

Informe Técnico Caso ASADA Cipreses de Oreamuno



**INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**

Elaborado por integrantes y colaboradores de Mesa Técnica por parte de AyA

Gerardo Rivas Rivas

Zaida Ulate Gutiérrez

Jorge Villalobos Madrigal

Esteban Vargas Rounda

Oscar Vásquez Saldaña

Setiembre 2021

**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
+506 2242-5000 * www.aya.go.cr
Pavas, San José, Costa Rica**

Contenido

1	Introducción.....	1
2	Antecedentes.....	2
3	Análisis Técnico.....	3
3.1	Fuentes de Abastecimiento Acueducto Cipreses	3
3.1.1	Producción de las fuentes según aforos	3
3.1.2	Calidad de Agua de las fuentes de abastecimiento	6
3.2	Estudios Hidrogeológicos.....	11
3.3	Caracterización de la Demanda	14
3.3.1	Cantidad de Abonados.....	14
3.3.1.1	Abonados según categoría tarifaria.....	16
3.3.2	Análisis de la Demanda y Patrones de Consumo.....	17
3.3.3	Patrones de Consumo.....	17
3.4	Caracterización de la Infraestructura	22
3.4.1	Fuentes de Abastecimiento inscritas.....	23
3.4.2	Almacenamiento.....	24
3.4.3	Tuberías	25
3.4.4	Mejoras propuestas en infraestructura.....	25
3.5	Balance Hídrico	27
I	DEFINICIONES	30
II	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	31
4	Conclusiones	35
5	Bibliografía	37

Índice de cuadros

Cuadro 1. Concesiones aprobadas.....	3
Cuadro 2. Aforo Naciente Carlos Calvo (l/s)	4
Cuadro 3. Aforo Naciente EL Plantón (l/s)	4
Cuadro 4. Aforo Naciente Edwin Coto (l/s).....	5
Cuadro 5. Aforo de Naciente San Francisco (l/s)	5
Cuadro 6. Resultados de calidad de agua	7
Cuadro 7. Distribución de abonados por subsistema/sector abastecido.....	15
Cuadro 8. Distribución de Abonados según Tarifa y Sector	16
Cuadro 9. Resumen de componentes físicos del acueducto administrado por la ASADA Cipreses de Oreamuno	22
Cuadro 10. Fuentes y Caudales asignados a la ASADA en resolución IMN-DA-2466-99	23
Cuadro 11. Fuentes y Caudales asignados a la ASADA en resolución DA 0267-2015	23
Cuadro 12. Capacidad de Almacenamiento del Acueducto Administrado por la ASADA Cipreses de Oreamuno	24
Cuadro 13. Distribución de tuberías del Acueducto administrado por la ASADA Cipreses de Oreamuno	25
Cuadro 14. Válvulas reguladoras de presión instaladas	27
Cuadro 15. Válvulas eliminadoras de aire instaladas	27
Cuadro 16. Detalle de Subsistemas que integran el acueducto de Cipreses.....	28
Cuadro 17. Registro histórico correspondiente al aforo mensual para cada una de las fuentes de abastecimiento.....	28

Índice de figuras

Figura 1. Patrón Consumo Sector La Vivienda.....	18
Figura 2. Patrón Consumo Sistema Redondo.	18
Figura 3. Patrón Consumo Sistema Grande.....	19
Figura 4. Patrón Consumo Sub-Sector La Casita.....	19
Figura 5. Patrón Consumo Sub-Sector Arrabará.....	20
Figura 6. Patrón Consumo Sistema Capira.....	20
Figura 7. Patrón Consumo Sistema Oratorio.	21
Figura 8. Patrón Consumo Sistema Toño.....	21
Figura 9. Balance Hídrico resultado del Modelo de EPANET	33
Figura 10. Variación dinámica de los niveles de agua en el tanque de almacenamiento Plástico para el sector de La Vivienda.	33
Figura 11. Variación dinámica de los niveles de agua en el tanque de almacenamiento Cuadrado para el sector de La Vivienda.	34
Figura 12. Variación dinámica de los niveles de agua en el tanque de almacenamiento de Arrabará.....	34
Figura 13. Variación dinámica de los niveles de agua en el tanque de almacenamiento Las Aguas.	35

INFORME TÉCNICO ACUEDUCTO CIPRESES (Mesa Técnica)

1 Introducción

El presente informe se emite con el objetivo de identificar elementos sujetos a una valoración técnica o líneas de acción que deriven en la mejora del Acueducto de Cipreses y a la vez incidan positivamente en la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable que se brinda por este operador bajo la figura de delegación; lo anterior, sobre la base de los temas técnicos que han sido valorados por la Mesa Técnica conformada por la Municipalidad de Oreamuno, la ASADA Cipreses y el AyA. La agenda acordada en esta primera fase incluyó principalmente los siguientes tópicos:

