerciales que suman 2000 m² y un centro de recreación con 1200 m²; esto se traduce en 14 servicios equivalentes y en 171 en total.

Por otro lado, utilizando un intervalo de análisis de 5 años, así como un factor de hacinamiento de 3,54 personas/casa, la herramienta indica un porcentaje de crecimiento poblacional anual del 0,7%, por lo que se proyecta un aumento en la cantidad de servicios que brinda el acueducto comunal según lo indicado en el cuadro 21.

Cuadro 21. Proyección de población abastecida por la ASADA Pilangosta, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Población	605	625	645	665	685
Servicios	171	177	183	188	194

Según los registros de micromedición, el acueducto comunal posee una dotación de 247 L/p/d y al no contar con registros de macromedición, la herramienta asigna un valor por defecto de 30 % de Agua No Contabilizada, por lo que se obtiene una proyección de la demanda cuyo caudal promedio, máximo diario y máximo horario se detallan en el cuadro 22.

Cuadro 22. Proyección de la demanda del servicio de abastecimiento de agua potable para la ASADA Pilangosta, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Caudal promedio (L/s)	2,25	2,32	2,40	2,47	2,55
Caudal máximo diario (L/s)	2,70	2,79	2,88	2,97	3,06
Caudal máximo horario (L/s)	4,86	5,02	5,18	5,34	5,50

Tomando en cuenta los datos de demanda correspondientes al caudal máximo diario, la proyección de la población abastecida y los caudales de producción de las fuentes, asumiendo que estos últimos se mantengan estables, la capacidad hídrica del sistema se proyecta según lo detallado en el cuadro 23.

Cuadro 23. Proyección de la capacidad hídrica del sistema del acueducto comunal Pilangosta, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	Capacidad Hídrica del Sistema (L/s)
2020	4,50
2025	4,41
2030	4,32
2035	4,23

2040	4,14
-------------	------

Finalmente, se estima que las necesidades de almacenamiento para esta ASADA respondan a lo especificado en el cuadro 24, tomando en cuenta un intervalo de análisis de 5 años.

Cuadro 24. Proyección del almacenamiento requerido por la ASADA Pilangosta, según la Calculadora de la Capacidad Hídrica del Sistema.

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Volumen regulación	27	28	29	30	31
Volumen de incendio	22	22	22	22	22
Volumen interrupciones	32	33	35	36	37
Volumen total	82	84	86	88	89

La aplicación de las tres herramientas mencionadas en las tres ASADAS seleccionadas permitió identificar similitudes tanto en los acueductos comunales, como en las herramientas. En cuanto a los hallazgos en las ASADAS cabe destacar que en los tres casos se encontraron oportunidades de mejora relacionadas con aspectos operativos y administrativos que son claves para un adecuado funcionamiento de la ASADA, debido a la necesidad de aumentar la visión estratégica y de planificación a largo plazo. Por otro lado, en las herramientas se identificaron aspectos como el hecho de que los diferentes enfoques tanto de gestión de riesgos como de mejora y eficiencia permiten integrar las distintas perspectivas para robustecer la planificación de las oportunidades de mejora identificadas.

4.3. Fase III evaluación de herramientas.

4.3.1. Evaluación herramienta GIRA.

Durante la preparación de las sesiones con los grupos de enfoque, así como en la fase de aplicación de la herramienta incluyendo, además, las revisiones de las diferentes versiones de GIRA, fueron identificadas una serie de oportunidades de mejora que se notificaron al equipo de trabajo mediante reportes de generación de errores. Muchos de los errores identificados eran pequeños, con correcciones sencillas, como faltas ortográficas, información faltante al cambiar de una versión a otra, aparición de una pregunta en lugar de otra en los documentos generados, botones para la generación de documentos

intercambiados, entre otros. En el cuadro 25, se muestra una recopilación resumida de los más relevantes, además de un resumen de la forma en que se corrigió cada uno de ellos, con el fin de obtener versiones mejoradas de la herramienta tanto para su aplicación durante los tres casos seleccionados como para su utilización y difusión a actores clave. Errores como la ausencia de algunos distritos del cantón de Liberia en las opciones desplegadas a seleccionar en la Ficha Técnica, quedaron fuera del alcance de este proyecto de graduación y por lo tanto se dejan recomendaciones al respecto.

Cuadro 25. Diez principales oportunidades de mejora identificadas en la herramienta GIRA y la resolución obtenida para cada una de ellas.

Oportunidad de mejora identificada	Resolución obtenida
1. Errores múltiples al correr la herramienta en Microsoft Office Professional Plus 2010 y 2013.	En conjunto con el equipo consultor que diseñó la herramienta, se decidió limitar su uso a la versión de Microsoft Office 2016.
2. Error en la generación de cinco de los ocho documentos de la última fase de GIRA.	Notificación del error, corrección de este por la persona encargada de la creación de la herramienta, además de la incorporación de nuevo documento adicional en formato Word.
3. Error en fórmula para el cálculo de la vulnerabilidad.	Corrección de la fórmula en una de las hojas ocultas de la herramienta.
4. Error de coincidencia entre las oportunidades de mejora identificadas en los cuestionarios y aquellas que se cargan en la matriz de valoración de riesgos y prioridades.	Se realizó una reunión con la persona encargada de la programación de la herramienta, donde fueron corregidos los errores de programación asociados.
5. Después de responder el formulario correspondiente a la vulnerabilidad sanitaria del componente “pozo”, en diferentes pestañas y documentos de la herramienta aparecen las	Corrección del error en conjunto con la persona encargada de la programación de la herramienta, durante la reunión mencionada.

Oportunidad de mejora identificada	Resolución obtenida
preguntas del componente “naciente” en su lugar.	
6. Los riesgos asociados y las medidas propuestas en caso de encontrarse alguna debilidad al responder las preguntas de la vulnerabilidad sanitaria del componente “pozo”, corresponden a los del componente “naciente”.	Redacción de riesgos asociados y medidas propuestas para el componente “pozo”.
7. Error en la coincidencia de las amenazas analizadas con las que aparecen en el cuadro resumen del análisis de amenazas en el sistema del acueducto, dentro de la pestaña de resultados.	Corrección del error de enlace en la fórmula usada al programar esas filas de la herramienta.
8. Filas insuficientes en el cuadro para la recopilación del análisis de amenazas.	Se modificó la programación de la herramienta, en conjunto con la persona encargada, para que el cuadro pasara de tener cinco filas a contar con 10 de estas.
9. La redacción de dos preguntas de los formularios y de las correspondientes medidas propuestas y riesgos asociados no sigue lineamientos de lenguaje inclusivo.	Cambio en la redacción de la pregunta 9 del componente “líneas de conducción y distribución”, en la vulnerabilidad sanitaria, pasando de “¿Carece de <u>un fontanero o encargado</u> del mantenimiento de la red?” a “¿La ASADA posee <u>una persona a cargo de la fontanería</u> o del mantenimiento de la red?”. Modificación de la pregunta 4 de la vulnerabilidad administrativa, pasando de “¿El porcentaje de morosidad de <u>los abonados</u> es

Oportunidad de mejora identificada	Resolución obtenida
	<p>menor a 10 %?” a “¿El porcentaje de morosidad de <u>las personas abonadas</u> es menor a 10 %?”.</p> <p>Modificación de los mismos términos en las medidas propuestas y los riesgos asociados.</p>
<p>10. Datos de ponderación de amenazas nulos en el cuadro de <i>Análisis de amenazas en subcuenca</i>.</p>	<p>Se corrigió la programación causante de que, cuando la ponderación de una amenaza era igual a 0 apareciera un guion “-“ y no una categoría que indicara un nivel de exposición.</p> <p>Para evitar interpretaciones asociadas con la inexistencia de probabilidades de que las amenazas sin nivel de exposición no cuentan con probabilidad de hacerse efectivas, se programó de manera que los datos de ponderación 0 se mostraran como una categoría baja de exposición.</p>

El análisis de la herramienta ERMIC como método para evaluar GIRA permitió sistematizar aspectos clave para direccionar las propuestas creadas posteriormente. Se identificó la necesidad de eliminar la utilización de un lenguaje no inclusivo en los diferentes apartados de la herramienta, los errores relacionados con la programación del archivo en Excel especificados con mayor detalle en puntos anteriores; y la redacción negativa de las preguntas de los formularios de vulnerabilidad sanitaria correspondientes al Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud. Además, se considera necesario eliminar la utilización de un enfoque de medidas preventivas como parte de los planes de trabajo, modificando la matriz correspondiente, de manera que permita crear medidas con un enfoque de adaptación al cambio climático. Por otro lado, se identificó que debe reducirse, en la medida de lo posible, el tiempo de las sesiones de trabajo con los grupos de enfoque, solicitando previamente insumos necesarios, por ejemplo, los planos o croquis de los sistemas necesarios para el primer paso de la herramienta GIRA.

En cuanto a los aspectos que se propone mantener, destacan el diseño de la interfaz de la herramienta y los formularios utilizados tanto para la identificación de vulnerabilidades como para definir el grado de preparación ante emergencias. Asimismo, las recomendaciones brindadas por la herramienta como insumo para la creación de protocolos de contingencia es uno de los puntos que se considera necesario incrementar. De la misma forma, hay oportunidad de aumentar la utilización de los datos correspondientes a los niveles de exposición de las subcuencas ante diferentes amenazas, utilizando esta información como insumo para eventuales planes de emergencia, por ejemplo. En esta misma línea, es de suma importancia que los datos de exposición a nivel de subcuenca se incrementen abarcando otras regiones del país, de manera que esta carencia no sea vista como una limitante a la hora de que ASADAS de otras zonas utilicen la herramienta. Por último, se considera que es necesario aumentar la cantidad de amenazas incluidas en el análisis del sistema donde se estiman los niveles de consecuencia; habilitando incluso opciones abiertas para que las personas puedan especificar amenazas particulares de cada caso.

Con el fin de complementar la herramienta y subsanar algunas de sus oportunidades de mejora, se considera necesario crear una guía de respuesta que facilite la interpretación de las 92 preguntas incluidas en los formularios; especialmente en los casos donde las ASADAS no cuenten con acompañamiento técnico para la aplicación de la herramienta. Además, se debe crear material audiovisual que muestre el detalle de los pasos por seguir, para los casos en los que las personas no tengan experiencia en el uso de programas como Excel. Por otro lado, se identificó la necesidad de crear una guía metodológica que indique los detalles de los contenidos por abordar durante las sesiones de trabajo necesarias para aplicar la herramienta, así como los recursos requeridos y las personas que deben formar parte del proceso. Finalmente, un potencial plan de emergencias que sistematice los insumos brindados por la herramienta de manera más estructurada; así como un nuevo formato de la actual matriz de medidas preventivas, con el fin de que esta se preste para la elaboración de medidas enfocadas en adaptación al cambio climático; son dos elementos que deben crearse.

4.3.2. Evaluación herramientas PME y CCHS.

Durante la aplicación del mecanismo de evaluación ERMIC tanto para la herramienta PME como para la CCHS, se identificó la necesidad de eliminar el uso del lenguaje no inclusivo, sobre todo en los formularios y las actividades sugeridas para subsanar las oportunidades de

mejora identificadas en la autoevaluación previa a la elaboración de los planes de mejora y eficiencia. Además, algunas de dichas actividades no coinciden con los procesos institucionales que se practican en la realidad, por lo que también deben ser eliminadas y sustituidas por otras. Al igual que con la herramienta GIRA, en estos casos también es posible reducir el tiempo de las sesiones de trabajo con los grupos de enfoque recopilando de antemano la información necesaria para las herramientas, sobre todo los registros de producción de las fuentes y consumos de la comunidad utilizados en la CCHS.

En cuanto a los aspectos que se considera deben mantenerse, destaca de nuevo el diseño de la interfaz de las herramientas, así como los formularios utilizados en la autoevaluación de PME. Además, los comentarios creados en las celdas del archivo en Excel donde se ubican las preguntas facilitan la interpretación de estas, de manera que no es necesario crear una guía de respuesta para PME como en el caso de la herramienta GIRA. Los comentarios de las celdas donde deben ingresarse datos en la CCHS, así como el formato de colores usado para distinguir con facilidad la secuencia de pasos, también son aspectos por mantener. Por otro lado, se debe incrementar la cantidad de detalles brindados en las actividades propuestas por la herramienta PME, para el cumplimiento de los objetivos que buscan eliminar las oportunidades de mejora identificadas, de manera que los acueductos comunales tengan mejores insumos para definir los pasos por seguir en el proceso de mejora continua.

En lo que respecta a los elementos que deben crearse, destaca el material audiovisual que muestre el detalle de la utilización de las herramientas, para los casos en los que las personas no tengan experiencia en el uso de programas como Excel, como complemento de PME y de la CCHS. Además, para el eje temático Gestión del saneamiento en PME, se deben crear tanto los objetivos como las actividades correspondientes, ya que existe un vacío en la programación de estos aspectos en la herramienta. Finalmente, tomando en cuenta que la mejora continua es un proceso que debe mantenerse a través del tiempo, se considera necesario crear formularios que, dentro de los mismos ejes temáticos utilizados actualmente en PME, puedan utilizarse para evaluar nuevas variables en futuras versiones de la herramienta; y que permitan continuar generando indicadores de los niveles de desarrollo alcanzados por los acueductos comunales en todo el país.

4.4. Fase III elaboración de guías de implementación y propuestas de mejora.

4.4.1. Guías de implementación GIRA.

La complejidad de la herramienta GIRA hizo necesaria la creación de una serie de material de apoyo que funcione, en conjunto, como guía de implementación. Esto incluye un total de seis videos tutoriales, uno para cada uno de los pasos mencionados en el punto 4.1 de la metodología. Los videos abordan detalladamente la manera de completar la información en el documento en Excel, los detalles necesarios para el funcionamiento adecuado de GIRA, los resultados obtenidos al finalizar la aplicación y su interpretación. De esta forma, se busca contribuir a que personas que no estén familiarizadas con el uso de Excel puedan utilizar la herramienta en sus respectivas ASADAS. La duración de los videos está en un rango de 1,36 a 3,15 minutos.

Por otro lado, para garantizar una mayor comprensión de las preguntas correspondientes a la fase del análisis de vulnerabilidades y el grado de preparación de las ASADAS ante emergencias, se confeccionó un documento titulado *Guía de respuesta a los formularios de la herramienta Gestión Integral de Riesgo en ASADAS*, ver detalle en anexo 5, en el cual se explican conceptos técnicos o confusos mencionados en los formularios, se menciona la importancia de garantizar ciertas prácticas de mantenimiento, se detallan aspectos reglamentarios y legislativos, se explica la manera de responder a preguntas redactadas en negativo, entre otros.

Por último, se creó una guía metodológica para las sesiones de trabajo de la herramienta donde se incluyen con detalle los pasos previos necesarios, los materiales requeridos, las personas que deben participar en el proceso, la cantidad de sesiones de trabajo sugeridas, así como los pasos de la herramienta que se sugiere abordar en cada sesión. Si bien es cierto, algunos de estos detalles pueden variar según la complejidad del sistema de cada acueducto comunal, estos lineamientos generales pueden adaptarse a cada contexto. Como complemento a esta guía metodológica, se creó una infografía con los mismos contenidos en una versión más concisa y dinámica (ver detalle en anexo 6).

4.4.2. Guías de implementación PME y CCHS.

Con el fin de guiar la implementación de estas herramientas, complementando los manuales ya existentes de estas, se crearon dos videos tutoriales para cada una, explicando con detalle la manera de completar la información requerida en los diferentes pasos, la información

generada por las herramientas y su interpretación. De esta forma, se busca contribuir a que personas que no estén familiarizadas con el uso de Excel puedan utilizar las herramientas en sus respectivas ASADAS. La duración de los videos está en un rango de 2,50 a 4,03 minutos.

4.4.3. Propuestas de mejora para la herramienta GIRA.

4.4.3.1. Propuesta de plan de emergencias GIRA.

La puesta en práctica de incorporar la propuesta de plan de emergencias GIRA en la herramienta requiere modificaciones en la programación y el contenido de algunas secciones del archivo en Excel. En primera instancia, se proponen cambios en la pestaña *Análisis de amenazas en cuenca*, específicamente en el cuadro de clasificación de amenazas en la subcuenca, de manera que se visibilicen detalles como los valores de probabilidad de impacto de las amenazas y sea posible seleccionar componentes del sistema que podrían verse afectados por cada una de ellas, enriqueciendo así el análisis.

Por otro lado, en la pestaña *Emergencias*, se proponen cambios como la creación de secciones que marquen la pauta del Plan de Emergencias GIRA, iniciando con los requerimientos generales para el control de emergencias, donde cuatro botones muestren ventanas emergentes que detallen los requerimientos mínimos de un comité de emergencias para la ASADA, la evaluación de daños, los mecanismos de comunicación y el suministro de recursos y maquinaria. Seguidamente, en las recomendaciones para la creación de protocolos de contingencia, se propone la programación de nuevos cuadros, donde se muestren las medidas recomendadas ante el impacto de cada amenaza seleccionada en el componente correspondiente; de esta manera, la información no se elimina al hacer una nueva selección. Por otro lado, la sección de análisis posterior a la emergencia consiste en un botón que activa una ventana emergente donde se establece la información mínima recomendada. Finalmente, en la pestaña *Generación de documentos*, se propone agregar un botón para generar un documento PDF donde se muestre el detalle del Plan de Emergencias GIRA (ver anexo 7 para consultar el detalle).

Esta propuesta fue creada adaptando la Herramienta metodológica para la formulación de programas de gestión del riesgo de desastres en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, según el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres de Colombia, publicada en el 2014. Además, se utilizaron ejemplos como el Plan de emergencia y contingencia para los servicios públicos de acueducto

y alcantarillado, Aquaterra ESP del Municipio de Guarne en Antioquia, Colombia, publicado por la Dirección técnica de acueducto y alcantarillado de dicho país en el 2018; así como el Plan de Emergencias y contingencias para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo de la unidad de servicios públicos 2018–2019, publicado por la Secretaría de obras y servicios públicos de la alcaldía de Campohermoso, Boyacá, en el 2018.

Cabe destacar que la propuesta del Plan de Emergencias GIRA, siguiendo la línea de los demás documentos e insumos creados por esta herramienta, no pretende sustituir un plan de emergencias realizado por profesionales competentes con las debidas especificaciones y análisis técnicos. Se trata de un insumo con lineamientos básicos y generales, que aporta en casos donde no existen recursos ni capacidades suficientes para la confección de un plan de emergencias con las especificidades necesarias para cada acueducto comunal.

4.4.3.2. Propuesta modificación de la pestaña *Administración de riesgos: Plan de acción medidas preventivas*.

Tal como se mencionó en el punto 3.5.1.5.2 de la metodología, esta fase forma parte del paso número 5 de la herramienta, correspondiente a la administración de riesgos. El plan de acción de medidas correctivas, según la Guía de trabajo de la herramienta, cumple la función de que se creen proyectos estratégicos a largo o mediano plazo para fortalecer de manera considerable al acueducto comunal frente a amenazas en específico. A diferencia del plan de acción de medidas correctivas, este plan prospectivo no carga automáticamente medidas preventivas propuestas de acuerdo con las oportunidades de mejora identificadas durante el análisis de vulnerabilidades, de manera que la elaboración de estas medidas queda a cargo del personal de la ASADA en cuestión.

Por otro lado, el planteamiento de planificar en torno a medidas correctivas y preventivas puede derivar en confusiones, debido a que gran parte de las variables incluidas en la autoevaluación de la herramienta pueden abordarse tanto desde un enfoque correctivo como preventivo. Desde un punto de vista práctico, ambos enfoques pueden incluirse en un mismo plan de trabajo (el de medidas correctivas), de forma que el aprovechamiento de esta segunda planificación es muy bajo.

Por ejemplo, las medidas preventivas mencionadas en el manual de la herramienta correspondientes a “Analizar las posiciones de los pozos y plantear posibles fuentes de

abastecimiento adicionales en caso de sequía”, así como la reubicación de otros componentes del sistema a un sitio seguro y la identificación de las zonas de recarga son medidas que se pueden abordar por medio de acciones correctivas propuestas que incluyen estos temas.

De esta manera, se propone la modificación parcial de esta sección de la herramienta GIRA, de manera que funcione como un espacio donde se pueda crear el plan GIRA de adaptación al cambio climático, propuesto en la sección 4.5.3.3. del presente proyecto de graduación. Esto implica la modificación de la matriz utilizada para los planes de trabajo, siguiendo lo especificado en la propuesta.

