

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE QUÍMICA  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería  
Ambiental

**“Plan de mejoras para el acueducto de la ASADA Suerre, Jiménez, Pococí, Limón”**

Sofía de los Ángeles Ramírez Vargas

CARTAGO, octubre, 2021



Este trabajo tiene una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License .



## **“Plan de mejoras para el acueducto de la ASADA Suerre, Jiménez, Pococí, Limón”**

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado de licenciatura

### **Miembros del tribunal**

---

**Ing. Macario Pino Gómez**  
**Director**

---

**M.Sc. Jorge Calvo Gutiérrez**  
**Lector 1**

---

**Ing. María José Araya Leitón**  
**Lector 2**

---

**Dra.ir. Mary Luz Barrios Hernández**  
**Coordinador COTRAFIG**

---

**PhD. Ricardo Coy Herrera**  
**Directora Escuela de Química**

---

**M.Sc. Ana Lorena Arias Zúñiga**  
**Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambient**



## **DEDICATORIA**

*A mis padres, Kathia Vargas y Mario Ramírez, mi pareja Walter Guzmán, mi hijo adorado Walter y mis hermanos. Por todo el apoyo, paciencia, y amor que me han brindado siempre.  
¡ESTE LOGRO TAMBIÉN ES PARA USTEDES, LOS AMO!*



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme disfrutar y vivir de este proceso, a él su honra y gracia.

A mi familia y la familia de mi pareja que estuvieron en todo este proceso. ¡Gracias infinitas por todo el apoyo, compañía y cariño!

A mis amigos y conocidos que estuvieron en alguna parte de este proceso. En especial a Fabricio Leandro, Maryan Hidalgo, Mariam Leandro, Sofía Fallas, Christie Rodríguez. ¡Gracias por todo el apoyo, compañía y cariño!

A la ASADA de Suerre por la ayuda brindada, por recibirme y atenderme de la mejor manera durante el tiempo que realicé el trabajo final de graduación.

A mi profesor tutor Macario Pino por el acompañamiento, dedicación, guía y todo el conocimiento brindado durante el proyecto de graduación.

A mis lectores, el profesor Jorge Calvo y la ingeniera ambiental María José Araya por el acompañamiento, dedicación, guía.

A todos mis profesores por todo el conocimiento brindado en estos años de aprendizaje que me permiten hoy optar por ser una ingeniera ambiental.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
2.1.1 Objetivo general	14
2.1.2 Objetivos específicos	14
<b>3. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>15</b>
3.1 <i>Generalidades del recurso hídrico</i>	15
3.2 <i>Efectos del cambio climático en el recurso hídrico</i>	15
3.3 <i>Situación actual del recurso hídrico en Costa Rica</i>	16
3.3.1 Asociaciones Administradoras de Sistemas de acueductos y Alcantarillados	18
3.3.1.1 Normativa	19
3.4 <i>Sistema de abastecimiento de agua potable</i>	20
3.4.1 Captaciones	20
3.4.2 Líneas de conducción	21
3.4.3 Tanques de almacenamiento	21
3.4.4 Redes de distribución	21
3.4.5 Desinfección	21
3.5 <i>Oferta y demanda hídrica</i>	22
3.6 <i>Evaluación del sistema de abastecimiento de agua</i>	22
3.6.1 Gestión Integral de Riesgos en ASADAs (GIRA)	22
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>23</b>
4.1 <i>Lugar de estudio</i>	23
4.2 <i>Descripción del acueducto</i>	24
4.3 <i>Oferta del recurso hídrico</i>	25
4.4 <i>Demanda actual del recurso hídrico</i>	26
4.5 <i>Proyección de la demanda futura del recurso hídrico</i>	26
4.5.1 Proyección poblacional	26
4.5.2 Cálculo del consumo futuro	27
4.5.3 Proyección de almacenamiento	29
4.6 <i>Interpretación del balance hídrico</i>	30

4.7	<i>Calidad del agua</i>	31
4.8	<i>Descripción y evaluación de los componentes del acueducto</i>	31
4.9	<i>Medidas de mejora para los componentes del acueducto</i>	33
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>33</b>
5.1	<i>Oferta del recurso hídrico</i>	33
5.2	<i>Demanda del recurso hídrico</i>	35
5.3	<i>Proyección de la demanda futura del recurso hídrico</i>	36
5.3.1	Proyección poblacional	36
5.3.2	Cálculo del consumo futuro	37
5.3.3	Proyección de almacenamiento	38
5.4	<i>Interpretación del balance hídrico</i>	40
5.5	<i>Calidad del agua</i>	43
5.6	<i>Descripción y evaluación de los componentes del acueducto</i>	45
5.6.1	Fuentes de abastecimiento	45
5.6.1.1	F1 Suerre	45
5.6.1.2	F2 Calle Uno Tablón	46
5.6.2	Tanques de almacenamiento	47
5.6.2.1	Tanque de almacenamiento N°1 Suerre	47
5.6.2.2	Tanque de almacenamiento N°2 Suerre	47
5.6.2.3	Tanque de almacenamiento Calle Seis	48
5.6.2.4	Tanque de almacenamiento Calle Uno	48
5.6.2.5	Tanque de almacenamiento Calle Tablón	48
5.6.3	Líneas de conducción	49
5.6.3.1	Línea de conducción sistema F1 Suerre	49
5.6.3.2	Línea de conducción sistema F2 Calle Uno Tablón	50
5.6.4	Redes de distribución	51
5.6.4.1	Redes de distribución del sistema F1 Suerre	51
5.6.4.2	Redes de distribución del sistema F2 Calle Uno Tablón	51
5.6.5	Tanques quiebra gradientes	51
5.6.5.1	Tanque quiebra gradiente N°1 Suerre	51
5.6.5.2	Tanque quiebra gradiente N°2 Suerre	52

5.6.5.3	Tanque quiebra gradiente N°1 Calle Seis	52
5.6.5.4	Tanque quiebra gradiente N°2	52
5.6.5.5	Tanque quiebra gradiente N°3 Calle Uno	52
5.6.5.6	Tanque quiebra gradiente N°4 Calle Uno	53
5.6.5.7	Tanque quiebra gradiente N°1 Calle Tablón	53
5.6.6	Cloración	55
5.6.6.1	Cloración del sistema F1 Suerre	55
5.6.6.2	Cloración del sistema F2 Calle Uno Tablón	55
5.7	<i>Medidas de mejora para las estructuras del acueducto</i>	57
5.7.1	Fuentes de abastecimiento	57
5.7.2	Tanques de almacenamiento	57
5.7.3	Líneas de conducción y redes de distribución	57
5.7.4	Tanques quiebra gradientes	58
5.7.5	Otros aspectos para tomar en cuenta en la operación del acueducto	58
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>59</b>
6.1	<i>Conclusiones</i>	59
6.2	<i>Recomendaciones</i>	60
<b>7.</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>61</b>
	<b>APÉNDICES</b>	<b>65</b>
	<b>Apéndice 1: Registro de caudales 2019-2021 por parte de la ASADA de Suerre</b>	<b>67</b>
	<b>Apéndice 2: Aforos realizados en la zona de captación en el marco de la investigación</b>	<b>68</b>
	<b>Apéndice 3: Ficha a utilizar para realizar aforos</b>	<b>69</b>
	<b>Apéndice 4: Software CISA para obtener los consumos de los usuarios</b>	<b>70</b>
	<b>Apéndice 5: Resultados del balance hídrico</b>	<b>71</b>
	<b>Apéndice 6: Proyecciones para la ASADA de Suerre</b>	<b>75</b>
	<b>Apéndice 7: Registro del control operativo realizado por la ASADA</b>	<b>77</b>
	<b>Apéndice 8: Evaluación SERSA</b>	<b>80</b>

<b>ANEXOS</b>	<b>100</b>
<b>Anexo 1: Niveles de control de calidad de agua potable</b>	<b>101</b>
<b>Anexo 2: Informe de resultados químicos N1</b>	<b>105</b>
<b>Anexo 3: Informe de resultados químicos N2 y N3</b>	<b>107</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1. Ubicación de Jiménez y del lugar de estudio. (Elaborado a partir del Atlas Digital (TEC, 2014).)	23
Figura 4.2. Esquema general del sistema F1 Suerre. Tomado de Ana Maritza Barahona Martinez, (2010).	24
Figura 4.3. Esquema general del sistema F2 Calle Uno Tablón. Tomado de Ana Maritza Barahona Martinez, (2010).	25
Figura 5.1. Comportamiento del caudal anual de la ASADA de Suerre.	34
Figura 5.2. Ubicación de los principales componentes de la ASADA. Elaborado a partir del Atlas Digital (TEC,2014).	45
Figura 5.3. Cerramiento de la estructura de captación F2 Calle Uno Tablón dañado.	47
Figura 5.4. Tanques de almacenamiento del sistema F1 Suerre con sedimentos.	49
Figura 5.5. Tubería de conducción de la ASADA de Suerre.	50
Figura 5.6. Tapas de los tanques quiebra gradientes del sistema F1 Suerre herrumbradas.	54
Figura 5.7. Tanques quiebra gradientes sin acera perimetral.	54
Figura 5.8. Cloración del sistema F1 Suerre.	55
Figura 5.9. Cloración del sistema F1 Suerre.	56

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 3.1. Normas asociadas con el uso de agua en Costa Rica. (Tomado de Ureña, 2016) .....	17
Cuadro 4.1. Calificación de riesgo según el valor obtenido. Tomado de Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015) .....	32
Cuadro 5.1. Caudales reportados por la ASADA para cada una de las captaciones .....	34
Cuadro 5.2. Consumo promedio mensual de la ASADA Suerre.....	36
Cuadro 5.3. Tasa de crecimiento poblacional geométrico para la comunidad de Jiménez ..	37
Cuadro 5.4. Tasa de crecimiento poblacional geométrico para la comunidad de Jiménez ..	37
Cuadro 5.5. Tasa de crecimiento poblacional geométrico para la comunidad de Jiménez ..	38
Cuadro 5.6. Proyecciones de almacenamiento para la ASADA de Suerre .....	39
Cuadro 5.7. Proyecciones de almacenamiento para la ASADA de Suerre .....	39
Cuadro 5.8. Resumen del balance hídrico del sistema F1 Suerre .....	40
Cuadro 5.9. Resumen del balance hídrico del sistema F2 Calle Uno Tablón .....	40
Cuadro 5.10. Estimación de la disponibilidad del recurso hídrico del sistema Suerre.....	41
Cuadro 5.11. Estimación de la disponibilidad del recurso hídrico del sistema Calle Uno Tablón.....	42
Cuadro 5.12. Control operativo realizado el mes de agosto por el personal de fontanería ..	44
Cuadro 5.13. Resumen de riesgo SERSA para las fuentes de abastecimiento de la ASADA de Suerre .....	46
Cuadro 5.13. Resumen de riesgo SERSA para los tanques de almacenamiento de la ASADA de Suerre .....	48
Cuadro 5.14. Resumen de riesgo SERSA para las líneas de conducción de la ASADA de Suerre.....	50
Cuadro 5.15. Resumen de riesgo SERSA para las líneas de conducción de la ASADA de Suerre.....	53
Cuadro 5.16. Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA de Suerre .....	56

## LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACTo	Área de conservación Tortuguero
ANC	Agua no contabilizada
ASADA	Asociaciones Administradoras de sistemas de acueductos comunales
ARESEP	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
AyA	Acueductos y alcantarillados
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CISA	Corporación Internacional de Servicios Administrativos
CO	Control operativo
ESPH	Empresa de servicios públicos de Heredia
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica
MINAE	Ministerio del Ambiente y Energía
MINSA	Ministerio de Salud
N1	Nivel primario
N2	Nivel secundario
N3	Nivel terciario
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
Qmd	Caudal medio diario
QMD	Caudal máximo diario
QMH	Caudal máximo horario
VA	Valor alerta
VAM	Valor máximo admisible
VI	Volumen incendios
VR	Volumen regulación
VRI	Volumen de reserva por interrupciones

## **RESUMEN**

La falta de asesoría técnica, pobre gestión financiera y administrativa, infraestructura deficiente y escasa capacidad e incidencia en contrarrestar los diferentes riesgos debido al cambio climático, además del aumento de la población han llevado a que las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos Comunales presenten diferentes problemas a la hora de gestionar el recurso hídrico, es por esta razón que se planteó este estudio para la evaluación de la capacidad actual, valorando si es suficiente para abastecer a la población actual y futura de la ASADA Suerre, ubicada en Jiménez, Pococí, Limón. Adicionalmente, se procedió a valorar el riesgo de los componentes del acueducto y la gestión de la ASADA en la prestación del servicio, para lo cual se evaluaron las estructuras del sistema desde la captación de las aguas, pretratamiento, conducción, sistema de potabilización, desinfección y almacenamiento. El proceso requirió del análisis de la información disponible; en archivos, visitas de campo, medición de caudales, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, georreferenciación de las estructuras, determinación del consumo de agua actual y futuro, además de la evaluación de los componentes del acueducto, para establecer los riesgos presentes. A partir de esto, se determinó que las fuentes de abastecimiento de la ASADA cuentan con suficiente recurso hídrico, para abastecer a la comunidad de Suerre; se propone instalar un tanque de almacenamiento ya que con la capacidad actual no se almacena lo suficiente para interrupciones, incendios y se propone un plan de mejoras para las estructuras del acueducto.

**Palabras clave:** ASADA, balance hídrico, demanda hídrica, oferta de recurso hídrico, riesgos ambientales, SERSA

## **ABSTRACT**

The communal associations for water supply systems in Costa Rica (ASADAS for its acronym in Spanish) face several issues influencing their hydric resource management. It includes poor technical advice, financial/administrative management, and inadequate infrastructure, limiting the institutions' responses to climate change incidences and population development. This study focused on evaluating the ASADA Suerre, located in Jiménez, Pococí, Limón, on assessing whether the institution can properly supply the current and future population. Therefore, calculations for current and future water demands were applied. Either administrative component of the aqueduct and the management of the ASADA as drinking water providers were considered. The process required analyzing the available information, including archives revision and fieldwork. Moreover, the whole water system's structure was assessed, including the source, pretreatment, transport, disinfection, and final storage. Flow measurement, physicochemical /microbiological water parameters, georeferencing were performed. As a result, it was determined that the ASADA has enough water to supply the community of Suerre. However, they are recommended to install a storage tank to provide enough water to respond to fires and avoid service interruptions. A plan for structure improvements was also provided

**Key words:** Supply of water resources, demand for water resources, ASADA, water balance, environmental risks, SERSA



## 1. INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental, para el crecimiento socioeconómico, la producción de alimentos, los ecosistemas y la supervivencia de los seres humanos, por lo que, uno de los grandes retos identificados alrededor del planeta es el acceso seguro al agua y el saneamiento básico para toda la población mundial. Lo anterior, se contempla en la Agenda 2030, que en sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) plantea en el sexto garantizar la disponibilidad de agua, gestión sostenible y saneamiento para todos (ONU, n.d.).

La disponibilidad de agua en los países latinoamericanos es alta, poseen el 33% de los recursos hídricos del planeta tierra. Sin embargo, prácticas y gestiones inadecuadas, ausencia de protección, conservación del recurso y la falta de inversión en infraestructura resultan, en estrés hídrico o constantes racionamientos (Vargas Barrantes & Marín Alfaro, 2016).

En Costa Rica existe gran riqueza hídrica, sin embargo, es latente la presión en la demanda de este recurso debido al aumento en la población, el crecimiento urbanístico e industrial, actividades agrícolas, pecuarias y turísticas. Adicionalmente, la oferta del recurso hídrico se ve afectada por la contaminación y carencias en las infraestructuras de los sistemas de abastecimiento de agua (Astorga & Angulo, 2013). Actualmente el 47,2% del agua es suministrada por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), el 14,3% por las municipalidades, el 4,6% por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y 29,9% por Asociaciones administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales (ASADA); utilizando cañería en un 99,5% de la cual el 91,8% es de calidad potable y 97,6% con agua intradomiciliaria ( Mora-Alvarado & Portuguez-Barquero, 2018). Existen aproximadamente 1500 ASADAs, son organizaciones comunales, constituidas como asociaciones que, por delegación del rector estatal en materia de agua potable y saneamiento (AyA), realizan las acciones de administración, operación, mantenimiento de los sistemas de acueductos y alcantarillados, en aquellas comunidades donde el AyA, y el gobierno local no presten los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento (Monge et al., 2013). Algunos estudios recientes, como el realizado en Costa Rica por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), encontró que los principales problemas que presentan las ASADAs son: la mala calidad del agua, cortes frecuentes del servicio, falta de asesoría técnica, pobre gestión financiera y administrativa, infraestructura deficiente y escasa

capacidad e incidencia en contrarrestar los diferentes riesgos debido al cambio climático, el aumento de la población y falencias en las instituciones (Gentes & Madrigal, 2009).

Según los análisis efectuados por la Intendencia de agua de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) en colaboración con el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional, se determinó que en la mayor parte de los acueductos comunales se presentan situaciones de vulnerabilidad sanitaria de bajas a intermedias en las fuentes, tanques de almacenamiento y redes de conducción y distribución. Entre el 10% y 15% de los acueductos rurales presentan vulnerabilidades altas o muy altas por la poca capacidad operativa para brindar un mantenimiento, poniéndose en peligro la calidad del agua suministrada (ARESEP, n.d.).

El Área de Conservación Tortuguero (ACTo), ubicado en la región Atlántica de Costa Rica, tiene un total de 27 manantiales con aprovechamiento del recurso hídrico, 18 de ellos están a cargo de las ASADAs, lo que evidencia el papel protagónico de estas asociaciones en la gestión del agua a nivel local. En el cantón de Pococí y su cabecera funcionan varias ASADAs, dentro de ella la de Suerre, todas utilizan el agua proveniente de manantiales que afloran de los acuíferos de Guácimo y Pococí que abastecen de agua a los cantones que llevan el mismo nombre (Birkel Dostal, 2017). Esta área tiene una precipitación anual promedio de 5500 mm, posee gran variedad de especies forestales, de mamíferos y aves. Pese a su gran importancia en términos ambientales y de aprovisionamiento de agua para las comunidades, la zona protectora (ZP) de los acuíferos de Pococí y Guácimo presenta un alto grado de vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas, por factores como la deforestación, la agricultura y la ganadería (González P, 2012).

Bajo este panorama, y teniendo en cuenta que las ASADAs han asumido la responsabilidad de las diferentes gestiones que implican la operación, gestión comercial, administrativa, financiera, entre otras de los sistemas de agua, por lo anterior se pretende realizar en este estudio denominado Plan de Mejoras para la ASADA Suerre, Jiménez de Pococí, Limón fundada desde 1996, que dota de agua aproximadamente a 4 655 habitantes de las zonas de Suerre, Calle Uno Tablón. Para poder establecer esta ruta se calcula la oferta y demanda de la ASADA, lo anterior, con el fin de determinar la cantidad de agua que poseen, para determinar si se puede satisfacer a la comunidad de Jiménez; como herramienta se usó el “Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud” (SERSA), para lograr identificar los

potenciales riesgos del sistema de abastecimiento, el cual consta de dos sistemas independientes, para posteriormente desarrollar un plan de acciones para mejorar el acueducto rural.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.1 Objetivo general**

Implementar un plan de mejoras para el acueducto de la ASADA Suerre de Jiménez, Pococí, Limón

### **2.1.2 Objetivos específicos**

1. Determinar la oferta, demanda y calidad del recurso hídrico actual y su proyección durante 20 años.
2. Realizar una evaluación de los riesgos ambientales en cada uno de los componentes del sistema de acueducto.
3. Proponer acciones y actividades para la mejora de los componentes del sistema de acueducto.

### **3. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 GENERALIDADES DEL RECURSO HÍDRICO**

El agua es el mayor patrimonio que tiene la humanidad, pero es uno de los recursos naturales sometidos a mayor presión, de manera que cada vez es más escaso y alterado. El abastecimiento de agua no sólo es necesario para sostener la vida en la Tierra, sino que sirve de insumo para diferentes actividades humanas; además su conservación y óptima utilización es de gran importancia en términos de desarrollo económico (Vargas Barrantes & Marín Alfaro, 2016).

El crecimiento de la población, el desarrollo económico, los cambios en los patrones de consumo, la intensificación de la producción agrícola y la expansión de las ciudades, generarán un aumento sustancial de la demanda de agua (Wada & Bierkens, 2014) mientras que la disponibilidad de agua se vuelve más errática e incierta (UNU-INWEH/CESPAP, 2013); (FAO, 2017); (IPCC, 2018). Los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento, incluidas las instalaciones de potabilización de agua y tratamiento de aguas residuales, pueden ser altamente vulnerables a posibles cambios en los parámetros hidroclimáticos (UNESCO ONU, 2020).

La Agenda 2030 contempla el agua como un factor de enlace esencial, pero (a menudo), no reconocido para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El agua es esencial para las necesidades humanas básicas, como se describe en los ODS sobre los derechos humanos al agua y el saneamiento para todos (ODS 6, 5), pero también para los ecosistemas marinos (ODS 14) y terrestres (ODS 15), para la producción de alimentos (ODS 2) y energía (ODS 7), apoyar los medios de subsistencia (ODS 8) y la industria (ODS 9, 12) y proporcionar entornos sostenibles y saludables para vivir (ODS 1, 3, 11) (Harum et al., 2018).

#### **3.2 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RECURSO HÍDRICO**

El cambio climático se manifiesta, entre otros aspectos, en el aumento de la frecuencia y magnitud de los fenómenos extremos, como las olas de calor, las precipitaciones sin precedentes, las tormentas y las marejadas ciclónicas. Por lo que la calidad del agua se verá

afectada negativamente por el aumento de sus temperaturas, la menor cantidad de oxígeno disuelto y, por consiguiente, la menor capacidad de autodepuración de los depósitos de agua dulce. Las inundaciones y una mayor concentración de contaminantes durante las sequías aumentarán el riesgo de polución del agua y de contaminación patogénica. También corren peligro muchos ecosistemas, en especial los bosques y los humedales. La degradación de los ecosistemas no solo producirá una pérdida de biodiversidad, también afectará la disponibilidad de servicios de ecosistema que dependen del agua, como su potabilización, la captación y almacenamiento del carbono, la protección natural contra las inundaciones, así como el suministro de agua para la agricultura, la pesca y el ocio (UNESCO ONU, 2020)

### 3.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO EN COSTA RICA

En Costa Rica existen instituciones que conforman el sistema hídrico en temas de agua potable además de sus roles, con respecto a la función de rectoría técnica es ejercida a través de tres entidades: El AyA, las funciones van desde la definición de política y establecimiento de normas técnicas, hasta la dirección, administración y operación de la mayoría y de los principales sistemas de acueducto y alcantarillado del país; Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), le corresponde disponer y resolver sobre el dominio, aprovechamiento, utilización, gobierno y vigilancia de las aguas a nivel nacional, pudiendo otorgar entre otros usos, concesiones de aprovechamiento para consumo humano, función que ejerce por medio de la Dirección de Agua; Ministerio de Salud (MINSAL), le corresponde realizar todas aquellas acciones que orienten a la conservación y mejoramiento del ambiente humano, cuyo objetivo principal es la salud de las personas. En definitiva, es la instancia que le corresponde determinar y controlar la calidad del agua que se suministra a la población (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2016).