- a. Identificación y cuantificación de fuentes y caudales para el abastecimiento (registro de aforos mensual actualizado por fuente)
- b. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las fuentes disponibles (actuales y potenciales) según Programa de Control de Calidad (incluye el Control Operativo)
- c. Estudio Hidrogeológico (Informe UEN Gestión Ambiental y avance en el cumplimiento de órdenes sanitarias y reuniones con otros entes)
- d. Identificación de la cantidad de usuarios según sistema y categoría tarifaria
- e. Esquemas operativos
- f. Balance hídrico por sistema (déficit/superávit y almacenamiento, según cantidad de servicios actual y proyectados)

El presente documento, forma parte de las acciones solicitadas por la Presidencia Ejecutiva de AyA y ha sido elaborado por el siguiente equipo técnico:

- Gerardo Rivas Rivas
- Zaida Ulate Gutiérrez
- Jorge Villalobos Madrigal

Así mismo, ha contado con la participación y cooperación técnica de los ingenieros Esteban Vargas Rounda y Oscar Vásquez Saldaña, de la UEN Programación y Control y de la Unidad de Rectoría Técnica.

Las recomendaciones o conclusiones que se integran a este informe serán expuestas ante la mesa técnica en la sesión del 17 de setiembre del 2021, de forma que permita la continuidad del proceso para llegar a acuerdos entre las partes en relación con las acciones que sean necesarias, que permita determinar las posibles soluciones para la mejora del servicio de abastecimiento poblacional.

2 Antecedentes

Los temas que son abordados por la Mesa Técnica tienen como antecedentes toda la documentación que se ha generado por las distintas instituciones que han intervenido en la valoración del Acueducto de Cipreses, particularmente:

- ASADA Cipreses de Oreamuno de Cartago
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
- Ministerio de Ambiente y Energía
- Ministerio de Salud
- Municipalidad de Oreamuno

El abordaje de los distintos temas técnicos ha quedado evidenciado en las minutas generadas por la Municipalidad de Oreamuno, quien participa en calidad de facilitador de esta Mesa Técnica, según las sesiones de trabajo llevadas a cabo en las siguientes fechas:

- Sesión del 19 de julio del 2021
- Sesión del 06 de agosto del 2021
- Sesión del 13 de agosto del 2021
- Sesión del 27 de agosto del 2021

Para facilitar el acceso de todas las partes a los documentos digitalizados, la ASADA Cipreses generó una carpeta compartida, la cual mantiene actualizado los permisos hacia todos los participantes.

En adición a lo anterior, se mantiene un enlace desde la Presidencia Ejecutiva con la Subgerencia de Gestión de Sistemas Comunes y sus dependencias, a través del colaborador Deivy Espinoza Villalobos, en temas relacionados con procedimientos institucionales

Cabe señalar que, la Junta Directiva de AyA mediante el Acuerdo 2021-383 estableció lo siguiente:

“Suspender por tres meses la ejecución del acuerdo N° 2021-124, con la finalidad de que la mesa técnica pueda emitir el informe final y se verifique la implementación de las mejoras que se están trabajando con la ASADA.”

3 Análisis Técnico

3.1 Fuentes de Abastecimiento Acueducto Cipreses

De acuerdo con la información de la Dirección de Aguas del Ministerio de Ambiente y Energía del año 1999, Resolución IMN-DA-2466-99, la Asociación de Acueductos de Cipreses de Oreamuno tiene inscritas cuatro (4) fuentes de aprovechamiento como son:

Cuadro 1. Concesiones aprobadas

Fuente de agua	Caudal concesionado (l/s)
Carlos Gómez Álvarez conocida como El Plantón (Manantial 1)	12.20
José Carlos Calvo Álvarez (Manantial 2)	22.00
Edwin Coto Vega conocida como Virgen de Lourdes (Manantial 3)	3.41
Jos Carlos Calvo Álvarez conocida como San Francisco (Manantial 4)	0.55

Fuente: Expedientes AyA EyP-565-99, MINAE 275-R, información consultada en IMN-DA-2466-99

Actualmente solo las nacientes El Plantón y Carlos Calvo (manantiales 1 y 2) están siendo captadas. Las nacientes Edwin Coto y San Francisco no están conectados al sistema de acueducto, a pesar de que la naciente Edwin Coto presenta una estructura de captación y cajas de registro construidas.

La naciente el Plantón atiende a tres zonas de presión como lo son: Oratorio, Toño y Capira. La fuente Carlos Calvo abastece también a tres zonas de presión: La Vivienda, Redondo y Grande según estudio técnico para Asada de Cipreses realizado por el Centro de Investigación en Vivienda y Construcción del TEC (CIVCO).