4.4.3.3. Propuesta plan GIRA de adaptación al cambio climático.

La línea base para el Plan GIRA de Adaptación al Cambio Climático consiste en la categorización de aquellas amenazas que tienen o pueden llegar a tener relación con los efectos del cambio climático en las subcuencas; así como los niveles de consecuencia establecidos en el proceso, tanto para los componentes de la infraestructura como para la prestación del servicio de abastecimiento. El mapa de riesgo climático y la identificación de oportunidades de mejora propios del proceso de aplicación de GIRA son también insumos fundamentales para la planificación de medidas de adaptación.

El Plan GIRA de Adaptación al Cambio Climático se construye a partir de las medidas adaptativas propuestas por la herramienta GIRA. Este inicia, en todos los casos, con medidas que buscan el fortalecimiento de las capacidades de la ASADA en temas de adaptación, desde tres ejes específicos:

1. Identificación de actores, sectores e instituciones claves de la comunidad y de la cuenca hidrográfica (municipalidades, ASADAS vecinas, asociaciones de desarrollo, sector industrial, sector agrícola, universidades, personas usuarias de la ASADA, entre otros), para iniciar alianzas estratégicas y trabajar en conjunto temas de adaptación al cambio climático.
2. Capacitación de actores clave en la comunidad y de las personas que forman parte de la ASADA en temas de cambio climático y adaptación.
3. Búsqueda de fuentes o mecanismos de financiamiento para eventuales proyectos de adaptación al cambio climático en la ASADA. Por ejemplo, puede definirse una estrategia para implementar la tarifa de protección del recurso hídrico (Fuente puede

ser un fondo no reembolsable de entidades de cooperación internacional, mecanismo puede ser la tarifa de protección del recurso hídrico).

Posteriormente, el Plan GIRA de Adaptación al Cambio Climático enlaza aquellas medidas correctivas que tienen potencial adaptativo, con medidas que la ASADA pueda utilizar para crear un plan acorde a sus necesidades, partiendo de algunas de las oportunidades de mejora identificadas previamente. En el siguiente cuadro, se muestra el detalle de las medidas correctivas que, una vez abordadas mediante el Plan de Gestión de Riesgos, se relacionan con las medidas adaptativas propuestas en tres diferentes enfoques: Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), Adaptación basada en Comunidades (AbC) y blindaje climático de la infraestructura.

Cuadro 26. Relación de las medidas adaptativas propuestas para el Plan GIRA de Adaptación al Cambio Climático, con algunas de las medidas correctivas del Plan de Gestión de Riesgos en la herramienta GIRA.

Tipo de vulnerabilidad asociada	Medida correctiva relacionada	Medida adaptativa propuesta	Enfoque de adaptación propuesto
<p>Vulnerabilidad Sanitaria, pregunta # 9 del componente quebrada. /</p> <p>Vulnerabilidad Operativa, pregunta # 3.</p>	<p>Realizar actividades de reforestación y conservación de suelos en las zonas aledañas a la toma.</p>	<p>Diseñar, en conjunto con actores, sectores e instituciones estratégicas, medidas de conservación y restauración, en las zonas de protección de fuentes y las zonas de recarga en la cuenca hidrográfica donde se ubica la ASADA. Por ejemplo: regeneración de cobertura vegetal, buenas prácticas de uso y conservación de suelos, utilización de sistemas de riesgo más eficientes como el riego por goteo, entre otros.</p>	<p>Adaptación basada en ecosistemas.</p>
	<p>Investigar y documentar las zonas de recarga de las fuentes de agua subterránea.</p>	<p>Aplicar esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) o acuerdos de conservación con sectores productivos en las zonas de protección de fuentes y las zonas de recarga previamente identificadas.</p>	<p>Adaptación basada en ecosistemas.</p>

Tipo de vulnerabilidad asociada	Medida correctiva relacionada	Medida adaptativa propuesta	Enfoque de adaptación propuesto
		Contribuir en la consolidación de comités locales de Corredores Biológicos, para promover la conservación de los ecosistemas.	Adaptación basada en ecosistemas.
		Aplicar técnicas de recarga gestionada de acuíferos utilizando la metodología más apta para la zona, según necesidades del caso.	Blindaje climático de la infraestructura.
Vulnerabilidad Sanitaria, pregunta # 4 del componente quebrada.	Identificar si existe descarga de residuos de actividades agrícola, ganadera, industrial o de desarrollo habitacional aguas arriba de la toma de agua.	Crear un plan estratégico en conjunto con los diferentes actores, sectores e instituciones involucradas, para prevenir, disminuir o eliminar las fuentes de contaminación de los cuerpos de agua (tanto superficiales como subterráneos) de la cuenca hidrográfica.	Adaptación basada en comunidades.
Vulnerabilidad Sanitaria, pregunta # 5 del componente quebrada.	Identificar si existe alguna fuente de contaminación alrededor de la toma (quebrada, también aplica para naciente): tanque séptico, residuos.		
Vulnerabilidad Sanitaria, pregunta # 4 del componente pozo.	Tomar las medidas necesarias para disminuir o eliminar las fuentes de contaminación alrededor o arriba del pozo.		
Vulnerabilidad operativa, pregunta # 1.	Validar, mediante un estudio de disponibilidad hídrica, las opciones de	Promover el uso racional del recurso hídrico y la implementación de sistemas	

Tipo de vulnerabilidad asociada	Medida correctiva relacionada	Medida adaptativa propuesta	Enfoque de adaptación propuesto
	incremento de la demanda para cubrir mínimo los siguientes 5 años.	de cosecha de agua de lluvia en la comunidad, por medio de campañas o programas educativos que involucren a las personas usuarias del sistema, el sector industrial, el sector agrícola, los centros educativos, entre otros.	Adaptación basada en comunidades.
Vulnerabilidad Sanitaria, pregunta # 4 de sello de calidad del agua.	Organizar programas anuales de educación ambiental en la comunidad como talleres, campañas de limpieza, videos informativos, reforestación, entre otros.		
Vulnerabilidad Sanitaria, pregunta # 5 del componente tanque de almacenamiento.	Mantener el nivel de agua mayor a cuarto del volumen del tanque.	Identificar si la ASADA cuenta con la cantidad de almacenamiento recomendada (funciones de regulación, incendios y reserva) para abastecer de manera efectiva a la comunidad, y tomar las medidas necesarias para poder cumplir dichos requerimientos.	Blindaje climático de la infraestructura.

De esta manera, en caso de que alguna de las medidas correctivas mencionadas sea identificada como una oportunidad de mejora, e incluida por el equipo de trabajo en el plan de gestión de riesgos, también será incluida de forma automática en el Plan GIRA de Adaptación al Cambio Climático. Si la ASADA en cuestión no posee ninguna debilidad asociada con las medidas correctivas en cuestión, se pueden planificar las tres medidas adaptativas de fortalecimiento de capacidades de la ASADA en temas de adaptación y continuar la matriz con aquellas medidas adaptativas que se consideren oportunas.

La matriz que permite construir el Plan GIRA de Adaptación al Cambio Climático carga automáticamente las dos primeras columnas correspondientes a los enfoques de adaptación propuestos y a las medidas adaptativas propuestas. Posteriormente, el equipo de trabajo que aplique la herramienta debe completar, para cada una de las medidas, la hipótesis que indique lo que se pretende mejorar con la implementación de la medida en cuestión, los pasos por seguir para la solución propuesta, las personas responsables, el monto de inversión aproximado, la fuente de financiamiento, la fecha de inicio, la fecha de finalización (en caso de que sea posible establecerla) y los indicadores que permitirán evaluar la efectividad de las medidas de adaptación implementadas. Finalmente, en la pestaña *Generación de documentos*, será posible generar un PDF donde se aprecie el detalle de la matriz utilizada para crear el Plan GIRA de Adaptación al Cambio Climático.

Con el fin de validar esta propuesta, se realizó una entrevista semiestructurada con el señor Jairo Serna Bonilla, especialista en servicios ecosistémicos y producción sostenible que forma parte del equipo de trabajo del proyecto Fortalecimiento de Acueductos Comunales del AyA –PNUD. De esta se destaca el hecho de que se considera que la herramienta GIRA brinda insumos que pueden utilizarse como línea base para eventuales planes de adaptación al cambio climático en ASADAS, sin embargo, es importante tomar en cuenta que esto no sustituye otros mecanismos que permitan profundizar en temas estrictamente relacionados con la adaptación, para los cuales los acueductos comunales requieren acompañamiento técnico específico. Por otro lado, en cuanto a la matriz y las medidas adaptativas que forman parte de la propuesta, Serna resalta el hecho de que estas actividades no necesariamente responden a un orden cronológico, ya que en sistemas complejos como los involucrados en estos temas, los hechos no suceden linealmente; de manera que las medidas planificadas pueden estar sucediendo al mismo tiempo y esto es algo que las personas involucradas deben tener claro a la hora de ejecutar (J. Serna, comunicación personal, 4 de agosto de 2020).

4.4.3.4. Propuesta modificación de preguntas de formularios del SERSA.
Algunas de las preguntas que conforman el análisis de la vulnerabilidad sanitaria en la herramienta GIRA, específicamente en los formularios que evalúan los diferentes componentes del sistema de los acueductos comunales, según lo establecido en el SERSA, están redactadas en negativo y una de ellas incluye dos cuestiones. Según Ackerman y Com,

en su publicación del 2013, las preguntas negativas y la inclusión de dos preguntas en una sola son características que deben evitarse a la hora de elaborar preguntas.

Además, durante la fase de aplicación de la herramienta, se corroboró que las preguntas que presentan estas particularidades resultan confusas para las personas, siendo necesario entrar en aclaraciones que podrían evitarse con una redacción distinta. Por estas razones, tal como se muestra en el anexo 8, se propone la modificación de las preguntas que cumplen con lo mencionado anteriormente, utilizando redacción en positivo y separando en dos la pregunta que se refiere a dos cuestiones. Además, en las preguntas propuestas se incluyen cambios relacionados con el uso de lenguaje inclusivo.

4.4.3.5. Propuesta de inclusión de amenazas en la herramienta GIRA.

Durante la fase de aplicación de la herramienta, se identificó la necesidad de incluir amenazas en las opciones del análisis al sistema de la ASADA en cuestión, según las fases descritas en el punto 3.5.1.3.2. de la metodología. A continuación, se detallan las dos amenazas que se propone agregar.

- Amenaza tsunamis.

Los acueductos comunales que se ubican en las costas del país están expuestos, en mayor o menor medida, a tsunamis; sobre todo si parte de los componentes de estos sistemas se ubican en las posibles zonas de inundación de este fenómeno natural. Por lo tanto, se propone incluir una amenaza llamada tsunami en las opciones por seleccionar para el análisis de amenazas en el sistema, de forma que sea posible estimar las consecuencias e identificar la necesidad de incluir mecanismos de preparación y respuesta ante tsunamis como parte del plan de emergencias de la ASADA.

- Amenaza “otras”.

Se propone agregar al análisis de amenazas en el sistema de la ASADA, una opción titulada “otras”, con nombre editable. De esta manera, el equipo de trabajo del acueducto comunal tendrá la posibilidad de estimar las consecuencias de cualquier amenaza que considere oportuna y que no esté predeterminada en la herramienta. Esta propuesta parte del hecho de que cada ASADA tiene particularidades y contextos distintos, por lo que es necesario acoplar las opciones del análisis a esta realidad.

4.4.4. Propuestas de mejora para la herramienta PME.

4.4.4.1. Propuesta modificación de actividades sugeridas por la herramienta para el cumplimiento de objetivos.

Tal como se especificó en la metodología, cada una de las variables evaluadas en la herramienta PME está relacionada con un objetivo y con las actividades sugeridas para su cumplimiento, de manera que esto sirva de insumo a la hora de que se diseñe el plan de mejora y eficiencia. Sin embargo, algunos de estos pasos por seguir tienen oportunidades de mejora en cuanto a uso de lenguaje inclusivo, coincidencia de lo especificado con los procesos institucionales reales, cantidad de detalles brindados e incluso algunos objetivos no contaban con ninguna actividad asociada. Por lo tanto, se propone la modificación de las actividades que poseen alguna de dichas oportunidades de mejora, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 27. Modificaciones propuestas en las actividades que presentan oportunidades de mejora en la herramienta PME.

Objetivo	Actividades originales	Actividades propuestas
Contar con un registro para la recepción de quejas y resolución de reclamos.	Establecer un registro de recepción y resolución reclamos.	Establecer un registro de recepción y resolución de reclamos, que incluya al menos la fecha, el detalle de la queja y la solución brindada.
	Dar seguimiento a las quejas.	Dar seguimiento a las quejas y a la efectividad de las soluciones brindadas.
	Comunicar a los usuarios la resolución de su queja.	Llevar un registro de los plazos que se tarda en resolver las quejas o reclamos, en caso de que no haya una resolución inmediata.
Contar con un plan de afiliación para aumentar la participación de miembros con voz y voto.	Elaborar un plan de afiliación.	Elaborar un plan de afiliación, se pueden incluir actividades de diferentes tipos para contactar y motivar a las personas abonadas a asociarse.
	Diseñar boletas de afiliación.	Aprobación del plan por la Junta Directiva.
	Definir procedimiento de afiliaciones.	Diseñar boletas de afiliación.
	-	Definir procedimiento de afiliaciones.

Objetivo	Actividades originales	Actividades propuestas
	-	Ejecutar el plan.
Contar con un plan para una gestión basada en principios de transparencia y rendición de cuentas.	Hacer el plan considerando el alineamiento con las otras áreas.	Elaborar plan de transparencia y rendición de cuentas.
	Aprobar el plan por Junta Directiva.	Tomar en cuenta incluir indicadores de cumplimiento para cada ámbito de gestión, plazos y medios para comunicar la información, y responsables.
	Ejecutar el plan.	Aprobación del plan por la Junta Directiva. Ejecutar el plan.
Contar con un Plan para la Adaptación al cambio climático.	Hacer un plan de Adaptación al cambio climático.	Buscar asesoría con el AyA y profesionales en ciencias ambientales para crear un plan de Adaptación al cambio climático.
	Aprobar por Junta Directiva.	Solicitar capacitaciones sobre cambio climático y adaptación según los efectos proyectados para la zona donde se ubica la ASADA.
	Conseguir Recursos.	Crear alianzas con actores, sectores e instituciones para trabajar en conjunto temas de adaptación a nivel de cuenca hidrográfica.
	Ejecutar y dar seguimiento.	Buscar fuentes o mecanismos de financiamiento para la ejecución del plan.
	Utilizar metodología brindada por el AyA.	-
Contar con un plan de gestión de riesgos, para reducir la vulnerabilidad de la ASADA y aumentar su capacidad de respuesta.	Hacer el plan de Gestión de Riesgo.	Buscar asesoría, insumos y herramientas para la creación del plan de gestión de riesgos con la ORAC correspondiente.
	Aprobar el plan por Junta Directiva.	Aprobación del plan por la Junta Directiva.
	-	Buscar fuentes de financiamiento en caso de que sea necesario.
	-	Ejecutar el plan y darle seguimiento.
Contar con un plan de instalación de hidrantes para	Hacer un plan de instalación de hidrantes.	Identificar sitios de ubicación de hidrantes en conjunto con Cuerpo de Bomberos.

Objetivo	Actividades originales	Actividades propuestas
atención de emergencias.	Aprobar por Junta Directiva.	Documentar los sitios seleccionados para la ubicación de los hidrantes y aprobar en Junta Directiva.
	Conseguir recursos.	Planificar y presupuestar la instalación de hidrantes.
	Ejecutar y dar seguimiento.	Dar seguimiento.
Conectar el alcantarillado sanitario a un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.	-	Completar la conexión del alcantarillado al sistema de tratamiento de aguas residuales.
	-	Realizar actividades de mantenimiento preventivo que aseguren el buen estado del alcantarillado sanitario a través de su vida útil.
Presentar los reportes operacionales según lo establecido en el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales.	-	Cumplir con la presentación de los reportes operacionales en la frecuencia correspondiente para el sistema según reglamento.
	-	Seguir el formato y las indicaciones establecidas en el reglamento de vertido y reuso de aguas residuales para los reportes operacionales.
	-	Contar con un registro de los reportes operacionales del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ASADA.
Mantener el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en funcionamiento óptimo.	-	Crear un manual de operación y mantenimiento del sistema, que cumpla como mínimo los apartados detallados en el artículo 29 del Decreto Ejecutivo 31545
	-	Contar con personal capacitado para la operación y el mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.
	-	Sensibilizar a la comunidad sobre buenas prácticas para la disposición de sustancias que puedan afectar el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.

4.1.1.1. Propuesta de variables por incluir en futuras versiones de la herramienta PME.

Con el fin de promover que los procesos de mejora continua se mantengan a través del tiempo, es necesario definir las variables que serán evaluadas en los casos de acueductos comunales que se encuentren en una categoría consolidada, gracias al cumplimiento de la mayoría o la totalidad de las 46 variables evaluadas en la versión actual de la herramienta. En este escenario, se proponen 32 nuevas preguntas que pueden ser utilizadas en futuras versiones de la herramienta PME, manteniendo los mismos ejes temáticos para la distribución de variables.

A la hora de definir las variables por considerar, se procuró no tomar en cuenta aspectos que ya están siendo evaluados por la herramienta GIRA, con el fin de evitar la duplicidad de preguntas existente entre estas dos herramientas y así poder abarcar otros temas que se consideran relevantes. Actualmente, hay 10 variables repetidas entre GIRA y PME, como las relacionadas con la disponibilidad de agua para nuevos servicios, la existencia de sistemas de recaudación externa, el porcentaje de morosidad mensual, la existencia de sistema de desinfección, la realización de análisis de calidad de agua, los sitios donde se custodian los ingresos, la elaboración de planes de trabajo anual, la contratación de personal de fontanería, la actualización de los estados financieros, y el uso de sistemas de gestión para ASADAS.

Parte de las preguntas propuestas fueron tomadas de las variables que conforman el Formulario Unificado de información sobre organizaciones comunales prestadoras de servicios de agua potable y saneamiento; esto debido a que los formularios de la actual versión de PME fueron tomados de dicho instrumento (AyA et al., 2018c). Otras de las preguntas incluidas fueron creadas adaptando al contexto de los acueductos comunales variables evaluadas por la herramienta AquaRating; específicamente en el caso de las preguntas correspondientes a los salarios del personal, los datos espaciales de los componentes del sistema, la notificación de interrupciones programadas y no previstas, así como las medidas de prevención de accidentes y enfermedades laborales (Krause et al., 2015).

Una vez definidas, las variables se analizaron en conjunto con la señora Ana Carolina Méndez Montero, gestora socioambiental de la Oficina Regional de Acueductos Comunales del Pacífico Central; quien ha participado en el proceso de aplicación y elaboración de Planes

de Mejora y Eficiencia en aproximadamente 100 ASADAS de la región mencionada; valorando de esta manera la pertinencia de evaluar las variables incluidas en la propuesta (A. Méndez, comunicación personal, 24 de agosto de 2020).

En el siguiente cuadro, se muestran las preguntas seleccionadas para que sean incluidas en las futuras versiones de la herramienta PME, según los ejes temáticos correspondientes. Además, en el anexo 9 se detallan para cada una de estas variables, los objetivos propuestos y las actividades sugeridas para el cumplimiento de estos.

Cuadro 28. Formularios propuestos por ejes temáticos para futuras versiones de la herramienta PME.