Con respecto a la función de regulación, entendida como la capacidad de establecer normas dirigidas a regular el funcionamiento de los sistemas de acueductos, es ejercida a través de cuatro entidades: AyA, en cuanto a la promulgación de normas y reglamentos técnicos referentes a sistemas de agua potable y saneamiento; MINAE, en la promulgación de reglamentos y normas atinentes al uso y aprovechamiento del recurso hídrico, así como en temas de calidad de aguas residuales; MINSAL, en regulación de normas de calidad del agua; y la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), en temas de regulación

económica (aprobación tarifaria), así como en cuanto a la calidad de prestación de los servicios públicos de agua potable (AyA, 2017b).

Por otra parte, en cuanto a la función de la prestación directa del servicio está constituida por cuatro instituciones: AyA, debe aprobar los proyectos de construcción, ampliación o modificación de todos los sistemas de abastecimiento de agua potable. Además, puede ejercer el control de las obras ejecutando las inspecciones que considere necesarias para verificar que se están siguiendo los planes aprobados, lo cual es obligatorio cuando se trate de fraccionamiento, urbanización, lotificación o cualquier construcción; ASADAs, su principal responsabilidad es la construcción, administración, operación y mantenimiento de los acueductos rurales (ejerciendo tal función por delegación del AyA, como ente legalmente responsable de esos servicios, encontrándose subordinadas a las potestades de AyA), así como la conservación y aprovechamiento racional de las fuentes de agua; ESPH S.A. , fue creada con el objeto de facilitar y agilizar las actividades comerciales y contractuales de la Empresa, para mejorar la prestación de sus servicios, pero rescatando y manteniendo su carácter público. Tiene, entre otros fines, unificar esfuerzos para satisfacer las necesidades de agua potable y asumir la conservación, administración y explotación racional de los recursos hídricos en la región de Heredia.; Municipalidades, tienen a su cargo la administración plena de los sistemas de abastecimiento de agua potable que tradicionalmente han estado bajo su competencia al momento de crearse el AyA siempre y cuando mantuvieran un servicio eficiente y con excepción de aquellos acueductos ubicados en el Área Metropolitana que deben ser administrados en forma exclusiva por el AyA (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2016).

En Costa Rica existen algunas normas asociadas al uso del agua la cual se detalla en el cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1. Normas asociadas con el uso de agua en Costa Rica. (Tomado de Ureña, 2016)**

<b>Normativa</b>	<b>Año</b>	<b>Ventajas</b>
Ley Orgánica del Ambiente N° 7554	1995	Fue creada para cumplir con el artículo 50 de la Constitución Política, de dotar a costarricenses, de instrumentos y criterios para alcanzar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Sobre el uso del agua, establece que se debe: a) Proteger, conservar y, en lo posible, recuperar los ecosistemas acuáticos y los elementos que intervienen en el ciclo hidrológico.

		<p>b) Proteger los ecosistemas que permiten regular el régimen hídrico.</p> <p>c) Mantener el equilibrio del sistema de agua, protegiendo cada uno de los componentes de las cuencas hidrográficas.</p>
Ley Forestal N° 7575	1996	<p>Establece las zonas protectoras a cuerpos de agua:</p> <p>a) Nacientes permanentes: radio de cien metros medidos de modo horizontal.</p> <p>b) Ríos, quebradas y arroyos: - Quince metros horizontales de toda la ribera, en zona rural, en terreno plano. - Diez metros horizontales de toda la ribera, en zona urbana, en terreno plano. - Cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado en cualquier zona.</p> <p>c) Riberas de los lagos y embalses naturales o artificiales estatales: cincuenta metros horizontales. d) Áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, requieren un reglamento específico.</p>
Ley de Aguas N° 276	2005	<p>Establece condiciones del uso del agua, en todos los tipos de sistemas y denominaciones.</p> <p>Extiende el radio de protección a doscientos metros, en sitios de tomas y captación de agua para abastecimiento humano</p>
Canon de aprovechamiento de agua N°32868 y sus reformas	2005	<p>Se conoce como un instrumento económico para regular la extracción de agua.</p> <p>Establece que se debe tener una concesión para poder dar un aprovechamiento a una fuente de agua, sea superficial o subterránea. Los usos que regula son: consumo humano, industrial, agroindustrial, comercial, fuerza hidráulica, turismo, acuicultura y agropecuario.</p> <p>El canon es un monto que se calcula para cada uso, contempla costos de monitoreo, investigación y conservación de ecosistemas en el sistema hídrico que ha sido impactado por la extracción y uso del agua. Las concesiones y pagos del canon se establecen sobre un plazo estimado, es decir, pueden vencerse.</p>

### 3.3.1 Asociaciones Administradoras de Sistemas de acueductos y Alcantarillados

Es la Asociación Administradora del Acueducto Comunal, que surge de un acuerdo entre varios (as) vecinos (as), que ponen en común y de manera permanente, sus conocimientos y/o actividades para cooperar en la administración, mantenimiento, operación y desarrollo de un acueducto comunal, convirtiéndose en una organización privada prestataria de un servicio público, por delegación del AyA, sin fines de lucro, regidas por la Ley de Asociaciones No. 218 (Subgerencia Gestión de Sistema Comunales-ICAA, 2008). Los Acueductos Comunales o ASADAs atienden así al 29.9% de la población costarricense, lo que las convierte, en su conjunto, en el segundo operador de agua potable y saneamiento en Costa Rica, solo por detrás del AyA (CONARE, n.d.). Los fines de una ASADA son:

1. La construcción, administración, operación, mantenimiento y desarrollo de los sistemas de acueductos y alcantarillados delegados por el AyA.
2. Otorgar el servicio público de dotación de agua, en forma eficiente, igualitaria y oportuna a todos sus clientes, sin distinciones de ninguna naturaleza.
3. Velar porque todos los sistemas, sus instalaciones de acueductos cumplan con los principios básicos del servicio público, tanto en calidad, cantidad, cobertura, eficiencia y otros.
4. Conservación y aprovechamiento racional de las aguas necesarias para el suministro a las poblaciones: control de su contaminación o alteración; definición de las medidas y acciones necesarias para la protección de las cuencas hidrográficas y la estabilidad ecológica; por lo que los recursos financieros generados por la gestión del sistema deberán dedicarse exclusivamente a esos.

### **3.3.1.1 Normativa**

Las ASADAs en su papel de prestadoras y administradoras de un servicio público se rigen por una serie de leyes, reglamentos, decretos, y normas entre los cuales se destacan los siguientes:

- La Ley de Asociaciones N° 218 y su reglamento (Subgerencia Gestión de Sistema Comunes-AyA, 2008)
- Reglamento de las ASADAs N° 32529 (2005), que establece los deberes y atribuciones de las ASADAs en la administración del acueducto y prestación de servicios.
- Ley de Aguas (1942), establece lo referente al aprovechamiento de las aguas (públicas, privadas y concesiones).
- Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S (2015) donde se establecen los límites máximos permisibles de parámetros físicos, químicos y microbiológicos para el agua potable.
- Regulación de las tarifas de acuerdo con lo establecido por la ARESEP.
- Reglamento de prestación de los servicios de Acueducto, Alcantarillado Sanitario e Hidrantes N° AR-PSAyA-2013 de la ARESEP (2014), con el que se regula las condiciones para la prestación del servicio de abastecimiento de agua potable (calidad, cantidad, continuidad, confiabilidad y prestación óptima), alcantarillado sanitario e hidrantes.

- Ley Declaratoria del Servicio de Hidrantes como Servicio Público y Reforma de Leyes Conexas No 8641 y su Reglamento (Asamblea Legislativa República de Costa Rica, 2008).
- Manual informativo Aspectos básicos para la gestión de las Juntas Directivas de las ASADAs (AyA, n.d), Este contiene la información sobre los lineamientos para la Junta Directiva.
- Norma Técnica para el diseño y Construcción de sistemas de abastecimiento de Agua Potable, de saneamiento y pluvial (AyA, 2009).

### 3.4 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Un sistema de abastecimiento de agua o acueducto es aquel que recoge el agua desde la fuente de captación, que puede ser una naciente u ojo de agua; un pozo o un río y la lleva, aun sistema de potabilización (en caso que se requiera) y luego mediante tuberías, a cada una de los usuarios del acueducto. Existen dos tipos de acueductos:

1. Acueducto por gravedad: la fuente de captación está en un nivel más alto que la comunidad. El agua se transporta por gravedad, hasta el sistema de potabilización (en caso que se requiera) incluido el almacenamiento. El sistema requiere el uso de válvulas para controlar el agua y garantizar que el servicio llegue adecuadamente a todos los puntos de distribución.
2. Acueducto por bombeo: es cuando la comunidad se ubica en un nivel más alto que la fuente siendo necesario utilizar bombas para elevar el agua. Estas bombas impulsan el agua hacia el sistema de potabilización (en caso que se requiera) y el almacenamiento. Una vez en los tanques el agua baja por gravedad a la comunidad (Ana Maritza Barahona Martinez, 2010).

#### 3.4.1 Captaciones

Según Torres Camargo (2008) las captaciones o tomas son estructuras de cemento que tienen como propósito recoger el agua de manantiales y escorrentías para llevarla al sistema de potabilización (en caso que se requiera) y el tanque de almacenamiento con el fin de abastecer a las comunidades, existen 2 tipos de captación:

1. Captaciones de aguas subterráneas: son las que utilizan las fuentes subterráneas como las nacientes, así como las subsuperficiales como drenajes o pozos de poca profundidad o acuíferos separados por medio de la perforación de pozos profundos.
2. Captaciones de aguas superficiales: son las que usan aguas de escorrentías, depósitos superficiales como ríos, lagos y embalses. Su captación se hace mediante represas, canales, pozos de captación o de desvío y drenajes.

#### **3.4.2 Líneas de conducción**

Es la tubería que conduce el agua desde la fuente hasta la planta de potabilización (en caso que se requiera) y el tanque de almacenamiento. Existen dos tipos:

1. Línea aductora: se usa en sistemas de abastecimiento de agua por gravedad
2. Línea de impulsión: se usa en sistemas de abastecimiento de agua por bombeo

#### **3.4.3 Tanques de almacenamiento**

El almacenamiento se lleva a cabo por razones de funcionamiento del sistema debido a que el caudal aportado por las fuentes no siempre es constante, además, la demanda no es constante, de esta manera se almacena para atender las variaciones de consumo que se ocasionan durante un día, además este componente debe atender las demandas de agua, para cuando hay arreglos o fallas en los componentes que lo anteceden y garantizar un volumen de reserva de incendios (CARE Internacional, 2012).

#### **3.4.4 Redes de distribución**

Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde los tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios (Comisión Nacional del Agua, 2007).

#### **3.4.5 Desinfección**

La desinfección del agua pretende la eliminación de todas las bacterias y patógenos en el agua de manera continua y que permita que esto se mantenga en la red. El tiempo de contacto

del cloro con el agua es de 20 a 30 minutos como mínimo y el ideal de 1 a 2 horas, con una dosis de cloro residual que debe encontrarse entre 0.3 a 0.6 mg/L (Solsona, F. and Méndez, 2002).

### 3.5 OFERTA Y DEMANDA HÍDRICA

En cuanto a la oferta y demanda hídrica son aspectos fundamentales para poder determinar la continuidad del abastecimiento del recurso. La oferta hídrica es la cantidad de agua en litros por segundo que ofertan las fuentes de un abastecimiento de agua; la demanda es el consumo total de agua requerida para abastecer de manera continua y suficiente a los usuarios. La continuidad del servicio es fundamental para evitar la propagación de enfermedades por deficiencias en el saneamiento ambiental y salud pública, por lo anterior se debe utilizar el balance hídrico basado en la oferta y demanda de agua como una herramienta de planificación que permita estimar el crecimiento según los diferentes usos, para establecer regulaciones sobre la asignación de la normativa vigente, así también como una herramienta de proyección en el tiempo que permita incluir variables relacionadas con el cambio climático (MINAET, 2008).

### 3.6 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Permite determinar si un proveedor de agua está cumpliendo sus obligaciones. La vigilancia requiere un programa sistemático de estudios, que pueden incluir auditorías, análisis, inspecciones sanitarias y, en su caso, aspectos institucionales y comunitarios. Debe abarcar la totalidad del sistema de agua de consumo, incluidas las fuentes y las actividades en la cuenca de captación, las infraestructuras de conducción, las plantas de potabilización, los tanques de almacenamiento, la desinfección y los sistemas de distribución (WHO, 2004).

#### 3.6.1 **Gestión Integral de Riesgos en ASADAs (GIRA)**

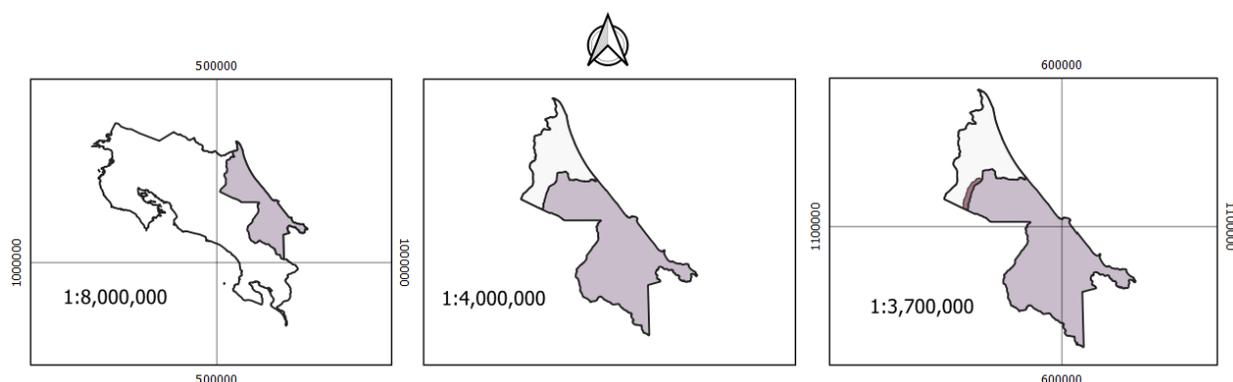
La herramienta GIRA tiene como objetivo mejorar el abastecimiento de agua y promover prácticas sostenibles de agua entre los usuarios de ASADAs y los sectores productivos mediante la incorporación de medidas de adaptación basadas en los ecosistemas y con amplia participación comunitaria para abordar la vulnerabilidad hidrológica relacionada con el clima. En esta dirección, GIRA provee una metodología que permite fortalecer las

capacidades de las Juntas Directivas, personal técnico y administrativo de la ASADAs para la identificación, evaluación y administración de los riesgos que pueden afectar a sus sistemas y a los servicios que brindan, y desarrollar los procedimientos necesarios para la prevención y mitigación de riesgos, así como dar respuesta de emergencia y recuperarse ante eventuales impactos de las amenazas (Paniagua Alfaro & Rodríguez Alfaro, 2019).

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 LUGAR DE ESTUDIO

El acueducto rural administrado por la ASADA de Suerre, se localiza de acuerdo con la división territorial de Costa Rica en la provincia N°7 – Limón, cantón N°2– Pococí, distrito N°2 – Jiménez (Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica, 2014) . En la figura 4.1 se muestra la ubicación de Limón, Pococí y Jiménez en relación con el territorio nacional.



**Figura 4.1.** Ubicación de Jiménez y del lugar de estudio. (Elaborado a partir del Atlas Digital (TEC, 2014).

El distrito de Jiménez tiene una altitud 223 msnm, cuenta con clima tropical húmedo, posee rangos de precipitación y temperatura promedios anuales que van desde 3500 a 5000 mm y 17-23 °C respectivamente (Instituto Meteorológico Nacional, 2020).

Debido a las características físicas y climáticas, esta región presenta un alto riesgo de inundación, erosión de los suelos, deforestación, uso intensivo y desmedido de plaguicidas y agroquímicos, incumplimiento las regulaciones ambientales, demanda de agua para usos agrícolas, demanda de agua en las comunidades lo que origina la presencia potencial de eventos de gran magnitud (Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica, 2014).

En cuanto al Índice de Desarrollo Social Cantonal, Pococí se ubica en la posición 195 con un IDS de 67.86 y el distrito de Jiménez posee un Índice de Desarrollo Distrital de 62.76 y se ubica en la posición 244 (MIDEPLAN, 2017).

#### 4.2 DESCRIPCIÓN DEL ACUEDUCTO

El Acueducto Rural de la ASADA de Suerre brinda el servicio de agua a las comunidades de Suerre y Calle Uno Tablón a un total de 1 326 abonados. El sistema funciona por gravedad y está compuesto por dos fuentes de agua en las cuales se ubican dos captaciones tipo naciente (F1, F2), la F1 abastece a la comunidad de Suerre y la F2 abastece a las comunidades de Calle Uno Tablón. Se presentan dos sistemas, el Suerre que abastece su comunidad mediante la naciente F1 y el sistema Calle Uno Tablón que abastece a su comunidad por medio de la naciente F2, para efectos del estudio se decidió realizar el análisis por separando dado que los sistemas funcionan completamente independientes. Los dos sistemas cuentan con líneas de conducción, tanques de almacenamiento, tanques quiebra gradientes, redes de distribución y desinfección ver Figura 4.2 y Figura 4.3.

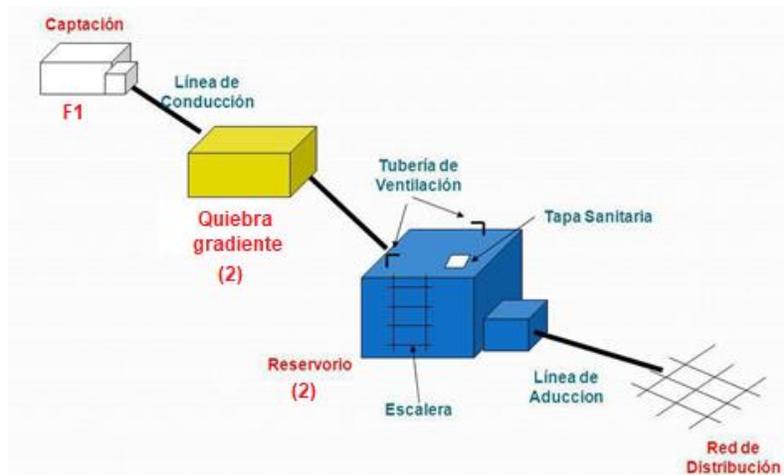


Figura 4.2. Esquema general del sistema F1 Suerre. Tomado de Ana Maritza Barahona Martínez, (2010).

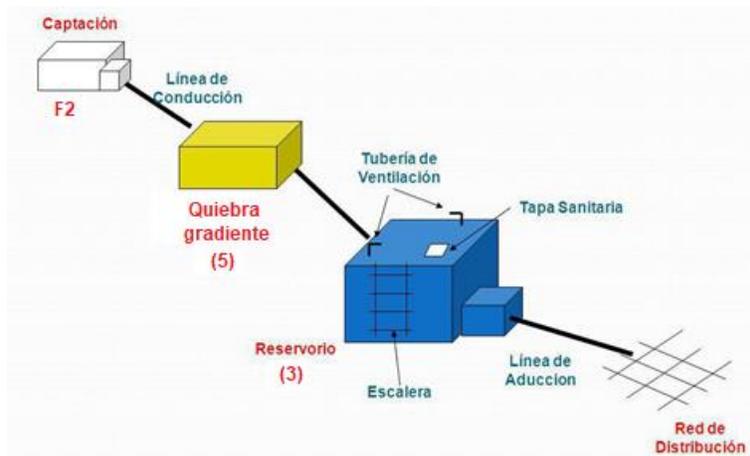


Figura 4.3. Esquema general del sistema F2 Calle Uno Tablón. Tomado de Ana Maritza Barahona Martinez, (2010).

En el sistema F1 Suerre cuenta con una línea de conducción que se conectan a dos tanques de almacenamiento con volúmenes de  $120 \text{ m}^3$  y  $50 \text{ m}^3$ , posteriormente a dos tanques quiebra gradientes, para luego conectarse con las redes de distribución y desinfección la cual se realiza con pastillas de cloro, marca OxyChem de dosificación continua en la fuente de abastecimiento. Por otro lado, el sistema F2 Calle Uno Tablón, cuenta con una línea de conducción, cinco quiebras gradientes, tres tanques de almacenamiento con volúmenes de  $200 \text{ m}^3$ ,  $100 \text{ m}^3$  y  $75 \text{ m}^3$ , redes de distribución y desinfección la cual se realiza con pastillas de cloro, marca Accu-Tab de dosificación continua en el quiebragradiante N°2.

#### 4.3 OFERTA DEL RECURSO HÍDRICO

Un paso importante para la determinación del recurso hídrico disponible, para el abastecimiento de la población es realizar aforos en los sistemas, para saber con cuánto recurso hídrico se cuenta, es por esta razón que se planteó efectuar aforos periódicos, debido a diferentes circunstancias (COVID-19, climatológicas, administrativas, entre otros) se llevaron a cabo dos aforos en compañía del personal de la ASADA empleando el aforo por método volumétrico, el cual consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido.

Para ambos aforos en cada captación fue necesario sellar dos de tres salidas de rebalse, con el fin de captar toda el agua que produce la naciente en una tubería de 6" evitando que se salga el agua por los costados, con un recipiente de 53 litros en la naciente F1 Suerre y 159

litros en la naciente F2 Calle Uno Tablón realizando siete repeticiones por aforo. Para determinar caudal de oferta de agua, se utilizaron los registros de aforos de años anteriores (2019-2021) junto con los realizados en este estudio para analizarlos y así poder elegir el punto más crítico para para ser tomados en los cálculos.

#### 4.4 DEMANDA ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO

Para determinar la demanda actual de agua potable de la población abastecida por el acueducto, se accedió a los registros de consumo disponibles por zonas que están compuestas por una cierta cantidad de abonados, las cuales se identifican por medio de letras del abecedario para control de la ASADA, mediante el software CISA (Corporación Internacional de Servicios Administrativos), este sistema permite acceder a los registros históricos de consumo, los consumos mensuales por abonado, la cantidad de usuarios activos entre otras características útiles para la administración.

Se estableció el año 2021 como base para los cálculos de consumo promedio mensual, las variaciones en la demanda por mes y en la cantidad de abonados, ya que para este año es donde se obtiene la mayor cantidad de abonados, por lo que se asume que entre más abonados más demanda. Se dividió por sistema:

- El sistema F1 Suerre se registró los consumos de las zonas A, T, B, B1, G, G1, G2, F, G3, P, P1, P2, Q, S, Q1, Q2, Q3, J, J1, R, M, L, N1, N1 E, E1, U, I, U2, L1, D, H, C.
  - El sistema F2 Calle Uno Tablón se registró los consumos de las zonas O, V, AA, BB, BB 01, BB 02, BB 03, BB 04, BB 05, BB 06, BB 07, BB 08, BB 09, BB 10, BB 11, BB 12.
- Para determinar la población abastecida se usó un promedio de 3,4 habitantes por vivienda para el distrito de Jiménez, de acuerdo con información estadística del censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2012).