Sin embargo, se debe verificar el caudal concesionado de estas nacientes, ya que de acuerdo con una resolución más reciente del MINAE con oficio DA-0267-2015 que se incorpora como anexo al documento GSD-UEN-GAR-2020-0271 "Revisión del Informe "Estudio de la ASADA de Cipreses de Oreamuno", establece que la Dirección de Aguas de MINAE genera un nuevo documento con una inscripción en el Registro Nacional de Concesiones de Aguas y Cauces con los siguientes caudales; 7.95 L/s para la naciente El Plantón, 6.97 L/s a la naciente Carlos Calvo y 8.28 L/s para la naciente Edwin Coto. Esto implica una reducción importante en el caudal de concesión de las fuentes utilizadas por la Asada de Cipreses, que a su vez es determinante para establecer el balance hídrico del acueducto a partir de los sistemas que lo conforman.

3.1.1 Producción de las fuentes según aforos

En cuanto a la producción de las nacientes, la Asada de Cipreses dispone de datos según aforos mensuales de cada naciente, pero debido a problemas de abastecimiento y racionamientos de agua

potable en ciertos sectores de la comunidad, se vio en la necesidad de hacer aforos quincenales programados con el acompañamiento de personal de CIVCO.

Los datos aportados por la Asada de Cipreses reflejan una marcada tendencia de reducción en la producción de agua en las fuentes El Plantón y Edwin Coto de hasta 8 meses.

Mientras que respecto a la naciente Carlos Calvo, la reducción es de aproximadamente tres meses; en lo relativo a la naciente San Francisco, el caudal se mantiene muy estable a lo largo del año.

En los siguientes cuadros se presenta los datos de aforos reportados por la Asada, como resultado de los aforos realizados dos veces al mes a partir del año 2019.

En el cuadro 2 se muestra la variación de que ha presentado la naciente Carlos Calvo donde en los años 2019 y 2020, se evidencia una reducción de más del 50% en los meses de junio a noviembre, si comparamos el mayor aforo registrado con el menor aforo registrado para ese mismo año.

Cuadro 2. Aforo Naciente Carlos Calvo (l/s)

MES/(L/s)	2018		2019		2020		2021	
	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc
ENE	-	20.8	29.5	-	20.7	21.6	22.3	22.5
FEB	-	27.4	12.3	-	22.8	21.2	20.9	22.9
MAR	-	34.5	25.1	17.1	22.9	22.1	21.4	21.0
ABRI	-	34.1	23.0	20.6	22.8	21.6	21.1	22.0
MAY	-	26.9	16.5	12.1	23.5	21.2	22.0	24.7
JUN	-	24.8	21.2	11.2	13.0	11.1	21.6	24.5
JUL	-	29.1	10.6	9.7	21.0	10.6	21.8	
AGO	-	43.5	20.5	8.8	10.2	-	-	
SEPT	-	42.3	8.8	9.2	9.3	9.0	-	
OCT	-	31.8	8.1	8.0	8.7	9.3	-	
NOV	-	21.8	8.5	9.1	20.8	21.5	-	
DIC	-	32.8	12.7	19.8	21.3	21.6	-	

Igualmente, para los nacientes EL Plantón y Edwin Coto en los meses de abril a setiembre a presenta una reducción de más del 70 % del caudal en los años 2019 y 2020.

Cuadro 3. Aforo Naciente EL Plantón (l/s)

MES/(L/s)	2018		2019		2020		2021	
	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc
ENE	-	16.9	10.4	-	16.7	12.9	18.4	20.4
FEB	-	55.7	6.8	-	24.2	16.5	11.5	13.4
MAR	-	13.2	7.0	4.6	12.4	11.9	11.5	10.9
ABRI	-	11.4	4.2	3.6	10.6	9.8	8.8	10.5
MAY	-	10.1	3.7	1.4	6.1	6.7	21.4	18.0
JUN	-	9.2	3.4	3.5	4.6	4.8	11.8	12.0

MES/(L/s)	2018		2019		2020		2021	
	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc
JUL	-	10.4	3.5	2.6	4.7	5.0	10.0	
AGO	-	45.3	3.5	3.4	3.9	-	-	
SEPT	-	18.8	4.8	4.1	3.9	4.4	-	
OCT	-	11.2	5.2	8.4	7.9	8.7	-	
NOV	-	19.0	11.4	12.9	12.3	18.8	-	
DIC	-	15.4	13.6	22.7	16.8	14.1	-	

Cuadro 4. Aforo Naciente Edwin Coto (l/s)