Eje temático	Pregunta	Respuesta
Gestión Administrativa Financiera	¿Qué capacidad de liquidez tienen para inversiones?	a) No se tiene b) Menor al 50 % c) Mayor al 50 % d) 100 %
	¿Se tienen registros de los materiales en bodega y otros activos de la ASADA?	a) Sí b) No
	¿Se tiene lista de proveedores?	a) Sí b) No
	¿Cuentan con un vehículo a nombre de la ASADA?	a) Sí b) No
	¿Cuentan con equipo de cómputo?	a) Sí b) No
	¿Los salarios del personal se apegan a lo establecido por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social?	a) Sí b) No
Gestión Comercial	¿Se mantiene un reporte de conexiones nuevas por año?	a) Sí b) No
	¿Cuántos micromedidores se encuentran en buen estado?	a) 0 b) 50 % c) Entre 50 % y 75 % d) Entre 75 % y 100 %
	¿Cuál es el porcentaje de Agua No Contabilizada?	a) No se conoce b) Mayor a 40 % c) Menor a 40 %
	¿Qué tipo de respaldo comercial se mantiene?	a) No hay b) Respaldo físico c) Digital d) En línea
	¿Cuentan con una estrategia de comunicación?	a) Sí

Eje temático	Pregunta	Respuesta
Gestión Comunal		b) No
	¿Se han creado alianzas con actores estratégicos, como academia, sector privado, municipalidad, asociación de desarrollo, ONG, ASADAS vecinas, FLU, entre otros?	a) Sí b) No
	¿Se realizan acciones concretas de promoción de la igualdad de género en la gestión comunal del agua?	a) Sí b) No
	¿Cuál es la cantidad de mujeres en la ASADA con capacidad de decisión formal?	a) 0 b) Entre 0 y 5. c) Entre 5 y 20. d) Más de 20.
	¿Cuál es la cantidad de mujeres en la ASADA con alguna actividad remunerada?	a) 0 b) Entre 0 y 5. c) Entre 5 y 20. d) Más de 20.
Gestión Ambiental del Recurso Hídrico	¿Cuentan con programas de eficiencia energética?	a) No b) Sí, hace más de 1 año c) Sí, en el último año
	¿Cuentan con Tarifa de Protección del Recurso Hídrico?	a) Sí b) No c) En trámite
	¿Cuentan con estudios donde se identifique la zona de recarga de las fuentes de abastecimiento?	a) Sí b) No
	¿Se promueven o realizan actividades de conservación en la zona de recarga de la cuenca hidrográfica?	a) Sí b) No
Gestión de los Sistemas de Agua	¿Los planos del sistema se encuentran actualizados?	a) Sí b) No
	¿Existen interconexiones entre sistemas propios o externos?	a) Sí b) No
	¿Cuentan con alcantarillado pluvial?	a) Sí b) No
	¿Cuentan con un plan de mantenimiento preventivo del sistema?	a) Sí b) No
	¿Cuentan con datos espaciales de los componentes del sistema?	a) Sí b) No
	¿Se informa a las personas usuarias sobre interrupciones programadas con al menos 48 horas de anticipación?	a) Sí b) No
	¿Se comunica a la comunidad la ocurrencia de eventualidades no previstas que impliquen	a) Sí b) No

Eje temático	Pregunta	Respuesta
	interrumpir el servicio, así como la evolución de las reparaciones correspondientes?	
	¿Se aplican medidas de prevención de accidentes y enfermedades laborales?	a) Sí b) No
Gestión Saneamiento	¿Cuál es el porcentaje de cobertura comunal del alcantarillado sanitario?	a) 0% b) Menos del 50% de la zona. c) Más del 50% de la zona. d) 100%
	¿Se lleva una bitácora con el registro del mantenimiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales?	a) Sí b) No
	¿Cuentan con un programa de mantenimiento preventivo para el STAR?	a) Sí b) No
	¿Cuentan con personal capacitado para la operación óptima del STAR?	a) No b) Sí, sin capacitación c) Sí, con capacitación
	¿Cuentan con sistemas alternativos para el tratamiento de aguas residuales como biojardineras?	a) Sí b) No

Las variables incluidas en esta propuesta para futuras versiones de PME permiten no solo generar indicadores aún más robustos sobre el estado de los acueductos comunales, sino también crear planes de trabajo más exigentes que promuevan la prestación de servicios por parte de las ASADAS de manera cada vez más eficiente, sostenible y con enfoque de género. Esta última variable cobra una particular importancia en el marco de la Política de Igualdad de Género del AyA 2018-2030; donde se evidencia que, en las Juntas Directivas de los acueductos comunales del país, son los hombres quienes ocupan mayoritariamente los puestos de las Juntas Directivas relacionados con la toma de decisiones y el manejo de recursos financieros (AyA y PNUD, 2018d).

En este contexto, la inclusión de variables que promuevan la igualdad de género en este tipo de herramientas permite llevar a la práctica el objetivo estratégico de dicha política, donde se establece que la institución rectora desea: “promover la participación equitativa de las mujeres en todos los niveles de acción de las ASADAS, especialmente en los puestos de toma de decisión en las juntas directivas y su incorporación a organizaciones públicas y privadas” (AyA y PNUD, 2018d). Además de ejercer al mismo tiempo, el eje transversal de la Política

de Organización y Fortalecimiento de la Gestión Comunitaria de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento, donde se: “considera el reconocimiento de la voz de las mujeres, sus ideas, intereses, necesidades y aportes, de la misma manera como se reconoce el punto de vista de los hombres” (AyA, 2015a).

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Desde un enfoque de gestión integral de riesgos, la aplicación de la herramienta GIRA en las tres ASADAS seleccionadas permite concluir que el hecho de ser la ASADA con mayor cantidad de servicios (446), y por lo tanto con mayor cantidad de recursos, influye en que el acueducto comunal de Corralillo de Nicoya tenga la vulnerabilidad más baja de los tres con un 24%.

A pesar de que la ASADA de Artola tiene una cantidad de servicios significativamente mayor a la ASADA Pilangosta (342 la primera y 143 la segunda), las ventajas de formar parte de una entidad de asociatividad tan robusta como la Liga Comunal del Agua influyen en que Pilangosta tenga un nivel de vulnerabilidad (29%) menor al de la ASADA Artola (34), quien tiene el porcentaje más alto de los tres casos.

La metodología utilizada para la aplicación de las herramientas facilitó la identificación de oportunidades de mejora durante el proceso, específicamente en el caso de GIRA con algunos de los errores relacionados con la programación del archivo en Excel y la funcionalidad del apartado de planificación de medidas preventivas.

Los distintos contextos que presentan las ASADAS seleccionadas para el proceso de aplicación de las herramientas permitieron generar propuestas que se adaptan a condiciones y necesidades diferenciadas según el caso.

Se determinó que la guía de implementación más adecuada para las herramientas PME y CCHS es el material audiovisual creado con las especificaciones necesarias para las personas que no cuentan con experiencia utilizando plataformas como Excel.

En el caso de la herramienta GIRA, dado que su aplicación implica el abordaje de temas técnicos, se elaboró una guía de interpretación de cada una de las 92 preguntas de los

formularios que componen el análisis de vulnerabilidades, como complemento al manual de uso correspondiente.

Dada la complejidad y extensión de GIRA, así como el hecho de que su aplicación en ASADAS aún no se ha generalizado, se elaboró una guía metodológica que establece aspectos claves como las personas que deben participar del proceso, los materiales requeridos, la cantidad promedio de sesiones de trabajo necesarias y la distribución sugerida de los pasos en cada una de ellas. Esta guía es un complemento al manual de uso de la herramienta.

Se determinó que los datos generados en los análisis de amenazas de la herramienta GIRA tienen potencial de enriquecer la línea base para planes de emergencia en acueductos comunales. Por lo tanto, esta información fue reorganizada en una propuesta de generación de un documento que, además, incluye algunos aspectos adicionales relacionados con el tema. Esta propuesta puede ser tomada en cuenta para futuras versiones de la herramienta, ya que su inclusión en el archivo en Excel implica modificaciones considerables en la estructura y la programación.

Gran parte de las variables que conforman el proceso de análisis de vulnerabilidades en la herramienta GIRA pueden ser abordadas tanto desde un enfoque correctivo como preventivo. En esta línea, se elaboró una propuesta de modificación de la matriz de medidas preventivas, de manera que incluya aspectos que conformen la línea base para un plan de adaptación al cambio climático.

Si bien es cierto, las medidas incluidas en la propuesta de la modificación de la matriz de medidas preventivas de la herramienta GIRA pueden formar la línea base de un plan de adaptación al cambio climático, es necesario destacar que la complejidad de los procesos de adaptación implica que la planificación correspondiente no sea tarea de los acueductos comunales como entes individuales, sino que es estrictamente necesario el involucramiento de actores clave. De manera que se visualicen las medidas de adaptación como parte de estrategias territoriales conjuntas, donde se incluyan componentes de protección del recurso hídrico en los que las ASADAS cumplan papeles protagónicos.

Se determinó que, con el fin de que el proceso de análisis de vulnerabilidades sea más amigable para las personas usuarias de la herramienta GIRA, es necesario modificar la redacción en negativo de las preguntas correspondientes al apartado de análisis de los componentes del sistema, según lo establecido por el Sistema de Estandarizado de Regulación Sanitaria. El hecho de que estos formularios formen parte del Reglamento para la calidad del agua potable (Poder Ejecutivo, 2015) implicaría la modificación del decreto, con el fin de emitir una nueva versión donde se elimine este error en la redacción de las preguntas.

Dadas las diferentes condiciones y contextos que enfrentan los acueductos comunales, se considera necesario incluir en el apartado de análisis de amenazas en el sistema de la herramienta GIRA las opciones de “tsunamis” y “otras” para casos particulares.

Debido a que se considera clave la creación de nuevas versiones de la herramienta PME, se creó una propuesta que permite evaluar variables que fomenten el mantenimiento y la evolución de los procesos de mejora continua en los acueductos comunales que poseen categorías de desarrollo consolidadas, según los parámetros evaluados actualmente.

La incorporación de las propuestas de mejora planteadas en las herramientas en cuestión, así como la utilización de las guías documentales y audiovisuales creadas, permite no sólo que las herramientas sean más accesibles y de mejor comprensión para su público meta, sino que tengan el potencial de brindarles una mayor cantidad de insumos que influyan en gestionar de mejor manera los acueductos comunales.

5.2. Recomendaciones

5.2.1. Recomendaciones dirigidas a ASADAS.

Con el fin de realizar una identificación de amenazas más robusta, se recomienda complementar las sesiones de trabajo con el equipo de la ASADA, con visitas de campo a los diferentes componentes del sistema. Especialmente a la hora de completar los formularios correspondientes a SERSA en el apartado de vulnerabilidad sanitaria.

Para lograr una aplicación efectiva de la herramienta GIRA, se sugiere seguir la metodología especificada en la “Guía metodológica para las sesiones de trabajo” creada como producto de este proyecto de graduación, ver anexo 6, donde como resultado de los pilotajes en las 3 ASADAS seleccionadas se definió la cantidad promedio de sesiones de

trabajo, los materiales y el equipo de trabajo requeridos. En caso de necesitar información adicional sobre la interpretación de las preguntas de los formularios incluidos en esta herramienta, se recomienda consultar la guía creada para este fin con insumos para cada una de las 92 preguntas que conforman el paso 2 de GIRA, ver anexo 5.

5.2.2. Recomendaciones para AyA como ente rector y administrador actual de las herramientas.

En cuanto al error identificado en la ficha técnica donde no aparecen algunos distritos del cantón de Liberia y tomando en cuenta la eventual utilización de la herramienta a nivel nacional, se recomienda realizar una revisión detallada para verificar que la totalidad de los cantones y distritos del país aparezca en las opciones desplegadas de dicha pestaña y proceder con la corrección de cualquier anomalía identificada. Asimismo, debe prestarse especial atención en los casos donde en diferentes cantones existen distritos con el mismo nombre, ya que esto puede prestarse para errores de asociación en los que algunas ASADAS aparecen en las opciones desplegadas de la ficha técnica por error en una provincia, cantón y distrito diferentes a los que pertenece según SAGA, por lo que también es recomendable verificar que aparezcan la totalidad de ASADAS correspondientes a cada distrito.

Tomando en cuenta que los datos de exposición a amenazas a nivel de subcuenca que incluye la herramienta GIRA, se encuentran únicamente para las subcuencas que forman parte de los cantones de la zona de influencia del Proyecto de Fortalecimiento de ASADAS del PNUD – AyA (Los Chiles, Upala, Guatuso, Cañas, Liberia, La Cruz, Carrillo, Santa Cruz, Nicoya y Hojancha); se recomienda que se realicen los estudios necesarios para completar estos datos hasta abarcar la totalidad de las subcuencas del país, de manera que esta carencia no sea vista como una limitante a la hora de que ASADAS de otras zonas utilicen la herramienta GIRA.

En cuanto a la herramienta PME, se recomienda la generación de una nueva versión de la herramienta con las 32 nuevas variables propuestas en este proyecto (ver propuesta 4.5.4.2), con el fin de promover los procesos de mejora continua en los casos de ASADAS que se encuentren en una categoría consolidada con respecto a las 46 variables que evalúa actualmente la herramienta.

6. Referencias

Ackerman, S. E., y Com, S. L. (2013). *Metodología de la investigación*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>

Asamblea Legislativa. (2020). *Ley 9849, Reconocer y garantizar el derecho humano de acceso al agua, reforma Constitución Política*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=91812&nValor3=121262&strTipM=TC

Asamblea Legislativa. (2006). *Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo N°8488*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=56178&nValor3=115566&strTipM=TC

Asamblea Legislativa. (2004). *Ley Constitutiva Instituto Costarricense Acueductos y Alcantarillados*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=37097&nValor3=39114&strTipM=TC

Asamblea Legislativa. (1996). *Ley Forestal N°7575*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=41661&nValor3=114267&strTipM=FN

Asamblea Legislativa. (1995). *Ley Orgánica del Ambiente*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=116998&strTipM=FN

Asamblea Legislativa. (1973). *Ley General de Salud*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=6581&nValor3=112234&strTipM=FN

Asamblea Legislativa. (1953). *Ley General de Agua Potable*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=6825&nValor3=7296&strTipM=FN

- Asamblea Legislativa. (1942). *Ley de Aguas N°276*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=11950&nValor3=91553&strTipM=TC
- Asamblea Legislativa. (1939). *Ley de asociaciones N°218*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=32764&nValor3=116547&strTipM=FN
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos [ARESEP]. (2016). *Informe anual sobre labores realizadas a nivel de ASADAS, en la región Guanacaste cantones de Cañas, Nandayure, Abangares y cuenca del río Barranca*. Recuperado de https://aresep.go.cr/images/documentos/AGUA/8.Calidad/INFORME_ASADAS_CUENCA_RIO_BARRANCA.pdf
- ARESEP. (2012). *Metodología tarifaria para el servicio de acueducto de las ASADAS*. Recuperado de https://aresep.go.cr/agua-potable/index.php?option=com_content&view=article&id=528&catid=62
- Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold A, y Stevens M. (2009). *Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo*. Organización Mundial de la Salud. Ginebra.
- Carvajal, V., Cortés, E., y León, A. (2017). *Análisis de la gestión administrativa – financiera de la ASADA La Unión de Guápiles y su impacto en el logro de metas y objetivos de la organización durante el período 2014-2016*. (Tesis de grado). Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Cardona, D. (2016). *Manejo del riesgo en la gestión del agua: Retos ante los riesgos ambientales en el ciclo del agua, ambiental y justicia*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Castro, D., y Ulate, C. (2015). *Planificación del recurso hídrico en ASADAS y el agua como derecho humano*. *Perspectivas Rurales*, 27, 91-105.

Contraloría General de la República. (2019). *Zonaje, kilometraje y viáticos*. Recuperado de <https://www.cgr.go.cr/02-consultas/consulta-zon-kilo-via.html>

Contraloría General de la República. (2013). *Informe de la auditoría de carácter especial sobre la razonabilidad del control ejercido por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados sobre la gestión de las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Comunes*. Informe N°DFOE-AE-IF-07-2013. Recuperado de https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/jaguar/sad_docs/2013/DFOE-AE-IF-07-2013.pdf

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias [CNE]. (2016). *Política Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2030*. Recuperado de https://www.cne.go.cr/Documentos/planificacion/POLITICA_NACIONAL_DE_GESTION_DEL_RIESGO.pdf

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias [CNE] & Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica [INTECO]. (2015). *Norma de planes de preparativos y respuesta ante emergencias para centros laborales o de ocupación pública*. Recuperado de https://www.cne.go.cr/Documentos/normas/Norma_Planes_Preparativos_y_Respuesta_final.pdf

Dirección técnica de acueducto y alcantarillado Colombia. (2018). *Plan de emergencia y contingencia para los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, Aquaterra ESP del Municipio de Guarne*. Recuperado de <http://aquaterraesp.com.co/assets/plan-de-conting-y-emerg-aa.pdf>

Dodman, D., y Mitlin, D. (2013). Challenges for Community-Based Adaptation: Discovering the Potential for Transformation. *Journal of International Development*, 25(5), 640–659. <https://doi.org/una.idm.oclc.org/http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/%28ISSN%291099-1328/issues>

Durán, M. M. (2012). El estudio de caso en la investigación cualitativa. *Revista Nacional de Administración*, 3(1), 121-134. <https://doi.org/10.22458/rna.v3i1.477>

- Duan, K., Caldwell, P. V., Sun, G., McNulty, S. G., Zhang, Y., Shuster, E., ... Bolstad, P. V. (2019). *Understanding the role of regional water connectivity in mitigating climate change impacts on surface water supply stress in the United States*. *Journal of Hydrology*, 570, 80–95. <https://doi.org/una.idm.oclc.org/10.1016/j.jhydrol.2019.01.011>
- Fernández, G. R. (2013). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Field, C. B., Barros, V. R., y Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Eds.). (2014). *Cambio Climático 2014: impactos, adaptación y vulnerabilidad: Contribución del Grupo de trabajo II al quinto informe de evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. New York, NY: Universidad de Cambridge. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartB_FINAL.pdf
- Gohari, A., Mirchi, A., y Madani, K. (2017). System Dynamics Evaluation of Climate Change Adaptation Strategies for Water Resources Management in Central Iran. *Water Resources Management*, 31(5), 1413–1434. <https://doi.org/una.idm.oclc.org/10.1007/s11269-017-1575-z>
- Hayashi, A., Sano, F., Nakagami, Y., y Akimoto, K. (2018). Changes in terrestrial water stress and contributions of major factors under temperature rise constraint scenarios. *Mitigation & Adaptation Strategies for Global Change*, 23(8), 1179–1205. <https://doi.org/una.idm.oclc.org/10.1007/s11027-018-9780-5>
- Hernández, V. V., Quirós, A. S., y Arguedas, A. A. (2016). *Educación ambiental en el marco de una estrategia participativa para atender el cambio climático a nivel local: Experiencias en Costa Rica*. *Revista de Ciencias Ambientales*, 49(2), 1. <https://doi.org/10.15359/rca.49-2.1>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., Méndez Valencia, S., y Mendoza Torres, C. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill Education.

- Hileman, J. y Lubell, M. (2018). The network structure of multilevel water resources governance in Central America. *Ecology and Society*, 23(2), 48. <https://doi.org/10.5751/ES-10282-230248>
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados [AyA]. (2020). *Informe de labores 2019-2020*. AyA. Recuperado de <https://aya.go.cr/Noticias/Documents/Informe%20de%20labores%20AyA%202019-2020%20VF.pdf>
- AyA. (2019a). *Agua para consumo humano por provincias y saneamiento por regiones manejados en forma segura en zonas urbanas y rurales de Costa Rica al 2018*. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Informe%20agua%20potable%20y%20saneamiento%202019%20-%20Laboratorio%20Nacional%20de%20Aguas.pdf>
- AyA. (2019b). *Informe de gestión 2018: Subgerencia gestión de sistemas comunales*. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/ASADAS/Documents/Informe%20de%20Gestion%20Final%20SGSC%202018.pdf>
- AyA. (2018a). *Informe de gestión 2014-2018*. Yamilet Astorga Espeleta. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Informe%20final%20de%20Gesti%C3%B3n%20AyA%202014%202018.pdf>
- AyA. (2018b). *Gestión del AyA 2014-2018*. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Principales%20logros%20gesti%C3%B3n%20AyA%202014%202018.pdf>
- AyA., Ministerio de Ambiente y Energía., Ministerio de Salud., Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento., Universidad de Costa Rica., Universidad Nacional., Universidad Técnica Nacional., Subcomisión Agua y Saneamiento Consejo Nacional de Rectores., Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos., Unión Nacional de Acueductos Comunales., & Unión de Asociaciones Griegas por el Ambiente y la Salud. (2018c). *Formulario Unificado de información sobre organizaciones comunales prestadoras de servicios de agua potable y saneamiento*. Recuperado de

<https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/FORMULARIO%20UNIFICADO.pdf>

AyA., PNUD. (2018d). *Política de Igualdad de Género del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados 2018-2030*. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Pol%C3%ADtica%20de%20G%C3%A9nero%20del%20AyA%202018-2030%20-%20acuerdo%20AN-2018-0116.pdf>

AyA. (2017). Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Norma%20dise%C3%B1o%20y%20construccion%20sistemas%20agua,%20saneamiento%20y%20pluvial.pdf>

AyA. (2016). *Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica 2017-2030*. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/AyA%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Agua%20Potable%20de%20Costa%20Rica%202017-2030.pdf>

AyA. (2015a). *Política de organización y fortalecimiento de la gestión comunitaria de los servicios de agua potable y saneamiento*. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Pol%C3%ADtica%20de%20ASADAS.pdf>

AyA. (2015b). *Programa Sello de Calidad Sanitaria, Manual de Procedimientos de la Categoría de Entes Operadores*. Laboratorio Nacional de Aguas. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/laboratorio/selloCalidad/SitePages/Documentaci%C3%B3n%20del%20Programa.aspx>

AyA. (2014). *Gestión Integral del Riesgo para organizaciones Comunitarias del Agua. Manual para el Análisis de Vulnerabilidad y la formulación del Plan de Gestión de Riesgos en los Sistemas de Agua Potable y Aguas Residuales Administrados por ASADAS*. San José, Costa Rica.