#### 4.5 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA FUTURA DEL RECURSO HÍDRICO

##### 4.5.1 **Proyección poblacional**

Para realizar la proyección de la población de la comunidad se buscó información demográfica del distrito de Jiménez en el INEC de acuerdo con el último censo realizado en

el 2011, con la información obtenida se determinó la tasa de crecimiento poblacional geométrico, se procedió a calcularlo de la siguiente manera:

$$r = \left[ \left( \frac{P_{i+n}}{P_i} \right)^{1/n} - 1 \right] 100.$$

Ecuación 1.

donde:

r: tasa de crecimiento anual geométrico

n: amplitud o distancia en tiempo entre las dos poblaciones de referencia

$P_{i+n}$ : población estimada n años después (hab)

$P_i$ : población base (hab)

Además, el cálculo para realizar la proyección de la población mediante el método geométrico. Dicho método fue seleccionado debido al comportamiento histórico registrado en la población, por lo que se procedió a calcularlo de la siguiente manera:

$$P_{i+n} = P_i(1 + r)^n$$

Ecuación 2.

donde:

$P_{i+n}$ : población estimada n años después (hab)

$P_i$ : población base (hab)

r: tasa de crecimiento anual geométrico

n: amplitud o distancia en tiempo entre las dos poblaciones de referencia

#### 4.5.2 Cálculo del consumo futuro

La dotación neta corresponde a la cantidad de agua mínima que se requiere para satisfacer las necesidades básicas de un abonado o de un habitante, sin considerar las pérdidas que se den en el sistema del acueducto, usando un promedio de 3,4 habitantes por vivienda para el distrito de Jiménez, de acuerdo del INEC, 20, se calcula de la siguiente manera:

$$D_{neta} = \frac{c * 86400}{a * \bar{h}}$$

Ecuación 3.

donde:

$D_{neta}$  : Dotación neta (L/hab-d)

c: consumo (L/s)

a: número de abonados (hab)

$\bar{h}$ : promedio de habitantes (hab)

La dotación bruta es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante, en la cual se consideran las pérdidas máximas admisibles, para Costa Rica en el caso que el acueducto solamente tenga datos de micromedición, se recomienda valores de agua no contabilizada (ANC) de 30% (Contraloría General de la Republica, 2013) , se calcula con la siguiente ecuación:

$$D_{bruta} = D_{neta}(1 + ANC)$$

Ecuación 4.

donde:

$D_{bruta}$  : Dotación bruta (L/hab-d)

$D_{neta}$  : Dotación neta (L/hab-d)

ANC: % de agua no contabilizada

El caudal medio diario (Qmd) es el caudal medio calculado para la población proyectada, considerando la dotación bruta calculada. Corresponde al promedio de consumos diarios de caudal durante un año. Se aplica la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{P_{i+n} * D_{bruta}}{86400}$$

Ecuación 5.

donde:

$Q_{md}$ : Caudal medio diario (L/s)

$P_{i+n}$ : Población futura (hab)

$D_{bruta}$  : Dotación bruta (L/hab-d)

El caudal máximo diario (QMD) es el consumo máximo que se presenta en un día del año, es decir representa el día de mayor consumo del año. Para el cálculo se necesita del coeficiente de consumo máximo diario,  $k_1$ , que varía entre 1.20 a 1.50, es este caso se utiliza 1.2 (AyA, 2017a), se realiza de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Q_{MD} = Q_{md} * K_1$$

Ecuación 6.

donde:

$Q_{MD}$ : Caudal máximo diario (L/s)

$Q_{md}$ : Caudal medio diario (L/s)

$K_1$ : Coeficiente de consumo máximo diario

El caudal máximo horario (QMH) representa el consumo máximo registrado durante una hora durante un año, sin considerar el caudal de incendio. Para el cálculo se necesita del coeficiente de consumo máximo horario,  $k_2$ , que varía entre 1.5 a 2.2, en este caso se utiliza 1.8 (AyA, 2017a), se realiza de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Q_{MH} = Q_{MD} * K_2$$

Ecuación 7.

donde:

$Q_{MH}$ : Caudal máximo horario (L/s)

$Q_{MD}$ : Caudal máximo diario (L/s)

$K_2$ : Coeficiente de consumo máximo horario

#### 4.5.3 Proyección de almacenamiento

De acuerdo con la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial (2017), los tanques de almacenamiento deben tener al menos la capacidad requerida para: a) compensar las fluctuaciones horarias de la demanda, b) combatir incendios y c) reserva por interrupciones. El volumen de regulación del consumo ( $V_R$ ) se determina en este caso en el que no se cuenta con curvas de consumo reales y el caudal que alimenta el tanque es constante e igual al caudal promedio requerido por la zona abastecida por el depósito, se aplicará un volumen equivalente al 14% del volumen promedio diario.

$$V_R = \frac{Q_{MD}}{1000} * 86400 * 14\%$$

Ecuación 8.

donde:

$V_R$ : Volumen de regulación del consumo ( $m^3$ )

$Q_{MD}$ : Caudal máximo diario (L/s)

Todo ente operador y administrador de sistema de acueducto público o privado está en la obligación de colocar los hidrantes en la zona pública de conformidad con las recomendaciones técnicas que emita el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. En

el caso del que el hidrante esté conectado a un tanque de almacenamiento de agua, el tanque debe tener como reserva adicional para incendio 15 metros cúbicos de agua para conjuntos habitacionales cuyas casas estén separadas y 22 metros cúbicos de agua para conjuntos habitacionales cuyas casas sean contiguas (Poder Ejecutivo Costa Rica, 2008). Por lo que para el Acueducto Rural de Suerre se estableció 22 m<sup>3</sup> para el volumen contra incendios (VI). Para el volumen de reserva por interrupciones (VRI) en la prestación del servicio, debe ser como mínimo el volumen correspondiente a un período de cuatro horas del caudal promedio diario.

$$V_{RI} = \frac{Q_{MD}}{1000} * \frac{86400}{24} * t$$

Ecuación 9.

donde:

$V_{RI}$ : Volumen de reserva por interrupciones (m<sup>3</sup>)

$Q_{MD}$ : Caudal máximo diario (L/s)

t: tiempo (h)

El volumen total de almacenamiento es el resultado de la suma del volumen de regulación del consumo (VR), volumen contra incendios (VI) y el volumen de reserva por interrupciones (VRI) (AyA, 2017a).

$$V_T = V_R + V_I + V_{RI}$$

Ecuación 10.

donde:

$V_T$ : Volumen total de almacenamiento (m<sup>3</sup>)

$V_R$ : Volumen de regulación del consumo (m<sup>3</sup>)

$V_I$ : Volumen de incendios (m<sup>3</sup>)

$V_{RI}$ : Volumen de reserva por interrupciones (m<sup>3</sup>)

#### 4.6 INTERPRETACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO

Para saber en qué estado se encuentra los sistemas de Suerre y Calle Uno Tablón con respecto al recurso hídrico, es necesario haber definido la oferta que se explicó anteriormente en el apartado 3.3 Oferta del recurso hídrico y haber calculado el QMD por medio de la ecuación

6 que se encuentra en el apartado 4.5.2, para poder realizar una resta entre la oferta menos la demanda (O-D) dando como resultado tres posibles alternativas para su análisis:

- Positivo (+): La producción de las fuentes del sistema es suficiente para satisfacer la demanda actual y futura
- Cercano a 0: La producción las fuentes del sistema es suficiente para satisfacer la demanda actual, pero no es suficiente para brindar el servicio a nuevos usuarios, por lo que es conveniente buscar nuevas fuentes de abastecimiento.
- Negativo (-): La producción de las fuentes del sistema no es suficiente para satisfacer la demanda actual ni la de futuros usuarios.

Dado que la ASADA no contaba con un registro periódico de aforos se dificultó estimar un porcentaje de reducción de caudal, por lo que se desarrollaron 2 escenarios:

1. Balance hídrico a partir de datos brindados por la ASADA
2. Balance hídrico asumiendo porcentajes de reducción de caudal en las fuentes.

#### 4.7 CALIDAD DEL AGUA

Debido a que la ASADA contaba con análisis de laboratorio recientes (N1, N2, N3), se consideró no realizar ningún análisis por temas de costo y situación actual. La determinación de la calidad del agua captada en cada una de las fuentes, sistema de tratamiento, tanque de almacenamiento y red de distribución se efectuó mediante la revisión de los análisis de laboratorio realizados por el Laboratorio Nacional de Aguas en el mes de mayo del presente año para analizar los resultados con la Reforma Reglamento para la Calidad del Agua Potable N°41499-S (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2019). El control operativo del acueducto lo realiza el equipo de fontanería en el tanque de almacenamiento y redes de distribución con el medidor de cloro, color y turbidez TC3000wi TRI-METER Lamotte y con el pHmetro pHPLUS DIRECT 2 Lamotte. Se planteó realizar el control operativo, pero por diferentes razones propias de la ASADA no se pudo ejecutar por lo que se realiza un análisis con la información brindada.

#### 4.8 DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL ACUEDUCTO

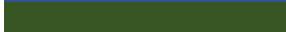
Para realizar la descripción y evaluación de los componentes del acueducto se realizaron reuniones y visitas de campo con el personal administrativo y operativo de la ASADA, las

cuales fueron programadas de acuerdo con la disponibilidad del personal. Durante las visitas se recolectó y verificó información de las características de cada uno de los componentes que conforman el acueducto: fuentes de abastecimiento, quiebra gradientes, tanques de almacenamiento y sistemas de desinfección. Además, se tomaron puntos con la aplicación llamada Geo Tracker disponible para Android, con el fin de georreferenciar la ubicación de los componentes.

La evaluación se realizó con las Guías de Inspección del Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (SERSA), las cuales fueron generadas por el Ministerio de Salud (MINSA) al realizar las inspecciones sanitarias en los acueductos, se permite identificar los riesgos que pueden afectar la calidad de agua distribuida y valorar el estado de las estructuras de captación, conducción, almacenamiento, desinfección y distribución; además del entorno inmediato (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015).

El sistema SERSA está constituido de nueve fichas de inspección, tres fichas para la evaluación de las fuentes de abastecimiento, una para los tanques de almacenamiento, una para las líneas de conducción, otra para las redes de distribución, otra para tanques quiebra gradientes, otra para la desinfección y por último una para planta potabilizadora. Permite la identificación de los riesgos de acuerdo con el diagnóstico de la infraestructura, está compuesto de 10 preguntas a las cuales se responde de forma afirmativa o negativa, siendo las respuestas “Sí” factores de riesgo. A partir del total de “Sí” se realiza la clasificación del riesgo (muy alto, alto, intermedio, bajo y nulo), como se indica en el Cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1. Calificación de riesgo según el valor obtenido. Tomado de Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015)**

Número de respuestas “Sí”	Clasificación de riesgo	Código de colores
0	Nulo	
1-2	Bajo	
3-4	Intermedio	
5-7	Alto	
8-10	Muy Alto	

Las guías incluyen las acciones a ser tomadas para disminuir los riesgos de acuerdo con el factor de riesgo identificado, para las fuentes de abastecimiento las acciones a tomar incluyen una orden sanitaria y corrección de la situación con un plazo de un mes. En caso de riesgo

alto es necesario elaborar un plan de emergencia y comunicar a la comunidad de la situación; el riesgo muy alto requiere de la convocatoria urgente de los actores sociales involucrados (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015).

En el caso de los tanques de almacenamiento el riesgo bajo requiere aplicar las mejoras en un plazo de un mes, los riesgos medio y alto requieren la corrección de los peligros en coordinación del nivel central y regional del MINSA y del AyA, el riesgo muy alto demanda la convocatoria de los actores sociales clave, girar una orden sanitaria y acciones correctivas en el plazo de un mes (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015).

Los riesgos identificados en línea de conducción y red de distribución requieren corrección en un plazo de 5 días para los riesgos bajo, intermedio y alto; con la emisión de la orden sanitaria al identificarse el riesgo intermedio, un plan de emergencia y sensibilizar a la comunidad en caso de riesgo alto, y finalmente una orden sanitaria, convocatoria de actores sociales clave y acciones correctivas con un plazo de un mes al identificar el riesgo muy alto (Costa Rica Poder Ejecutivo, 2015).

#### 4.9 MEDIDAS DE MEJORA PARA LOS COMPONENTES DEL ACUEDUCTO

A partir de las observaciones y evaluación realizada en cada uno de los componentes del sistema del acueducto durante las giras de campo, aforos, toma de muestras e información brindada por la ASADA, se realizó la propuesta de mejoras para cada uno de los componentes del sistema tanto Suerre como Calle Uno Tablón.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 OFERTA DEL RECURSO HÍDRICO

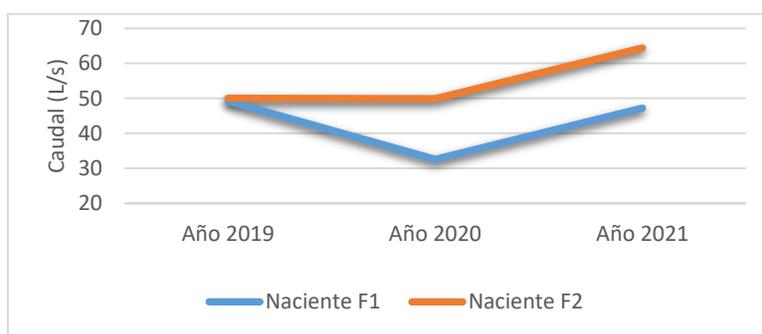
A partir de la información recopilada de los registros de aforos brindados por la ASADA para los años 2019-2021 en el sistema F1 Suerre (ver Apéndice A.1.1) y el sistema Calle Uno Tablón (ver Apéndice A.1.2), los aforos realizados por este estudio (ver Apéndice A.2.1), en el Cuadro 5.1 se obtuvieron los valores de caudales disponibles para cada una de las fuentes de abastecimiento.

**Cuadro 5.1. Caudales reportados por la ASADA para cada una de las captaciones**

Mes	Caudal (L/s)					
	F1			F2		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Enero	-	-	47.6	-	-	58.8
Febrero	-	-	51.1	-	-	71.1
Marzo	61.6	43.2	<b>42.9*</b>	64.3	61.1	-
Abril	-	-	-	-	-	-
Mayo	-	-	-	-	-	68.4
Junio	-	-	-	-	-	59.35
Julio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	<b>50.5*</b>
Setiembre	-	-	-	-	-	-
Octubre	-	28.2	-	-	43.8	-
Noviembre	-	26.3	-	-	41.9	-
Diciembre	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>	61.6	32.6	49.5	64.3	48.9	61.6
Caudal diseño		<b>32.6</b>			<b>48.9</b>	

\*Aforos realizados en el marco de esta investigación

Con la información anterior se logra observar que los caudales promedios anuales presentan un comportamiento irregular (ver Figura 5.1)



**Figura 5.1. Comportamiento del caudal anual de la ASADA de Suerre.**

Para poder establecer el motivo por el cual el año 2020 presentó una disminución significativa con respecto al año 2019, se indagó en el IMN sobre los pronósticos climáticos, en donde se encontró que para el año 2020 la Zona Norte y Vertiente del Caribe presentó un déficit de lluvias de hasta un 30% con respecto al promedio anual, por lo que dicho

comportamiento llevó a la región a experimentar condiciones de sequía meteorológica (Instituto Meteorológico Nacional, 2021).

Con la información anterior se logró definir la oferta del recurso hídrico, eligiendo el caudal promedio del año 2020 para realizar el análisis y los cálculos pertinentes, ya que se consideró como periodo crítico, esto porque presentó una disminución de caudal con respecto a los demás años 2019 y 2021. Además, al no contar con un registro periódico de aforos se imposibilitó definir un porcentaje de reducción de caudal por efectos del cambio climático, por lo que para los años 2021-2041 la producción en las fuentes de abastecimiento se estableció un valor de 32.60 L/s para el sistema Suerre y 48.90 L/s para el sistema Calle Uno Tablón.

Además, para facilitar el proceso de recolección y confiabilidad de los datos obtenidos durante los aforos, se elaboraron fichas que se pueden utilizar en cada aforo mensual (ver Apéndice A.3.1), donde la persona encargada registra toda la información necesaria para realizar el aforo.

## 5.2 DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO

Para el 31 de junio de 2021, la ASADA cuenta con un total de 1 326 abonados dentro de los cuales 29 de ellos están en estado inactivo, para poder determinar la población abastecida se utilizó el consumo promedio de 3.4 habitantes por vivienda para el distrito de Jiménez, de acuerdo con información estadística del censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC,201).

A partir de la información de consumo brindada y obtenida por medio de lecturas mensuales de los micromedidores y almacenada en el software CISA (ver Apéndice A.4.1) se procedió a determinar el consumo promedio mensual el cual se detalla a continuación:

**Cuadro 5.2. Consumo promedio mensual de la ASADA Suerre**

Año 2021	Sistema Suerre		Sistema Calle Uno Tablón	
	Abonados	Consumo (L/s)	Abonados	Consumo (L/s)
Enero	912	7.25	351	2.84
Febrero	917	7.87	355	3.27
Marzo	926	6.10	360	2.96
Abril	927	8.21	361	3.67
Mayo	928	7.63	363	3.04
Junio	928	7.82	369	3.49
<b>TOTAL</b>	<b>928</b>	<b>7.48</b>	<b>369</b>	<b>3.21</b>

Para el sistema Suerre la cantidad de abonados activos es de 928 y 21 inactivos dando como resultado un total de 3197 habitantes abastecidos en este sistema, además se obtuvo un consumo promedio mensual de 7.48 L/s, siendo este el sector que consume más cantidad del recurso hídrico, esto se debe a que posee 559 abonados de más con respecto al otro sistema, abarcando así un 71% la cobertura total de abonados. Mientras que para el sistema Calle Uno Tablón la cantidad de abonados activos es de 369 y 8 inactivos dando como resultado un total de 1271 habitantes abastecidos en este sistema y para el consumo promedio mensual se obtuvo un valor de 3.21 L/s.

Es importante mencionar que el acueducto no cuenta con macromedición en ningún punto del sistema, por lo cual no permite identificar si se existen pérdidas ya sea por conexiones ilegales, fugas, errores en las lecturas, mal funcionamiento de los micromedidores entre otros, en la salida del tanque de almacenamiento y el total de agua facturada a los abonados.

### 5.3 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA FUTURA DEL RECURSO HÍDRICO

#### 5.3.1 Proyección poblacional

A partir de la información demográfica brindada por el INEC para el distrito de Jiménez y utilizando la Ecuación 1, se obtuvo las siguientes tasas de crecimiento poblacional (ver Cuadro 5.3).

**Cuadro 5.3. Tasa de crecimiento poblacional geométrico para la comunidad de Jiménez**

Censo	Población	Tasa de crecimiento
2021	12887	1.28
2022	13052	1.29
2023	13221	1.23
2024	13384	1.19
2025	13543	-
	<b>r</b>	<b>1.25</b>

Una vez calculado la tasa de crecimiento de un año con respecto al otro, se decidió elegir la tasa de crecimiento poblacional promedio  $r = 1.25$  que se necesita para determinar la población y abonados futuros, proyectada para un periodo de 20 años, dichos cálculos se realizaron empleando la Ecuación 2, en el Cuadro 5.4 se observa la población y abonados para los años 2026-2041, mientras que en el Apéndice A.6.1 y A.6.2 se encuentran los resultados para el periodo completo, es decir año a año.

**Cuadro 5.4. Tasa de crecimiento poblacional geométrico para la comunidad de Jiménez**

Censo	Población		Abonados	
	Suerre	Calle Uno Tablón	Suerre	Calle Uno Tablón
2026	3402	1353	987	393
2031	3620	1439	1051	418
2036	3852	1532	1118	445
2041	4098	1630	1189	473

### 5.3.2 Cálculo del consumo futuro

Para determinar el consumo futuro de la población proyectada se requiere calcular la dotación neta, la cual se determinó mediante la Ecuación 3 dando como resultado 222 L/hab-d para el sistema Suerre y 255 L/hab-d para el sistema Calle Uno Tablón.

Posteriormente se calculó la dotación bruta, la cual se determinó por medio de la Ecuación 4, utilizando un porcentaje de agua no contabilizada de 30%, dicho valor es establecido por AyA para sistemas como este que tienen registros de micromedición únicamente obteniendo

valores de 288 L/hab-d para el sistema Suerre y 331 L/hab-d para el sistema Calle Uno Tablón.

Una vez obtenidos los resultados de dotación bruta se realizó el cálculo del caudal medio diario (Qmd) mediante la Ecuación 5 obteniéndose valores de 10.68 L/s y 4.88 L/s, luego se determinó el caudal máximo diario (QMD) por medio de la Ecuación 6 dando como resultado 12.82 L/s y 5.85 L/s, siendo este el que se requiere para realizar el análisis del balance hídrico, por último el caudal máximo horario (QMH) se calculó con la Ecuación 7 para dar un dato de 23.07 L/s y 10.54 L/s para los sistemas de Suerre y Calle Uno Tablón respectivamente todos para el año 2021, en el Cuadro 5.5 se muestran para cada una de las poblaciones proyectadas dichos caudales.

**Cuadro 5.5. Proyección de caudales para la ASADA de Suerre**

Año	Sistema Suerre			Sistema Calle Uno Tablón		
	Qmd (L/s)	*QMD (L/s)	QMH (L/s)	Qmd (L/s)	*QMD (L/s)	QMH (L/s)
2026	11.36	13.64	24.55	5.19	6.23	11.21
2031	12.09	14.51	26.12	5.52	6.63	11.93
2036	12.87	15.44	27.79	5.88	7.05	12.69
2041	13.69	16.43	29.57	6.25	7.50	13.51

\*Demanda

### 5.3.3 Proyección de almacenamiento

Es indispensable para la ASADA conocer cuánto es el volumen necesario para compensar las fluctuaciones horarias de la demanda, combatir incendios y reserva por interrupciones, dichos cálculos se realizaron mediante las ecuaciones 9 y 10 obteniendo valores de 129 m<sup>3</sup> y 59 m<sup>3</sup> para el volumen de regulación ( $V_R$ ) y 154 m<sup>3</sup> y 70 m<sup>3</sup> para el volumen de reserva por interrupciones ( $V_{RI}$ ) para cada sistema en el año 2021, en el Cuadro 5.6 se muestran los volúmenes proyectados para los diversos años.

**Cuadro 5.6. Proyecciones de almacenamiento para la ASADA de Suerre**

Año	Sistema Suerre			Sistema Calle Uno Tablón		
	$V_R (m^3)$	$V_I (m^3)$	$V_{RI} (m^3)$	$V_R (m^3)$	$V_I (m^3)$	$V_{RI} (m^3)$
2026	137	22	164	63	22	160
2031	146	22	174	67	22	168
2036	156	22	185	71	22	178
2041	166	22	197	76	22	188

Como se explicó en la metodología, en la sección 3.6.3 se estableció un valor de 22 m<sup>3</sup> para el volumen contra incendios de acuerdo con el Reglamento a la Ley de Declaratoria del Servicio de Hidrantes como Servicio Público y Reforma de Leyes Conexas, N° 8641 del 11 de junio de 2008. Para determinar el volumen total de almacenamiento se procedió a calcularlo mediante la Ecuación 10 que se encuentra en la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Pluvial, dando resultados 305 m<sup>3</sup> para el sistema Suerre y 151 m<sup>3</sup> para el sistema Calle Uno Tablón para el año 2021, en el cuadro 5.7 se detalla para cada uno de los años proyectados.