MES/(L/s)	2018		2019		2020		2021	
	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc
ENE	-	3.8	8.2	-	15.3	15.6	15.0	15.3
FEB	-	29.8	2.3	-	18.8	10.9	12.5	10.3
MAR	-	22.9	1.5	3.1	10.0	7.9	9.1	5.8
ABRI	-	7.3	3.0	2.3	7.9	5.2	4.6	4.3
MAY	-	4.0	1.5	1.5	3.6	3.1	8.6	9.1
JUN	-	3.8	2.7	1.4	3.9	3.5	9.2	5.1
JUL	-	3.6	0.8	0.7	2.7	1.9	9.2	
AGO	-	21.0	-	3.7	1.7	-	-	
SEPT	-	10.0	3.4	3.4	1.8	1.9	-	
OCT	-	6.0	3.8	3.8	3.5	-	-	
NOV	-	9.5	7.1	11.0	10.8	16.6	-	
DIC	-	7.6	13.0	15.9	12.8	15.0	-	

Con respecto a la naciente San Francisco el caudal se mantiene relativamente estable a lo largo de los años aforados, pero su aporte al sistema sería de poco aprovechamiento.

Cuadro 5. Aforo de Naciente San Francisco (l/s)

MES/(L/s)	2018		2019		2020		2021	
	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc
ENE	-	-	-	-	0.6	0.7	0.7	0.6
FEB	-	-	-	-	0.8	0.7	0.6	0.5
MAR	-	-	-	-	0.6	0.5	0.6	0.5
ABRI	-	-	-	-	0.6	0.5	0.6	0.6
MAY	-	-	-	-	0.6	0.5	0.5	0.5
JUN	-	-	0.5	0.8	0.6	0.5	0.6	0.5
JUL	-	-	0.5	0.6	0.6	0.5		
AGO	-	-	0.5	0.5	0.6	-		
SEPT	-	-	0.5	0.5	0.5	0.6		
OCT	-	-	0.6	0.6	0.6	-		

MES/(L/s)	2018		2019		2020		2021	
	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc	I quinc	II quinc
NOV	-	-	0.6	0.5	0.6	0.6		
DIC	-	-	0.6	0.6	0.6	0.6		

Cabe mencionar que los caudales mínimos registrados para los años 2019 y 2020 de las nacientes El Plantón (3.4 l/s) y Edwin Coto (0.7 l/s) son menores al caudal inscrito por la Dirección de Aguas según la resolución 2015, mientras que para la naciente Carlos Calvo el caudal mínimo registrado (8 l/s) está por encima del caudal de aprovechamiento inscrito según la resolución emitida en el 2015.

En el estudio técnico elaborado por el CIVCO para la Asada de Cipreses en el año 2020, evidencia gráficamente el comportamiento histórico de cada naciente para el periodo entre enero 2014 y junio 2019 , donde se demuestra un estiaje marcado entre mayo y octubre.

Los datos de aforos del año 2021, aunque se presenta una recuperación por ser este año atípicamente más lluvioso, los valores que se han aforado en la primera y segunda quincena presentan inconsistencias por cuanto, en algunos casos el caudal aumenta y en otros disminuye en el mismo mes. Debido a esto es necesario revisar el procedimiento aplicado durante el proceso de aforos ya que presentan diferencias mayores de 2 L/s entre los aforos quincenales.

En estos casos, se logra mayor precisión si se coloca un macromedidor en la toma de cada naciente que registre el caudal de aprovechamiento .

3.1.2 Calidad de Agua de las fuentes de abastecimiento

A continuación, se presenta una tabla resumen de los resultados de calidad de agua de cada una de las fuentes bajo estudio, según el análisis realizado por el Laboratorio Nacional de Aguas.

Cuadro 6. Resultados de calidad de agua

Nacientes	2020*		2021*	
	I semestre	II semestre	I semestre	II semestre
El Plantón	-resultado negativo por Coliformes Fecales/100 mL según muestra del 30.01.2020 -Fisicoquímicos cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable según muestra del 30.01.2020	-resultado negativo por Coliformes Fecales/100 mL según muestra del 22.07.2020 -Fisicoquímicos cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable según muestra del 21.07.2020	-resultado negativo por Coliformes Fecales/100 mL según muestra del 08.02.2021 -Fisicoquímicos cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable según muestra del 08.02.2021 (solo color aparente, conductividad, olor, pH, temperatura y turbiedad)	No se tiene información
Carlos Calvo	-resultado negativo por Coliformes Fecales/100 mL según muestra del 29.01.2020 -Fisicoquímicos cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable según muestra del 29.01.2020	-resultado negativo por Coliformes Fecales/100 mL según muestra del 23.06.2020 -No se identifica el archivo con los resultados fisicoquímicos según análisis del LNA; se incluye el Reporte AYA-	-resultado negativo por Coliformes Fecales/100 mL según muestra del 05.02.2021 -Fisicoquímicos cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable según muestra del	No se tiene información