AyA. (2013). *Manual de Procedimientos de Gestión de Riesgo para la Atención de Emergencias y Desastres en el AyA*. San José, Costa Rica.

Instituto Meteorológico Nacional [IMN]. (2020). *Descripción de riesgo ante eventos hidrometeorológicos extremos en los cantones de Upala, Los Chiles, Guatuso, Hojancha, Nicoya, Santa Cruz, La Cruz, Cañas, Liberia y Carrillo*. Recuperado de

<http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/RiesgoEventosHE-ZonaNorte/offline/RiesgoEventosHE-ZonaNorte.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2011). *Costa Rica: Población total por sexo, total de viviendas por ocupación y promedio de ocupantes según provincia, cantón y distrito*. Recuperado de <http://www.inec.go.cr/censos/censos-2011>

Krause, M., Cabrera, E. J., Cubillo, F., Diaz, C., y Ducci, J. (2018). *Aquarating: Un estándar internacional para evaluar los servicios de agua y alcantarillado saneamiento*. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Aquarating-Un-est%C3%A1ndar-internacional-para-evaluar-los-servicios-de-agua-y-saneamiento.pdf>

Krause, M., Cabrera, E. J., Cubillo, F., Diaz, C., y Ducci, J. (2015). *Aquarating: Un estándar internacional para evaluar los servicios de agua y alcantarillado saneamiento*. Recuperado de: <https://ebookcentral.proquest.com>

Kuzdas, C. P. (2014). *Toward sustainable governance of water resources: The case of guanacaste, Costa Rica* (Tesis doctoral). Recuperado de <https://search-proquest-com.una.idm.oclc.org/docview/1534146579?accountid=37045>

Madrigal-Ballesteros, R. y Naranjo, M.A. (2015). Adaptive capacity, drought and the performance of community-based drinking water organizations in Costa Rica. *Journal of Water and Climate Change*, 6(4), jwc2015154. <https://doi.org/10.2166/wcc.2015.154>

Martín, G. B. (2016). *Análisis crítico de las estrategias de adaptación al cambio climático en el cantón de Cañas, Guanacaste, Costa Rica*. (Tesis inédita de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba. Recuperado de http://kimuk.conare.ac.cr/Record/RCATIE_610afccd41ce71c04c39eac03efa059c

Miguel, M., Bañón, G., y Catalá, P. (2018). *Management para las administraciones públicas*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres de Colombia. (2014). *Herramienta metodológica para la formulación de programas de gestión del riesgo de desastres en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo*. Recuperado de [https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20088/Herramienta GRD Acueducto-2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20088/Herramienta_GRD_Acueducto-2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Montoya, G. L., Gómez, P. M., y Córdoba, S. S. (2016). *Evaluación del saneamiento ambiental sostenible en las zonas atendidas por ASADAS en el cantón Central*. Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7022/Cant%C3%B3n%20Central.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Molina, M., Sarukhán, J., y Carabias, J. (2017). *El cambio climático: Causas, efectos y soluciones*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Munang, R., Andrews, J., Alverson, K., y Mebratu, D. (2014). Harnessing Ecosystem-based Adaptation To Address the Social Dimensions of Climate Change. *Environment*, 56(1), 18–24. <https://doi-org.una.idm.oclc.org/10.1080/00139157.2014.861676>
- Navarro, A., Murillo, D. P., Segura, C. M. y Ugalde, M. E. (2013). Vulnerabilidad de los sistemas de acueductos rurales: cómo identificarla. *Tecnología en Marcha*, 26(3), 62-73. <https://doi.org/10.18845/tm.v26i3.1518>
- Sandoval, A. y Günther, M. (2013). La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: otros acercamientos a la sustentabilidad. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 9(2), 165-179. Recuperado de <http://revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/53968/48049>
- Secretaría de obras y servicios públicos de la alcaldía de Campohermoso. (2018). *Plan de Emergencias y contingencias para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo de la unidad de servicios públicos 2018 – 2019*. Recuperado de https://campohermosoboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/campohermosoboyaca/content/files/000116/5755_plan-de-contingencia-usp-10.pdf

- Serrano, A., Garro, Álvaro, Sanabria, G., Conejo, J., Cantillano, D., y Watson, A. (2019). Seguridad hídrica: Gestión del agua en comunidades rurales del Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista De Ciencias Ambientales*, 53(2), 25-46. <https://doi.org/10.15359/rca.53-2.2>
- Sistema de las Naciones Unidas en Costa Rica. (2017). *Marco de asistencia de las Naciones Unidas para el desarrollo, 2018 – 2022*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2020). *Informe de resultados 2019-2020: Nuestra respuesta frente a los efectos de la pandemia del COVID-19 y aportes para el logro de la Agenda 2030*. Recuperado de <https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/library/informe-de-resultados-pnud-2019-2020--nuestra-respuesta-frente-a.html>
- PNUD. (2019). *Gestión Integral de Riesgo en ASADAS, Guía de trabajo*. Recuperado de <https://costarica.un.org/es/31634-guia-de-trabajo-para-asadas>
- PNUD. (2018a). *El PNUD en América Latina y el Caribe, alianzas e innovación para el desarrollo sostenible*. Recuperado de <https://www.undp.org/content/dam/rblac/docs/Research%20and%20Publications/UNDP-RBLAC%20Brochure%202018%20Spanish.pdf>
- PNUD. (2018b). *Informe de resultados de la cooperación en Costa Rica 2017-2018*. Recuperado de https://www.undp.org/content/dam/costa_rica/docs/undp_cr_InformeResultados_2018.pdf
- PNUD. (2018c). *Informe de los talleres de presentación GIRA, Aplicación del plan piloto a 6 ASADAS y Talleres de capacitación ORAC Chorotega y Norte*.
- PNUD y AyA. (2018). *Guía de Autoevaluación y Elaboración de Plan de Mejora y Eficiencia para ASADAS*. Proyecto Fortalecimiento de las ASADAS.
- PNUD y IMN. (2017). *Costa Rica: Canton´s integrated vulnerability*.
- PNUD., AyA., y Cedarena. (2013). *Transparencia y rendición de cuentas en las ASADAS*. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Manual%20para%20las%2>

[0ASADAS%20-%20Cedarena%20-%20Transparencia%20y%20Rendici%C3%B3n%20de%20Cuentas.pdf](#)

- Poder Ejecutivo de Costa Rica. (2020). *Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes, Decreto Ejecutivo N°42582*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=92344&nValor3=122228&strTipM=TC
- Poder Ejecutivo de Costa Rica. (2015). *Reglamento para la calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo N°38924-S*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80047&nValor3=0&strTipM=TC
- Poder Ejecutivo de Costa Rica. (2020). *Directriz número 076-S*. Recuperado de https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre_ministerio/prensa/decretos_cvd/directriz_076_s_suministro_agua_potable.pdf
- Rajadell, C. (2019). *Creatividad: Emprendimiento y mejora continua*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Yatskovskaya, E., Jagjit, S. S., y Kumar, M. (2016). Local water stress impacts on global supply chains. *Journal of Advances in Management Research*, 13(3), 368-391. doi: <http://dx.doi.org.una.idm.oclc.org/10.1108/JAMR-10-2015-0068>
- Yasarer, L. (2015). *Assessing the impacts of land-use and climate change for water resource management (Tesis inédita de doctorado)*. University of Kansas. Recuperado de <https://search-proquest-com.una.idm.oclc.org/docview/1710737757?accountid=37045>

7. Anexos

Anexo 1. Criterios para estimar el nivel de impacto, consecuencia y riesgo de amenazas según el AyA (2014b), utilizados en la herramienta GIRA.

Anexo 1.1. Criterios para estimar los niveles de probabilidad de una amenaza en ASADAS.

Nivel de probabilidad	NP	Significado
Muy alta (MA)	40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Es casi un hecho que el evento ocurrirá (un evento cada 12 a 18 meses).
Alta (A)	20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. Es probable que ocurra el evento en la mayoría de los casos (un evento cada 18 meses a dos años).
Media (M)	8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. El evento ocurrirá en algún momento (un evento cada 2 a 5 años).
Baja (B)	4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. El evento podría ocurrir en algún momento (un evento cada 5 a 10 años).

Anexo 1.2. Criterios para estimar los niveles de consecuencia de una amenaza en ASADAS.

Nivel de consecuencia	NC	Significado		
		Daños acueducto	Daños edificios	Daños personales
Catastrófico (C)	100	Interrupción de varios meses. Destrucción total del sistema (difícil renovarlo).	Destrucción total (difícil renovarlo).	Un muerto o más.
Muy grave (MG)	60	Interrupción de varias semanas a un mes. Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa reparación).	Destrucción parcial (compleja y costosa reparación).	Lesiones graves que pueden ser irreparables.

Grave (G)	25	Interrupción de varios días a una semana. Se requiere paro del sistema para reparación.	Se requiere paro de funciones para efectuar reparación.	Lesiones con incapacidad laboral transitoria.
Leve (L)	10	Interrupción de varias horas a un día. Reparable sin necesidad de paro del sistema.	Reparable sin necesidad de paro de funciones.	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización.

Anexo 1.3. Criterios para estimar los niveles de riesgo de una amenaza en ASADAS.

Nivel de riesgo	NR	Significado
Muy severo (I)	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
Severo (II)	500-200	Corregir y adoptar medidas de control.
Moderado (III)	150-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
Aceptable (IV)	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique. Riesgo controlado.

Anexo 2. Pasos para conformar el Comité de Autoevaluación de PME, utilizando la herramienta PME.

Número	Detalle
1	Definición de integrantes para el Comité de Autoevaluación: administración, miembros de Junta Directiva, funcionarios de la ASADA, fontaneros, otros actores relevantes.
2	Programar las reuniones de coordinación para la realización del PME.
3	Invitar a los integrantes del comité.
4	Definir la persona que liderará la reunión, se recomienda que sea aquella persona que fue capacitada para el desarrollo del PME.
5	Definir una agenda de reunión, con sus tiempos de trabajo y descanso correspondientes y respetarla.
6	Utilizar una computadora u otro dispositivo que permita el almacenamiento y acceso al archivo PME y sus actualizaciones.
7	Se recomienda contar con un proyector de pantalla para poder discutir los temas en equipo.
8	La herramienta de Excel debe ser guardada en la computadora, con el siguiente formato de nombre: PME – ASADA [Nombre] – Fecha [mes año], por ejemplo: PME-ASADA San Ramón-ene 2018. Al ser registrada así, se podrá llevar un control de las actualizaciones que se hagan sobre ella.
9	Al iniciar la reunión se debe comunicar el objetivo del encuentro, la agenda por utilizar y el modo de trabajo.
10	Revisar la presente Guía de Diseño PME para ASADAS, cada vez que sea necesario para obtener explicaciones detalladas del proceso, así como ampliación de los temas por variable.

Anexo 3. Detalle de los datos utilizados para el cálculo de los servicios equivalentes según el tipo de actividad por desarrollar, según la Norma técnica de diseño y construcción de sistemas de abastecimiento, de agua potable, de saneamiento y pluvial, AyA (2017).

Tipo de actividad del nuevo desarrollo	Unidades de cálculo (UC)	Unidad de consumo equivalente (UCE) o Servicios equivalentes (SE) *
Hoteles, moteles	Habitación	Un servicio equivalente por cada 3
Escuelas, colegios o centros de educación y capacitación	Estudiante	Un servicio equivalente por cada 25 unidades de cálculo
Bodegas, industrias o centros de acopio, almacenamiento y distribución	Metro cuadrado de área de parcela o predio (incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio equivalente por cada 500 unidades de cálculo
Restaurantes, sodas Bares y similares	Metro cuadrado de área de parcela o predio. (incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio equivalente por cada 100 unidades de cálculo
Locales comerciales, Centros comerciales, oficinas administrativas y bancarias (industrial o general)	Metro cuadrado de área de parcela o predio (incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio equivalente por cada 200 unidades de cálculo
Parcelamiento agrícola con frente a calle pública	Metro cuadrado del área de parcela	Un servicio equivalente por cada 500 unidades de cálculo
Parcelamiento agrícola con frente a servidumbre	Metro cuadrado del área de parcela	Un servicio equivalente por cada 5000 unidades de cálculo
Centros de recreación, turísticos o club campestre.	Metro cuadrado de área de parcela o predio. (incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio equivalente por cada 200 unidades de cálculo

Anexo 4. Recomendaciones de la herramienta GIRA para la creación de protocolos de contingencia, según las amenazas a las que están expuestos los componentes de las tres ASADAS seleccionadas.

ASADA	Componente expuesto	Amenaza	Medidas de prevención	Medidas de atención	Medidas de recuperación
Artola, Pilangosta.	Tanque de almacenamiento.	Deslizamiento.	Contar con diseños estructurales.	Desalojos de ser necesario.	Valoración de daños.
			Mantenimiento preventivo.	-	Reconstrucción y reparación.
			Contar con repuestos y accesorios.	-	-
			Registro de proveedores.	-	-
Artola, Corralillo, Pilangosta.	Pozo.	Interrupción del servicio de energía.	Contar con plantas eléctricas de respaldo.	-	-
			Contar con controlador de pico de corriente.	-	-
Artola.	Pozo.	Terremoto / sismo.	Restringir la perforación de pozos en zonas de fallamiento.	Valoración del sistema de bombeo y paneles de control.	Analizar fuentes alternativas; nacientes y pozos en desuso.
			Contar con un sistema alternativo de energía.	Poner a funcionar los equipos de bombeo.	Interconexión con otros sistemas de ASADAS y AyA.
			Identificar fuentes que asistan una amenaza.	Suministro de agua por medio de camiones cisterna.	-
Artola, Corralillo.	Pozo.	Sequía.	Identificación de fuentes alternativas de agua.	Realizar racionamiento.	Realizar estudios hidrogeológicos.
			Realizar aforos mensuales, llevar una bitácora.	Contratación de sistemas.	Ubicar pozos y permisos para perforar.

ASADA	Componente expuesto	Amenaza	Medidas de prevención	Medidas de atención	Medidas de recuperación
			Contar con personal técnico capacitado.	Capacitar al equipo técnico.	Buscar opción de interconexión de sistemas.
			Evitar sobre explotación.	-	-
			Realizar pruebas de bombeo.	-	-
Artola, Pilangosta.	Tanque de almacenamiento.	Terremoto – sismo.	Elección de terrenos adecuados.	Evaluación estructural de los tanques.	Reparación de daños o reconstrucción de tanque.
			Construcción de estructuras de acuerdo con el Código Sísmico.	Colocación de estructuras de almacenamiento temporal.	-
			Evaluaciones periódicas de condición estructural de los tanques.	Sacar de operación la estructura.	-
			Adquisición de pólizas de riesgo.	Conexión de línea de conducción con red de distribución.	-
			Mantenimiento preventivo de estructuras.	-	-
			Construcción de obras de contención para prevenir deslizamientos.	-	-
Pilangosta.	Nacientes	Tormenta / inundación	Valoración de la zona del entorno de las nacientes.	Cierre de operaciones de las tomas.	Valoración de daños.
			Reforzamiento de captación.	Verificar continuidad del caudal en la naciente.	Presupuestar materiales para rehabilitar el sistema.

ASADA	Componente expuesto	Amenaza	Medidas de prevención	Medidas de atención	Medidas de recuperación
			Impermeabilización, mantenimiento del encofrado.	-	Establecer puntos de monitoreo para medir caudales.
			Capacitar al equipo técnico.	-	-

Anexo 5. Guía de respuesta a los formularios de la herramienta Gestión Integral de Riesgo en ASADAS.



Guía de respuesta a
Formularios
GIRA



ENFOQUE DE CUENCA
Adaptación al Cambio Climático



Equipo de trabajo

Comité Directivo

Tomás Martínez Baldares
Presidente Ejecutivo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)

José Vicente Troya Rodríguez
Representante Residente del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Patricia Campos Mesén
Directora Dirección de Cambio Climático (DCC)

Autora:

Marissa Navarro Monge

Revisión:

Gerardo Quirós Cuadra, Gestión del Riesgo de Desastres PNUD
Natalia Meza Ramírez, Proyecto ASADAS AYA-PNUD/GEF
María Venegas Vargas, Proyecto ASADAS AYA-PNUD/GEF
Karen Araya Varela, Proyecto ASADAS AYA-PNUD/GEF
Ingrid Hernández Sánchez, Asesora en comunicación PNUD Costa Rica
José Daniel Estrada, Especialista en Monitoreo y Evaluación PNUD Costa Rica

Diseño y diagramación

Marissa Navarro Monge

Guía de respuesta a formularios GIRA.
Derechos de propiedad intelectual 2021
Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, Costa Rica (PNUD-Costa Rica)





La herramienta Gestión Integral de Riesgos en ASADAS (GIRA) ha sido desarrollada mediante el proyecto *"Fortalecimiento de las capacidades de Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales (ASADAS) para enfrentar riesgos del cambio climático en comunidades con estrés hídrico en el norte de Costa Rica"*, implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), con financiamiento del Fondo Global para el Medio Ambiente (GEF).

Tabla de contenido

Introducción.....	1
Preguntas de los formularios GIRA.....	2
Vulnerabilidad Operativa.....	2
Vulnerabilidad Sanitaria.....	4
Sello de calidad sanitaria.....	4
Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud.....	7
Naciente.....	7
Quebrada.....	9
Pozo.....	11
Tanque de almacenamiento.....	12
Líneas de conducción y distribución.....	14
Vulnerabilidad administrativa.....	17
Vulnerabilidad infraestructura.....	19
Grado de preparación ante emergencias.....	21



Introducción

Durante la aplicación de GIRA, las ASADAS deben responder una serie de formularios, correspondientes a la fase del análisis de vulnerabilidades y al grado de preparación que tiene el acueducto comunal ante emergencias. Mediante la presente guía se busca facilitar la comprensión de cada una de las 92 preguntas que forman parte de la herramienta, explicando brevemente conceptos técnicos, aspectos reglamentarios, normativos y otros detalles necesarios para abordar temas operativos, sanitarios, administrativos, de infraestructura y de preparación ante emergencias.

Este documento complementa la “Guía de trabajo para ASADAS” en la cual se detallan el paso a paso y otra información de interés para la aplicación de GIRA. Para obtener más información consulte con la Oficina Regional de Acueductos Comunales (ORAC) correspondiente.



Preguntas de los formularios GIRA

Vulnerabilidad operativa

1 ¿Existe más oferta de agua que la demandada por la comunidad, o al menos está balanceada?

Se refiere al balance existente entre la cantidad de agua que existe en las fuentes de la ASADA y la cantidad que la comunidad consume en promedio. Estos datos varían según factores como la época del año, por lo que la respuesta se debe basar en el agua disponible en las fuentes durante la época más seca. Si la ASADA no conoce la respuesta, se recomienda aplicar la herramienta “calculadora de balance hídrico para acueductos comunales”.

2 ¿El acueducto cuenta con desinfección continua?

Los acueductos comunales deben contar con sistemas de desinfección, que eliminen los microorganismos patógenos que puedan estar en el agua. La aplicación de cloro es el método que más se utiliza en Costa Rica para este fin, y debe garantizarse que siempre habrá una cloración óptima del agua con la que se abastece a los usuarios. Los equipos más utilizados son:

- Productores de hipoclorito de sodio en sitio.
- Gases oxidantes.
- Cloro gas.
- Cloración con tabletas.

Al responder “Sí” implica que se mantiene una adecuada desinfección 24/7.

3 ¿Se conoce la zona de recarga de las fuentes de agua subterráneas?

Las fuentes de agua subterráneas (nacimiento y pozos) dependen de cuerpos de agua (llamados acuíferos) que permanecen debajo de la superficie de la tierra, en rocas u otros materiales porosos del subsuelo. El agua se filtra en las llamadas zonas de recarga, hasta llegar a los acuíferos. Por lo tanto, en la medida que se conozcan las zonas de recarga, se pueden tomar acciones para su protección, contribuyendo a que las fuentes de agua subterráneas mantengan caudales suficientes para abastecer a la población. Estas zonas se delimitan por medio de estudios hidrogeológicos e hidrológicos.