**Cuadro 5.7. Proyecciones de almacenamiento para la ASADA de Suerre**

Año	Sistema Suerre	Sistema Calle Uno Tablón
	$V_T (m^3)$	$V_T (m^3)$
2026	323	160
2031	342	168
2036	363	178
2041	385	188

El sistema Suerre actualmente tiene un almacenamiento total de 170 m<sup>3</sup> por lo que se evidencia que tienen una deficiencia en la capacidad de almacenamiento requerida para este sistema, caso contrario para el sistema Calle Uno Tablón que tiene un almacenamiento total de 375 m<sup>3</sup> contando con suficiente capacidad de almacenamiento.

## 5.4 INTERPRETACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO

En los apartados anteriores se realizaron los cálculos correspondientes a la oferta y demanda para poder realizar el análisis 1 del balance hídrico (ver Apéndice 5), en el Cuadro 5.8 se muestran los resultados obtenidos para el sistema Suerre:

**Cuadro 5.8. Resumen del balance hídrico del sistema F1 Suerre**

<b>Sistema F1 Suerre</b>				
<b>Año</b>	<b>Servicios</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Producción (L/s)</b>	<b>Balance hídrico (L/s)</b>
2021	928	12.82	32.60	19.78
2026	987	13.64	32.60	18.96
2031	1051	14.51	32.60	18.09
2036	1118	15.44	32.60	17.16
2041	1189	16.43	32.60	16.17

Como se puede observar el sistema Suerre cuenta con capacidad hídrica para abastecer la demanda actual y futura para un periodo de 20 años, ya que el resultado obtenido en el balance hídrico fue en todos los casos positivo. Por ejemplo, se puede determinar que con la capacidad de producción actual se podría abastecer aproximadamente el doble de la demanda proyectada para el año 2041. Para el sistema Calle Uno Tablón se realizó de manera análoga el análisis, en el Cuadro 5.9 se muestran los resultados obtenidos:

**Cuadro 5.9. Resumen del balance hídrico del sistema F2 Calle Uno Tablón**

<b>Calle Uno Tablón</b>				
<b>Año</b>	<b>Servicios</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Producción (L/s)</b>	<b>Balance hídrico (L/s)</b>
2021	369	5.85	48.90	43.05
2026	393	6.23	48.90	42.67
2031	418	6.63	48.90	42.27
2036	445	7.05	48.90	41.85
2041	473	7.50	48.90	41.40

Como se puede observar el sistema Calle Uno Tablón cuenta con suficiente capacidad hídrica para abastecer la demanda actual y futura para un periodo de 20 años, ya que el resultado obtenido en el balance hídrico fue en los dos casos positivo. Por ejemplo, con la capacidad

de producción actual, el sistema podría abastecer a la población aproximadamente con un factor de 7 veces la demanda proyectada para el año 2041.

Además, se realizó el análisis 2 suponiendo porcentajes de reducción de caudal en las fuentes por efectos del cambio climático para determinar en qué momento el abastecimiento se verá limitado, los cálculos desarrollados se muestran en el Cuadro 5.10 y 5.11:

**Cuadro 5.10. Estimación de la disponibilidad del recurso hídrico del sistema Suerre**

<b>Sistema Suerre</b>				
<b>% Reducción anual</b>	<b>Año</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Producción (L/s)</b>	<b>Balance Hídrico (L/s)</b>
3%	2021	13.09	32.60	19.51
	2026	14.09	27.99	13.91
	2031	15.15	24.04	8.89
	2036	16.30	20.64	4.34
	2041	17.54	17.73	0.19
5%	2021	13.09	32.60	19.51
	2026	14.09	25.23	11.14
	2031	15.15	19.52	4.36
	2036	16.30	15.10	-1.20
	2041	17.54	11.69	-5.85
8%	2021	13.09	32.60	19.51
	2026	14.09	21.49	7.40
	2031	15.15	14.16	-0.99
	2036	16.30	9.33	-6.97
	2041	17.54	6.15	-11.39
16%	2021	13.09	32.60	19.51
	2026	14.09	13.63	-0.45
	2031	15.15	5.70	-9.45
	2036	16.30	2.38	-13.92
	2041	17.54	1.00	-16.54

Como se observa en el Cuadro 5.10, asumiendo un porcentaje de reducción anual de 3%, la disminución en la producción mensual es de aproximadamente 0.74 L/s, por lo que para el año 2041 la demanda proyectada es casi igual a la producción dando un resultado de 0.19

L/s, siendo este un valor cercano a cero por lo que la producción de las fuentes del sistema es suficiente para satisfacer la demanda actual, pero no es suficiente para brindar el servicio a nuevos usuarios, por lo que es conveniente buscar nuevas fuentes de abastecimiento. De manera análoga se realizaron los demás escenarios:

- Porcentaje de reducción de 5%: La disminución en la producción mensual es de aproximadamente 1.05 L/s, por lo que para el año 2036-2041 la demanda es mayor que la producción y poseen un desabastecimiento y racionamiento del servicio.
- Porcentaje de reducción de 8%: La disminución en la producción mensual es de aproximadamente 1.32 L/s, por lo que para el año 2031-2041 la demanda es mayor que la producción y poseen un desabastecimiento y racionamiento del servicio.
- Porcentaje de reducción de 16%: La disminución en la producción mensual es de aproximadamente 1.58 L/s, por lo que para el año 2031-2041 la demanda es mayor que la producción y poseen un desabastecimiento y racionamiento del servicio.

**Cuadro 5.11. Estimación de la disponibilidad del recurso hídrico del sistema Calle Uno Tablón**

<b>Sistema Calle Uno Tablón</b>				
<b>% Reducción anual</b>	<b>Año</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Producción (L/s)</b>	<b>Balance Hídrico (L/s)</b>
9%	2021	5.74	48.90	43.16
	2026	6.18	30.52	24.34
	2031	6.64	19.04	12.40
	2036	7.15	11.88	4.74
	2041	7.69	7.42	-0.27
13%	2021	5.74	48.90	43.16
	2026	6.18	24.37	18.20
	2031	6.64	12.15	5.51
	2036	7.15	6.05	-1.09
	2041	7.69	3.02	-4.67
19%	2021	5.74	48.90	43.16
	2026	6.18	17.05	10.87
	2031	6.64	5.95	-0.70
	2036	7.15	2.07	-5.07
	2041	7.69	0.72	-6.97
34%	2021	5.74	48.90	43.16

2026	6.18	6.12	-0.05
2031	6.64	0.77	-5.88
2036	7.15	0.10	-7.05
2041	7.69	0.01	-7.68

En el Cuadro 5.11, asumiendo un porcentaje de reducción anual de 9% la disminución en la producción mensual es de aproximadamente 2.07 L/s, por lo que para el año 2041 la demanda proyectada es mayor a la producción dando un resultado de -0.27 L/s, siendo este un valor negativo pero cercano a cero, por lo que producción las fuentes del sistema es suficiente para satisfacer la demanda actual, pero no es suficiente para brindar el servicio a nuevos usuarios, por lo que es conveniente buscar nuevas fuentes de abastecimiento. De manera análoga se realizaron los demás escenarios:

- Porcentaje de reducción de 13%: La disminución en la producción mensual es de aproximadamente 2.99 L/s, por lo que para el año 2036-2041 la demanda es mayor que la producción y poseen un desabastecimiento y racionamiento del servicio.
- Porcentaje de reducción de 19%: La disminución en la producción mensual es de aproximadamente 2.41 L/s, por lo que para el año 2031-2041 la demanda es mayor que la producción y poseen un desabastecimiento y racionamiento del servicio.
- Porcentaje de reducción de 34%: La disminución en la producción mensual es de aproximadamente 2.44 L/s, por lo que para el año 2031-2041 la demanda es mayor que la producción y poseen un desabastecimiento y racionamiento del servicio.

## 5.5 CALIDAD DEL AGUA

Según el artículo 8 del Reglamento para la calidad del Agua Potable N° 38924-S existen niveles de control de calidad de agua y parámetros de análisis obligatorios a fin de garantizar la inocuidad y salud de la población, por lo que se establece el control operativo (OP) y cuatro niveles de control de calidad del agua cada uno con ciertos parámetros (ver Anexo A.1.1). La cantidad de análisis que debe realizar ASADA para una población <5000:

- Control operativo realizado por la ASADA en las fuentes de abastecimiento y en las redes de distribución de manera quincenal (ver Anexo A.1.2)
- 1 análisis fisicoquímico del Nivel Primero (N1) en la fuente de abastecimiento con una frecuencia semestral (ver Anexo A.1.4).

- 1 análisis microbiológico del Nivel Primero (N1) en la fuente abastecimiento, tanque almacenamiento y en la red distribución con una frecuencia semestral (ver Anexo A.1.4).
- 1 análisis químico del Nivel Segundo (N2) y del Nivel Tercero (N3) en la fuente abastecimiento y en la red distribución cada tres años (ver Anexo A.1.6)

Para el control operativo se realizó una revisión de los registros brindados (ver Apéndice A.6.1), la ASADA cumple con el tiempo estipulado, sin embargo, no realizan las muestras en los puntos correctos, las realizan en los tanques de almacenamiento (ver Cuadro 5.12).

**Cuadro 5.12. Control operativo realizado el mes de agosto por el personal de fontanería**

Parámetro	Sistema F1 Suerre		Sistema F2 Calle Uno Tablón	
	Tanque	Red	Tanque	Red
Turbidez (UNT)				
5 de agosto	5	3	4	2
13 agosto	3	4	5	5
23 de agosto	4	6	3	4
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Como se puede observar en el cuadro 5.12 la ASADA cumple con los parámetros de turbiedad, olor y cloro residual establecidos en el Anexo A.1.3. Con respecto al cloro residual las mediciones las realizan diariamente en los tanques de almacenamiento N°1 Suerre y Calle Seis para cumplir con el sello de calidad sanitaria, para el sistema F1 Suerre (ver Apéndice A.7.2) la ASADA cumple con los rangos permisibles establecidos en el Anexo A.1.3. En el caso del sistema F2 Suerre (ver Apéndice A.7.3) los valores obtenidos de cloro residual el día 3/08/2021, 19/08/2021, 26/8/2021y 31/8/2021 se pasan del rango 0.3-0.6 mg/L, sin embargo, debido a la situación mundial el MINSA les permitió concentraciones de 0.8 mg/L, por lo tanto, la ASADA cumple con los parámetros del control operativo.

Para el Nivel Primario (N1) según los reportes del Laboratorio CHEMLABS se cumple con los Valores Máximos Admisibles (VMA) de parámetros físico, químicos y microbiológicos (ver Anexo A.1.5) con excepción de la naciente F1 donde se detectó coliformes fecales en valores no admisibles, en el muestreo realizado en las redes de distribución no se detectaron coliformes fecales y el cloro residual sí cumple con el rango permisible (ver Anexo A.2.1)

Para el Nivel Secundario (N2) y terciario (N3) la ASADA cumple con el reglamento de calidad de agua potable (ver Anexo A.3.1).

## 5.6 DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL ACUEDUCTO

En la Figura 5.2 se muestra la ubicación de los componentes principales de la ASADA de Suerre usando el software QGIS 3.14.15

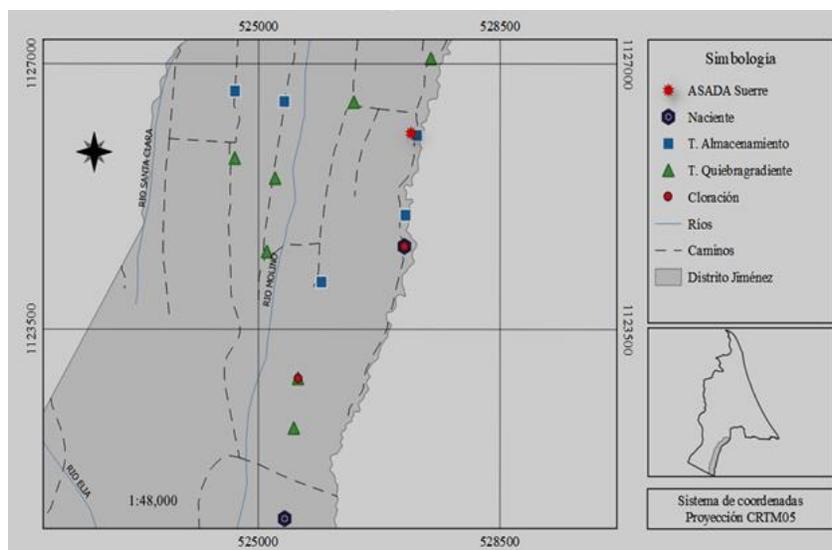


Figura 5.2. Ubicación de los principales componentes de la ASADA. Elaborado a partir del Atlas Digital (TEC,2014).

### 5.6.1 Fuentes de abastecimiento

#### 5.6.1.1 F1 Suerre

Corresponde a una captación tipo naciente mediante estructura de concreto semi enterrada, totalmente cerrada perimetralmente en malla, con techo y posee 3 tuberías de PVC con un diámetro de 6” que funcionan como rebalse y respiradores de la captación. Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.752540, latitud: 10.170375, con una altitud aproximada de 1413 msnm, se ubica en la Zona Protectora Acuíferos Guácimo-Pococí. La limpieza y drenado de la naciente la realizan todos los lunes por el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.1) no se encontró ningún factor de riesgo, por lo tanto, el nivel de riesgo de esta captación es nulo.

### 5.6.1.2 F2 Calle Uno Tablón

Corresponde a una captación tipo naciente cuya estructura de concreto está semi enterrada, perimetralmente cerrada en malla y posee 2 tuberías de PVC con un diámetro de 6” y 1 tubería de PVC con diámetro de 8” que funcionan como rebalse y respiraderos de la captación. Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.768376, latitud: 10.137918, con una altitud aproximada de 2172 msnm, se ubica en la Zona Protectora Acuíferos Guácimo-Pococí. La limpieza y drenado de la naciente la realizan cada quince días por el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 19 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.2) obteniendo como resultado un factor de riesgo, por lo tanto, su nivel de riesgo de esta captación es bajo. En el Cuadro 5.13 se muestra el resumen de la evaluación para las fuentes de abastecimiento, donde se indica la cantidad de factores y nivel de riesgo para analizarlas posteriormente.

**Cuadro 5.13. Resumen de riesgo SERSA para las fuentes de abastecimiento de la ASADA de Suerre**

Captación	Caudal (L/s)	Número de respuestas “Sí”	Nivel de riesgo
Naciente F1 Suerre	42.9	0	<b>NULO</b>
Naciente F2 Calle Uno Tablón	50.5	1	<b>BAJO</b>

En el caso de la naciente F1 Suerre, no cuenta con factor de riesgo, pero en el apartado 5.7 se plantearán unas mejoras con el fin de optimizar la calidad de la fuente. Para la naciente F2 Calle Uno Tablón, esta posee un factor de riesgo el cual representa un punto crítico y se debe a que la naciente a pesar de estar totalmente protegida mediante una malla perimetral, las condiciones de esta (en deterioro), puede permitir el acceso de personas a la captación (ver Figura 5.3).



**Figura 5.3. Cerramiento de la estructura de captación F2 Calle Uno Tablón dañado**

## **5.6.2 Tanques de almacenamiento**

La ASADA cuenta con cinco tanques de almacenamiento de los cuales dos pertenecen al sistema F1 Suere y tres pertenecen al sistema F2 Calle Uno Tablón.

### ***5.6.2.1 Tanque de almacenamiento N°1 Suere***

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.752387, latitud: 10.174088, con una altitud aproximada de 1386 msnm. Se trata de una estructura semienterrada, en concreto, con un volumen de almacenamiento de 120 m<sup>3</sup>, la limpieza se realiza cada cuatro meses por el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.3) obteniendo como resultado de solo un factor de riesgo, por lo tanto, su riesgo es bajo.

### ***5.6.2.2 Tanque de almacenamiento N°2 Suere***

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.750873, latitud: 10.183606, con una altitud aproximada de 1185 msnm. Se trata de una estructura a nivel, en fibra de vidrio, con un volumen de almacenamiento de 50 m<sup>3</sup>, la limpieza se realiza cada cuatro meses por el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.4) obteniendo como resultado solo un factor de riesgo, por lo tanto, su riesgo es bajo.

### 5.6.2.3 *Tanque de almacenamiento Calle Seis*

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.763505, latitud: 10.166128, con una altitud aproximada de 1653 msnm. Se trata de una estructura semienterrada, en concreto, con un volumen de almacenamiento de 200 m<sup>3</sup>, la limpieza se realiza cada cuatro meses por el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.5) no presenta ningún factor de riesgo, su riesgo es nulo.

### 5.6.2.4 *Tanque de almacenamiento Calle Uno*

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.768420, latitud: 10.187649, con una altitud aproximada de 1187 msnm. Se trata de una estructura semienterrada, en concreto, con un volumen de almacenamiento de 75 m<sup>3</sup>, la limpieza se realiza cada cuatro meses por el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.6) no presenta ningún factor de riesgo, el riesgo, por lo tanto, el nivel de riesgo es nulo.

### 5.6.2.5 *Tanque de almacenamiento Calle Tablón*

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.774945, latitud: 10.188899, con una altitud aproximada de 1235 msnm. Se trata de una estructura semienterrada, en concreto, con un volumen de almacenamiento de 100 m<sup>3</sup>, la limpieza se realiza cada cuatro meses por el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 17 de setiembre de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.7) no presenta ningún factor de riesgo, por lo tanto, el nivel de riesgo es nulo.

En el cuadro 5.13 se muestra el resumen de la evaluación de los tanques de almacenamiento, donde se indica la cantidad de factores y nivel de riesgo.

**Cuadro 5.14. Resumen de riesgo SERSA para los tanques de almacenamiento de la ASADA de Suerre**

Tanque de almacenamiento	Material de construcción	Volumen del tanque (m <sup>3</sup> )	Número de respuestas “Sí”	Nivel de riesgo
Tanque almacenamiento N°1 Suerre	Concreto	120	1	<b>BAJO</b>

Tanque almacenamiento N°2 Suerre	Fibra de vidrio	50	1	<b>BAJO</b>
Tanque de almacenamiento Calle Seis	Concreto	200	0	<b>NULO</b>
Tanque de almacenamiento Calle Uno	Concreto	75	0	<b>NULO</b>
Tanque de almacenamiento Calle Tablón	Concreto	100	0	<b>NULO</b>

En el caso de los tanques de almacenamiento para el sistema Suerre, el N°1 y N°2, poseen un solo factor de riesgo y se debe a que existen sedimentos dentro del tanque (ver Figura 5.4). El sistema Calle Uno Tablón no cuentan con factores de riesgo, pero en el apartado 5.7 se plantearán unas mejoras con el fin de optimizar la calidad del almacenamiento.



Figura 5.4. Tanques de almacenamiento del sistema F1 Suerre con sedimentos

### 5.6.3 Líneas de conducción

#### 5.6.3.1 Línea de conducción sistema F1 Suerre

Para este sistema la línea de conducción es de aproximadamente 800 m de longitud, con tubería de PVC de 6". Durante la visita realizada el 12 de agosto de 2021 no se observaron fugas, además según información brindada por el equipo de fontanería no había ningún reporte, además, cada mes cortan el zacate que crece en la zona donde se encuentra la línea de conducción en la cual aprovechan para revisar si existe algún problema en la tubería. Se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.8) obteniendo como resultado dos factores de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera bajo.

### 5.6.3.2 Línea de conducción sistema F2 Calle Uno Tablón

Para este sistema la línea de conducción es de aproximadamente 2800 m de longitud, con tubería de polietileno de 6". Durante la visita realizada el 12 de agosto de 2021 no se observaron fugas, además según información brindada por el equipo de fontanería no había ningún reporte, además, cada mes cortan el zacate que crece en la zona donde se encuentra la línea de conducción en la cual aprovechan para revisar si existe algún problema en la tubería. Se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.9) obteniendo como resultado dos factores de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera bajo.

En el cuadro 5.14 se muestra el resumen de la evaluación para las líneas de conducción, donde se indica la cantidad de factores y nivel de riesgo.

**Cuadro 5.15. Resumen de riesgo SERSA para las líneas de conducción de la ASADA de Suerre**

Sistema	Material de la tubería de conducción	Número de respuestas "Sí"	Nivel de riesgo
Suerre	PVC	2	<b>BAJO</b>
Calle Uno y Tablón	Polietileno	2	<b>BAJO</b>

En ambos sistemas los factores de riesgo se deben a que la línea de conducción se encuentra descubierta con el riesgo de ser manipulada, además se evidencia la presencia de moho en las tuberías (ver Figura 5.5).



**Figura 5.5. Tubería de conducción de la ASADA de Suerre**

Es importante recalcar que la ASADA indica que la tubería de conducción del sistema F1 Suerre posee un encamisado, sin embargo ni en las visitas ni con la evidencia fotográfica se puede validar la existencia y funcionalidad de este encamisado, en el caso del sistema F2 Calle Uno Tablón al ubicarse en una zona protegida se indica que no es permitido excavar para enterrar la tubería y darle un adecuado recubrimiento, es por esta razón que utilizan polietileno de alta densidad, pero durante las visitas realizadas había tramos con tubería enterrada.

#### **5.6.4 Redes de distribución**

##### ***5.6.4.1 Redes de distribución del sistema F1 Suerre***

Durante la visita realizada el 12 de agosto de 2021 no se observaron fugas, además según información brindada por el equipo de fontanería no había ningún reporte. Se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.10) obteniendo como resultado ningún factor de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera nulo.

##### ***5.6.4.2 Redes de distribución del sistema F2 Calle Uno Tablón***

Durante la visita realizada el 12 de agosto de 2021 no se observaron fugas, además según información brindada por el equipo de fontanería no había ningún reporte. Se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.11) obteniendo como resultado ningún factor de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera nulo.

#### **5.6.5 Tanques quiebra gradientes**

La ASADA cuenta con siete tanques de almacenamiento de los cuales dos pertenecen al sistema F1 Suerre y cinco pertenecen al sistema F2 Calle Uno Tablón.

##### ***5.6.5.1 Tanque quiebra gradiente N°1 Suerre***

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.749033, latitud: 10.192770, con una altitud aproximada de 980 msnm, estructura semienterrada y en concreto, la limpieza del tanque la realiza cada cuatro meses el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver

Apéndice A.8.12) obteniendo como resultado un solo factor de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera bajo.

#### ***5.6.5.2 Tanque quiebra gradiente N°2 Suerre***

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.759217, latitud: 10.187589, con una altitud aproximada de 1010 msnm, estructura semienterrada y en concreto, la limpieza del tanque la realiza cada cuatro meses el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.13) obteniendo como resultado un solo factor de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera bajo.

#### ***5.6.5.3 Tanque quiebra gradiente N°1 Calle Seis***

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.767161, latitud: 10.148716, con una altitud aproximada de 1955 msnm, su estructura es a nivel y en concreto, la limpieza del tanque la realiza cada cuatro meses el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 19 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.14) obteniendo como resultado un factor de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera bajo.

#### ***5.6.5.4 Tanque quiebra gradiente N°2***

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.766605, latitud: 10.154642, con una altitud aproximada de 1848 msnm, su estructura es a nivel y en concreto, la limpieza del tanque la realiza cada cuatro meses el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.15) no presenta ningún factor de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera nulo.