Nacientes	2020*		2021*	
	I semestre	II semestre	I semestre	II semestre
		ID-04504-2020 según muestra del 23.06.2020 para ARRABARA	05.02.2021 (solo color aparente, conductividad, olor, pH, temperatura y turbiedad)	
Edwin Coto	-calidad excelente según muestra del 29.01.2020 Coliformes fecales /100 ml -Fisicoquímicos cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable según muestra del 29.01.2020		-calidad excelente según muestra del 08.02.2021 Coliformes fecales /100 ml -Fisicoquímicos cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable según muestra del 08.02.2021 -calidad regular según muestra del 19.05.2021 Coliformes fecales /100 ml, análisis puntual de muestra -Fisicoquímicos según análisis puntual para la Calidad del Agua Potable 19.05.2021 (en el reporte AyA-ID-03148-2021 no se	En el oficio 026-2021 enviado por la ASADA Cipreses a la UEN Gestión de Acueductos Rurales, de fecha 26 de mayo del 2021, se indica: "Se programará para el mes de setiembre 2021 realizar nuevamente los análisis del agua en la Naciente Edwin Coto con un laboratorio acreditado"

Nacientes	2020*		2021*	
	I semestre	II semestre	I semestre	II semestre
			indica por el LNA si se cumple o no con el Reglamento Calidad de Agua; solo se indica "Análisis Puntual")	
San Francisco	-calidad buena según muestra del 29.01.2020 Coliformes fecales /100 ml -Fisicoquímicos cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable según muestra del 29.01.2020		-calidad buena según muestra del 08.02.2021 Coliformes fecales /100 ml -Fisicoquímicos cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable según muestra del 29.01.2021 -calidad buena según muestra del 19.05.2021 Coliformes fecales/100 ml, análisis puntual de muestra -Fisicoquímico según muestra del 19.05.2021 indica anotación sobre aluminio (en el reporte	No se tiene información

Nacientes	2020*		2021*	
	I semestre	II semestre	I semestre	II semestre
			AyA-ID-03147-2021 no se indica por el LNA si se cumple o no con el Reglamento Calidad de Agua; solo se indica "Análisis Puntual")	
Pozo IS-537			-calidad excelente según muestra del 08.02.2021 Coliformes fecales /100 ml (Hace referencia al Pozo Gary con 51 hrs bombeo y bomba instalada a 70 m profundidad) -Fisicoquímicos cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable 08.02.2021	No se tiene información

Adicionalmente, la Asada de Cipreses solicita vía correo electrónico el 24 de julio del 2020 al señor Clements Ruperts del Laboratorio de Análisis Residuos de Plaguicidas de la UNA realizar un análisis especializado a la naciente El Plantón, para lo que se coordina la visita y la toma de la muestra.

El Laboratorio de la UNA realizó el análisis de la muestra de agua de la naciente el Plantón tomada el 28 de julio del 2020, dando un resultado negativo de presencia de plaguicidas de acuerdo con el oficio UNA-LAREP-OFIC-S20-13-01-2020, sin embargo, detectaron algunos compuestos que no se han podido identificar, a saber:

El profesional del laboratorio expreso lo siguiente:

“ ... Los compuestos detectados podrían ser productos de degradación de sustancias en el suelo... Por la ubicación de la naciente y su cercanía a actividades agrícolas intensivas me parece importantes contar con más claridad sobre estos compuestos encontrados. Como le mencione me gustaría tomar a corto plazo una muestra más en la naciente para ver los compuestos no-identificados sigue apareciéndose.”

El laboratorio de la UNA analiza una segunda muestra de la fuente tomada el 27 de octubre 2020 y se remite oficio UNA-LAREP-OFIC-014-2021-S20-13-02-2021 donde indica nuevamente la no presencia de residuos de los plaguicidas incluidos en el análisis, pero se vuelven a identificar los mismos compuestos que se habían detectado en julio 2020 dice expresamente lo siguiente:

“...Uno de los compuestos se identificó como 1,3 dicarbamoil-2,4,5,6 tetraclorobenceno (CAS-no-1786-86-3) que es un producto de degradación de fungicida clorotalonil. Otro compuesto se identificó como probablemente el triclorofenil-mentilsulfone, que podría ser un metabolito del fungicida quintoceno.”

Seguidamente se realiza la toma de una tercera muestra el 21 de abril 2021, tanto para la naciente El Plantón como para la naciente Carlos Calvo. El oficio UNA-LAREP-OFIC-024-2021-S20-13-04-2021 indica que el análisis determino que no se encontró presencia de residuos de los plaguicidas incluidos en el análisis para ambas fuentes, no obstante, se detectó en la naciente El Plantón plaguicidas a nivel de trazas, por debajo del límite del reporte.