4 ¿Se poseen procedimientos operativos de control de presiones?

Toda ASADA debe contar con un procedimiento escrito, que indique con detalle los pasos a seguir para la medición y el control de las presiones del acueducto. El procedimiento puede ser elaborado con base en los conocimientos de la persona encargada de la fontanería, y siguiendo las recomendaciones del personal de ingeniería de la Oficina Regional de Acueductos Comunes (ORAC) correspondiente. Además, el procedimiento debe estar disponible para el uso y consulta de cualquier persona que labore en el acueducto aunque no esté familiarizada con el proceso.

5 ¿Se poseen procedimientos operativos de control de fugas?

Toda ASADA debe contar con un procedimiento escrito, donde se indiquen los pasos a seguir para el control, reporte y reparación de las fugas. Para su elaboración, se pueden tomar en cuenta las recomendaciones de la persona encargada de la fontanería del acueducto y del personal de ingeniería de la ORAC correspondiente. Además, el procedimiento debe estar disponible para el uso y consulta de cualquier persona que labore en el acueducto aunque no esté familiarizada con el proceso.

6 ¿Se poseen procedimientos operativos de control de las instalaciones de tuberías y nuevas conexiones?

Toda ASADA debe contar con un procedimiento escrito, que indique los pasos a seguir para instalar tuberías y nuevas conexiones. Este se puede elaborar con base en los conocimientos de la persona encargada de la fontanería del acueducto, así como siguiendo las recomendaciones del personal de ingeniería de la ORAC correspondiente. Además, el procedimiento debe estar disponible para el uso y consulta de cualquier persona que labore en el acueducto aunque no esté familiarizada con el proceso.

7 ¿Se llevan bitácoras con fecha, lugar y fotografía, de las mejoras o mantenimientos realizados al sistema?

Las bitácoras permiten contar con registros detallados de quejas de los usuarios, medición de hidrómetros, desinfección, actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, averías, fechas de análisis de laboratorio, entre otros. Con el fin de llevar un control más detallado de las labores y del estado de los componentes del sistema, es recomendable incluir datos como fechas, lugar y fotografías del antes y el después de la actividad. Es recomendable contar con respaldos digitales de las bitácoras de campo. Si aún no se llevan bitácoras, se recomienda aplicar la Herramienta para generar bitácoras de actividades de mantenimiento preventivo y operación de acueductos.



8 ¿Se busca mejorar los procedimientos de control y mantenimiento en el sistema?

Los procedimientos deben actualizarse periódicamente con el fin de adaptarlos a mejoras y ampliaciones realizadas en el sistema, adquisición de nuevos equipos, cambio de personal, entre otros.

Recuerde:

Los **procedimientos** son documentos que indican, con el mayor detalle posible, las actividades necesarias, o los pasos a seguir para cumplir un objetivo. Para ilustrar cada paso de una actividad, se pueden incluir fotografías y videos. Estos documentos deben estar respaldados digitalmente y actualizarse de forma periódica, por lo que cuando se elaboran se debe especificar el nombre de las personas que lo elaboraron y la fecha.

Vulnerabilidad sanitaria

Sello de calidad sanitaria: Consiste en un Programa del Laboratorio Nacional de Aguas del AyA que busca incentivar a los entes operadores de acueductos para mejorar y mantener integralmente las condiciones del sistema de acueductos de manera que les permita abastecer con agua de la mejor calidad a la población a al que sirven. Posee una serie de requisitos, valorados por medio de puntajes y categorías de estrellas.

1 ¿Posee planes de mantenimiento planificados y realizados para cada una de las fuentes de agua? (15 pts)

Los planes de mantenimiento deben estar documentados, ser conocidos y manejados por todas las personas involucradas en las labores del acueducto comunal y cumplirse a cabalidad. Deben contener como mínimo el detalle de la frecuencia y las fechas de ejecución de las actividades o mejoras a realizar. Además, se debe hacer un seguimiento periódico para garantizar su cumplimiento, y actualizar aquellos que requieran alguna modificación.

En las fuentes de agua, el mantenimiento incluye labores como: eliminación de plantas, raíces, sedimentos, hojas, algas, animales; reparación de grietas en las paredes o lozas; limpieza de aguas estancadas; rotulación, entre otros.



2 ¿Posee planes de mantenimiento planificados y realizados para la limpieza de tanques y redes? (10 pts)

Los planes de mantenimiento deben estar documentados, ser conocidos y manejados por todas las personas involucradas en las labores del acueducto comunal y cumplirse a cabalidad. Estos también deben contener, como mínimo, el detalle de las actividades o mejoras realizadas, su frecuencia y las fechas exactas de ejecución. Además, se debe hacer un seguimiento periódico para garantizar su cumplimiento y actualizar aquellos que requieran alguna modificación.

En los tanques de almacenamiento y las redes, el mantenimiento y la limpieza incluye labores como: reparación de grietas, pintura; remoción de plantas, raíces, sedimentos, hojas, algas y animales; eliminación de superficies herrumbradas; limpieza del lote, corta de zacate, entre otros.

3 ¿Se realizan estudios diarios del cloro residual en la red para mantenerla dentro de los parámetros de la norma, con su respectiva bitácora? (10 pts)

El cloro residual, garantiza que el agua tenga una calidad óptima evitando posibles contaminaciones que puedan afectar la red de distribución. Según el Reglamento para la Calidad del Agua Potable¹, el cloro residual libre debe mantenerse en un rango de entre 0,3 y 0,6 mg/L. Este parámetro no debe superar un valor máximo de 0,8 mg/L en no más del 20% de las muestras, salvo en situaciones de emergencia declaradas por el Ministerio de Salud. Asimismo, el cloro residual combinado, posee un rango permisible de entre 1,0 y 1,8 mg/L.

4 ¿Se organizan anualmente programas de educación ambiental a la comunidad como: talleres, campañas de limpieza de calles o ríos, videos informativos, reforestación, entre otras? (10 pts)

El sello de calidad sanitaria considera dentro de los programas de educación ambiental, actividades como charlas sobre protección de nacientes, uso racional del agua y su importancia para la salud pública; visitas de estudiantes de escuelas y colegios a las instalaciones del acueducto, entre otras como las mencionadas en la pregunta. Se deben documentar cada una de las actividades realizadas, detallando fechas, lugares, fotografías, datos de quienes impartieron la capacitación y de quienes participaron.

¹ Poder Ejecutivo de Costa Rica. (2015). Reglamento para la calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo N°38924-S. Disponible en: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80047&nValor3=0&strTjpM=TC.

- 5 ¿Se informa a la comunidad los resultados del control de calidad de agua potable por medios como: boletines, recibos de cobro mensual, oficina de acueducto, sitios públicos, redes sociales? (2,5 pts)

Los acueductos comunales deben buscar los medios posibles para que la mayor cantidad de usuarios del sistema conozca los resultados del control de calidad del agua que consumen. Se debe incrementar los esfuerzos por mejorar la asistencia a las asambleas, pero también utilizar otros medios de comunicación para garantizar que esta información esté a disposición del público. Por ejemplo, publicar la información mediante WhatsApp o en las diferentes redes sociales.

- 6 ¿Realiza el control operativo con la frecuencia establecida en el reglamento la calidad de agua potable (Decreto Ejecutivo N.38924-S)? (20 pts)

El reglamento para la calidad del agua potable establece en su anexo 2, las frecuencias mínimas de muestreo y la cantidad de muestras a recolectar en las fuentes de abastecimiento y las redes de distribución.

Del mismo modo, pone a disposición el siguiente cuadro para el control operativo del sistema, según la cantidad de personas abastecidas:

Población abastecida (habitantes)	Fuentes de abastecimiento		Redes de distribución	
	Frecuencia	N° muestras	Frecuencia	N° muestras
< 2000	Mensual	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Mensual	1
2001 a 20.000	Quincenal		Quincenal	1
20.001 a 200.000	Semanal		Semanal	1
>200.000	Diario		Diario	1

Para más detalles, consulte el Decreto Ejecutivo N°38924-S¹

¹ Poder Ejecutivo de Costa Rica. (2015). Reglamento para la calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo N°38924-S. Disponible en: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80047&nValor3=0&strTipM=TC



7 ¿Todas las fuentes y los tanques se encuentran rotulados y con pintura en buen estado? (Puntuación para la gradación de estrellas)

Para optar por la categoría de estrellas en el sello de calidad sanitaria, es necesario obtener entre un 90 y un 100% de los parámetros obligatorios del programa. Posteriormente, la clasificación de estrellas inicia al aprobarse una valoración del estado de la pintura y rotulación de los componentes del sistema; específicamente, las fuentes y los tanques de almacenamiento. Se debe detallar el tipo de componente, el nombre, el estado de la pintura y la rotulación; así como anexar fotografías con fecha, que comprueben el buen estado de los componentes.

SERSA: El Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (SERSA) define en el Reglamento para la calidad del agua potable¹, una serie de preguntas que permiten realizar un diagnóstico de la infraestructura de los acueductos. GIRA recopila dichas preguntas en la sección de vulnerabilidad sanitaria.

Parte de las preguntas de SERSA están redactadas **en negativo**, por lo que, en las preguntas marcadas con un asterisco (*) tome en cuenta que debe:

- Responder "**Sí**" en caso de que el componente en cuestión **no cumpla** con lo que indica la pregunta, es decir que "**sí carece**" del requisito.
- Responder "**No**" en caso de que el componente en cuestión **sí cumpla** con lo que indica la pregunta, es decir que "**no carece**" del requisito.

SERSA: Naciente

1 ¿Está la naciente sin malla de protección que impide el acceso de animales y personas?

La captación debe de estar rodeada por una malla en buen estado, que evite el acceso de animales y personas no autorizadas. Esta malla debe tener candado de cuyas llaves se recomienda hacer varias copias, además de identificarlas según corresponda para evitar confusiones.

2 ¿Está la naciente desprotegida, abierta a la contaminación ambiental (sin caseta o sin tanque de captación)?

Los tanques de captación, deben de estar contruidos con paredes y losas de concreto con tapa. Esta última, puede ser metálica, de aproximadamente 90 cm; de manera que permita la manipulación y el mantenimiento de las válvulas, así como la limpieza de la estructura en general.

¹ Poder Ejecutivo de Costa Rica. (2015). Reglamento para la calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo N°38924-S. Disponible en: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80047&nValor3=0&strTipM=TC

3 ¿Está la tapa de captación construida en condiciones no sanitarias y sin cierre seguro (candado o tornillo)?

Si la tapa de la captación es metálica, debe mantenerse limpia, pintada con pintura anticorrosiva para librarla del herrumbre. Si es de concreto, debe mantenerse sin grietas, musgo, hongos y con pintura que la impermeabilice. Todas las tapas de las captaciones deben tener un sobreborde en concreto y una tapa con borde que evite la entrada de agua pluvial. Por otro lado, es necesario que las tapas tengan candados y llaves rotuladas y por duplicado, para evitar confusiones.

4 ¿Están las paredes y la losa superior de la captación con grietas?

Todas las paredes y losa superior de la captación deben estar libre de grietas, huecos o lloraderos. Si existen, deben repararse cuanto antes para evitar daños mayores en la estructura. Una vez finalizada la reparación, se debe pintar las paredes y las losas.

5 ¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía?*

En la época lluviosa, el agua de escorrentía (agua de lluvia) podría ingresar a la captación y contaminar el agua de la naciente. Por tanto, se debe construir canales de al menos dos líneas de block alrededor de la captación para desviar el agua de lluvia.

6 ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?*

Las captaciones deben tener un rebalse para el caudal que no es usado para el abastecimiento de agua potable. Debe haber una rejilla de protección para evitar el acceso de animales, hojas, entre otros a captación de la naciente.

7 ¿Se encuentran plantas, raíces, hojas, algas dentro de la captación de la naciente?

Las plantas, raíces, hojas, y algas pueden ser fuentes de contaminación que alteran las características de potabilidad del agua. Además, no es recomendable que el agua destinada para el abastecimiento de humano, tenga restos de materia orgánica, debido que estos pueden reaccionar con el cloro, creando sustancias que, aunque estén en concentraciones muy bajas, podrían ser peligrosas. Las raíces deben retirarse como mínimo una vez al mes.

8 ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación?

Las captaciones deben contar con un desnivel que garantice que el agua de lluvia no se quede estancada, lo que podría ser un foco de contaminación del agua de la naciente. Además, las aguas estancadas pueden convertirse en criaderos de mosquitos causantes de enfermedades como el dengue, el zika, el chikungunya, entre otras.

9 ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación (letrinas, animales, viviendas, basura)?

Se recomienda hacer una verificación en un radio de 200 metros desde la naciente y revisar si existen casas con tanques sépticos, ganado, chancheras, botaderos, cultivos o actividades que puedan afectar la calidad del agua.

10 ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial?

Es necesario identificar si existen cultivos, industria u otras actividades en la zona de protección y en la zona de recarga que puedan contaminar el agua. De ser posible, se recomienda usar la información del MOCUPP (Monitoreo de cambio de uso en paisajes productivos), cuya información está disponible en el SNIT (Sistema Nacional de Información Territorial) del Registro Nacional. Además, la ASADA debe preferiblemente hacer una inspección para identificar otras posibles amenazas en la zona.

SERSA: Quebrada

1 ¿Está la captación fuera de un área protegida o zona de conservación?

En algunos casos, los acueductos tienen fuentes que se encuentran dentro de un parque nacional, reserva biológica o zonas de conservación. Esto ocurre porque la infraestructura se construyó antes de la declaración del área protegida, y se debe tener claro si la ASADA tiene infraestructura dentro de terrenos titulados por el SINAC.

2 ¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?*

La toma de agua de un río o quebrada requiere de un tanque o una cámara de recolección. Esta suele construirse con muros de concreto reforzado, que protegen el agua captada de posibles fuentes de contaminación.

3 ¿Está el área alrededor de la toma sin cerca ni malla de protección?*

La captación debe estar rodeada por una malla en buen estado, que evite el acceso de animales o personas no autorizadas. Esta malla debe tener candado de cuyas llaves se recomienda hacer varias copias, además de identificarlas según corresponda para evitar confusiones.

4 ¿Existe actividad agrícola, ganadera, industrial o de desarrollo habitacional que descarguen sus residuos aguas arriba de la captación de agua?

Las tomas de quebradas o ríos son más susceptibles a la contaminación que pueda ocurrir "río arriba". El personal que administra el acueducto comunal debe conocer si existen descargas de aguas residuales crudas o plantas de tratamiento en el mismo río o quebrada.

5 ¿Existe alguna otra fuente de contaminación alrededor de la toma, ejemplo: tanque séptico, basura u otro?

Las posibles fuentes de contaminación deben ser identificadas durante las inspecciones generales del cauce del río o quebrada, las cuales deben realizarse al menos una vez cada seis meses.

6 ¿Tienen las personas y animales acceso a la captación del río?

Tal y como lo especifica la norma técnica del AyA¹, la captación debe tener una estructura de protección construida con paredes de bloques y losas de concreto con tapa metálica, con el fin de evitar el acceso de animales, personas, y elementos como hojas, ramas, entre otros en la toma de agua.

7 ¿Están las rejillas de la toma en malas condiciones (ausentes, quebradas, deterioradas)?

Las rejillas tienen la función de evitar la entrada de sólidos gruesos en el tanque o la cámara de recolección, ya que estos generan contaminación en el agua. Por lo tanto, debe asegurarse que las rejillas existan, que estén en buenas condiciones y bien colocadas.

8 ¿Se encuentran plantas, raíces, hojas obstruyendo las rejillas de la toma?

La acumulación de plantas, raíces, hojas u otros materiales en las rejillas, obstruye el paso del agua hacia el tanque o la cámara de recolección; haciendo más lento el proceso de abastecimiento de agua para la población. La ASADA debe tener con procedimientos operativos que garanticen el mantenimiento y la limpieza adecuada de este componente del sistema.

9 ¿Existen condiciones de deforestación y erosión en los alrededores de la toma?

La deforestación es uno de los causantes de la erosión del suelo. Si el suelo erosionado llega a filtrarse en la captación puede alterar la composición del agua. Las campañas de reforestación y otras prácticas de conservación de suelos contribuyen a disminuir las probabilidades de que esta amenaza afecte la toma de agua.

10 ¿Está ausente el desarenador después de la toma de agua?*

El desarenador tiene la función de eliminar la arena que ingresa en la captación, para evitar eventuales problemas en los equipos de bombeo, obstrucciones en las tuberías y otros problemas operativos.

¹ AyA. (2017). Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial. Disponible en: <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Norma%20dise%C3%B1o%20y%20construccion%20sistemas%20agua,%20saneamiento%20y%20pluvial.pdf>

SERSA: Pozo

1 ¿Carece el pozo de un canal de desagüe?*

Alrededor de las instalaciones de cada pozo se debe construir un canal que tenga la función de desviar el agua de lluvia (agua de escorrentía).

2 ¿Carece el pozo de una malla de protección?*

El pozo debe estar rodeado por una malla en buen estado, que evite el acceso de animales o personas no autorizadas. Esta malla debe tener candado de cuyas llaves se recomienda hacer varias copias, además de identificarlas según corresponda para evitar confusiones.

3 ¿Carece el pozo de un piso de concreto que rodee?*

Todo pozo debe tener una caseta de bombeo con piso de concreto, para facilitar los trabajos de mantenimiento y evitar que se infiltren aguas estancadas. Este espacio debe permanecer limpio, sin aguas estancadas y no debe ser utilizado para acumular materiales.

4 ¿Existen letrinas o tanques sépticos a menos de 30m de distancia del pozo?

Las letrinas o tanques sépticos son sistemas que filtran aguas residuales a ciertas profundidades en el suelo. Debido a que el agua que se obtiene de un pozo proviene del subsuelo, estos sistemas representan una potencial fuente de contaminación, por lo que no es recomendable su cercanía.

5 ¿Está la letrina o tanque séptico más cercano en un nivel más alto que el pozo?

Si una letrina o tanque séptico se ubican en un nivel más alto que el pozo, aumentan las probabilidades de que el acuífero de donde se obtiene el agua del pozo se contamine, debido a que por gravedad las aguas residuales filtradas pueden descender hasta la fuente de abastecimiento.

6 ¿Existen otras fuentes de contaminación alrededor o arriba del pozo (animales, vivienda, basura, actividad agrícola)?

La presencia de ciertas actividades, materiales, animales, entre otros, representa una amenaza para el sistema de abastecimiento; debido a que pueden llegar filtrarse sustancias contaminantes al agua del acuífero del que se alimenta el pozo. Las probabilidades de contaminación aumentan si las posibles fuentes de contaminación se ubican en un nivel superior al del pozo.

7 ¿Hay estancamiento de agua sobre la loza o en los alrededores del pozo?

El agua estancada dentro del radio de protección del pozo puede infiltrarse y llegar a contaminar el agua del pozo. Además, las aguas estancadas pueden convertirse en criaderos de mosquitos causantes de enfermedades como el dengue, el zika, el chikungunya, entre otras.

8 ¿Está el pozo escarbado expuesto a la contaminación?

Los pozos deben contar con una caseta de bombeo que aisle la perforación realizada con el fin de evitar que elementos de contaminación lleguen a afectar negativamente el agua de la fuente. Dichas estructuras de protección deben de estar en buen estado y recibir un adecuado mantenimiento.

9 ¿Están los alrededores del pozo enmontados?

Para facilitar acceso, evitar cercanía con animales silvestres, contribuir con la estética y la buena imagen de las instalaciones del acueducto comunal, las zonas verdes que rodean a los diferentes componentes, incluyendo los pozos, deben permanecer en condiciones óptimas de chapía y limpieza.

10 Si existe bomba, ¿Está floja en la unión a su base?

Se debe revisar periódicamente que la unión a la base de la tubería de hierro donde está acoplada la bomba no esté floja, para evitar que el equipo pueda llegar a soltarse. Esto puede hacerse verificando que el codo del pozo esté debidamente acoplado, y corrigiendo cualquier desacople si es necesario.

SERSA: Tanque de almacenamiento

1 ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbras (metálico)?

Si el tanque de almacenamiento está construido en concreto, las paredes y las losas deben mantenerse libres de grietas, y en caso de que estas existan deben ser reparadas. Las paredes internas del tanque deben estar pintadas con dos capas de pintura apropiada para estar en contacto con agua potable, según lo establecido en las normas de la AWWA; o en su lugar deben estar cubiertas por cerámica.