#### ***5.6.5.5 Tanque quiebra gradiente N°3 Calle Uno***

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.770716, latitud: 10.169760, con una altitud aproximada de 1466 msnm, su estructura es a nivel del terreno y en concreto, la limpieza del tanque la realiza cada cuatro meses el equipo de fontanería. Durante la visita de

campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.16) no presenta ningún factor de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera nulo.

#### **5.6.5.6 Tanque quiebra gradiente N°4 Calle Uno**

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.769639, latitud: 10.178511, con una altitud aproximada de 1380 msnm, su estructura a nivel del terreno y en concreto, la limpieza del tanque la realiza cada cuatro meses el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.17) no presenta ningún factor de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera nulo.

#### **5.6.5.7 Tanque quiebra gradiente N°1 Calle Tablón**

Se ubica en las coordenadas geográficas longitud: -83.774972, latitud: 10.180914, con una altitud aproximada de 1359 msnm, su estructura a nivel del terreno y en concreto, la limpieza del tanque la realiza cada cuatro meses el equipo de fontanería. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.18) no presenta ningún factor de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera nulo.

En el cuadro 5.15 se muestra el resumen de la evaluación para los tanques quiebra gradientes, donde se indica la cantidad de factores y nivel de riesgo.

**Cuadro 5.16. Resumen de riesgo SERSA para las líneas de conducción de la ASADA de Suerre**

<b>Tanque de almacenamiento</b>	<b>Material de construcción</b>	<b>Número de respuestas “Sí”</b>	<b>Nivel de riesgo</b>
Tanque quiebra gradiente N°1 Suerre	Concreto	1	<b>BAJO</b>
Tanque quiebra gradiente N°2 Suerre	Concreto	1	<b>BAJO</b>
Tanque quiebra gradiente N°1 Calle Seis	Concreto	1	<b>BAJO</b>
Tanque quiebra gradiente N°2	Concreto	0	<b>NULO</b>
Tanque quiebra gradiente N°3 Calle Uno	Concreto	0	<b>NULO</b>
Tanque quiebra gradiente N°4 Calle Uno	Concreto	0	<b>NULO</b>

Tanque quiebra gradiente  
N°1 Calle Tablón

Concreto

0

**NULO**

En el sistema F1 Suerre, el factor de riesgo se considera crítico y se debe a que las tapas de los tanques quiebra gradientes N°1 Suerre y N°2 Suerre no se encuentran en condiciones sanitarias ya que observan herrumbradas (ver Figura 5.6)



**Figura 5.6. Tapas de los tanques quiebra gradientes del sistema F1 Suerre herrumbradas**

El siguiente factor de riesgo se debe a que en el sistema F2 Calle Uno Tablón, el tanque quiebra gradiente N°1 Calle Seis no tiene acera perimetral pudiendo provocar a futuro problemas de socavación en la infraestructura (ver Figura 5.7)



**Figura 5.7. Tanques quiebra gradientes sin acera perimetral**

Es importante mencionar que a excepción de un tanque quiebra gradiente los demás tampoco poseen acera perimetral, sin embargo, no se contempló como factor de riesgo ya que están techadas y el agua no incide directamente sobre la base del tanque quiebra gradiente.

## 5.6.6 Cloración

### 5.6.6.1 Cloración del sistema F1 Suerre

Se trata de un sistema construido artesanalmente por el equipo de fontanería con tubos de PVC (ver Figura 5.8), imitando los sistemas de pastillas que son comercializados por empresas que poseen sus respectivas patentes y autorizados en el país, colocados en una zona de captación que ya no se utiliza, el procedimiento observado consiste en colocar alrededor de 3 o 4 pastillas de marca Oxychem en la cámara húmeda por día. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.19) obteniendo como resultado tres factores de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera intermedio.



Figura 5.8. Cloración del sistema F1 Suerre

### 5.6.6.2 Cloración del sistema F2 Calle Uno Tablón

Se trata de un sistema construido artesanalmente por el equipo de fontanería con tubos de PVC, imitando los sistemas de pastillas que son comercializados por empresas que poseen sus respectivas patentes y autorizados en el país (ver Figura 5.9), colocado en el tanque quiebra gradiente N°2, el procedimiento observado consiste en colocar una 1 pastilla marca Accu-Tab en la cámara seca por día. Durante la visita de campo realizada el 12 de agosto de 2021 se aplicó el formulario SERSA correspondiente (ver Apéndice A.8.20) obteniendo como resultado tres factores de riesgo, por lo tanto, el riesgo se considera intermedio.



**Figura 5.9. Cloración del sistema F1 Suerre**

En el cuadro 5.16 se muestra el resumen de la evaluación de la cloración, donde se indica la cantidad de factores y nivel de riesgo.

**Cuadro 5.17. Resumen de riesgo SERSA para sistemas de cloración de la ASADA de Suerre**

Captación	Tipo de cloración	Dosificación	Número de respuestas “Sí”	Nivel de riesgo
Cloración sistema Suerre	Erosión pastillas	NR	3	INTERMEDIO
Cloración sistema Calle Uno y Tablón	Erosión pastillas	NR	3	INTERMEDIO

En ambos sistemas no se utilizó equipo de protección a la hora de la cloración, solamente mascarilla que la estaban utilizando por motivos de pandemia, la administradora de la ASADA informó de forma verbal la existencia del equipo de protección, sin embargo, en las visitas realizadas no se logró evidenciar, motivo por el cual se consideró factor de riesgo además de ser este un factor crítico. Tampoco poseen registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada, en ambos sistemas determinaron qué cantidad de pastillas utilizar a prueba y error siendo este factor otro punto crítico, por último, carecen de registros de caudal de agua a ser clorada.

## 5.7 MEDIDAS DE MEJORA PARA LAS ESTRUCTURAS DEL ACUEDUCTO

De acuerdo con la evaluación realizada en el apartado anterior se plantean las siguientes medidas de mejora para cada componente:

### 5.7.1 Fuentes de abastecimiento

En ambos sistemas se debe considerar la colocación de cedazo en las tuberías de rebalse para evitar el ingreso de algún animal pequeño a la captación, además es necesario instalar un rótulo con la identificación de las fuentes. Por otra parte, se debe considerar la reconstrucción del cerramiento perimetral de la zona de captación F2 Calle Uno Tablón que se encuentra dañado con el fin de evitar el ingreso de personas a la captación.

### 5.7.2 Tanques de almacenamiento

Se debe considerar realizar las limpiezas de los tanques de almacenamiento de manera más periódica, se sugiere trimestralmente ya que algunos de los tanques tenían sedimentos. No se observó ningún sistema de aforo para determinar el caudal de ingreso al tanque, por lo que se sugiere la colocación de algún sistema de medición, ya que permite establecer las variaciones del caudal con respecto a las variaciones climáticas, determinar pérdidas de agua en las tuberías de conducción o tanques quiebra gradientes. Tampoco se observó macromedidores en la tubería de salida de los tanques, por lo que se sugiere la colocación de estos ya que permite medir el volumen (m<sup>3</sup>) que sale del tanque para realizar balances con los datos de la facturación y establecer las pérdidas de agua del sistema; permite determinar el gasto de agua de la comunidad vía facturación, para establecer la dotación en litros por habitante por día y valorar las pérdidas en tanques bien sea por fugas y/o reboses y en las redes de distribución. Es importante monitorear constantemente las zonas aledañas a los tanques ya que se encuentran viviendas cerca la cuales pueden ser un punto de contaminación.

### 5.7.3 Líneas de conducción y redes de distribución

Se debe considerar realizar limpiezas de las tuberías de conducción en ambos sistemas, con el fin de eliminar moho, maleza y evitar que se deteriore a futuro, además monitorear

constantemente tanto en tuberías de conducción como en las redes de distribución, con el fin de detectar la existencia de alguna fuga ya que no cuentan con el sistema de macromedición que les facilite detectarlas y proceder inmediatamente a su reparación.

#### **5.7.4 Tanques quiebra gradientes**

Se debe contemplar el reemplazo o restauración de las tapas de los tanques quiebra gradientes ubicados en el sistema F1 Suerre ya que presentan corrosión y representan una contaminación en el sistema. Por otra parte, se debe considerar la construcción de aceras en los tanques quiebra gradientes, pero en especial en el tanque quiebra gradiente N°1 Calle Seis, ya que además de no contar con aceras tampoco cuenta con una estructura de techo, por lo cual el agua cae directamente sobre las paredes de la estructura, pudiendo provocar a futuro la socavación de los soportes y las bases de la estructura.

#### **5.7.5 Otros aspectos para tomar en cuenta en la operación del acueducto**

Darles seguimiento a los datos de facturación de cada mes, con el fin de establecer cuanto es el volumen de agua que se está facturando y cobrando a los usuarios producto de la micromedición, esta información es valiosa para establecer relaciones con los valores de los aforos de los caudales captados y disponer de indicadores de pérdidas por mes entre lo captado y lo facturado. También es posible con esta información obtener valores de los metros cúbicos facturados y obtener indicadores de consumo por abonado y por habitante por día.

Con respecto a las concesiones de agua que son emitidas por la Dirección de Aguas del MINAE, es necesario tener claridad que las fuentes que son utilizadas por la ASADA están debidamente inscritas y están al día, además es importante establecer si la ASADA si está cumpliendo con los caudales captados.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

Se determinó una dotación neta 220 L/hab-d y una dotación bruta 288 L/hab-d para el sistema F1 Suerre, mientras que para el sistema F2 Calle Uno Tablón una dotación neta 255 L/hab-d y una dotación bruta 311 L/hab-d

La ASADA de Suerre cuenta con suficiente agua para abastecer la demanda actual y futura, para el sistema F1 Suerre la producción actual es de 42.9 L/s y la demanda actual es de 12.82 L/s, mientras que para el sistema F2 Calle Uno Tablón la producción actual es de 50.5 L/s y la demanda actual es de 5.85 L/s. La proyección realizada para el año 2041 en el sistema F1 Suerre la producción futura es de 42.9 L/s y la demanda futura es de 16.43 L/s, mientras que para el sistema F2 Calle Uno Tablón la producción futura es de 50.5 L/s y la demanda futura es de 7.5 L/s.

El sistema F1 Suerre no cuenta con la suficiente capacidad de almacenamiento requerida 323 m<sup>3</sup> para abastecer el volumen de regulación, volumen de incendios y volumen por interrupciones para el presente año.

La ASADA en general cumple con los parámetros establecidos en el reglamento de calidad d agua potable.

Según la evaluación SERSA realizada en los componentes de la ASADA un 50% poseen un nivel de riesgo considerado NULO, un 40% poseen un nivel de riesgo considerado BAJO, un 10% posee un nivel de riesgo considerado INTERMEDIO, por lo que se debe corregir en un plazo de un mes.

Las deficiencias del acueducto en estudio detectadas durante las visitas de campo y a partir de este estudio se plasmaron en un plan de mejoras y este fue presentado a la administradora de la ASADA externando la urgencia de acatarlo.

## 6.2 RECOMENDACIONES

Realizar los aforos mensualmente utilizando la herramienta brindada para tener un registro periódico y poder determinar si existe alguna reducción de caudal, además utilizar una bitácora para registrar todos los datos para futuras consultas.

Mejorar el método de aforo empleado en cada sistema, para el sistema F1 Suerre se recomienda emplear un recipiente de mayor volumen ya que el tiempo de llenado es en promedio de un minuto treinta segundos, para que sea representativo a la cantidad de agua producida; para el sistema F2 Calle Uno Tablón se recomienda mejorar la calidad del aforo tomando medidas del caudal en las dos tuberías existentes, al mismo tiempo y con recipientes iguales (mismo volumen).

Instalar un tanque de almacenamiento con un volumen de 155 m<sup>3</sup> para abastecer a la comunidad de Suerre hasta el año 2026, posteriormente considerar instalar un segundo tanque de almacenamiento con un volumen de 60 m<sup>3</sup> para abastecer a la comunidad hasta el año 2041, esto según estudio realizado en la sección 5.3.3 de este documento.

Realizar los muestreos del control operativo en las fuentes de abastecimiento y redes de distribución, ya que se estaban realizando en otros lugares con una frecuencia de 2 veces al mes.

En busca de mejorar el sistema existente de la comunidad se recomienda seguir y ejecutar el plan de mejoras propuesto en este estudio.

## 7. REFERENCIAS

- Ana Maritza Barahona Martinez. (2010). *Operación y mantenimiento de Sistemas de abastecimiento de agua*. 32. [https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/3\\_5\\_fasciculo\\_4\\_\\_\\_operacion\\_y\\_mantenimiento.pdf](https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/3_5_fasciculo_4___operacion_y_mantenimiento.pdf)
- ARESEP. (n.d.). *ARESEP fiscaliza labor de ASADAS*.
- Astorga, Y., & Angulo, F. (2013). Gestión del recurso hídrico y saneamiento. *Vigésimo Informe Estado de La Nación En Desarrollo Humano Sostenible*, 29. [http://estadonacion.or.cr/files/biblioteca\\_virtual/020/ambiente/Astorga y Angulo\\_Recurso Hídrico y Saneamiento.pdf](http://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/020/ambiente/Astorga_y_Angulo_Recurso_Hídrico_y_Saneamiento.pdf)
- AyA. (2017a). *NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DE SANEAMIENTO Y PLUVIAL*.
- AyA. (2017b). *Política Nacional para el subsector de agua potable de Costa Rica 2017-2030*.
- Birkel Dostal, C. (2017). Delimitación empírica de áreas prioritarias para en manejo del recurso hídrico en Costa Rica. *Reflexiones*, 86(2), 2.
- CARE Internacional. (2012). Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable. *Care*, 5, 126. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CARE-AVINA 2012. Operación y mantenimiento de sistemas de agua.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CARE-AVINA_2012.Operación_y_mantenimiento_de_sistemas_de_agua.pdf)
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO*.
- CONARE. (n.d.). *El quehacer académico de las Universidades Públicas Costarricenses y la Asociatividad en la Gestión Comunitaria del Agua*.
- Contraloría General de la Republica. (2013). *INFORME SOBRE LA AUDITORÍA OPERATIVA ACERCA DE LA EFICACIA Y EFICIENCIA DEL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS PARA GARANTIZAR LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. 2012(506)*.
- FAO. (2017). *The future of food and agriculture Trends and challenges*.
- Gentes, I., & Madrigal, R. (2009). Temas pendientes en la gobernabilidad hídrica: Las organizaciones comunales de abastecimiento de agua y saneamiento en Costa Rica.

*CATIE Policy Brief.*

- González P, M. F. (2012). *Gobernanza y gestión del recurso hídrico para uso doméstico en dos Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios en el Área de Conservación Tortuguero, Costa Rica.* 110.
- Harum, E. M., Molor, R., & Plaborum, I. (2018). *Messages Sed Quatur Aut Sweden on Target for Sdg 7 : Decoupling Growth.*
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2016). Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica, 2017-2030. *Comisión Interinstitucional*, 1–84. [https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/AyA Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica 2017-2030.pdf](https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/AyA%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Agua%20Potable%20de%20Costa%20Rica%202017-2030.pdf)
- Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica. (2014). Informe de Caracterización Integral Básica del Territorio Pococí. *Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica*, 107. <https://www.inder.go.cr/pococi/Caracterizacion-territorio-Pococi.pdf>
- Instituto Meteorológico Nacional. (2020). Regionalización de Costa Rica. Población y Salud en Mesoamérica. *Y POLITICA ECONOMICA, ODPN, mapa 1*, 1–32. <https://doi.org/10.15517/psm.v18i2.45179>
- Instituto Meteorológico Nacional. (2021). *Porcentaje de anomalía de lluvia en el año 2020 en las regiones climáticas del país. 1.*
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2012). *X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011: Resultados Generales / Instituto Nacional de Estadística y Censos.* [https://www.cipacdh.org/pdf/Resultados\\_Generales\\_Censo\\_2011.pdf](https://www.cipacdh.org/pdf/Resultados_Generales_Censo_2011.pdf)
- IPCC. (2018). Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change., *Ipcc - Sr15*, 2(October), 17–20. [www.environmentalgraphiti.org](http://www.environmentalgraphiti.org)
- MIDEPLAN. (2017). *Índice de Desarrollo Social 2017.*
- MINAET. (2008). *Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.* 148, 148–162.
- Monge, E., Paz, L., & Ovares, C. (2013). *Manual para las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS) de Costa Rica.* 7–11. [https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Manual para las ASADAS -](https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Manual%20para%20las%20ASADAS)

Cedarena - Transparencia y Rendición de Cuentas.pdf

- Mora-Alvarado, D., & Portuguese-Barquero, C. F. (2018). Agua par[1] D. Mora-Alvarado and C. F. Portuguese-Barquero, “Agua para consumo humano y saneamiento en Costa Rica al 2016. Metas al 2022 y al 2030,” *Rev. Tecnol. en Marcha*, vol. 31, no. 2, p. 72, 2018, doi: 10.18845/tm.v31i2.3625.a consumo humano y saneami. *Revista Tecnología En Marcha*, 31(2), 72. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i2.3625>
- ONU. (n.d.). *Agua | Naciones Unidas*. Retrieved October 21, 2021, from <https://www.un.org/es/global-issues/water>
- Paniagua Alfaro, H., & Rodríguez Alfaro, N. (2019). *Guía de Gestión Integral de Riesgos para ASADAS (GIRA)*.
- Poder Ejecutivo Costa Rica. (2008). *Reglamento a la Ley de Declaratoria del Servicio de Hidrantes como Servicio Público y Reforma de Leyes Conexas, N° 8641*.
- Solsona, F. and Méndez, J. P. (2002). *Desinfección de agua*. 60–98.
- Subgerencia Gestión de Sistema Comunales-ICAA. (2008). *Aspectos básicos para la gestión de las nuevas ASADAS*. 68. [https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Aspectos Básicos de las ASADAS.pdf](https://www.aya.go.cr/ASADAS/documentacionAsadas/Aspectos%20Básicos%20de%20las%20ASADAS.pdf)
- Torres Camargo, J. C. (2008). Material Didactico para Asignatura de Acueductos y Alcantarillados. In *Universidad Industrial de Santander*. [https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT\\_Globalization\\_Report\\_2018.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globalization_Report_2018.pdf)0Ahttp://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India\_globalisation%2C\_society\_and\_inequalities%28lsero%29.pdf%0Ahttps://www.quora.com/What-is-the
- UNESCO ONU. (2020). Agua y cambio climático. In *Revista de Obras Publicas* (Vol. 167, Issue 3618).
- UNU-INWEH/CESPAP. (2013). Water Security & the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief. *Hamilton Ont, Canadá, Universidad de Las Naciones Unidas*.
- Ureña, L. V. (2016). *Evaluación de la oferta y demanda del recurso hídrico - propuesta de mejoras para el sistema de acueducto de San Isidro de El Guarco, Cartago, Costa Rica*. 158.
- Vargas Barrantes, É., & Marín Alfaro, A. (2016). Costa Rica demanda una gestión integral del recurso hídrico: escenario latinoamericano y la realidad país. *InterSedes*, 17(35), 1–

26. <https://doi.org/10.15517/isucr.v17i35.25565>

Wada, Y., & Bierkens, M. F. P. (2014). Sustainability of global water use: Past reconstruction and future projections. *Environmental Research Letters*, 9(10).  
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/10/104003>

WHO. (2004). Guías para la calidad del agua potable. *WHO Chronicle*, 38(3), 104–108.

## **APÉNDICES**



## APÉNDICE 1: REGISTRO DE CAUDALES 2019-2021 POR PARTE DE LA ASADA DE SUERRE

### Apéndice A.1.1. Registro de caudales de zona de captación F1 Suerre



ASOCIACION ADMINISTRADORA ACUEDUCTO RURAL SUERRE  
CEDULA JURÍDICA # 3-002-189448  
AFORO F-1 SUERRE

FECHA	LUGAR DE PRUEBA	AFORO	HORA
4/3/2019	F1	49.2	9 .35 AM
	CUBETA 53 LITROS		
	7 PRUEBAS		
	PROMEDIO SEGUNDOS 0.8666		
mar-20	f-1	43.2 L/S	08:45
21-oct-20	F1	28.2 L/S	10:20
27-nov	F1	26.3 L/S	11:30 a.m.
AÑO 2021			
25-ene	F1	47.62 L/S	
feb-21	F1	51.05 L/S	

### Apéndice A.1.2. Registro de caudales de zona de captación F2 Calle Uno Tablón



ASOCIACION ADMINISTRADORA ACUEDUCTO RURAL SUERRE  
CEDULA JURÍDICA # 3-002-189448  
AFORO F-2 SUERRE CALLE UNO-TABLON

FECHA	DETALLE	PROMEDIO	TIEMPO	T. AFORO
4/3/2019	PRUEBA CON CUBETAS DE 53 LITROS			
	7 PRUEBAS	5.77	0,82 SEG.	42,92 L/S
	53 LITROS X 0,8242			64,3 L/S
mar-20	f.2	61.1		11.30 pm
22-oct-20	F2	43.8 L/S		9:02 a.m.
26-nov-20	F2	41.9 L/S		9:45 a.m.
ene-21		58.8		
feb-21		71.07		
may-21	aforo captacion f2	68.39		10:32 a.m.
jun-21	aforo captacion f2	59.35		9:45 a.m.

## APÉNDICE 2: AFOROS REALIZADOS EN LA ZONA DE CAPTACIÓN EN EL MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

### Apéndice A.2.1 Aforos realizados en las zonas de captación

 <b>Asociación Administradora Acueducto Rural Suerre</b> <b>Cédula jurídica 3-102-189448</b> <b>Fuente F1 Suerre</b>		
<b>Fuente</b>	<b>F1 Suerre</b>	<b>F2 Calle Uno Tablón</b>
<b>Fecha:</b>	24/marzo/2021	19/agosto/2021
<b>Volumen (L):</b>	53	159 L
<b>Medición</b>	Tiempo (s)	Tiempo (s)
<b>1</b>	1.31	3.05
<b>2</b>	1.13	2.98
<b>3</b>	1.25	3.31
<b>4</b>	1.20	3.24
<b>5</b>	1.13	3.11
<b>6</b>	1.25	3.24
<b>7</b>	1.12	3.31
<b>Promedio (s)</b>	1.235431235	3.148514851
<b>Caudal (L/s)</b>	42.9	50.5
<b>Responsable:</b>	Sofía Ramírez Vargas	Sofía Ramírez Vargas

### APÉNDICE 3: FICHA A UTILIZAR PARA REALIZAR AFOROS

#### Apéndice A.3.1 Ficha a utilizar a la hora de realizar aforos

 <b>Asociación Administradora Acueducto Rural Suerre</b> <b>Cédula jurídica 3-102-189448</b> <b>Fuente F1 Suerre</b>		
Fuente	F1 Suerre	F2 Calle Uno Tablón
Fecha:		
Volumen (L):		
Medición	Tiempo (s)	Tiempo (s)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
Promedio (s)		
Caudal (L/s)		
Responsable:		

# APÉNDICE 4: SOFTWARE CISA PARA OBTENER LOS CONSUMOS DE LOS USUARIOS

## Apéndice A.4.1. Reportes de consumo del mes de enero 2021 hasta junio 2021

# ASOC. ADM. ACUEDUCTO RURAL DE SUERRE

## Reporte Consumo Mes

Principal ▶
  Mantenimiento ▶
  Administrativas ▶
  Consultas ▶
  Reportes ▶
  Salir

Formato:  Tarifa  Zona  Barrio  Consumo  Abonado  Resumen

19 de 19

jueves, 30 de septiembre de 2021 06:29:39 p.m.