El informe señala que:

“Seguimos encontrando estos posibles productos de degradación de fungicida clorotalonil, como el más importante el 1,3 dicarbamoil-2,4,5,6 tetraclorobenceno (CAS-NO1786-86-3). Actualmente tenemos en trámite la compra de un patrón de este compuesto, para poder cuantificar su presencia en el futuro.”

En cuanto a la naciente Carlos Calvo según el reporte hecho por el Laboratorio de la UNA no presenta contaminación por residuos de plaguicidas.

En adición a lo anterior y en respuesta a la orden sanitaria CE-ARS-O-OS-4986-2020 girada por el Ministerio de Salud a la ASADA Cipreses con fecha 7 de diciembre 2020, debe este operador realizar análisis semestrales del Nivel Cuarto (N4) a la naciente El Plantón, dando seguimiento a la denuncia con numero 1176-2020 donde se alega posible contaminación de la fuente de agua por aplicación de agroquímicos.

3.2 Estudios Hidrogeológicos

De las cuatro fuentes de producción con caudal de aprovechamiento a favor de la Asada de Cipreses, solamente la naciente Edwin Coto cuenta con un estudio Hidrogeológico que fue entregado por el presidente de la Asada Virgilio Ulloa Ulloa el 2

de marzo del 2020 con número de documento 009-2020 a la ORAC Central Este para su revisión. El estudio fue realizado por la empresa Geotechnical Solutions S.A. con fecha de enero 2020.

Dicha solicitud de revisión fue remitida el 1 de junio 2020 por la UEN Gestión de Acueducto Comunales a la UEN Gestión Ambiental con número de oficio GSD-UEN GAR-2020-02229 para revisión y análisis de estudio técnico hidrogeológico.

El 7 de agosto de 2020 se remite el oficio UEN-GA-2020-02998 por parte de la Área funcional de Hidrogeología de la UEN de Gestión Ambiental donde establece alrededor de 20 observaciones al estudio presentado por la Asada de Cipreses y elaborado por la empresa Geotechnical Solutions S.A.

El documento concluye que :

“...no cumple técnicamente para lo que corresponde. Se indica que hasta tanto no se subsane a satisfacción los 20 puntos señalados en el presente memorando, no se puede aprobar dicho estudio hidrogeológico, por parte de Área Funcional de Hidrogeología. Sin embargo, esta Dirección y con el aval de la Dirección de la UEN de gestión Ambiental recomienda delimitar la zona de 200 metros que indica la Ley de Aguas, debido a que los terrenos en sus alrededores están sembrados, para mayor protección del recurso hídrico subterráneo. Además, que el estudio hidrogeológico solo se enfoca en determinar el tiempo de tránsito de contaminantes (baterías) y no en plaguicidas .”

En la reunión de la mesa técnica AYA-Asada Cipreses- Municipalidad de Oreamuno del 13 de agosto de 2021 se consulta sobre el estado de avance de las respuestas a las observaciones planteadas del Estudio hidrogeológico de la fuente Edwin Coto, la Asada de Cipreses respondió “... doña viviana emitió un criterio en donde se debe subsanar algunos puntos y en este momento se encuentra en la coordinación con la empresa para la subsanación por lo que no hay fecha para la subsanación.” Esto fue tomado de la minuta de reunión realizada por la Municipalidad de Oreamuno.

Mediante el oficio UEN-GA-2020-00347 con fecha 6 de febrero del 2020, la UEN Gestión Ambiental entrega la UEN Gestión de Acueductos Rurales los términos de referencia para la elaboración de los estudios hidrogeológicos:

- Términos de Referencia para la ubicación de sitios de perforación exploración-producción de abastecimiento poblacional
- Términos de Referencia para la definición de área especial de protección de pozos y nacientes para abastecimiento poblacional

La Administración de la Asada Cipreses a través de oficio 066-2020 con fecha 20 de octubre de 2020 solicita a la ORAC Central Este facilitar los términos de referencia para la elaboración de los estudios hidrogeológicos.

El Ministerio de Salud giró el 15 de marzo 2021 una orden sanitaria MS-DRRSCE-DARSO-OS-0003-2021 a la Asada Cipreses para que realizara los estudios hidrogeológicos a la Naciente Plantón y a la naciente Carlos Calvo por posible contaminación de las fuentes de aguas por invasión de zonas de protección.

Nuevamente la Asada solicita directamente a la UEN Gestión Ambiental en oficio 017-2021 con fecha 24 de marzo de 2021 los términos de referencia para realizar los estudios hidrogeológicos.