Por otro lado, si el tanque es de metal, debe prevenirse la corrosión limpiando la estructura con un método acorde a sus condiciones de deterioro; posteriormente se debe pintar con pintura anticorrosiva. En el caso de las paredes interiores, debe colocarse primero una capa de pintura anticorrosiva, y luego dos capas de pintura apropiada para estar en contacto con agua potable, según lo establecido en las normas de la AWWA.



2 ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construidas en condiciones no sanitarias?*

Las tapas de tanques de almacenamiento metálicas tienen que estar libres de herrumbre y pintadas con anticorrosivo. Las tapas de concreto deben mantenerse sin grietas, musgo u hongos y recubiertas con pintura impermeabilizante. Todas las tapas deben tener un sistema de sobreborde que evite la entrada de agua pluvial.

3 ¿Carece la estructura externa de mantenimiento (pintura, limpieza, libre de hojas, musgo)?*

Un adecuado mantenimiento de las estructuras externas contribuye a extender la vida útil de los componentes del sistema; además de asegurar la estética y la buena imagen de las instalaciones.

4 ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?*

En Costa Rica, la cloración es el método más utilizado para la desinfección y eliminación de microorganismos patógenos que pueden estar presentes del agua para consumo humano. Los procedimientos de cloración más utilizados son cloración con tabletas, cloro líquido concentrado, productores de hipoclorito de sodio en sitio, gases oxidantes y cloro gas. Usualmente, los cloradores son ubicados en las cercanías de los tanques de almacenamiento.

5 ¿Está el nivel de agua menor que un cuarto del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?

La capacidad de almacenamiento de los tanques utilizados en acueductos está diseñada para cumplir con tres funciones esenciales:

1. Regular las variaciones en el consumo de agua de los usuarios del sistema durante el día.
2. Contar con una reserva para atender un eventual incendio.
3. Asegurar una reserva para abastecer al menos durante cuatro horas el caudal promedio diario en caso de interrupciones en el servicio.

En caso de que el nivel del agua sea menor que un cuarto de la capacidad de almacenamiento de un tanque, no se puede garantizar el cumplimiento de las tres funciones mencionadas.

En caso de que las escaleras internas del tanque se encuentren herrumbradas, debe prevenirse la corrosión limpiando la estructura con un método acorde a sus condiciones de deterioro; posteriormente deben pintarse, primero con una capa pintura anticorrosiva, y luego con dos capas de pintura apropiada para estar en contacto con agua potable.

**Si su ASADA incumple con uno de los dos aspectos mencionados en la pregunta 5, debe responder "No".



6 ¿Existen sedimentos, algas, hongos dentro del tanque?

Para evitar la presencia de sedimentos, algas, hongos dentro del tanque de almacenamiento, deben realizarse limpiezas periódicas en las cuales se remueven los sedimentos del fondo, las incrustaciones y depósitos en las paredes, y se desinfecta con cloro granulado la estructura.

7 ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?*

Los tanques de almacenamiento deben de estar rodeados por una malla en buen estado, que evite el acceso de animales o personas no autorizadas. Esta malla debe tener candado de cuyas llaves se recomienda hacer varias copias, además de identificarlas según corresponda para evitar confusiones.

8 ¿Carece la tapa de un sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?*

Para garantizar que la tapa sea abierta únicamente por personas autorizadas, esta debe tener candado de cuyas llaves se recomienda hacer varias copias, además de identificarlas según corresponda para evitar confusiones.

9 ¿Carece el tanque de respiraderos o tuberías de rebalse con rejillas de protección?*

Los tanques de almacenamiento deben tener un rebalse en caso de que la boya de nivel se encuentre fuera de funcionamiento. Debe haber una rejilla de protección para evitar el acceso de animales, hojas, entre otros al tanque, por el extremo de dicho tubo.

10 ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura)?

Se debe identificar si existen fuentes de contaminación en las cercanías del tanque de almacenamiento. Para esto se recomienda inspeccionar los alrededores de cada tanque.

SERSA: Líneas de conducción y distribución

1 ¿Existe alguna fuga en la línea de conducción?

Las ASADAS deben contar con una persona encargada de realizar diariamente una inspección general del sistema que puede estar a cargo del personal de fontanería. Durante la inspección se debe revisar si hay bajos niveles de presión en la red (comparado con el registro de presiones normales), exceso de humedad en el suelo, derrumbes o asentamientos del terreno alrededor de la tubería; registrando todas las observaciones en la bitácora correspondiente. Se recomienda además programar una revisión con geófono para localizar fugas que no son detectables a simple vista.



2 ¿Carecen los tanques quiebra gradientes de tapas sanitarias?*

Las tapas de tanques quiebra gradiente metálicas tienen que estar libres de herrumbre y pintadas con anticorrosivo. Las tapas de concreto deben mantenerse sin grietas, musgo u hongos y recubiertas con pintura impermeabilizante. Todas las tapas deben tener un sistema de sobborde que evite la entrada de agua pluvial.

3 ¿En los tanques quiebra gradientes se observan rajaduras, grietas, fugas, raíces?

Las paredes y las losas de los tanques quiebra gradientes deben mantenerse libres de grietas. Para evitar la presencia de sedimentos, algas, raíces, hongos dentro del tanque, deben realizarse limpiezas periódicas en las cuales se remuevan los sedimentos del fondo, las incrustaciones y depósitos en las paredes, y se desinfecta con cloro granulado la estructura.

4 ¿Se observan fugas visibles en alguna red de distribución?

Las ASADAS deben contar con una persona encargada de realizar diariamente una inspección general del sistema, registrando todas las observaciones en la bitácora correspondiente; esta función puede estar a cargo del personal de fontanería. Las siguientes variables pueden ser indicadores de la existencia de fugas en la red de distribución: asentamientos del terreno en zonas con tubería instalada, exceso de humedad en el suelo, disminución del nivel del agua en el tanque de almacenamiento en horas de bajo consumo, presiones mayores a 70 metros columna de agua (mca) o 100 PSI. Se recomienda además programar una revisión con geófono para localizar fugas que no son detectables a simple vista.

5 ¿Existen variaciones significativas de presiones en la red de distribución?

La presión en la red de distribución, debe encontrarse en un rango de 15 a 70 mca o de 20 a 100 PSI. La ASADA debe medir semanalmente la presión en los puntos críticos del sistema, siempre a la misma hora y el mismo día de la semana, llevando un registro en una bitácora; esto permite identificar variaciones significativas, que pueden ser indicador de fugas en la tubería.

6 ¿Carece de cloro residual alguna zona de la red principal de distribución?*

El cloro residual, garantiza que el agua tenga una calidad óptima evitando posibles contaminaciones que puedan afectar la red de distribución. Según el Reglamento para la Calidad del Agua Potable¹, el cloro residual libre debe mantenerse en un rango de entre 0,3 y 0,6 mg/L. Este parámetro no debe superar un valor máximo de 0,8 mg/L en no más del 20% de las muestras, salvo en situaciones de emergencia declaradas por el Ministerio de Salud. Asimismo, el cloro residual combinado, posee un rango permisible de entre 1,0 y 1,8 mg/L.



¹ Poder Ejecutivo de Costa Rica. (2015). Reglamento para la calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo N°38924-S. Disponible en: http://www.pgrweb.go.cr/scj/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80047&nValor3=0&strTIpM=TC

7 ¿Existen interrupciones constantes en el servicio de distribución de agua?

Interrumpir constantemente el servicio de distribución del agua, genera impactos negativos a nivel social, económico y ambiental. Para evitar estas situaciones, es esencial garantizar el mantenimiento preventivo de todos los componentes del sistema del acueducto y reducir posibles daños cuya reparación implique interrumpir el servicio.

“Interrupciones constantes” se considera también cuando se aplica racionamiento durante al menos 2 meses al año.

8 ¿Carece de sistemas para purgar la tubería de distribución?*

Con el fin de eliminar los sedimentos que se acumulan dentro de la tubería de distribución, el sistema debe contar con válvulas de purga en los puntos más bajos de la red. Cada válvula debe contar con su propia caja de protección en concreto, cabezal de desfogue y obras de disipación de energía.

9 ¿Carece de un fontanero o encargado del mantenimiento de la red?*

Es necesario que las ASADAS cuenten con una o varias personas encargadas de las labores de fontanería. El personal seleccionado, debe estar debidamente capacitado, conocer con detalle el sistema del acueducto y estar disponible 24 horas al día, por cualquier eventualidad. La ASADA debe proveer a este personal de procedimientos documentados para cada función, las bitácoras que deben ser llenadas en campo entre otras herramientas necesarias para los diferentes trabajos.

Tome en cuenta que el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), imparte cursos de fontanería, dirigidos tanto para hombres como mujeres; invitando así a que los acueductos comunales promuevan la equidad de género, incluyendo a más mujeres en el desempeño de dichas funciones.

10 ¿Carece de un esquema del sistema de distribución (planos o croquis)?*

La ASADA debe contar con plano o croquis del sistema de distribución en el que se indique: diámetros, material y cédula de la tubería, tipo de válvulas y accesorios con su respectiva ubicación, entre otros. Esta información debe ser actualizada cada vez que se realicen ampliaciones, cambios o mejoras en la red.

Vulnerabilidad administrativa

1 ¿Cuenta con estados financieros actualizados?

Los estados financieros indican el nivel de sostenibilidad económica de las ASADAS, deben ser confeccionados por una persona profesional en contaduría y ser enviados periódicamente a la Oficina Regional de Acueductos Comunes (ORAC) del AyA que corresponda. Cada vez que se emita un nuevo estado financiero, se debe valorar si los indicadores financieros son mejores que los anteriores; de lo contrario, la ASADA debe analizar las razones de la desmejora.

2 ¿El dinero de la ASADA es custodiado en una cuenta bancaria?

La ASADA deben custodiar su dinero en una cuenta bancaria en los Bancos del Sistema Bancario Nacional Público, según lo establece el Decreto Ejecutivo N°32529¹. Los montos recibidos en efectivo se deben depositar en la cuenta bancaria frecuentemente.

3 ¿Se poseen fondos de capitalización (dinero acumulado para utilizarse en reparación y ampliación del sistema)?

Es necesario que la ASADA sea capaz de sufragar costos de mantenimiento, operación, reparación y ampliación del sistema. Si bien es cierto, en ocasiones es necesario buscar financiamiento debido a los altos costos de ciertos proyectos, la ASADA debe establecer un ahorro que le garantice poder hacer frente a los gastos.

4 ¿El porcentaje de morosidad de los abonados es menor a 10%?

Para garantizar la sostenibilidad financiera de la ASADA, se recomienda que el porcentaje de morosidad sea menor al 10% de los abonados. Durante el proceso de facturación y gestión de cobro, la persona encargada debe calcular el porcentaje de abonados que no canceló el servicio de abastecimiento. A los clientes morosos, se les debe notificar el monto por cobrar y el tiempo máximo que tienen para cancelarlo; una vez vencido el plazo de pago, se debe suspender el servicio, siempre y cuando no sea durante los viernes, sábado, domingo o en víspera de un día feriado.

5 ¿La ASADA ofrece el servicio de pago por internet o depósito bancario?

Con el fin de facilitar el proceso de facturación y gestión de cobro, se recomienda que las ASADAS realicen un convenio con el banco en el que tienen la cuenta, para habilitar diferentes modalidades de pago electrónicos, con lo cual es posible disminuir el porcentaje de morosidad al aumentar y facilitar las alternativas de pago.

¹ Poder Ejecutivo de Costa Rica. (2005). Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Comunes, Decreto Ejecutivo N°32529. Disponible en: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=55240&nValor3=102961&strTipM=FN

6 ¿Cuenta con sistemas informáticos de gestión para las ASADAS?

Hay variedad de sistemas informáticos de gestión para facilitar los procesos administrativos y operativos de los acueductos comunales. Las funciones de dichos sistemas varían dependiendo del oferente del servicio, incluyendo pagos por internet, lectura de medidores, cálculo y consulta de facturas pendientes, entre otras. Las ASADAS deben identificar sus necesidades y su capacidad de pago para optar por un sistema que cumpla con sus expectativas.

7 ¿La ASADA sigue un plan de trabajo anual?

Los planes de trabajo permiten que la ASADA se organice y tenga una mejor administración. Existen diferentes tipos de planes de trabajo: estratégico, operativo, de inversión, de mejora y eficiencia. El plan de trabajo debe de ser elaborado por la junta directiva, con participación del personal administrativo y de fontanería. Este plan debe incluir todos los objetivos y actividades que se pretendan llevar a cabo en el transcurso de un año, incluyendo labores estratégicas, operativas, de inversión, de mejora y eficiencia.

8 ¿Cuenta con un Plan de Transparencia y Rendición de Cuentas?

Debido a que las ASADAS administran fondos públicos y brindan un servicio público delegado por el AyA, tienen la obligación de rendir cuentas. En el plan de transparencia y rendición de cuentas se deben especificar los indicadores de cumplimiento de cada ámbito de gestión, ante quien se deben rendir cuentas de dicha información, el plazo en el que se debe comunicar, el medio por el cual se hará llegar la información y la persona responsable de ejecutar la acción. Para más información sobre cómo confeccionar y ejecutar este plan, consulte con la ORAC correspondiente.

9 ¿La ASADA posee una persona contratada para la administración del sistema?

La gestión administrativa de una ASADA incluye cuatro áreas temáticas: los procedimientos administrativos generales, la gestión de recursos humanos, la contratación administrativa y el control interno; cada una de dichas áreas tiene funciones específicas que permiten el buen funcionamiento de los acueductos comunales. Debido a esto, se recomienda contar con una persona contratada que tenga a cargo las labores administrativas del sistema.

10 ¿Existen programas de capacitación constante para el personal de la ASADA?

Las personas que forman parte de la ASADA deben estar capacitadas en áreas de conocimiento como la gestión ambiental del recurso hídrico, gestión de los sistemas de agua, gestión administrativa, gestión comercial y gestión comunal, cada una de estas áreas tiene temáticas específicas que deben desarrollarse con profesionales calificados. Los conocimientos adquiridos deben ser actualizados periódicamente.

Vulnerabilidad infraestructura

1 ¿Posee el detalle del catastro de los componentes del sistema (ubicación, profundidad, especificaciones técnicas)?

El detalle del catastro de los componentes del sistema se obtiene cuando los planos del sistema del acueducto han sido elaborados por un profesional autorizado por ley, cumpliendo las normas establecidas en el Decreto Ejecutivo N°34331¹, y dichos documentos han sido inscritos en el catastro del Registro Nacional. Estos planos deben contener la ubicación de cada componente del sistema; los diámetros, materiales y alineamientos de la tubería; el detalle de la ubicación y los tipos de válvulas y accesorios, entre otros. Esta información, debe ser actualizada cada vez que se realicen ampliaciones, cambios o mejoras en la red.

En caso de que la ASADA no cuente con los planos originales del sistema se recomienda construir planos de la instalación existente, los cuales pueden ser construidos por una persona profesional colegiada.

2 ¿Conoce el material, edad y condición de las tuberías y otros elementos del sistema?

Para garantizar que la prestación del servicio de abastecimiento de agua potable conserve la calidad, cantidad y continuidad óptimas, la ASADA debe conocer con detalle el material, la edad y la condición de todos los componentes del sistema. Para esto, es necesario que se lleve un registro detallado y debidamente documentado de las labores de mantenimiento, ampliación, y mejoras que se han realizado en el acueducto desde su creación.

3 ¿El sistema de acueducto se encuentra dentro de su vida útil?

Al construir o instalar cada uno de los componentes de sistema del acueducto, debe consultarse con el personal de ingeniería a cargo, o con el fabricante del equipo la vida útil exacta. Debe tomarse en cuenta, que un adecuado mantenimiento de cada componente garantiza que estos cumplan con el periodo de vida útil definido. En caso de que no conozca la vida útil o la edad de algún componente, consulte con personal de ingeniería de la ORAC correspondiente.

¹ Poder Ejecutivo de Costa Rica. (2007). Reglamento a la Ley de Catastro Nacional, Decreto Ejecutivo N° 34331. Disponible en: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=62555&nValor3=74026&strTipM=TC

4 ¿Tiene identificadas las áreas dentro del sistema propensas a inundaciones?

Las inundaciones pueden causar daños en equipos e instalaciones eléctricas, ingreso de sedimentos en el sistema, destrucción de captaciones, entre otros. Las áreas del sistema propensas a ser afectadas por inundaciones varían en cada acueducto, por lo que es necesario que al realizar las inspecciones la ASADA incluya un análisis de cuáles componentes están expuestos a sufrir la afectación de esta amenaza.

Adicionalmente, posterior a un desbordamiento de ríos u otro tipo de inundación se debe verificar y actualizar los puntos alcanzados por el nivel del agua en las diferentes zonas de la comunidad.

5 ¿Tiene identificadas dentro del sistema fuentes de materia fecal que se encuentren cerca de la tubería o fuentes (si hubiera)?

La cercanía de fuentes de contaminación por materia fecal a los diferentes componentes del sistema, especialmente a las fuentes de abastecimiento, puede aumentar la probabilidad de que el agua del acueducto se contamine. Algunos ejemplos de dichas fuentes de contaminación son los tanques sépticos, las letrinas y los desfuegos de aguas residuales en un río; esta última representa una amenaza sobre todo en el caso de captaciones en ríos y quebradas.

6 ¿El sistema está libre de fugas?

La ASADA debe contar con una persona encargada de realizar diariamente una inspección general del sistema, esta función puede estar a cargo del personal de fontanería. Durante la inspección se debe revisar si hay bajos niveles de presión en la red (comparado con el registro de presiones normales), exceso de humedad en el suelo, derrumbes o asentamientos del terreno alrededor de la tubería, disminución del nivel de agua en el tanque de almacenamiento en horas de bajo consumo; registrando todas las observaciones en la bitácora correspondiente. De ser posible, se recomienda además programar una revisión con geófono para buscar fugas que no son detectables a simple vista

7 ¿Los componentes del sistema están localizados en zonas de baja vulnerabilidad, y si no es así, se ha identificado la ubicación correcta del componente para proyectar su traslado?

La ASADA debe realizar un análisis detallado de cada uno de sus componentes, con el fin de identificar las principales amenazas a las que está expuesto cada uno de ellos. En caso de que algún componente esté expuesto a una cantidad considerable de amenazas, se debe gestionar su traslado a una zona con menor peligro.

Grado de preparación ante emergencias

1 ¿Se tienen identificadas las fuentes alternativas de agua en caso de emergencias?

Las fuentes de abastecimiento de agua están expuestas a una serie de amenazas que pueden llegar a afectar el suministro a la comunidad. Para evitar estas situaciones, las ASADAS deben contar con fuentes alternativas que estén interconectadas a la red de distribución.

2 ¿Se cuenta con fondos financieros para atender emergencias?

La atención de emergencias hace que las ASADAS deban incurrir en gastos para mantener el servicio de abastecimiento de agua potable y restablecer el funcionamiento del sistema, por lo cual se hace necesario contar con un fondo o ahorro destinado únicamente para un pronto y efectivo restablecimiento del servicio.

3 ¿Se dispone de un stock de materiales suficientes para reparar posibles daños?

La palabra "stock" se utiliza para describir la tenencia de materiales varios en bodega que permitan una reparación rápida de daños sufridos en el sistema por alguna eventualidad. Estos deben estar almacenados en una bodega propiedad de la ASADA, debidamente inventariados y bajo llave.

4 ¿Se tiene un plano actualizado del sistema y sus accesorios?

Los planos de los sistemas de acueductos comunales deben contener la ubicación de cada componente del sistema; los diámetros, materiales y alineamientos de la tubería; el detalle de la ubicación y los tipos de válvulas y accesorios, entre otros. Esta información, debe ser actualizada cada vez que se realicen ampliaciones, cambios o mejoras en la red.

5 ¿Están identificadas las zonas más vulnerables del sistema?

La ASADA debe realizar un análisis detallado de cada uno de sus componentes, con el fin de identificar las principales amenazas a las que está expuesto cada uno de ellos. En caso de que algún componente esté expuesto a una cantidad considerable de amenazas, se debe gestionar su traslado a una zona con menor peligro.

6 ¿Las instalaciones eléctricas son a prueba de agua?

Las instalaciones eléctricas utilizadas en los sistemas de bombeo de pozos, captaciones de aguas superficiales como ríos o lagos, o la red de distribución, deben ser a prueba de agua para evitar posibles accidentes o cortos circuitos.