### ASOC. ADM. ACUEDUCTO RURAL DE SUERRE

Reporte de Consumo Mes De 01/2021 a 06/2021

Barrio	Cantidad	L. Anterior	L. Actual	Consumo M3
<b>Zona: BB 07</b>				
NO ASIGNADO	2	1,326	1,368	42
Subtotal:	2	1,326	1,368	42
<b>Zona: BB 08</b>				
NO ASIGNADO	12	9,121	9,397	276
Subtotal:	12	9,121	9,397	276
<b>Zona: BB 09</b>				
NO ASIGNADO	9	8,320	8,538	218
Subtotal:	9	8,320	8,538	218
<b>Zona: BB 10</b>				
NO ASIGNADO	9	7,515	7,702	187
Subtotal:	9	7,515	7,702	187
<b>Zona: BB 11</b>				
NO ASIGNADO	8	10,437	10,731	294
Subtotal:	8	10,437	10,731	294
<b>Zona: BB 12</b>				
NO ASIGNADO	13	23,799	24,570	771
Subtotal:	13	23,799	24,570	771
Subtotal:	1297	2,730,480	2,759,927	29,447
Total:	7697	16,234,626	16,402,847	168,221

## APÉNDICE 5: RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO

### Apéndice A.5.1. Cuadro resumen de la producción F1 Suerre

PRODUCCIÓN F1 SUERRE						
2021	Aforos (L/s)	Abonados	Consumo (m3/mes)	Consumo (L/s)	Dotación neta (L/p/d)	% cobertura
Enero		912	19049	7.25	199	72%
Febrero		917	20670	7.87	215	71%
Marzo	32.6	926	16020	6.10	165	67%
Abril		927	21556	8.21	222	69%
Mayo		928	20052	7.63	206	72%
Junio		928	20539	7.82	211	69%
	<b>32.6</b>	<b>928</b>	<b>19648</b>	<b>7.48</b>	<b>222</b>	<b>70%</b>

### Apéndice A.5.2. Proyecciones de población y servicios del sistema F1 Suerre

PRODUCCIÓN F1 SUERRE		
Año	Población	Servicios
2021	3197	928
2026	3402	987
2031	3620	1051
2036	3852	1118
2041	4098	1189

### Apéndice A.5.3. Proyecciones de caudales para el sistema F1 Suerre

PRODUCCIÓN F1 SUERRE			
Año	Caudal (L/s)	Q.M.D (L/s)	Q.M.H (L/s)
2021	10.68	12.82	23.07
2026	11.36	13.64	24.55
2031	12.09	14.51	26.12
2036	12.87	15.44	27.79
2041	13.69	16.43	29.57

### Apéndice A.5.4. Demanda del sistema F1 Suerre

DEMANDA F1 SUERRE	
Año	Caudal (L/s)
2021	32.60
2026	32.60
2031	32.60
2036	32.60
2041	32.60

**Apéndice A.5.5. Proyecciones de almacenamiento para el sistema F1 Suerre**

<b>DEMANDA F1 SUERRE</b>				
<b>Año</b>	<b>V. regulación</b>	<b>V. incendio</b>	<b>V. reserva</b>	<b>V. requerido</b>
2021	129	22	154	305
2026	137	22	164	323
2031	146	22	174	342
2036	156	22	185	363
2041	166	22	197	385

**Apéndice A.5.6. Resultados del balance hídrico del sistema F1 Suerre**

<b>RESULTADOS</b>					
<b>Año</b>	<b>Servicios</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Producción (L/s)</b>	<b>Balance hídrico (L/s)</b>	<b>Análisis</b>
2021	928	12.82	32.60	19.78	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2026	987	13.64	32.60	18.96	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2031	1051	14.51	32.60	18.09	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2036	1118	15.44	32.60	17.16	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2041	1189	16.43	32.60	16.17	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios

**Apéndice A.5.7. Cuadro resumen de la producción F2 Calle Uno Tablón**

<b>PRODUCCIÓN F2 CALLE UNO TABLÓN</b>						
<b>2021</b>	<b>Aforos (L/s)</b>	<b>Abonados</b>	<b>Consumo (m3/mes)</b>	<b>Consumo (L/s)</b>	<b>Dotación neta (L/p/d)</b>	<b>% cobertura</b>
Enero		351	7451	2.84	203	28%
Febrero		355	8582	3.27	231	29%
Marzo	48.9	360	7772	2.96	206	33%
Abril		361	9643	3.67	255	31%
Mayo		363	7979	3.04	210	28%
Junio		369	9166	3.49	237	31%
	<b>48.9</b>	<b>369</b>	<b>8432</b>	<b>3.21</b>	<b>255</b>	<b>30%</b>

**Apéndice A.5.8. Proyecciones de población y servicios del sistema F2 Calle Uno Tablón**

<b>PRODUCCIÓN F2 CALLE UNO TABLON</b>		
<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Servicios</b>
2021	1271	369
2026	1353	393
2031	1439	418
2036	1532	445
2041	1630	473

**Apéndice A.5.9. Proyecciones de caudales para el sistema F2 Calle Uno Tablón**

<b>PRODUCCIÓN CALLE UNO TABLON</b>			
<b>Año</b>	<b>Caudal (L/s)</b>	<b>Q.M.D (L/s)</b>	<b>Q.M.H (L/s)</b>
2021	4.88	5.85	10.54
2026	5.19	6.23	11.21
2031	5.52	6.63	11.93
2036	5.88	7.05	12.69
2041	6.25	7.50	13.51

**Apéndice A.5.10. Demanda del sistema F2 Calle Uno Tablón**

<b>DEMANDA F2</b>	
<b>Año</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
2021	48.90
2026	48.90
2031	48.90
2036	48.90
2041	48.90

**Apéndice A.5.11. Proyecciones de almacenamiento para el sistema F2 Calle Uno Tablón**

<b>DEMANDA F2 CALLE UNO TABLÓN</b>				
<b>Año</b>	<b>V. regulación</b>	<b>V. incendio</b>	<b>V. reserva</b>	<b>V. requerido</b>
2021	59	22	70	151
2026	63	22	75	160
2031	67	22	80	168
2036	71	22	85	178
2041	76	22	90	188

**Apéndice A.5.12. Resultados del balance hídrico del sistema F2 Calle Uno Tablón**

<b>RESULTADOS</b>					
<b>Año</b>	<b>Servicios</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Producción (L/s)</b>	<b>Balance hídrico (L/s)</b>	<b>Análisis</b>
2021	369	5.85	48.90	43.05	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2026	393	6.23	48.90	42.67	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2031	418	6.63	48.90	42.27	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2036	445	7.05	48.90	41.85	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2041	473	7.50	48.90	41.40	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios

## APÉNDICE 6: PROYECCIONES PARA LA ASADA DE SUERRE

### Apéndice A.6.1 Proyecciones para el sistema F1 Suerre

Año	Población	Servicios	Sistema F1 Suerre						
			Qmd (L/s)	QMD (L/s)	QMH (L/s)	V. regulación (m <sup>3</sup> )	V. incendio (m <sup>3</sup> )	V. reserva (m <sup>3</sup> )	V. requerido (m <sup>3</sup> )
2021	3197	928	10.68	12.82	23.07	129	22	154	305
2022	3237	940	10.81	12.98	23.36	131	22	156	309
2023	3278	951	10.95	13.14	23.65	132	22	158	312
2024	3319	963	11.09	13.30	23.95	134	22	160	316
2025	3360	975	11.22	13.47	24.24	136	22	162	319
2026	3402	987	11.36	13.64	24.55	137	22	164	323
2027	3445	1000	11.51	13.81	24.85	139	22	166	327
2028	3488	1012	11.65	13.98	25.16	141	22	168	331
2029	3531	1025	11.80	14.15	25.48	143	22	170	335
2030	3575	1038	11.94	14.33	25.80	144	22	172	338
2031	3620	1051	12.09	14.51	26.12	146	22	174	342
2032	3665	1064	12.24	14.69	26.45	148	22	176	346
2033	3711	1077	12.40	14.88	26.78	150	22	179	350
2034	3757	1091	12.55	15.06	27.11	152	22	181	355
2035	3804	1104	12.71	15.25	27.45	154	22	183	359
2036	3852	1118	12.87	15.44	27.79	156	22	185	363
2037	3900	1132	13.03	15.63	28.14	158	22	188	367
2038	3949	1146	13.19	15.83	28.49	160	22	190	371
2039	3998	1160	13.35	16.03	28.85	162	22	192	376
2040	4048	1175	13.52	16.23	29.21	164	22	195	380
2041	4098	1189	13.69	16.43	29.57	166	22	197	385

**Apéndice A.6.2 Proyecciones para el sistema Calle Uno Tablón**

**Sistema F2 Calle Uno Tablón**

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Servicios</b>	<b>Qmd (L/s)</b>	<b>QMD (L/s)</b>	<b>QMH (L/s)</b>	<b>V. regulación</b>	<b>V. incendio</b>	<b>V. reserva</b>	<b>V. requerido</b>
2021	1271	369	4.88	5.85	10.54	59	22	70	151
2022	1287	374	4.94	5.93	10.67	60	22	71	153
2023	1303	378	5.00	6.00	10.80	60	22	72	155
2024	1320	383	5.06	6.08	10.94	61	22	73	156
2025	1336	388	5.13	6.15	11.07	62	22	74	158
2026	1353	393	5.19	6.23	11.21	63	22	75	160
2027	1370	398	5.26	6.31	11.35	64	22	76	161
2028	1387	402	5.32	6.39	11.49	64	22	77	163
2029	1404	408	5.39	6.47	11.64	65	22	78	165
2030	1422	413	5.46	6.55	11.78	66	22	79	167
2031	1439	418	5.52	6.63	11.93	67	22	80	168
2032	1457	423	5.59	6.71	12.08	68	22	81	170
2033	1476	428	5.66	6.79	12.23	68	22	82	172
2034	1494	434	5.73	6.88	12.38	69	22	83	174
2035	1513	439	5.80	6.97	12.54	70	22	84	176
2036	1532	445	5.88	7.05	12.69	71	22	85	178
2037	1551	450	5.95	7.14	12.85	72	22	86	180
2038	1570	456	6.02	7.23	13.01	73	22	87	182
2039	1590	461	6.10	7.32	13.18	74	22	88	184
2040	1610	467	6.18	7.41	13.34	75	22	89	186
2041	1630	473	6.25	7.50	13.51	76	22	90	188

## APÉNDICE 7: REGISTRO DEL CONTROL OPERATIVO REALIZADO POR LA ASADA

### Apéndice A.7.1. Proyecciones para el sistema Calle Uno Tablón



#### ASOCIACION ADMINISTRADORA ACUEDUCTO RURAL SUERRE

CEDULA JURÍDICA # 3-002-189448

#### CONTROL OPERATIVO

##### Tanque Suerre

	Fecha	Lugar	Turbidez	Color	pH	Responsable
F1	5/8/2021	TANQUE SUERRE	5	18	6.53	ARNUFO BRENES
	13/8/2021	TANQUE SUERRE	3	41	7.52	ARNUFO BRENES
	23/8/2021	TANQUE SUERRE	4	32	6.85	FERNANDO MARIN

##### Tanque Calle Uno Tablón

	Fecha	Lugar	Turbidez	Color	pH	Responsable
F2	5/8/2021	TANQUE CALLE SEIS	4	28	7.33	ARNULFO BRENES
	13/8/2021	TANQUE CALLE SEIS	5	14	6.73	FERNANDO MARIN
	23/8/2021	TANQUE CALLE SEIS	3	36	6.84	HUGO BRENES

##### Red F1 Suerre

	Fecha	Lugar o abonado	Turbidez	Color	pH	Responsable
F1	5/8/2021	ORTEGA ARCE HERNÁN	3	22	6.92	JOSE RIVERA
	13/8/2021	MORA BRENES WALTER	4	18	7.31	FERNANDO MARIN
	23/8/2021	CHIQUITA TROPICAL INGREDIENS	6	11	6.53	HUGO BRENES

##### Red F2 Calle Uno Tablón

	Fecha	Lugar o abonado	Turbidez	Color	pH	Responsable
F2	5/8/2021	DIAZ CAMPOS HUGO	2	23	6.81	JOSE RIVERA
	13/8/2021	VILLALTA ALFARO ALEXANDER	5	19	6.7	FERNANDO MARIN
	23/8/2021	DISTRIBUIDORA LA FLORIDA S.A	4	14	7.23	HUGO BRENES

Apéndice A.7.2 Control de cloro residual del sistema F1 Suerre



ASOCIACION ADMINISTRADORA ACUEDUCTO RURAL SUERRE

CEDULA JURÍDICA # 3-002-189448

CONTROL DIARIO DE CLORO EN TANQUE SUERRE

FECHA	LUGAR O ABONADO	PARTES POR MILLON	HORA	PASTILLA CLORO	REPONSABLE
1-ago	TANQUE SUERRE	0.43	07:15	3 AL DIA	JOSE CAMPOS
2-ago	TANQUE SUERRE	0.48	06:35	3 AL DIA	JOSE CAMPOS
3-ago	TANQUE SUERRE	0.34	10:00	3 AL DIA	FERNANDO MARIN
4-ago	TANQUE SUERRE	0.43	07:08	3 AL DIA	FERNANDO MARIN
5-ago	TANQUE SUERRE	0.45	07:22	3 AL DIA	JOSE RIVERA
6-ago	TANQUE SUERRE	0.67	06:57	3 AL DIA	FERNANDO MARIN
7-ago	TANQUE SUERRE	0.59	06:59	3 AL DIA	FERNANDO MARIN
8-ago	TANQUE SUERRE	0.57	07:05	3 AL DIA	FERNANDO MARIN
9-ago	TANQUE SUERRE	0.52	08:16	3 AL DIA	JOSE RIVERA
10-ago	TANQUE SUERRE	0.48	07:21	3 AL DIA	JOSE RIVERA
11-ago	TANQUE SUERRE	0.51	08:38	3 AL DIA	OMAR TORRES
12-ago	TANQUE SUERRE	0.38	07:42	3 AL DIA	FERNANDO MARIN
13-ago	TANQUE SUERRE	0.62	07:29	3 AL DIA	FERNANDO MARIN
14-ago	TANQUE SUERRE	0.58	07:01	3 AL DIA	HUGO BRENES
15-ago	TANQUE SUERRE	0.56	07:08	3 AL DIA	HUGO BRENES
16-ago	TANQUE SUERRE	0.46	08:20	3 AL DIA	JOSE RIVERA
17-ago	TANQUE SUERRE	0.41	07:27	3 AL DIA	ARNULFO BRENES
18-ago	TANQUE SUERRE	0.3	09:01	3 AL DIA	FERNANDO MARIN
19-ago	TANQUE SUERRE	0.31	07:02	3 AL DIA	JOSE RIVERA
20-ago	TANQUE SUERRE	0.47	08:41	3 AL DIA	JOSE RIVERA
21-ago	TANQUE SUERRE	0.46	07:00	3 AL DIA	ARNULFO BRENES
22-ago	TANQUE SUERRE	0.45	07:02	3 AL DIA	ARNULFO BRENES
23-ago	TANQUE SUERRE	0.42	07:15	3 AL DIA	FERNANDO MARIN
24-ago	TANQUE SUERRE	0.48	09:18	3 AL DIA	HUGO BRENES
25-ago	TANQUE SUERRE	0.55	07:32	3 AL DIA	JOSE RIVERA
26-ago	TANQUE SUERRE	0.46	11:08	3 AL DIA	OMAR TORRES
27-ago	TANQUE SUERRE	0.33	14:31	3 AL DIA	OMAR TORRES
28-ago	TANQUE SUERRE	0.36	06:54	3 AL DIA	JOSE CAMPOS
29-ago	TANQUE SUERRE	0.34	07:05	3 AL DIA	JOSE CAMPOS
30-ago	TANQUE SUERRE	0.35	13:00	3 AL DIA	OMAR TORRES
31-ago	TANQUE SUERRE	0.3	08:31	3 AL DIA	FERNANDO MARIN

Apéndice A.7.3 Control de cloro residual del sistema F2 Calle Uno Tablón



ASOCIACION ADMINISTRADORA ACUEDUCTO RURAL SUERRE

CEDULA JURÍDICA # 3-002-189448

CONTROL DIARIO DE CLORO EN TANQUES CALLE UNO Y TABLON

FECHA	LUGAR O ABONADO	PARTES POR MILLON	HORA	PASTILLA CLORO	REPONSABLE
1-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.53	07:58	1 AL DIA	JOSE RIVERA
2-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.5	07:01	1 AL DIA	JOSE RIVERA
3-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.68	09:00	2 AL DIA	FERNANDO MARIN
4-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.3	07:21	1 AL DIA	JOSE RIVERA
5-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.36	07:39	1 AL DIA	JOSE RIVERA
6-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.53	07:13	1 AL DIA	FERNANDO MARIN
7-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.61	07:58	2 AL DIA	FERNANDO MARIN
8-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.54	08:02	1 AL DIA	FERNANDO MARIN
9-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.38	09:36	1 AL DIA	JOSE RIVERA
10-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.51	07:35	2 AL DIA	FERNANDO MARIN
11-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.48	07:03	1 AL DIA	FERNANDO MARIN
12-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.36	08:49	1 AL DIA	FERNANDO MARIN
13-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.38	08:45	1 AL DIA	FERNANDO MARIN
14-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.43	07:59	2 AL DIA	HUGO BRENES
15-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.38	08:16	1 AL DIA	HUGO BRENES
16-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.44	09:04	1 AL DIA	JOSE RIVERA
17-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.47	07:54	1 AL DIA	JOSE RIVERA
18-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.39	07:15	1 AL DIA	FERNANDO MARIN
19-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.76	13:39	1 AL DIA	JOSE RIVERA
20-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.4	09:37	2 AL DIA	JOSE RIVERA
21-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.43	07:50	1 AL DIA	ARNULFO BRENES
22-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.38	07:51	1 AL DIA	ARNULFO BRENES
23-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.41	08:25	1 AL DIA	JOSE RIVERA
24-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.31	07:25	2 AL DIA	HUGO BRENES
25-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.44	08:06	1 AL DIA	OMAR TORRES
26-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.71	07:41	1 AL DIA	JOSE RIVERA
27-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.45	09:15	1 AL DIA	JOSE RIVERA
28-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.46	07:34	2 AL DIA	JOSE RIVERA
29-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.44	07:49	1 AL DIA	JOSE RIVERA
30-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.84	07:49	1 AL DIA	OMAR TORRES
31-ago	TANQUE CALLE SEIS	0.69	10:30	1 AL DIA	HUGO BRENES

## APÉNDICE 8: EVALUACIÓN SERSA

Cuadro A.8.1. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en la captación F1 Suerre.

<b>FICHA DE CAMPO 1</b> <b><u>CAPTACIÓN DE NACIENTES O MANANTIALES</u></b>	
<p><b>I-) INFORMACION GENERAL</b></p> <p>Fecha: <b>12 de agosto de 2021</b>            Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre-Jiménez</b>            Nombre nacimiento o manantial: <b>F1 Suerre</b>            Encargado del acueducto: <b>Roxelia Vargas</b>            Teléfono: <b>8377-5373</b>            Nombre del funcionario del MINSA: <b>No aplica</b>            Tipo de Captación:  <b>Caseta</b> ( ) <b>A nivel</b> ( )  <b>Enterrada</b> (X) <b>Semi-enterrada</b> ( )</p>	

<b>II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. ¿Está la naciente sin cerca de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación (crítica)		<b>X</b>
2. ¿Está la captación de la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin tapa o sin tanque de captación).		<b>X</b>
3. ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias?		<b>X</b>
4. ¿Están las paredes y las losas superior e inferior de la captación con grietas? (crítica)		<b>X</b>
5. ¿Se carece de canales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		<b>X</b>
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		<b>X</b>
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		<b>X</b>
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		<b>X</b>
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si aproximadamente a 200 metros a la redonda existen letrinas, animales, viviendas, basura)		<b>X</b>
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		<b>X</b>
<b>TOTAL, FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Nivel de riesgo identificado</b> (Número de X) Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10	<b>NULO</b>	

Cuadro A.8.2. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en la captación F2 Calle Uno Tablón.

<b>FICHA DE CAMPO 1</b>		
<b><u>CAPTACIÓN DE NACIENTES O MANANTIALES</u></b>		
<b>I-) INFORMACION GENERAL</b>		
Fecha: <b>19 de agosto de 2021</b> Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre-Jiménez</b> Nombre nacimiento o manantial: <b>F2 Calle Uno y Tablón</b> Encargado del acueducto: <b>Roxelia Vargas</b> Teléfono: <b>8377-5373</b> Nombre del funcionario del MINSA: <b>No aplica</b> Tipo de Captación: <b>Caseta</b> ( ) <b>A nivel</b> ( ) <b>Enterrada</b> ( ) <b>Semi-enterrada</b> (X)		
<b>II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>Identificación de factores de riesgo en la toma de agua de una naciente</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>11.</b> ¿Está la naciente sin cerca de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación (crítica)	<b>X</b>	
<b>12.</b> ¿Está la captación de la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? (sin tapa o sin tanque de captación).		<b>X</b>
<b>13.</b> ¿Está la tapa de la captación construida en condiciones no sanitarias?		<b>X</b>
<b>14.</b> ¿Están las paredes y las losas superior e inferior de la captación con grietas? (crítica)		<b>X</b>
<b>15.</b> ¿Se carece de canales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)		<b>X</b>
<b>16.</b> ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		<b>X</b>
<b>17.</b> ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?		<b>X</b>
<b>18.</b> ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		<b>X</b>
<b>19.</b> ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si aproximadamente a 200 metros a la redonda existen letrinas, animales, viviendas, basura)		<b>X</b>
<b>20.</b> ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)		<b>X</b>
<b>TOTAL, FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>1</b>	<b>9</b>
<b>Nivel de riesgo identificado</b> (Número de X) Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10	<b>BAJO</b>	

Cuadro A.8.3. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en el tanque de almacenamiento del sistema F1 Suerre.

<b>FICHA DE CAMPO 4</b>	
<b><u>TANQUES DE ALMACENAMIENTO</u></b>	

I-) INFORMACION GENERAL	
<p>Fecha: <b>12 de agosto de 2020</b>  Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b>  Nombre tanque: <b>Tanque de almacenamiento N°1 Suerre</b>  Encargado: <b>Roxelia Vargas</b>  Teléfono: _____  Nombre del funcionario: <b>No aplica</b></p> <p><b>Tipo tanque:</b>  Elevado ( )                      A nivel ( )  Enterrado ( )                    Semi-enterrado (X)</p> <p><b>Material del tanque:</b>  Concreto (X)    Metálico ( )    Plástico ( )</p> <p><b>Frecuencia de limpieza:</b>  Anual ( )    Semestral ( )    Trimestral ( )  ) ) )  Mensual ( )    Otra (X)    No sabe/Nunca ( )  ) ) )</p>	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo del tanque de almacenamiento	SI	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbadas (metálico)? (critica)		X
2. ¿Está la tapa del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (critica)		X
3. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro?		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (critica)		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?	X	
7. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		X
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (critica)		X
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (critica)		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>1</b>	<b>9</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b> Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10	<b>BAJO</b>	

Cuadro A.8.4. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en el tanque de almacenamiento del sistema F1 Suerre.