El oficio UEN-GA-2020-00347 por un presunto error administrativo no se le remitió directamente a la ORAC Centra Este, quien tuvo conocimiento de los términos de referencia hasta el 4 de junio de 2021 cuando recibieron el oficio UEN-GA-2021-01340 donde se evidencia los documentos elaborados por la UEN Gestión Ambiental según las solicitudes remitidas por la UEN Gestión de Acueductos Rurales como son:

- a. Términos de Referencia para elaboración de Estudios Hidrogeológicos mediante oficio UEN-GA-2020-00347.
- b. Revisión de estudio “Estudio Técnico hidrogeológico para el estudio del terreno: ubicado en Cipreses(04), Oreamuno(07), Cartago (03)” presentado por la Asadas de Cipreses con fecha enero 2020 mediante oficio UEN-GAR-2020-02998.
- c. Informe “Inspección de Fuentes ASADA CIPRESES, Oreamuno, Cartago” realizado por el Área Funcional de Hidrogeología de la UEN Gestion Ambiental mediante oficio UEN-GA-2020-0039M.

La ORAC Central Este remite oficio GSD-UEN-GAR-2021-02462 dirigido al presidente de la Asada Cipreses el 8 de junio del 2021, con los términos de referencia para estudios hidrogeológicos incluidos los puntos que se menciona en el oficio UEN-GA-2021-01340.

Posteriormente, en el informe MS-DRRSCE-DARSO-IT-00312-2021 del 13 de agosto 2021 en visita de Ministerio de Salud a la Asada Cipreses esta informa que en atención a la Orden Sanitaria DRRSCE-DARSO-OS-0003-2021 se procedió a realizar la licitación y contratación de la empresa HIDROGEOTECNIA LIMITADA para la realización de los estudios hidrogeológicos de las nacientes Plantón y Carlos Calvo según lo expresado en el oficio 043-2021 suscrito por el señor Virgilio Ulloa Ulloa.

A la fecha del presente informe, no se tiene una fecha explícita por parte de la Asada de Cipreses en relación con la entrega de los estudios hidrogeológicos de las nacientes Plantón, Carlos Calvo y Edwin Coto, únicamente se tiene el señalamiento de parte de la ASADA en la sesión del 13 de agosto del 2021, sobre una posible entrega de los estudios para Plantón y Carlos Calvo en el mes de octubre próximo.

Vulnerabilidad y Riesgos

La UEN Gestión Ambiental a solicitud de la Presidencia Ejecutiva, realizó una inspección que derivó en un informe titulado “Inspección fuentes ASADA CIPRESES, Oreamuno, Cartago” con número de oficio UEN.GA-2020-0039M del 7 de agosto de 2020, el cual entre otros aspectos presenta las siguientes observaciones:

- Naciente El Plantón posee estructura de captación y seguridad perimetral . Se desarrollan cultivos de papa, repollo, zanahoria entre otras, a unos 140 metros de distancia de punto de captación. No hay presencia de viviendas.
- Naciente Edwin Coto hay estructura de captación y seguridad perimetral. Alrededor de la naciente hay presencia de viviendas. No aprovechado para abastecimiento
- Naciente San Francisco no presenta estructura de captación ni seguridad perimetral. Rodeada por potreros y cultivos. No aprovechado para abastecimiento
- Naciente Carlos Calvo presenta estructura de captación y seguridad perimetral. La naciente está rodeada por potreros cultivos y algunas viviendas en la parte aguas abajo.
- Pozo IS-537 pozo captado, pero no aprovechado para abastecimiento. Tiene dentro del radio de 200 metros áreas con cultivos y vivienda.

El documento el cual dice expresamente en el apartado de conclusiones y recomendaciones los siguiente:

“2) Se recomienda definir línea base mediante el monitoreo fisicoquímico y bacteriológico de agua y suelos del área de reserva de dominio a favor de la nación de 200 m de radio artículo 31 Ley de Aguas para:

- A) Naciente Plantón presenta cultivos en el área de reserva.
- B) Naciente Edwin Coto/Virgen de Lourdes presenta viviendas con sistema de tanque séptico inclusive en el área inmediata aguas arriba de la captación.
- C) Naciente Carlos Calvo que presenta potreros y cultivos en el área de reserva.
- D) Naciente San Francisco que presenta potrero aguas arriba en el área de reserva.
- E) Pozo Gary IS-537 el cual presenta viviendas y zonas de cultivos en el área de reserva.

3) De manera general al no tenerse estudios específicos avalados por el AyA para la definición de las zonas de protección de las fuentes de la ASADA Cipreses se recomienda utilizar el área de reserva de dominio a favor de la nación de 200 m de radio.”; esto último, considerando ese radio de 200 metros “...como línea base para la valoración de actividades circundantes a la captación.”.

Lo anterior, conlleva la necesidad urgente de contar con estudios específicos para definir las zonas de protección de cada naciente y generar acciones tendientes a evitar la contaminación bacteriológica y fisicoquímica que han presentado algunas de ellas, incluidas las nacientes Edwin Coto y San Francisco que no están siendo captadas.