7 ¿Posee mecanismos alternativos de generación eléctrica?

Con el fin de garantizar la continuidad del servicio de abastecimiento de agua potable, es recomendable que aquellos sistemas que dependen de equipos de bombeo cuenten con plantas para generación eléctrica, especialmente en casos donde sean recurrentes las interrupciones en el suministro de energía eléctrica.

8 ¿Se tiene un plan de comunicación en caso de emergencias con; el usuario, AyA, CNE, otros?

Al ocurrir una emergencia, es necesario que la ASADA se comunique con diferentes instituciones para coordinar las acciones necesarias para la atención de la eventualidad. Debido a que cada institución estatal posee funciones específicas, dentro de las cuales hay jerarquías que deben respetarse para mantener el orden y la debida fluidez de la información, las ASADAS deben contar con un plan de comunicación debidamente documentado y actualizado que incluya, siguiendo un orden establecido o recomendado, los datos de contacto específicos de cada entidad. Este plan debe mantenerse a mano y con un respaldo en digital.

9 ¿Forma parte del comité comunal de emergencias?

Los Comités Comunales de Emergencia (CCE) y Comités Municipales de Emergencia (CME) son instancias de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) para coordinar la atención de incidentes en su territorio. Para facilitar la atención de emergencias que afecten al sistema del acueducto, la ASADA debería formar parte del CCE si lo existiera, o bien establecer contacto con el CME correspondiente para la coordinación necesaria durante las emergencias y desastres. En caso de que no exista un CCE en su zona, es importante involucrarse para promover su creación.

10 ¿Ha desarrollado alianzas con ASADAS vecinas para coordinar apoyo mutuo en el caso de una emergencia?

Algunas emergencias pueden afectar al mismo tiempo a acueductos comunales con cercanía geográfica, por lo que las alianzas entre ASADAS para apoyarse mutuamente en caso de alguna eventualidad de este tipo pueden ayudar a fortalecer la capacidad de atender eficientemente una emergencia al utilizar esfuerzos conjuntos. Es ideal coordinar además mediante Federaciones, Ligas o Uniones (FLU) de ASADAS cómo se planea responder ante una emergencia que afecte a acueductos de una misma región o regiones vecinas.

Anexo 6. Guía metodológica para las sesiones de trabajo de aplicación de la herramienta Gestión Integral de Riesgo en ASADAS.



Guía Metodológica

para las sesiones de trabajo
de la herramienta GIRA



ENFOQUE DE CUENCA
Adaptación al Cambio Climático



Equipo de trabajo

Comité Directivo

Tomás Martínez Baldares
Presidente Ejecutivo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)

José Vicente Troya Rodríguez
Representante Residente del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Patricia Campos Mesén
Directora Dirección de Cambio Climático (DCC)

Autora:

Marissa Navarro Monge

Revisión:

Gerardo Quirós Cuadra, Gestión del Riesgo de Desastres PNUD
Natalia Meza Ramírez, Proyecto ASADAS AYA-PNUD/GEF
María Venegas Vargas, Proyecto ASADAS AYA-PNUD/GEF
Karen Araya Varela, Proyecto ASADAS AYA-PNUD/GEF
Ingrid Hernández Sánchez, Asesora en comunicación PNUD Costa Rica
José Daniel Estrada, Especialista en Monitoreo y Evaluación PNUD Costa Rica

Diseño y diagramación

Marissa Navarro Monge

Guía Metodológica para las sesiones de trabajo de la herramienta GIRA.
Derechos de propiedad intelectual 2021
Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, Costa Rica (PNUD-Costa Rica)





La herramienta Gestión Integral de Riesgos en ASADAS (GIRA) ha sido desarrollada mediante el proyecto *"Fortalecimiento de las capacidades de Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales (ASADAS) para enfrentar riesgos del cambio climático en comunidades con estrés hídrico en el norte de Costa Rica"*, implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), con financiamiento del Fondo Global para el Medio Ambiente (GEF).

Tabla de contenido

Introducción.....	1
Conformación del equipo de trabajo GIRA.....	1
Aplicación de la herramienta GIRA.....	2
Primera sesión de trabajo.....	3
Segunda sesión de trabajo.....	3
Tercera sesión de trabajo.....	7



Introducción

Con el fin de abordar de una manera efectiva los seis pasos que componen a la herramienta GIRA, es recomendable tomar en cuenta aspectos clave como:

- Las personas que deben participar en el proceso.
- Los pasos recomendados para cada sesión de trabajo.
- Los materiales y recursos necesarios en cada paso, entre otros.

Algunos de estos detalles varían según la complejidad del sistema de cada acueducto comunal, por lo que cabe destacar que estos son lineamientos generales que cada equipo de trabajo debe ajustar a su contexto.

Este documento, es un complemento a la “Guía de trabajo para ASADAS” donde se detallan los pasos a seguir para aplicar GIRA, los conceptos básicos asociados, la forma de interpretar las diferentes fases y resultados obtenidos, además de otra información de interés para quienes utilicen la herramienta. Para obtener más información y abordar cualquier duda relacionada con GIRA, consulte con la Oficina Regional de Acueductos Comunales (ORAC) correspondiente.

Conformación del equipo de trabajo GIRA

Debido a los temas abordados durante la aplicación de la herramienta, es recomendable que el equipo de trabajo esté integrado por:

- Las personas miembros de la junta directiva de la ASADA.
- El personal de fontanería.
- El personal administrativo.
- Otras organizaciones locales como asociación de desarrollo o comité comunal de emergencias, por ejemplo.

En caso de que alguna persona no pueda participar en las sesiones de trabajo se recomienda incorporar sus opiniones, experiencias y criterios por algún otro medio.



Aplicación de la herramienta GIRA

La metodología recomendada consiste en realizar un mínimo de 3 sesiones de trabajo, de manera que se aborden al menos 2 etapas de la herramienta por sesión; en la figura 1, se resumen los 6 pasos necesarios para aplicar GIRA. Para cada una de estas sesiones es necesario que se cuente con los siguientes materiales:

- Computadora con versión 2016 o más reciente de Microsoft Office, específicamente el programa Excel, para poder abrir y utilizar la herramienta GIRA.
- Proyector o pantalla, que funcione como monitor de la computadora; de manera que todo el equipo de trabajo pueda visualizar fácilmente la herramienta.
- Herramienta GIRA, la cual es un documento de Excel.
- Manual de uso, guía de interpretación de preguntas de los formularios, video tutoriales, entre otros insumos que complementan la herramienta.

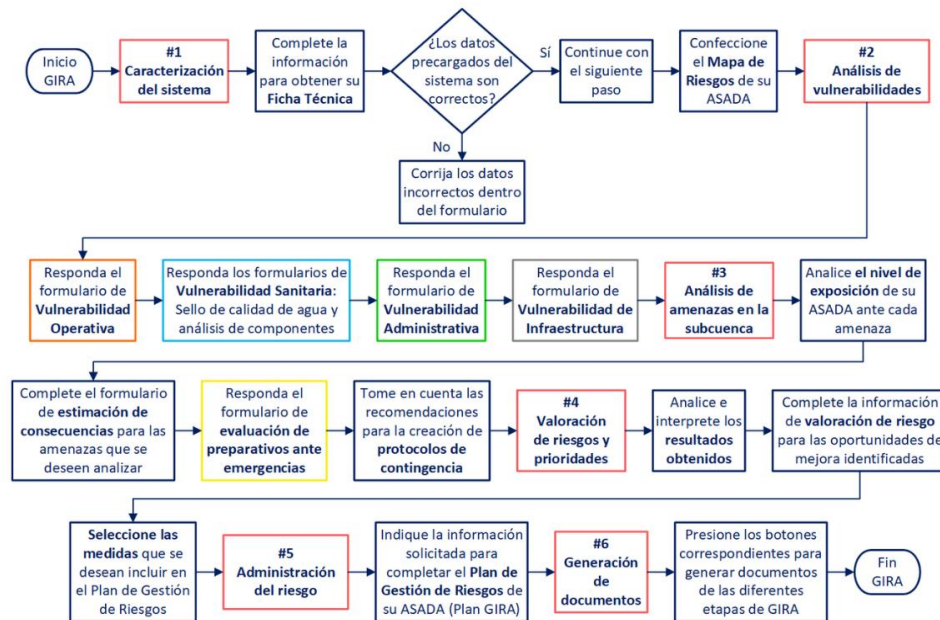


Figura 1. Diagrama de flujo de las etapas que se deben completar para la aplicación de la herramienta GIRA.



Primera sesión de trabajo

En esta sesión de trabajo se recomienda llevar a cabo una revisión e interpretación de los conceptos asociados con la gestión integral de riesgo y la adaptación al



cambio climático. Para esto se puede utilizar como insumo el apartado denominado “Enfoque conceptual” de la “Guía de trabajo para ASADAS” de GIRA, así como los conceptos de gestión de riesgos encontrados en el botón “info” del menú de la herramienta.

Posteriormente, deben completarse el paso número 1 sobre la caracterización del sistema de la ASADA, y el 2 sobre el análisis de las vulnerabilidades a nivel operativo, sanitario, administrativo y de infraestructura. Para esto, deben tenerse a mano los siguientes insumos:

- Datos actualizados sobre la cantidad de servicios y componentes, el número de sistemas integrados al acueducto, las comunidades que se abastecen.
- Planos o croquis del acueducto comunal, en donde se especifique, al menos, el detalle de la ubicación de cada uno de los componentes. En caso de no contar con un plano o croquis del sistema, se recomienda tener una reunión previa con el personal de fontanería, o quien tenga la información sobre la infraestructura del acueducto para elaborar un borrador de la distribución de los componentes del sistema. De esta manera se agilizará la confección del mapa de riesgos de la ASADA.
- Es recomendable utilizar el Kit GIRA, para confeccionar el mapa de riesgos de la ASADA utilizando las fichas que ilustran los componentes del sistema, el entorno, las amenazas naturales y antropogénicas que pueden afectar al acueducto. En caso de no contar con el Kit GIRA se puede armar el mapa de riesgos en la pestaña que tiene ese fin en el archivo en Excel de la herramienta.
- Datos detallados de los procesos administrativos y operativos, así como del estado y las características de cada uno de los componentes del acueducto.

Segunda sesión de trabajo

Durante esta sesión de trabajo se recomienda llevar a cabo el análisis de amenazas y la valoración de riesgos y prioridades, correspondientes a los pasos 3 y 4 para la aplicación de la herramienta GIRA.

Como insumo para la toma de decisiones, se recomienda la consideración de información hidrometeorológica, mapas de riesgo y escenarios de cambio climático desarrollados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN), así como otros datos de fuentes oficiales. Con el fin de fortalecer el proceso de análisis de dichos datos y planificación, se sugiere la participación de actores claves en el equipo GIRA con conocimientos en adaptación al cambio climático y gestión integral del riesgo.



Tercera sesión de trabajo

En esta sesión de trabajo se realiza el paso 5 sobre la administración del riesgo; en donde se van a elaborar los planes de trabajo que abordan las oportunidades de mejora identificadas en el proceso. Se recomienda identificar posibles acciones a desarrollar en conjunto con organizaciones como Asociaciones de Desarrollo y Comité Cantonal de Emergencia, para el desarrollo y protección del acueducto.

Además se desarrolla el paso 6, en el cual se generan los documentos de las diferentes etapas de la herramienta. Recuerde crear una carpeta para el archivo en Excel de GIRA, donde se guardarán automáticamente los documentos generados.



Anexo 6.1. Infografía de la guía metodológica para las sesiones de trabajo de aplicación de la herramienta Gestión Integral de Riesgo en ASADAS.



GUÍA METODOLÓGICA

para las sesiones de trabajo de la
herramienta GIRA



Pasos previos

Equipo de trabajo recomendado

- Junta directiva, personal administrativo y de fontanería de la ASADA.
- Otras organizaciones locales como asociación de desarrollo o comité cantonal de emergencias, por ejemplo.
- Si alguien no puede participar, se recomienda incorporar su criterio por otros medios.

Materiales necesarios

- Computadora con Microsoft Office versión 2016 o más reciente, específicamente Excel.
- Proyector o pantalla con conexión a la computadora.
- Herramienta GIRA, la cual es un documento de Excel.
- Manual de uso de GIRA, guía de interpretación de preguntas de los formularios, video tutoriales.

Primera sesión



Revisión e interpretación de conceptos sobre gestión integral de riesgos.

Insumos necesarios

- Planos o croquis de la ASADA. Puede dibujarse un borrador con el personal de fontanería en caso de no contar con planos.
- Datos detallados de los procesos administrativos, operativos y del estado de los componentes del sistema.

Completar los pasos

- 1 Caracterización del sistema.
- 2 Análisis de vulnerabilidades.

Segunda sesión

Completar los pasos

- 3 Análisis de amenazas. → Incluyendo la evaluación de preparativos ante emergencias.
- 4 Valoración de riesgos y prioridades.



Tercera sesión

Completar los pasos

- 5 Administración de riesgos: Planes de acción.
- 6 Generación de documentos. → Recuerde crear una carpeta para el archivo en Excel de GIRA, donde se guardarán automáticamente los documentos generados.



Anexo 7. Propuesta Plan Emergencias GIRA.



Plan emergencias GIRA

Grado de preparación ante Emergencias

b. Evaluación de preparativos



Análisis de amenazas en la subcuenca

Amenaza en la subcuenca	Clasificación	Probabilidad de impacto (rango de 1 a 4)	Componentes afectados
Exposición antropogénica	Muy alta	3,96	Todos los componentes
Sequía	Muy alta	3,85	Pozo
Terremoto / sismo	Muy alta	3,50	Tanques almacenamiento, pozo, línea de conducción y distribución.
Tormenta / inundación	Media	1,86	Pozo, oficina.
Sedimentación	Baja	0,39	Tanques almacenamiento
Incendio	Baja	0,29	Oficina, pozo, áreas de protección.
Deslizamiento	Baja	0	Tanque almacenamiento.

Nota: se propone que los componentes afectados en el documento de Excel aparezcan como una selección múltiple, cuyas opciones sean los diferentes componentes del sistema.

Nombre de la subcuenca I:	Río Sardinal
ASADAS que comparten la subcuenca	
Artolita de Sardinal de Carrillo Guanacaste, Libertad de Sardinal de Carrillo Guanacaste, Nuevo Colón de Sardinal de Carrillo Guanacaste.	
Nombre de la subcuenca II:	
ASADAS que comparten la subcuenca	

Amenazas en el Sistema

Análisis de amenazas

Seleccione solo aquellas amenazas que considera más peligrosas para la ASADA.

 TORMENTA INUNDACIÓN	 TERREMOTO SISMO	 DESLIZAMIENTO	 SEQUÍA	 ERUPCIONES VOLCÁNICAS	 INCENDIO
 DERRAME DE SUSTANCIAS TÓXICAS	 ROTURA DE TUBERÍAS	 INTERRUPCIÓN DE SUMINISTRO DE ENERGÍA	 FUERA DE CONTROL DE CALIDAD AL TERADA	 DESARROLLO URBANO NO PLANIFICADO	 VANDALISMO

Salir Guardar

Análisis de amenazas al sistema de la ASADA

Estimación del nivel de consecuencia de la amenaza

Analice el impacto de la amenaza

Complete la siguiente información que estima el costo del impacto de los daños en infraestructura y el impacto en el servicio de agua

[Costo del impacto en la infraestructura \(Reparación o sustitución\)](#)

Fuentes de abastecimiento de agua	<input type="text" value="Entre ₡1 y ₡5 Millones"/>
Líneas de conducción y distribución	<input type="text" value="Sin costo"/>
Tanques de almacenamiento	<input type="text" value="Sin costo"/>
Edificio o Bodega de la ASADA	<input type="text" value="Menor a ₡1 Millón"/>

[Estimación del impacto en el servicio de agua](#)

Porcentaje de abonados sin servicio de agua	<input type="text" value="Entre el 75%-100%"/>
Días aproximados sin servicio de agua	<input type="text" value="1 semana"/>

Costo aprox. daños en infraestructura	<input type="text" value="3750000"/>
Pérdidas comerciales:	<input type="text" value="233333,333333333"/>
Nivel de consecuencia resultante:	<input type="text" value="MODERADA"/>

AMENAZA	Nivel de exposición	Nivel de Consecuencia	Valor impacto infraestructura	Valor impacto servicio	Valor total impacto
Tormenta/Inundación	MEDIA	16% Leve	3.000.000	280.000	3.280.000
Terremoto/Sismo	MUY ALTA	45% Grave	36.000.000	1.050.000	37.050.000
Deslizamiento	N/A	41% Grave	6.000.000	700.000	6.700.000
Interrupción de suministro de energía		45% Grave	20.000.000	700.000	20.700.000
Rotura de tuberías		7% Muy leve	750.000	60.000	810.000
Incendio Forestal/Urbano	BAJA	41% Grave	10.000.000	700.000	10.700.000
Vandalismo/Sabotaje		9% Leve	4.500.000	60.000	4.560.000

Requerimientos generales para el control de emergencias



Nota: se propone que, en el documento en Excel, al hacer clic en los botones amarillos, se abran ventanas emergentes que muestren el detalle de los requerimientos para cada aspecto. En el documento PDF que se propone que sea generado por la herramienta, el texto de dichos requerimientos aparecerá tal como se muestra a continuación.

- **Comité de emergencias de la ASADA**

El comité de emergencias en un acueducto comunal tiene la función principal de poner en práctica lo establecido en el plan de emergencias, con aras de cumplir el objetivo fundamental de restablecer el servicio de abastecimiento de agua potable en las comunidades correspondientes. Las personas miembros de la Junta Directiva de la ASADA, así como el personal administrativo y de fontanería, pueden conformar este comité.

Las responsabilidades del comité de emergencias de una ASADA son:

- Actualización y mejora continua del plan de emergencias y del plan de gestión de riesgos de la ASADA.
- Búsqueda de recursos financieros para atender y recuperarse de una eventual emergencia.

- Coordinar la puesta en práctica de los procedimientos de atención y recuperación de una eventual emergencia.
- Priorizar y coordinar el uso de los recursos humanos, financieros, materiales, entre otros, antes, durante y después de una emergencia.
- Abastecer de agua potable a la comunidad con mecanismos alternativos como camiones cisterna, hasta reestablecer el servicio.
- Garantizar el abastecimiento de servicios esenciales como hospitales, clínicas, EBAIS, albergues, entre otros.

• **Evaluación de daños**

Al presentarse una emergencia, el comité de emergencias de la ASADA debe, como primera medida, realizar una inspección de campo evaluando los daños sufridos por cada uno de los componentes del sistema del acueducto. Para esto, se deben tener disponibles bitácoras de campo que cumplan un formato establecido (ver ejemplo), donde se complete información básica que permita una adecuada atención del evento y un rápido restablecimiento del servicio.

Bitácora para evaluación de daños en infraestructura			
Fecha		Hora	
Responsable			
Puesto			
Evento			
Componente del sistema			
¿El componente tiene un funcionamiento óptimo?	Sí		No
Descripción de daños			
Recursos necesarios para la reparación	Materiales	-	
	Personal	-	
Tiempo estimado de reparación / rehabilitación			
Condiciones de acceso al componente			
Otras observaciones			

<i>Recuerde tomar fotografías del componente y de los daños</i>	

- **Mecanismos de comunicación**

En el comité de emergencias de la ASADA, debe haber una persona responsable de la comunicación bajo dos enfoques:

- Con instituciones estatales, siguiendo el orden establecido en el plan de comunicación en caso de emergencias.
- Con las personas usuarias del servicio de abastecimiento; indicando detalles como los daños sufridos en el sistema, los puntos donde se abastecerá con camiones cisterna (en caso de que sea necesario), el horario de distribución, el plazo estimado para reestablecer el servicio, fotografías de los componentes afectados y reparados después de la emergencia, entre otros.

- **Suministro de recursos y maquinaria**

Con el fin de atender efectivamente la emergencia, reestableciendo el servicio cuanto antes, es recomendable que la ASADA cuente con un registro de los diferentes proveedores de materiales o servicios como el alquiler de maquinaria, ferreterías, personal para reparación de daños, entre otros.

Es necesario contar con números de teléfono, correos electrónicos, detalles de los precios, especificaciones de transporte y los costos asociados con este. Contar con acuerdos o convenios previos puede facilitar la atención efectiva de la emergencia.