**FICHA DE CAMPO 4**  
**TANQUES DE ALMACENAMIENTO**



I-) INFORMACION GENERAL	
<p>Fecha: <b>12 de agosto de 2020</b>  Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b>  Nombre tanque: <b>Tanque de almacenamiento Calle Seis</b>  Encargado: <b>Roxelia Vargas</b>  Teléfono: _____</p> <p>Nombre del funcionario: <b>No aplica</b></p> <p><b>Tipo tanque:</b>  Elevado ( )                      A nivel ( )  Enterrado ( )                    Semi-enterrado (X)</p> <p><b>Material del tanque:</b>  Concreto (X)    Metálico ( )    Plástico ( )</p> <p><b>Frecuencia de limpieza:</b>  Anual ( )    Semestral ( )    Trimestral ( )  ) ) )  Mensual ( )    Otra (X)    No sabe/Nunca ( )  ) ) )</p>	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo del tanque de almacenamiento	SI	NO
21. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbadas (metálico)? (critica)		X
22. ¿Está la tapa del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (critica)		X
23. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro?		X
24. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (critica)		X
25. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque?		X
26. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
27. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		X
28. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
29. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (critica)		X
30. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (critica)		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b> Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10	<b>NULO</b>	

Cuadro A.8.6. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en el tanque de almacenamiento para el sistema F2 Calle Uno Tablón.

**FICHA DE CAMPO 4**  
**TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

I-) INFORMACION GENERAL	
<p>Fecha: <b>12 de agosto de 2020</b>  Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b>  Nombre tanque: <b>Tanque de almacenamiento Calle Uno</b>  Encargado: <b>Roxelia Vargas</b>  Teléfono: _____</p> <p>Nombre del funcionario: <b>No aplica</b></p> <p><b>Tipo tanque:</b>  Elevado ( )                      A nivel ( )  Enterrado ( )                    Semi-enterrado (X)</p> <p><b>Material del tanque:</b>  Concreto (X)    Metálico ( )    Plástico ( )</p> <p><b>Frecuencia de limpieza:</b>  Anual ( )    Semestral ( )    Trimestral ( )  ) ) )  Mensual ( )    Otra (X)    No sabe/Nunca ( )  ) ) )</p>	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo del tanque de almacenamiento	SI	NO
31. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbadas (metálico)? (critica)		X
32. ¿Está la tapa del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (critica)		X
33. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro?		X
34. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (critica)		X
35. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque?		X
36. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
37. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		X
38. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
39. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (critica)		X
40. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (critica)		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b> Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10	<b>NULO</b>	

Cuadro A.8.7. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en el tanque de almacenamiento para el sistema F2 Calle Uno Tablón.

**FICHA DE CAMPO 4**  
**TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

I-) INFORMACION GENERAL	
<p>Fecha: <b>17 de setiembre de 2020</b>  Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b>  Nombre tanque: <b>Tanque de almacenamiento Calle Tablón</b>  Encargado: <b>Roxelia Vargas</b>  Teléfono: _____</p> <p>Nombre del funcionario: <b>No aplica</b></p> <p><b>Tipo tanque:</b>  Elevado ( )                      A nivel ( )  Enterrado ( )                      Semi-enterrado (X)</p> <p><b>Material del tanque:</b>  Concreto (X)    Metálico ( )    Plástico ( )</p> <p><b>Frecuencia de limpieza:</b>  Anual ( )    Semestral ( )    Trimestral ( )  ) ) )</p> <p>Mensual ( )    Otra (X)    No sabe/Nunca ( )</p>	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo del tanque de almacenamiento	SI	NO
41. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbadas (metálico)? (critica)		X
42. ¿Está la tapa del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (critica)		X
43. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro?		X
44. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración? (critica)		X
45. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque?		X
46. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?		X
47. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		X
48. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
49. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (critica)		X
50. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial) (critica)		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b> Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10	<b>NULO</b>	

Cuadro A.8.8. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en la línea de conducción del sistema F1 Suerre.







**LINEA DE DISTRIBUCIÓN**

<b>I-) INFORMACION GENERAL</b>	
Fecha: <b>12 de agosto de 2020</b> Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b> Encargado del acueducto: <b>Roxelia Vargas</b> Teléfono: <b>83775373</b>  Reparaciones por fugas por mes: <b>3</b> Fecha de construcción de la red: <b>2017</b>  Material de la tubería de distribución: PVC ( )                                      Hierro galvanizado ( ) Mixto ( )                                      Otro (X) Polietileno	

<b>II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>Identificación de factores de riesgo en la línea de distribución</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. ¿Existen uniones ilícitas que pongan en riesgo la calidad del agua en la red de distribución? (critica)		X
2. ¿Se carece de micromedidores?		X
3. ¿No se realizan pruebas periódicas de cloro residual en la red de distribución? (critica)		X
4. ¿Se observan fugas visibles en alguna parte de la red de distribución? (crítica)		X
5. ¿Existen variaciones significativas de presión en la red de distribución?		X
6. ¿Se carece de válvulas de control de presiones y para realizar reparaciones en la red de distribución sin necesidad de quitar todo el servicio de agua a la comunidad?		X
7. ¿Existen interrupciones constantes en el servicio de distribución de agua? (crítica)		X
8. ¿Se Carece de sistema para purgar en la tubería de distribución?		X
9. ¿Existe conexiones cruzadas de red de aguas negras con la red de distribución de agua potable? (critica)		X
10. ¿Se carece de un esquema del sistema de distribución (planos o croquis)?		X
<b>TOTAL, FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b> Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10	<b>NULO</b>	

**Cuadro A.8.12. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en los tanques quiebra gradientes del sistema F1 Suerre.**

**FICHA DE CAMPO 7**  
**TANQUES QUIEBRAGRADIENTES**

I-) INFORMACION GENERAL	
<p>Fecha: <b>12 de agosto de 2021</b>  Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b>  Encargado del acueducto: <b>Roxelia Vargas</b>  Teléfono: <b>83775373</b></p> <p><b>Material del tanque:</b>  <b>Concreto (X) Metálico ( ) Plástico ( )</b></p> <p><b>Frecuencia de limpieza:</b>  <b>Anual ( ) Semestral ( ) Trimestral ( )</b>  <b>Mensual ( ) Otra (X)</b>  <b>No sabe/Nunca ( )</b></p>	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en el tanque quiebra gradiente	SI	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (critica)	X	
2. ¿Está la tapa de inspección construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro		X
4. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque? (critico)		X
5. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		X
6. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
7. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
8. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)? (critico)		X
9. ¿Se carece de válvula(s) de cierre para limpieza y/o reparación de la estructura?		X
10. ¿La estructura carece de pintura de protección tanto externa como interna?		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>1</b>	<b>9</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b> Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		<b>BAJO</b>

Cuadro A.8.13. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en los tanques quiebra gradientes del sistema F1 Suerre.

**FICHA DE CAMPO 7**  
**TANQUES QUIEBRAGRADIENTES**

I-) INFORMACION GENERAL	
<p>Fecha: <b>12 de agosto de 2021</b>  Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b>  Encargado del acueducto: <b>Roxelia Vargas</b>  Teléfono: <b>83775373</b></p> <p><b>Material del tanque:</b>  <b>Concreto (X)</b>      <b>Metálico ( )</b>      <b>Plástico ( )</b></p> <p><b>Frecuencia de limpieza:</b>  <b>Anual ( )</b>      <b>Semestral ( )</b>      <b>Trimestral ( )</b>  <b>Mensual ( )</b>      <b>Otra (X)</b>  <b>No sabe/Nunca ( )</b></p>	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en el tanque quiebra gradiente	SI	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (critica)	X	
2. ¿Está la tapa de inspección construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro		X
4. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque? (critico)		X
5. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		X
6. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
7. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
8. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)? (critico)		X
9. ¿Se carece de válvula(s) de cierre para limpieza y/o reparación de la estructura?		X
10. ¿La estructura carece de pintura de protección tanto externa como interna?		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	1	9
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b> Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10	<b>BAJO</b>	

Cuadro A.8.14. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en los tanques quiebragradiantes del sistema F2 Calle Uno Tablón.

**FICHA DE CAMPO 7**  
**TANQUES QUIEBRAGRADIANTES**

I-) INFORMACION GENERAL	
<p>Fecha: <b>19 de agosto de 2021</b>  Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b>  Encargado del acueducto: <b>Roxelia Vargas</b>  Teléfono: <b>83775373</b></p> <p><b>Material del tanque:</b>  Concreto (X)      Metálico ( )      Plástico ( )</p> <p><b>Frecuencia de limpieza:</b>  Anual ( )      Semestral ( )      Trimestral ( )  Mensual ( )      Otra (X)  No sabe/Nunca ( )</p>	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en el tanque quiebra gradiente	SI	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (critica)		X
2. ¿Está la tapa de inspección construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro	X	
4. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque? (critico)		X
5. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		X
6. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
7. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
8. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)? (critico)		X
9. ¿Se carece de válvula(s) de cierre para limpieza y/o reparación de la estructura?		X
10. ¿La estructura carece de pintura de protección tanto externa como interna?		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>1</b>	<b>9</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X) Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10</b>	<b>BAJO</b>	

Cuadro A.8.15. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en los tanques quiebra gradientes del sistema F2 Calle Uno Tablón.

**FICHA DE CAMPO 7**  
**TANQUES QUIEBRAGRADIENTES**

I-) INFORMACION GENERAL	
<p>Fecha: <b>12 de agosto de 2021</b>  Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b>  Encargado del acueducto: <b>Roxelia Vargas</b>  Teléfono: <b>83775373</b></p> <p><b>Material del tanque:</b>  <b>Concreto (X)</b>    <b>Metálico ( )</b>    <b>Plástico ( )</b></p> <p><b>Frecuencia de limpieza:</b>  <b>Anual ( )</b>    <b>Semestral ( )</b>    <b>Trimestral ( )</b>  <b>Mensual ( )</b>    <b>Otra (X)</b>  <b>No sabe/Nunca ( )</b></p>	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en el tanque quiebra gradiente	SI	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (critica)		X
2. ¿Está la tapa de inspección construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro		X
4. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque? (critico)		X
5. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		X
6. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
7. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
8. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)? (critico)		X
9. ¿Se carece de válvula(s) de cierre para limpieza y/o reparación de la estructura?		X
10. ¿La estructura carece de pintura de protección tanto externa como interna?		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	0	10
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b> Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10	<b>NULO</b>	

**Cuadro A.8.16. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en los tanques quiebra gradientes del sistema F2 Calle Uno Tablón.**

**FICHA DE CAMPO 7**  
**TANQUES QUIEBRAGRADIENTES**

I-) INFORMACION GENERAL	
<p>Fecha: <b>12 de agosto de 2021</b>  Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b>  Encargado del acueducto: <b>Roxelia Vargas</b>  Teléfono: <b>83775373</b></p> <p><b>Material del tanque:</b>  <b>Concreto (X) Metálico ( ) Plástico ( )</b></p> <p><b>Frecuencia de limpieza:</b>  <b>Anual ( ) Semestral ( ) Trimestral ( )</b>  <b>Mensual ( ) Otra (X)</b>  <b>No sabe/Nunca ( )</b></p>	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en el tanque quiebra gradiente	SI	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (critica)		X
2. ¿Está la tapa de inspección construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro		X
4. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque? (critico)		X
5. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		X
6. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
7. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
8. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)? (critico)		X
9. ¿Se carece de válvula(s) de cierre para limpieza y/o reparación de la estructura?		X
10. ¿La estructura carece de pintura de protección tanto externa como interna?		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X) Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10</b>	<b>NULO</b>	

Cuadro A.8.17. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en los tanques quiebra gradientes del sistema F2 Calle Uno Tablón.

**FICHA DE CAMPO 7**  
**TANQUES QUIEBRAGRADIENTES**

I-) INFORMACION GENERAL	
<p>Fecha: <b>12 de agosto de 2021</b>  Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b>  Encargado del acueducto: <b>Roxelia Vargas</b>  Teléfono: <b>83775373</b></p> <p><b>Material del tanque:</b>  <b>Concreto (X) Metálico ( ) Plástico ( )</b></p> <p><b>Frecuencia de limpieza:</b>  <b>Anual ( ) Semestral ( ) Trimestral ( )</b>  <b>Mensual ( ) Otra (X)</b>  <b>No ( )</b>  <b>sabe/Nunca</b></p>	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en el tanque quiebra gradiente	SI	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (critica)		X
2. ¿Está la tapa de inspección construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro		X
4. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque? (critico)		X
5. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		X
6. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
7. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
8. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)? (critico)		X
9. ¿Se carece de válvula(s) de cierre para limpieza y/o reparación de la estructura?		X
10. ¿La estructura carece de pintura de protección tanto externa como interna?		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	0	10
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b> Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10	<b>NULO</b>	

**Cuadro A.8.18. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en los tanques quiebra gradientes del sistema F2 Calle Uno Tablón.**

**FICHA DE CAMPO 7**  
**TANQUES QUIEBRAGRADIENTES**

I-) INFORMACION GENERAL	
<p>Fecha: <b>12 de agosto de 2021</b>  Nombre acueducto: <b>Acueducto Rural Suerre</b>  Encargado del acueducto: <b>Roxelia Vargas</b>  Teléfono: <b>83775373</b></p> <p><b>Material del tanque:</b>  <b>Concreto (X) Metálico ( ) Plástico ( )</b></p> <p><b>Frecuencia de limpieza:</b>  <b>Anual ( ) Semestral ( ) Trimestral ( )</b>  <b>Mensual ( ) Otra (X)</b>  <b>No sabe/Nunca ( )</b></p>	

II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA		
Identificación de factores de riesgo en el tanque quiebra gradiente	SI	NO
1. ¿Están las paredes agrietadas (concreto) o herrumbradas (metálico)? (critica)		X
2. ¿Está la tapa de inspección construida en condiciones no sanitarias?		X
3. ¿Es el borde de cemento alrededor del tanque menor a 1 metro		X
4. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque? (critico)		X
5. ¿Está ausente o defectuosa la cerca de protección?		X
6. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre (candado, cadena, tornillo)?		X
7. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?		X
8. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)? (critico)		X
9. ¿Se carece de válvula(s) de cierre para limpieza y/o reparación de la estructura?		X
10. ¿La estructura carece de pintura de protección tanto externa como interna?		X
<b>TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b> Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		<b>NULO</b>

Cuadro A.8.19. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en el sistema de cloración del sistema F1

FICHA DE CAMPO 8 SISTEMA DE CLORACIÓN	
I-) INFORMACION GENERAL	

Fecha: **12 de agosto de 2021**  
 Nombre acueducto: **Acueducto Rural Suerre**  
 Encargado del acueducto: **Roxelia Vargas**  
 Teléfono: **83775373**

**Tipo de Sistema de Cloración:**  
 Gas Cloro ( )    Electrólisis ( )    Otro ( )  
 Pastillas (Erosión) (X)

**Tipo de Dosificación:** Continua (X)    Tiempos Programados ( )



<b>II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>Identificación de factores de riesgo en el sistema de cloración</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. ¿Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro? (critica)		X
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (critica)		X
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (critica)		X
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (critica)	X	
5. ¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual		X
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (critica)	X	
7. ¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento?		X
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)?	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración?		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		X
<b>TOTAL, FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>3</b>	<b>7</b>
<b>Nivel de riesgo identificado (Número de X)</b> Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10	<b>INTERMEDIO</b>	

**Cuadro A.8.20. Ficha de campo SERSA para identificar factores de riesgo en el sistema de cloración del sistema F2**

<b>FICHA DE CAMPO 8</b>	
<b>SISTEMA DE CLORACIÓN</b>	
<b>I-) INFORMACION GENERAL</b>	

Fecha: **12 de agosto de 2021**  
 Nombre acueducto: **Acueducto Rural Suerre**  
 Encargado del acueducto: **Roxelia Vargas**  
 Teléfono: **83775373**

**Tipo de Sistema de Cloración:**  
 Gas Cloro ( )    Electrólisis ( )    Otro ( )  
 Pastillas (Erosión) (X)

**Tipo de Dosificación:** Continua (X)    Tiempos Programados ( )



<b>II-) DIAGNOSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>Identificación de factores de riesgo en el sistema de cloración</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. ¿Se carece de una zona/caseta debidamente acondicionada para la preparación y aplicación del cloro? (critica)		X
2. ¿Carece el acueducto de bitácora de la dosificación del cloro? (critica)		X
3. ¿Carece el operario de la capacitación necesaria para la preparación y aplicación de la cloración? (critica)		X
4. ¿Se carece del equipo de protección necesaria para el personal operativo del sistema de cloración? (critica)	X	
5. ¿Se carece del equipo para la medición de cloro residual		X
6. ¿Se carece de registros de la concentración y del caudal de la solución de cloro preparada y aplicada? (critica)	X	
7. ¿Se carece de registros de los niveles de cloro residual en tanque(s) de almacenamiento?		X
8. ¿Se carece de registros de caudal del agua a ser clorada (caudal que ingresa al tanque donde se homogeniza el cloro)?	X	
9. ¿Se carece de mantenimiento periódico del sistema de cloración?		X
10. Se carece de registros de consumo de cloro día/semana/mes/año		X
<b>TOTAL, FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "si")</b>	<b>3</b>	<b>7</b>
<b>Nivel de riesgo identificado</b> (Número de X) Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10		<b>INTERMEDIO</b>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE

### Anexo A.1.1. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para los niveles de control de calidad del agua potable

Control operativo (CO)	Nivel primero (N1)	Nivel segundo (N2)	Nivel tercero (N3)	Nivel cuarto (N4)*
Turbiedad	Color aparente	Aluminio	Amonio	Plaguicidas
Olor	Turbiedad	Calcio	Antimonio	Sustancias orgánicas
Cloro residual libre	Olor	Cloruro	Arsénico	Otros parámetros físicos e inorgánicos
	Temperatura	Cobre	Cadmio	Desinfectantes y subproductos de la desinfección
	pH	Dureza Total	Cromo	Microorganismos
	Conductividad	Fluoruro	Mercurio	
	Cloro residual libre	Hierro	Níquel	
	Cloro residual combinado	Magnesio	Nitrato	
	Coliformes fecales	Potasio	Plomo	
	E. Coli	Sodio (Na+)	Selenio	
		Sulfato (SO <sub>4</sub> -2)		
		Zinc (Zn)		

\*Nivel cuarto (N4): es efectuado durante situaciones especiales, de emergencia o cuando el Ministerio de Salud de Costa Rica (MS) lo solicita. Tomado de la Reforma Reglamento para la calidad del Agua Potable N°41499-S

### Anexo A.1.2. Frecuencia y número de muestras que se deben realizar en el control operativo

Población (habitantes)	Fuentes de abastecimiento		Redes de distribución	
	Frecuencia	N° muestras	Frecuencia	N° muestras
<2.000	Mensual	1 cada fuente	Mensual	1
2.001-20.000	Quincenal	1 cada fuente	Quincenal	1
20.001-200.000	Semanal	1 cada fuente	Semanal	1
>200.000	Diario	1 cada fuente	Diario	1

Tomado del Reglamento para la calidad del Agua Potable N° 38924-S

### Anexo A.1.3. Valores permitidos para el control operativo

Parámetros	Unidad	Valor de alerta (VA)	Valor máximo Admisible (VMA)
Turbiedad	UNT	1.0	5.0
Olor	-	Aceptable	Aceptable
Cloro residual libre (a)	mg/L	0.3	0.6 (b) (c)

Tomado de la Reforma Reglamento para la calidad del Agua Potable N°41499-S. (a) Se establece rangos permisibles y no VA ni VMA.

(b) Se permitirá valor máximo de cloro residual libre de 0.8 mg/L en no más del 20% de las muestras medidas. (c)

En situaciones de emergencia calificadas como tal por el Ministerio de Salud se permitirá una concentración de cloro residual libre de 0,8 mg/L en los puntos de muestreo medidos en la red de distribución".

**Anexo A.1.4. Frecuencia y número de muestras que se deben realizar en el nivel primario (N1)**

Población abastecida (habitantes)	Fuentes de abastecimiento (a) (b)		Tanques de almacenamiento (a)		Red de distribución (a) y (b)		Total de muestras mínimas por año ©
	Frecuencia	N° muestras	Frecuencia	N° muestras	Frecuencia	N° muestras	
< 5.000	Semestral	1 en cada fuente	Semestral	1 en cada tanque	Semestral	3	10
5000 a 100.000	Semestral	1 en cada fuente	Trimestral	1 en cada tanque	Trimestral	3	18
100 001 a 500 000	Mensual	1 en cada fuente	Mensual	1 en cada tanque	Mensual	15	120 más 12 por cada 100.000 habitantes (d)
> 500 000	Mensual	1 en cada fuente	Mensual	1 en cada tanque	Diaria	15	180 más 12 por cada 100.000 habitantes

Tomado de la Reforma Reglamento para la calidad del Agua Potable N°41499-S. (a) Aplica para los parámetros microbiológicos del N1. (b) Aplica para los parámetros fisicoquímicos del N1. En el caso de la red de distribución se realiza una (1) única muestra. (c) En los acueductos que abastecen poblaciones superiores a 100.000 personas, con historial de calidad, por al menos 2 años, y resultados de: i. Coliformes fecales y E.coli negativos en más del 95% de las muestras anuales. ii. Cloro residual entre 0,3 mg/L a 0,6 mg/L (en el 90% de las muestras anuales). iii. Turbiedad menor o igual a 1 U.N.T. (en el 90% de las muestras anuales). Los entes operadores pueden reducir hasta en un 50% el número de muestras y readecuar la frecuencia de muestreo en concordancia con la mencionada reducción. Para optar por esta reducción, en un acueducto, el ente operador debe probar con datos estadísticos el historial de resultados de la calidad del agua (previa autorización del M.S.).