Recomendaciones para la creación de protocolos de contingencia

AMENAZA:	
COMPONENTE:	



PREVENCIÓN	ATENCIÓN	RECUPERACIÓN

Amenaza:	Sequía
Componente:	Pozo
Medidas de prevención:	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de fuentes alternativas de agua. • Realizar aforos mensuales, llevar una bitácora. • Contar con personal técnico capacitado. • Evitar sobreexplotación. • Realizar pruebas de bombeo.
Medidas atención:	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar racionamiento. • Contratación de sistemas. • Capacitar al equipo técnico.
Medidas de recuperación:	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar estudios hidrológicos. • Ubicar pozos y permisos para perforar. • Buscar opción de interconexión de sistemas.

Amenaza:	Terremoto / sismo
Componente:	Pozo
Medidas de prevención:	<ul style="list-style-type: none"> • Restringir la perforación de pozos en zonas de fallamiento. • Contar con un sistema alternativo de energía. • Identificar fuentes que asistan una amenaza.
Medidas atención:	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración del sistema de bombeo y paneles de control. • Poner a funcionar los equipos de bombeo. • Suministro de agua por medio de camiones cisterna.
Medidas de recuperación:	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar fuentes alternativas de abastecimiento; nacientes y pozos en desuso. • Interconexión con otros sistemas de ASADAS y AyA.

Análisis posterior a la emergencia

Después de la ocurrencia de un evento, el plan de emergencias y los protocolos establecidos en este deben ser actualizados, con base en la experiencia adquirida. Para esto, es recomendable que, quienes conforman el comité de emergencias de la ASADA, elaboren un documento registrando la “memoria del evento”, en el que se especifique el detalle de los daños sufridos, la forma en la que fueron abordados los impactos para reestablecer el servicio, fotografías del antes y el después, así como las lecciones aprendidas. En este último apartado, se pueden establecer oportunidades de mejora en los procedimientos seguidos durante la atención de la emergencia.

Anexo 8. Propuesta de modificación de preguntas de formularios del SERSA.

Componente del sistema	Pregunta actual	Pregunta propuesta
Naciente	¿Está la naciente sin malla de protección que impide el acceso de animales y personas?	¿Cuenta la naciente con malla de protección que impida el acceso de animales y personas?
	¿Está la naciente desprotegida, abierta a la contaminación ambiental (sin caseta o sin tanque de captación)?	¿Cuenta la naciente con caseta o tanque de captación, que la proteja de la contaminación ambiental?
	¿Está la tapa de captación construida en condiciones no sanitarias y sin cierre seguro (candado o tornillo)?	¿La tapa de la captación fue construida en condiciones sanitarias y con cierre seguro (candado o tornillo)?
	¿Carece de canales perimetrales para desviar el agua de escorrentía?	¿Posee canales perimetrales para desviar el agua de lluvia (escorrentía)?
	¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	¿Cuenta la captación con respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?
Quebrada	¿Está la toma de agua desprovista de infraestructura que la proteja?	¿Cuenta la toma de agua con infraestructura que la proteja?
	¿Está el área alrededor de la toma sin cerca ni malla de protección?	¿El área alrededor de la toma cuenta con cerca o malla de protección?
	¿Está ausente el desarenador después de la toma de agua?	¿Se posee un desarenador después de la toma de agua?
Pozo	¿Carece el pozo de un canal de desagüe?	¿Cuenta el pozo con un canal de desagüe?
	¿Carece el pozo de una malla de protección?	¿Cuenta el pozo con una malla de protección?
	¿Carece el pozo de un piso de concreto que rodee?	¿Cuenta el pozo con un piso de concreto que lo rodee?
Tanque de almacenamiento	¿Carece la estructura externa de mantenimiento (pintura, limpieza, libre de hojas, musgo)?	¿La estructura externa cuenta con mantenimiento (pintura, limpieza, libre de hojas, musgo)?
	¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?	¿Se cuenta con un sistema de cloración operando adecuadamente?

Componente del sistema	Pregunta actual	Pregunta propuesta
	¿Está el nivel de agua menor que un cuarto que el volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?	¿El nivel del agua es menor a un cuarto del volumen del tanque de almacenamiento? ¿Las escaleras internas del tanque están herrumbradas?
	¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?	¿El tanque cuenta con una malla de protección en buen estado?
	¿Carece la tapa de un sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?	¿La tapa cuenta con sistema de cierre seguro (candado, cadena, tornillo)?
	¿Carece el tanque de respiraderos o tuberías de rebalse con rejillas de protección?	¿El tanque posee respiraderos o tuberías de rebalse con rejillas de protección?
	¿Carecen los tanques quiebra gradientes de tapas sanitarias?	¿Los tanques quiebra gradientes poseen tapas sanitarias?
Líneas de conducción y distribución	¿Carece de cloro residual alguna zona de la red principal de distribución?	¿Alguna zona de la red principal de distribución tiene ausencia de cloro residual?
	¿Carece de sistemas para purgar la tubería de distribución?	¿Se cuenta con sistemas para purgar la tubería de distribución?
	¿Carece de un fontanero o encargado del mantenimiento de la red?	¿La ASADA posee una persona a cargo de la fontanería o del mantenimiento de la red?
	¿Carece de un esquema del sistema de distribución (planos o croquis)?	¿Se cuenta con un esquema del sistema de distribución (planos o croquis)?

Anexo 9. Objetivos y actividades propuestos para las variables por incluir en futuras versiones de la herramienta Planes de Mejora y Eficiencia.

Eje temático	Variabes por mejorar	Objetivo	Actividades
Gestión Administrativa y Financiera	Capacidad de liquidez	Mejorar la capacidad de liquidez de la ASADA.	Solicitar asesoría al personal de contabilidad y a la Oficina Regional de Acueductos Comunales correspondiente, para planificar las medidas que permitan mejorar la capacidad de liquidez de la ASADA.
	Registros de activos	Contar con un inventario de los activos de la ASADA.	Identificar los activos con los que cuenta la ASADA, estableciendo los siguientes controles de inventario: materiales, maquinaria y equipo, infraestructura, terrenos y servidumbres.
			Establecer códigos para cada uno de los activos identificados.
			Mantener un registro de entradas y salidas de cada artículo que compone el inventario de materiales, así como el de maquinaria y equipo.
	Lista de proveedores	Mantener un registro de los proveedores utilizados por la ASADA.	Crear listado de proveedores e incluir datos como los insumos que la ASADA puede comprar con cada uno, los precios, si se cuenta o no con convenios, entre otros.
			Actualizar periódicamente el registro y analizar si hay nuevos proveedores en el mercado.
	Vehículo	Contar con un vehículo que facilite las labores operativas de la ASADA.	Valorar si la ASADA tiene la capacidad financiera para invertir en un vehículo.
			Identificar el tipo de vehículo que más se adapte a las necesidades de la ASADA.
			Incluir en el presupuesto los gastos de mantenimiento del vehículo.
	Equipo de cómputo		Presupuestar la compra del equipo de cómputo que más se adapte a las necesidades de la ASADA.

Eje temático	VARIABLES por mejorar	Objetivo	Actividades
		Optimizar los procesos de la ASADA utilizando un equipo de cómputo.	Capacitar al personal en el uso de los diferentes programas y plataformas necesarias para llevar de una mejor manera los procesos de la ASADA.
	Salarios del personal	Garantizar que el personal de la ASADA cuente con salario igual o mayor a lo establecido en la legislación vigente.	Consultar las listas de salarios establecidas en la legislación vigente (decreto del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) y solicitar asesoría en dicho ministerio para establecer los salarios del personal.
			Modificar los salarios en caso de que los actuales sean menores de lo establecido en la legislación.
	Prevención de accidentes laborales	Aplicar criterios de salud ocupacional en las labores del personal de la ASADA.	Buscar la asesoría de una persona profesional en Salud Ocupacional para la identificación de riesgos laborales, así como la creación de las medidas necesarias para prevenir accidentes y enfermedades laborales en el personal de la ASADA.
			Implementar las medidas recomendadas por el personal de Salud Ocupacional, contar con los equipos de protección personal necesarios, garantizar una adecuada hidratación y descanso para personal de fontanería y cuadrillas de trabajo.
	Gestión comercial	Nuevas conexiones	Mantener un registro anual de las nuevas conexiones al sistema.
Especificar en el registro el tipo de actividad asociada a cada nueva conexión: comercial, domiciliar, industrial, entre otros.			
Estado de micromedidores		Contar con la totalidad de los micromedidores en buen estado.	Hacer revisiones periódicas de los micromedidores instalados, para identificar unidades en mal estado.
	Reemplazar las unidades que se encuentran en mal estado o que ya cumplieron su vida útil.		
	Agua No Contabilizada	Mantener un control mensual de la cantidad de Agua No Contabilizada.	Calcular mensualmente la diferencia entre el volumen del agua producida por las fuentes de abastecimiento y el volumen cuantificado en la micromedición.

Eje temático	Variables por mejorar	Objetivo	Actividades
			Realizar inspecciones periódicas para identificar conexiones fraudulentas.
			Mantener un control estricto de las fugas en el sistema.
			Contar con un registro de los consumos autorizados por medio de hidrantes.
	Respaldo comercial	Mantener un respaldo comercial que permita una gestión transparente.	Formalizar los acuerdos y actuaciones de la ASADA en los libros correspondientes, según lo establecido en el decreto 42582. Tener a disposición de cualquier persona interesada la información comercial, en medios digitales en caso de ser posible.
Gestión comunal	Estrategia de comunicación	Crear una estrategia de comunicación que facilite los procesos de gestión la ASADA.	Identificar los actores involucrados con la ASADA, así como las necesidades de comunicación que se tiene con cada uno de ellos; por ejemplo: informar a la comunidad, articular esfuerzos conjuntos con organizaciones privadas o instituciones públicas, entre otros.
			Establecer los canales de comunicación más adecuados para cada uno de los actores identificados.
			Crear mecanismos de comunicación a lo interno de la ASADA, según las necesidades. Por ejemplo: entre la Junta Directiva y el personal o viceversa, utilizando informes, bitácoras, entre otros.
			Buscar asesoría de la Oficina Regional de Acueductos Comunales correspondientes.
	Alianzas con actores estratégicos	Crear alianzas con actores estratégicos que fortalezcan los diferentes ámbitos de gestión de la ASADA.	Identificar actores estratégicos que faciliten el cumplimiento de los objetivos de la ASADA. Participar en espacios de intercambio ya existentes como los observatorios ciudadanos del agua, comités locales de corredores biológicos, entre otros.

Eje temático	Variables por mejorar	Objetivo	Actividades
	Promoción de la igualdad de género	Promover la igualdad de género en los diferentes componentes de la gestión comunitaria del agua.	Crear espacios de intercambio con los diferentes actores identificados y articular acciones conjuntas.
			Capacitar a las personas que forman parte de la ASADA en temas de igualdad de género.
			Facilitar la participación de las mujeres en los espacios de reunión, brindando espacios cuido para las hijas, hijos o adultos mayores que estén a su cargo.
			Enfatizar en la importancia de implementar acciones que promuevan la igualdad de género en los diferentes espacios de la ASADA con la comunidad, como asambleas, campañas de educación ambiental con centros educativos, entre otros.
			Crear espacios de intercambio, donde las mujeres de la comunidad puedan comunicar sus necesidades para tener una mayor participación en la gestión comunitaria del agua y tomar en cuenta la información recopilada para generar acciones estratégicas.
	Igualdad de género en la toma de decisiones	Evitar que la toma de decisiones de la ASADA esté sesgada por estereotipos y roles de género	Garantizar que al menos un 40 % de los puestos de la Junta Directiva sean ocupados por mujeres.
			Promover que los puestos como los de presidencia, vicepresidencia y fontanería sean ocupados por mujeres, evitando así los estereotipos y roles de género.
Igualdad de género en el personal	Promover la inclusión de mujeres en actividades remuneradas.	Garantizar que al menos un 40 % de las actividades remuneradas sean desempeñadas por mujeres.	
		Capacitar a mujeres de la comunidad en actividades como labores de fontanería y administración de acueductos comunales.	
Gestión ambiental del	Eficiencia energética	Evitar consumos de energía excesivos en las	Buscar asesoría profesional para la creación de un programa de eficiencia energética acorde con las necesidades que tiene la ASADA.

Eje temático	VARIABLES POR MEJORAR	Objetivo	Actividades
recurso hídrico		diferentes actividades operativas de la ASADA.	Incluir la aplicación de las medidas establecidas en el programa de eficiencia energética en los planes de trabajo de la ASADA.
	Tarifa de Protección del Recurso Hídrico	Contar con fondos para financiar proyectos relacionados con la protección del recurso hídrico.	Solicitar acompañamiento técnico de la ARESEP y la Oficina Regional de Acueductos Comunales correspondiente para iniciar el proceso.
			Verificar que la ASADA cumpla con todos los requisitos establecidos para optar por la TPRH, y si es necesario, realizar las gestiones necesarias para cumplirlos.
			Elaborar un plan quinquenal donde se detalle los proyectos que desean ser financiados por la TPRH, el impacto esperado, su justificación, priorización y el detalle de los costos. Consultar catálogo con tipología de proyectos sugeridos por ARESEP.
			Utilizar las herramientas facilitadas por la ARESEP para realizar el cálculo tarifario.
			Solicitar aprobación de la TPRH e iniciar con su cobro.
	Zona de recarga de las fuentes	Identificar la zona de recarga de la(s) subcuenca(s) donde se ubica la ASADA.	Contratar los servicios necesarios para la elaboración de un Estudio Hidrogeológico para determinar las zonas de recarga acuífera.
			Crear estrategias o actividades para incidir en la protección de estas zonas.
			Buscar mecanismos de financiamiento para comprar terrenos que formen parte de la zona de recarga acuífera, en caso de que sea posible.
	Actividades de conservación	Promover o realizar actividades de	Identificar las actividades y usos de suelo que representen un mayor riesgo de afectación al acuífero (sobreexplotación, contaminación, entre otros).

Eje temático	VARIABLES POR MEJORAR	Objetivo	Actividades
		conservación en la zona de recarga acuífera.	<p>Crear alianzas estratégicas con los actores involucrados para generar en conjunto medidas que disminuyan el riesgo de afectación identificado previamente, buscar asesoría si es necesario.</p> <p>Obtener fuentes o mecanismos de financiamiento para las medidas requeridas, aplicarlas y dar seguimiento.</p>
Gestión de los sistemas de agua	Planos del sistema	Mantener actualizados los planos del sistema.	Incluir en los planos las modificaciones que se le han realizado al sistema, actualizando al menos una vez al año o después de cambios sustanciales.
			Especificar nuevos componentes, sus especificaciones técnicas, materiales, accesorios, vida útil, entre otros.
	Interconexión entre sistemas	Interconectar el sistema con otros que permitan mejorar la capacidad hídrica o abastecer en caso de emergencias.	Identificar si la interconexión con otros sistemas propios o externos es viable, así como los beneficios que esto le traería a las partes interesadas.
			Incluir la interconexión de los sistemas en el plan de trabajo y presupuesto de la ASADA.
	Plan de mantenimiento preventivo	Contar con un plan de mantenimiento preventivo que evite el deterioro prematuro de los componentes del sistema.	Crear un plan de mantenimiento preventivo tomando como base lo establecido en el reglamento de normas técnicas y procedimientos para el mantenimiento preventivo de los sistemas de abastecimiento de agua.
			Consultar a los proveedores las necesidades específicas de mantenimiento preventivo de los diferentes componentes del sistema.
Utilizar bitácoras que permitan registrar el cumplimiento de cada actividad en el periodo establecido.			
Datos espaciales de los componentes del sistema	Identificar la referencia geográfica de cada componente del sistema.	Solicitar asesoría e información a la Oficina Regional de Acueductos Comunales, academia, FLU, entre otros, sobre aplicaciones móviles que faciliten el levantamiento de los	

Eje temático	Variables por mejorar	Objetivo	Actividades
			<p>datos al personal de la ASADA, por ejemplo: Mobile Topographer, KoBo Toolbox, entre otras.</p> <p>Asegurarse de que los datos sean exportados en un formato compatible con plataformas como Google Earth y My Maps (.kml), así como con Sistemas de Información Geográfica en formato .shp. En caso de que una persona profesional realice el levantamiento, se deben solicitar los datos en estos formatos.</p> <p>Capacitar al personal de la ASADA en la visualización y manejo de datos espaciales, con el fin de darles un mayor uso y actualizarlos cuando sea necesario. Pueden tomarse en cuenta plataformas gratuitas como Google Earth, My Maps, ArcGIS Online, entre otras.</p>
	Notificación de interrupciones programadas	Informar a la comunidad las suspensiones programadas en el servicio.	<p>Contar con canales de comunicación efectivos para informarle a la comunidad sobre la interrupción programada con 48 horas de antelación.</p> <p>Especificar en el comunicado el área y población que serán impactadas, el tipo de afectación, la duración estimada de la suspensión, las razones de la interrupción en el servicio y las medidas recomendadas para las personas usuarias.</p> <p>En caso de que el servicio se suspenda por más de 8 horas, la ASADA debe utilizar mecanismos alternativos como camiones cisterna para abastecer necesidades básicas de la comunidad.</p>
	Notificación de interrupciones ante imprevistos	Informar a la comunidad las suspensiones no programadas en el servicio.	<p>Contar con canales de comunicación efectivos para informarle a la comunidad la razón de la interrupción antes de transcurran 4 horas de ocurrido el incidente.</p> <p>Especificar en el comunicado el área y población que serán impactadas, el tipo de afectación, la duración estimada de la</p>

Eje temático	VARIABLES por mejorar	Objetivo	Actividades
			<p>suspensión, las razones de la interrupción en el servicio y las medidas recomendadas para las personas usuarias.</p> <p>Actualizar el comunicado cada cierto tiempo para informar la evolución de las reparaciones o medidas de respuesta implementadas.</p> <p>En caso de que el servicio se suspenda por más de 8 horas, la ASADA debe utilizar mecanismos alternativos como camiones cisterna para abastecer necesidades básicas de la comunidad.</p>
Gestión saneamiento	Cobertura de alcantarillado sanitario	Aumentar la cobertura del alcantarillado sanitario en la comunidad.	Solicitar asesoría para el diseño del alcantarillado sanitario faltante. Puede considerarse a la Oficina Regional de Acueductos Comunales correspondiente, alguna alianza con la academia, o la contratación de una persona profesional.
			Contar con un presupuesto que detalle el costo de las obras diseñadas y recaudar los fondos necesarios.
	Bitácora de mantenimiento PTAR	Contar con datos actualizados del mantenimiento realizado al STAR.	Crear una bitácora que permita llevar un registro de las labores de mantenimiento realizadas en el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.
			Capacitar al personal en el uso de la bitácora y mantener registros diarios o periódicos según corresponda.
			Anotar en la bitácora cualquier incidente o anomalía encontrada.
	Programa de mantenimiento preventivo	Contar con un plan de mantenimiento preventivo que evite el deterioro prematuro de los componentes del sistema.	Contar con un manual de operación y mantenimiento del sistema, que cumpla como mínimo los apartados detallados en el artículo 29 del Decreto Ejecutivo 31545; y que incluya un apartado donde se detallen las labores necesarias para un adecuado mantenimiento preventivo.

Eje temático	Variables por mejorar	Objetivo	Actividades
			Consultar a los proveedores las necesidades específicas de mantenimiento preventivo de los diferentes componentes del sistema.
			Solicitar la aprobación del manual de operación y mantenimiento del sistema ante el Ministerio de Salud.
	Capacitación del personal	Asegurar una óptima operación del STAR.	Asegurarse de que el perfil de las personas contratadas cumple con lo necesario para realizar las actividades detalladas en el manual de operación y mantenimiento del sistema.
	Capacitar al personal periódicamente y evaluar el cumplimiento de las labores necesarias para un funcionamiento óptimo del sistema.		
	Sistemas alternativos para el tratamiento de aguas residuales	Utilizar sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales para las aguas grises (lavabos, duchas, lavadora) de la comunidad.	Buscar asesoría para determinar la viabilidad de la utilización de sistemas alternativos de tratamiento como los humedales artificiales (biojardineras) en la comunidad y definir sitios para la construcción de proyectos piloto.
			Involucrar a personas de la comunidad en el proceso de construcción de los humedales artificiales y capacitarles para que puedan operar y brindarles un mantenimiento óptimo a los sistemas.
			Reusar el agua del efluente de los humedales artificiales en otras actividades como el mantenimiento de jardines o el abastecimiento de servicios sanitarios.
			Darle un seguimiento periódico a los sistemas para asegurar que estén en condiciones adecuadas de operación y mantenimiento, así como identificar oportunidades de mejora a tomar en cuenta en futuros proyectos.