**Anexo A.1.5. Valores permitidos para el nivel primario (N1)**

PARAMETRO	Unidad	Valor Alerta (VA)	Valor Máximo Admisible (VMA)
Color aparente	U-Pt-Co	< 5	15(c)
Conductividad	µS/cm	400	-
Coliforme fecal	NMP/100 ml o UFC/100 ml	No detectable (c)	No detectable (c)
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml o UFC/100 ml	No detectable (c)	No detectable (c)
Cloro residual libre (a)	mg/L	0,3	0,6 (d,e)
Cloro residual combinado (a) (b)	mg/L	1,0	1,8
Turbiedad	UNT	1,0	5,0
Olor	---	Aceptable	Aceptable
Temperatura (a)	°C	18	30
pH (a)	Valor pH	6,0	8,0

Tomado del Reglamento para la calidad del Agua Potable N° 38924-S

**Anexo A.1.6. Frecuencia y número de muestras que se deben realizar para los niveles N2 y N3**

Población (habitantes)	abastecida	Fuentes de abastecimiento		Red de distribución	
		Frecuencia	Nº muestras	Frecuencia	Nº muestras
< 5000		Cada 3 años	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Cada 3 años	1
5000 a 100.000		Cada 2 años	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Cada 2 años	1
100 001 a 500 000		Anual	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Anual	1
> 500.001		Trimestral	1 en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes, que ingresa a la red de distribución.	Trimestral	6

Tomado del Reglamento para la calidad del Agua Potable N° 38924-S

**Anexo A.1.7. Valores permitidos para el nivel secundario (N2)**

Parámetro	Valor de Alerta (VA) mg/L	Valor Máximo Admisible (VMA) mg/L
Aluminio ( Al <sup>+3</sup> )	---	0,2
Calcio ( Ca <sup>+2</sup> )	---	100
Cloruro ( Cl <sup>-</sup> )	25	250
Cobre ( Cu )	1,0	2,0
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	300	400
Fluoruro ( F )	---	0,7 a 1,5(a)
Hierro (Fe)	---	0,3(b)
Magnesio (Mg <sup>+2</sup> )	30	50
Manganeso (Mn )	0,1	0,5(b)
Potasio (K <sup>+</sup> )	---	10
Sodio ( Na <sup>+</sup> )	25	200
Sulfato ( SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	25	250
Zinc ( Zn )	---	3,0

Tomado del Reglamento para la calidad del Agua Potable N° 38924-S

**Anexo A.1.8. Valores permitidos para el nivel terciario (N3)**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor de Alerta (VA) mg/L</b>	<b>Valor Máximo Admisible (VMA) mg/L</b>
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	0,05	0,5
Antimonio (Sb)	---	0,005
Arsénico (As )	---	0,01
Cadmio (Cd )	---	0,003
Cromo (Cr )	---	0,05
Mercurio (Hg)	---	0,001
Níquel (Ni)	---	0,02
Nitrato ( NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	25	50
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	---	0,1
Plomo ( Pb )	---	0,01
Selenio (Se)	---	0,01

## ANEXO 2: INFORME DE RESULTADOS QUÍMICOS N1

### Anexo A.2.1. Análisis químicos para el sistema F1 Suerre



### INFORME DE RESULTADOS QUÍMICOS

CHEM-FPT-015B  
Versión 19



#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	MINISTERIO DE SALUD			<b>Proc. muestreo</b>	CHEM-PT-018-21
<b>Contacto:</b>	Albin Badilla Mora			<b>Muestreado por</b>	Anthony Cascante
<b>Dirección:</b>	San José			<b>CODIGO</b>	CHEM-OT-0328-2021
				<b>Matriz:</b>	Agua
				<b>Fecha de Muestreo:</b>	24-Marzo-2021
<b>Teléfono:</b>	(506) 2221-6058	<b>Fax:</b>	(506)2-222-1420	<b>Fecha de Reporte:</b>	07-Abril-2021
<b>e-mail:</b>	albin.badilla@misalud.go.cr				
<b>Tipo de Análisis</b>	POTABLE N1				
<b>LUGAR DE MUESTREO:</b>	ASADA SUERRE, POCOCÍ				

#### RESULTADOS DE LABORATORIO:

A	PARAMETRO	UNIDADES	INCERT	LC	LD	REF	NORMA	LUGAR DE MUESTREO	
								Naciente F1 ASADA Suerre, Pococi CHEM-ID-01916	Almacén El Colono ASADA Suerre, Pococi CHEM-ID-01917
	- Primer nivel de control								
*	Color Aparente	Pt-Co	0,15	3,00	1,00	SM-2120C	5-15	<1,00	<1,00
*	Temperatura	°C	0,02	0,1	0	SM-2550	18-30	29,50	28,30
*	Conductividad	uS/cm	4	8	6	SM-2510	400	181	166
*	pH		0,01	0	0	SM-4500	6,5-8,5	7,43	7,80
*	Cloro Residual Libre	mg/L	0,04	0,1	0	SM-4500CL	0,3-0,6	<0,04	0,33
*	Turbiedad	NTU	0,2	0,70	0,50	SM-2130	<1-5	<0,50	<0,50
	Olor					SM-2150	Aceptable	Aceptable	Aceptable

INCERT: Corresponde a la Incertidumbre para un 95% de confianza

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

Con \* Ensayo Acreditado INTE-ISO/IEC 17025:2005 ante el Ente Costarricense de Acreditación, sin \* Ensayo no acreditado, con \*\* ensayo subcontratado ver alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

NORMA: Reglamento de Calidad de Agua Potable (N° 38924-S) "Reglamento para la calidad del agua potable"

Permiso de funcionamiento ARSLU-3404-12-2016 vence 20-diciembre-2021

## Anexo A.2.2. Análisis microbiológicos para el sistema F1 Suerre



### INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

CHEM-FPT-015B

Versión 19



#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	MINISTERIO DE SALUD		<b>Proc. muestreo</b>	CHEM-PT-018-21
<b>Contacto:</b>	Albin Badilla Mora		<b>Muestreado por</b>	Anthony Cascante
<b>Dirección:</b>	San José		<b>CODIGO</b>	CHEM-OT-0328-2021
			<b>Matriz:</b>	Agua
			<b>Fecha de Muestreo:</b>	24-Marzo-2021
<b>Teléfono:</b>	(506) 2221-6058	<b>Fax:</b>		
<b>e-mail:</b>	albin.badilla@misalud.go.cr		<b>Fecha de Reporte:</b>	07-Abril-2021
<b>Tipo de Análisis</b>	Microbiológico			
<b>LUGAR DE MUESTREO:</b>	<b>ASADA SUERRE, POCOCÍ</b>			

#### RESULTADOS DE LABORATORIO:

ID	LUGAR DE MUESTREO		Resultado	
			Cloro Residual Libre mg/L	Coliformes fecales UFC/100 mL
CHEM-ID-01918	Oficina de la ASADA	ASADA Suerre, Pococí	0,31	Ausente
CHEM-ID-01919	Casa de Luis Guillermo Hernández Cordero	ASADA Suerre, Pococí	0,33	Ausente
CHEM-ID-01920	Casa de Carlos Umaña Portuguez	ASADA Suerre, Pococí	0,30	Ausente
CHEM-ID-01921	Naciente F1	ASADA Suerre, Pococí	<0,04	1
CHEM-ID-01922	Almacén El Colono	ASADA Suerre, Pococí	0,33	Ausente

A	PARAMETRO	INCERT	LC	LD	REF	NORMA
*	Cloro Residual Libre	0,04	0,04	0,06	SM-4500CL	0,3-0,6
*	Coliformes fecales		0	0	SM-9222D	Ausente

INCERT: Corresponde a la Incertidumbre para un 95% de confianza

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

Con \* Ensayo Acreditado INTE-ISO/IEC 17025:2005 ante el Ente Costarricense de Acreditación, sin \* Ensayo no acreditado, con \*\* ensayo subcontratado alcance en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

NORMA: Reglamento de Calidad de Agua Potable (N° 38924-S) "Reglamento para la calidad del agua potable"

Permiso de funcionamiento ARSLU-3404-12-2016 vence 20-diciembre-2021

RONALD  
ANDREY  
MONTERO  
BONILLA  
(FIRMA)

Digitally signed by  
RONALD ANDREY  
MONTERO  
BONILLA (FIRMA)  
Date: 2021.04.14  
18:16:03 +02'00'

## ANEXO 3: INFORME DE RESULTADOS QUÍMICOS N2 Y N3

### Anexo A.3.1. Informe de resultados N2 y N3 en fuentes de captación



**LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS**

**AYA-ID-02917-2021**

**INFORME DE RESULTADOS**

AYA-FPT-011B

Tres Rios, Cartago  
Teléfono: (506) 2279-5118  
Fax: (506) 2279-5973  
e-mail: dmona@aya.go.cr



Laboratorio de Ensayo  
Alcance de Acreditación N° LE-049  
Acreditado a partir de: 2008.02.11  
Instituto Nacional de Metrología y Normalización  
Alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Acueductos Rurales en Sello de Calidad Sanitaria		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019
<b>Contacto:</b>	Lic. Luis Carlos Barrantes Segura		<b>Muestreado por</b>	Gerbanzo Acosta
<b>SISTEMA:</b>	<b>SUERRE DE JIMÉNEZ DE POCOÍ</b>		<b>Fecha de muestreo</b>	11-may.-21
			<b>Fecha de ingreso :</b>	12-may.-21
			<b>Fecha de Reporte:</b>	21-may.-21
<b>Muestreo:</b>	NACIENTE 1		<b>Inicio Análisis MIC:</b>	
<b>Dirección:</b>	En la naciente		<b>Teléfono:</b>	2279-5118
<b>PROVINCIA:</b>	LIMÓN	<b>CANTÓN:</b> POCOÍ	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua
<b>e-mail:</b>	luca@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	<b>Hora de recolección:</b>	14:10

#### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	INCERT	LD	LC	VA	VMA	UNIDADES	METODO
Alcalinidad	*	49	1,0	2,0	3,0			mg/L	2320
Aluminio	*	64,0	11,3	21,2	24,0		200	µg/L	3125 B Mo
Amonio	**	N.D.	0,02	0,06	0,09	0,05	0,5	mg/L	4500-NH3
Antimonio	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		5	µg/L	3125 B Mo
Arsénico	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		10	µg/L	3125 B Mo
Cadmio	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		3	µg/L	3125 B Mo
Calcio	*	15,0	1,0	1,5	2,0		100	mg/L	3500-Ca B
Cloruros	*	3,23	0,81	1,10	1,30	25	250	mg/L	4110B Cro
Cobre	*	N.D.	11,3	21,2	24,0	1000	2000	µg/L	3125 B Mo
Color Aparente	*	N.D.	1,0	2,0	4,0	5	15	UPT-Co	2120 C
Conductividad	*	136	1,0	2	4	400		µS/cm	2510
Cromo	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		50	µg/L	3125 B Mo
Dureza de Calcio	*	37	2,0	2,0	3,0			mq/L	3500-Ca D
Dureza Total	*	65	2,0	2,0	3,0	300	400	mg/L	2340 C
Fluoruros	*	0,14	0,027	0,040	0,100		0,7-1,5	mg/L	4110B Cro
Hierro	*	N.D.	11,3	21,2	24,0		300	µg/L	3125 B Mo
Magnesio	*	6,8	0,10	0,50	1,0	30	50	mq/L	3500 B
Manganeso	*	N.D.	11,3	21,2	24,0	100	500	µg/L	3125 B Mo
Mercurio	*	N.D.	0,18	0,18	0,19		1	µg/L	3125 B Mo
Niquel	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		20	µg/L	3125 B Mo
Nitratos	*	N.D.	0,53	0,81	1,40		50	mq/L	4110B Cro
Nitritos	*	N.D.	0,026	0,040	0,10		0,1	mg/L	4110B Cro
Olor	**	Aceptable	N.A.	N.A.	N.A.	Aceptable	Aceptable		2150 B
pH	*	5,88	0,10	0,10	0,20		6,0-8,0		4500-H+
Plomo	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		10	µg/L	3125 B Mo
Potasio	*	3,1	0,80	1,0	1,5		10	mg/L	3500-K B
Selenio	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		10	µg/L	3125 B Mo
Sodio	*	7,1	1,9	2,0	2,5	25	200	mg/L	3500-Na B
Sulfatos	*	26,50	0,79	0,81	1,60	25	250	mg/L	4110B Cro
Temperatura	*	22,8	0,10				18 a 30	°C	2550 B
Turbiedad	*	0,24	0,10	0,12	0,15	<1	5	UNT	2130 B
Zinc	*	N.D.	11,3	21,2	24,0		3000	µg/L	3125 B Mo

## Anexo A.3.2. Informe de resultados N2 y N3 en redes de distribución



AYA-ID-02919-2021

### INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 2279-5118  
Fax: (506) 2279-5973  
e-mail: dmora@aya.go.cr



Laboratorio de Ensayo  
Alcance de Acreditación N° LE-049  
Acreditado a partir de: 2008.02.11  
De manera indefinida Art. 11, Decreto ejecutivo 7022 y sus modificaciones  
Alcance disponible en [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Acueductos Rurales en Sello de Calidad Sanitaria		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-	
<b>Contacto:</b>	Lic. Luis Carlos Barrantes Segura		<b>Muestreado por</b>	Garbanzo Acosta	
<b>SISTEMA:</b>	SUERRE DE JIMÉNEZ DE POCOÍ		<b>Fecha de muestreo</b>	11-may.-21	
			<b>Fecha de ingreso :</b>	12-may.-21	
<b>Muestreo:</b>	RED 4		<b>Fecha de Reporte:</b>	31-may.-21	
<b>Dirección:</b>	GREIVIN BONILLA		<b>Inicio Análisis MIC:</b>	12-may.-21	
			<b>Teléfono:</b>	2279-5118	
<b>PROVINCIA:</b>	LIMÓN	<b>CANTÓN:</b>	POCOÍ	<b>Tipo de muestra:</b>	Agua
<b>e-mail:</b>	uca@aya.go.cr	<b>Fax:</b>		<b>Hora de recolección:</b>	15:45

#### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	INCERT	LD	LC	VA	VMA	UNIDADES	METODO
Alcalinidad	*	52	1,0	2,0	3,0			mg/L	2320
Aluminio	*	N.D.	11,3	21,2	24,0		200	µg/L	3125 B Mo
Amonio	**	N.D.	0,02	0,06	0,09	0,05	0,5	mg/L	4500-NH3
Antimonio	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		5	µg/L	3125 B Mo
Arsénico	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		10	µg/L	3125 B Mo
Cadmio	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		3	µg/L	3125 B Mo
Calcio	*	15,5	1,0	1,5	2,0		100	mg/L	3500-Ca B
Cloro Residual Libre	*	0,63	0,02	0,02	0,05		0,3-1,0	mg/L	4500-Cl G
Cloruros	*	3,74	0,81	1,10	1,30	25	250	mg/L	4110B Cro
Cobre	*	N.D.	11,3	21,2	24,0	1000	2000	µg/L	3125 B Mo
Coliformes fecales	*	Negativo		1	1	Negativo	Negativo	UFC/100 mL	9222 D
Color Aparente	*	N.D.	1,0	2,0	4,0	5	15	UPT-Co	2120 C
Conductividad	*	224	1,0	2	4	400		µS/cm	2510
Cromo	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		50	µg/L	3125 B Mo
Dureza de Calcio	*	39	2,0	2,0	3,0			mg/L	3500-Ca D
Dureza Total	*	69	2,0	2,0	3,0	300	400	mg/L	2340 C
E.coli	*	Negativo		0	0	Negativo	Negativo	UFC/100 mL	9222 D
Fluoruros	*	0,16	0,027	0,040	0,100		0,7-1,5	mg/L	4110B Cro
Hierro	*	N.D.	11,3	21,2	24,0		300	µg/L	3125 B Mo
Magnesio	*	7,4	0,10	0,50	1,0	30	50	mg/L	3500 B
Manganeso	*	N.D.	11,3	21,2	24,0	100	500	µg/L	3125 B Mo
Mercurio	*	N.D.	0,18	0,18	0,19		1	µg/L	3125 B Mo
Niquel	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		20	µg/L	3125 B Mo
Nitratos	*	D.	0,53	0,81	1,40		50	mg/L	4110B Cro
Nitritos	*	N.D.	0,026	0,040	0,10		0,1	mg/L	4110B Cro
Olor	**	Aceptable	N.A.	N.A.	N.A.	Aceptable	Aceptable		2150 B
pH	*	6,68	0,10	0,10	0,20		6,0-8,0		4500-H+
Plomo	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		10	µg/L	3125 B Mo

## Anexo A.3.3. Informe de resultados N2 y N3 en fuentes de captación



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

**AYA-ID-02918-2021**

### INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 2279-5118  
Fax: (506) 2279-5973  
e-mail: dmora@aya.go.cr



#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Acueductos Rurales en Sello de Calidad Sanitaria		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019
<b>Contacto:</b>	Lic. Luis Carlos Barrantes Segura		<b>Muestreado por</b>	Garbanzo Acosta
<b>SISTEMA:</b>	<b>SUERRE DE JIMÉNEZ DE POCOCI</b>		<b>Fecha de muestreo</b>	11-may.-21
			<b>Fecha de ingreso :</b>	12-may.-21
<b>Muestreo:</b>	NACIENTE 2		<b>Fecha de Reporte:</b>	31-may.-21
<b>Dirección:</b>	EN LA NACIENTE		<b>Inicio Análisis MIC:</b>	
			<b>Teléfono:</b>	2279-5118
<b>PROVINCIA:</b>	LIMÓN	<b>CANTON:</b> POCOCI	<b>Tipo de muestra:</b>	Aqua
<b>e-mail:</b>	luca@aya.go.cr	<b>Fax:</b>	<b>Hora de recolección:</b>	14:30

#### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	INCERT	LD	LC	VA	VMA	UNIDADES	METODO
Alcalinidad	*	53	1,0	2,0	3,0			mg/L	2320
Aluminio	*	N.D.	11,3	21,2	24,0		200	µg/L	3125 B Mo
Amonio	**	N.D.	0,02	0,06	0,09	0,05	0,5	mg/L	4500-NH3
Antimonio	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		5	µg/L	3125 B Mo
Arsénico	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		10	µg/L	3125 B Mo
Cadmio	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		3	µg/L	3125 B Mo
Calcio	*	16,3	1,0	1,5	2,0		100	mg/L	3500-Ca B
Cloruros	*	3,78	0,81	1,10	1,30	25	250	mg/L	4110B Cro
Cobre	*	N.D.	11,3	21,2	24,0	1000	2000	µg/L	3125 B Mo
Color Aparente	*	N.D.	1,0	2,0	4,0	5	15	UPT-Co	2120 C
Conductividad	*	150	1,0	2	4	400		µS/cm	2510
Cromo	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		50	µg/L	3125 B Mo
Dureza de Calcio	*	41	2,0	2,0	3,0			mg/L	3500-Ca D
Dureza Total	*	73	2,0	2,0	3,0	300	400	mg/L	2340 C
Fluoruros	*	0,19	0,027	0,040	0,100		0,7-1,5	mg/L	4110B Cro
Hierro	*	N.D.	11,3	21,2	24,0		300	µg/L	3125 B Mo
Magnesio	*	7,9	0,10	0,50	1,0	30	50	mg/L	3500 B
Manganeso	*	N.D.	11,3	21,2	24,0	100	500	µg/L	3125 B Mo
Mercurio	*	N.D.	0,18	0,18	0,19		1	µg/L	3125 B Mo
Niquel	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		20	µg/L	3125 B Mo
Nitratos	*	D.	0,53	0,81	1,40		50	mg/L	4110B Cro
Nitritos	*	N.D.	0,026	0,040	0,10		0,1	mg/L	4110B Cro
Olor	**	Aceptable	N.A.	N.A.	N.A.	Aceptable	Aceptable		2150 B
pH	*	6,39	0,10	0,10	0,20		6,0-8,0		4500-H+
Plomo	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		10	µg/L	3125 B Mo
Potasio	*	3,8	0,80	1,0	1,5		10	mg/L	3500-K B
Selenio	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		10	µg/L	3125 B Mo
Sodio	*	7,8	1,9	2,0	2,5	25	200	mg/L	3500-Na B
Sulfatos	*	29,99	0,79	0,81	1,60	25	250	mg/L	4110B Cro
Temperatura	*	22,1	0,10				18 a 30	°C	2550 B
Turbiedad	*	N.D.	0,10	0,12	0,15	<1	5	UNT	2130 B
Zinc	*	N.D.	11,3	21,2	24,0		3000	µg/L	3125 B Mo

## Anexo A.3.4. Informe de resultados N2 y N3 en redes de distribución



### INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago  
Teléfono: (506) 2279-5118  
Fax: (506) 2279-5973  
e-mail: dmora@aya.go.cr

AYA-ID-03141-2021



#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	Acueductos Rurales en Sello de Calidad Sanitaria		<b>Proc. muestreo</b>	AYA-PT-019-	
<b>Contacto:</b>	Lic. Luis Carlos Barrantes Segura		<b>Muestreado por</b>	Garbanzo Acosta	
<b>SISTEMA:</b>	SUERRE DE JIMÉNEZ DE POCOÍ:SECT.CALLE 1 Y TABLÓN		<b>Fecha de muestreo</b>	18-may.-21	
<b>Muestreo:</b>	RED 2		<b>Fecha de ingreso :</b>	19-may.-21	
<b>Dirección:</b>	MARILYN PAUTH RAYO		<b>Fecha de Reporte:</b>	02-jun.-21	
<b>PROVINCIA:</b>	LIMÓN	<b>CANTON:</b>	POCOÍ	<b>Inicio Análisis MIC:</b>	19-may.-21
<b>e-mail:</b>	luca@aya.go.cr	<b>Fax:</b>		<b>Teléfono:</b>	2279-5118
				<b>Tipo de muestra:</b>	Agua
				<b>Hora de recolección:</b>	14:50

#### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	INCERT	LD	LC	VA	VMA	UNIDADES	METODO
Alcalinidad	*	30	1,0	2,0	3,0			mg/L	2320
Aluminio	*	N.D.	11,3	21,2	24,0		200	µg/L	3125 B Mo
Amonio	**	N.D.	0,02	0,06	0,09	0,05	0,5	mg/L	4500-NH3
Antimonio	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		5	µg/L	3125 B Mo
Arsénico	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		10	µg/L	3125 B Mo
Cadmio	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		3	µg/L	3125 B Mo
Calcio	*	10,7	1,0	1,5	2,0		100	mg/L	3500-Ca B
Cloro Residual Libre	*	0,49	0,02	0,02	0,05		0,3-1,0	mg/L	4500-Cl G
Cloruros	*	3,12	0,81	1,10	1,30	25	250	mg/L	4110B Cro
Cobre	*	N.D.	11,3	21,2	24,0	1000	2000	µg/L	3125 B Mo
Coliformes fecales	*	Negativo		1	1	Negativo	Negativo	UFC/100 mL	9222 D
Color Aparente	*	N.D.	1,0	2,0	4,0	5	15	UPT-Co	2120 C
Conductividad	*	146	1,0	2	4	400		µS/cm	2510
Cromo	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		50	µg/L	3125 B Mo
Dureza de Calcio	*	27	2,0	2,0	3,0			mg/L	3500-Ca D
Dureza Total	*	45	2,0	2,0	3,0	300	400	mg/L	2340 C
E.coli	*	Negativo		0	0	Negativo	Negativo	UFC/100 mL	9222 D
Fluoruros	*	0,11	0,027	0,040	0,100		0,7-1,5	mg/L	4110B Cro
Hierro	*	N.D.	11,3	21,2	24,0		300	µg/L	3125 B Mo
Magnesio	*	4,5	0,10	0,50	1,0	30	50	mg/L	3500 B
Manganeso	*	N.D.	11,3	21,2	24,0	100	500	µg/L	3125 B Mo
Mercurio	*	N.D.	0,18	0,18	0,19		1	µg/L	3125 B Mo
Niquel	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		20	µg/L	3125 B Mo
Nitratos	*	1,64	0,53	0,81	1,40		50	mg/L	4110B Cro
Nitritos	*	N.D.	0,026	0,040	0,10		0,1	mg/L	4110B Cro
Olor	**	Aceptable	N.A.	N.A.	N.A.	Aceptable	Aceptable		2150 B
pH	*	7,24	0,10	0,10	0,20		6,0-8,0		4500-H+
Plomo	*	N.D.	1,2	1,2	1,4		10	µg/L	3125 B Mo