Así mismo, en relación con el pozo IS-537, la UEN de Gestión Ambiental recomendó lo siguiente:

“...realizar una inspección con cámara del pozo Gary IS-537 y de ser necesario una limpieza y posteriormente una prueba de bombeo por etapas (4 etapas) y a caudal constantes (72 horas) con el objetivo de que se valore la capacidad real del pozo, al final de la prueba a caudal constante será necesario realizar un muestreo fisicoquímico completo del pozo, de obtenerse resultados favorables podrá valorarse la explotación de este durante la época de faltante de agua para minimizar racionamientos.”

3.3 Caracterización de la Demanda

En este apartado se realiza una revisión de la información disponible, relativa al tema de cantidad y tipo de abonados, así como información histórica de consumos de agua potable de la ASADA Cipreses de Oreamuno.

3.3.1 Cantidad de Abonados

En la sesión del 13 de agosto de 2021 en la reunión de la Mesa Técnica la ASADA Cipreses de Oreamuno brinda el dato de 672 abonados con 2352 habitantes abastecidos por el Sistema Carlos Calvo y, de 752 abonados con 2632 habitantes abastecidos por el Sistema Plantón. En total 1424 abonados (4984 habitantes), con un factor de 3,5 habitantes por vivienda.

Tomando como referencia la información a disposición de los participantes de la mesa técnica, se desglosa la siguiente información referente a la cantidad y tipo de usuarios servidos por la ASADA Cipreses de Oreamuno.

El informe técnico presentado por el Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción (CIVCO) del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con fecha de emisión 13 de octubre 2020, identifica un total de 1384 abonados, el detalle de estos servicios distribuido por sector se muestra el **Cuadro 7**.

Cuadro 7. Distribución de abonados por subsistema/sector abastecido

Sistema	Fuente	Sector Abastecido	Abonados
Oratorio	Plantón	Oratorio y Presidio	168
Toño		Las Crucitas	397
		El Chayotillo	
		Las Aguas	
		Cipreses Centro	
Capira		Capira-Cementerio	183
La Vivienda	Carlos Calvo	La Vivienda	101
Redondo		La Pavilla	237
		La Perla	
		ADICO 2000	
		Pueblo Nuevo	
Grande		La Puente Centro	298
		La Puente-El Yas	
		Arrabará	
		La Casita	
Total de Abonados			1384

Fuente: PS-55-2019 “Estudio Técnico para la Asociación de Acueducto de Cipreses de Oreamuno de Cartago”

Con base en los datos actualizados, se tiene que entre octubre de 2020 y agosto de 2021 el sistema presenta una diferencia de 40 abonados, de los cuales 36 se abastecen del Sistema Carlos Calvo y 4 del Sistema Plantón; si se aplica el mismo factor de hacinamiento se estima una población equivalente de 140 habitantes.

En virtud de lo anterior, como parte del análisis de la capacidad hídrica de los sistemas que conforman el acueducto de Cipreses de Oreamuno, es necesario que se analice la demanda en la prestación del servicio tomando en consideración el dato actualizado de los abonados que son abastecidos por el Sistema Carlos Calvo y el Sistema Plantón, es decir:

- 672 abonados con 2352 habitantes abastecidos por el Sistema Carlos Calvo
- 752 abonados con 2632 habitantes abastecidos por el Sistema Plantón

Para generar las proyecciones según la población abastecida se debe incorporar el efecto de la tasa de crecimiento poblacional, para esto se recomienda:

- Determinar las demandas actuales y futuras para un periodo máximo de 25 años (más allá de ese periodo la dinámica de la población, entendidas como las tasas de natalidad y mortalidad y condiciones socioeconómicas pueden generar una mayor incertidumbre) ya que ello tiene incidencia directa sobre el sistema de abastecimiento (industria, urbanizaciones, comercios, etc.)
- Este análisis se puede realizar de forma general para determinar el estado del acueducto o bien de forma específica para cada sistema a fin de visibilizar cuál de ellos se encuentra en una condición de déficit o superávit.

- Analizar diversas metodologías de proyección de población utilizando las tasas de crecimiento del INEC, la información del Centro Centroamericano de Población y base de datos comercial de la ASADA, a fin de poder elegir la metodología que se ajuste mejor a las condiciones sociales, culturales y económicas de los habitantes.

3.3.1.1 Abonados según categoría tarifaria

Los usuarios que se abastecen con el acueducto Cipreses están distribuidos en dos categorías, de conformidad con la resolución RIA-006-2017 publicada el 21 de agosto de 2017 en el alcance N° 203 a La Gaceta N°157. Estas categorías tarifarias son las siguientes:

- **DOMIPRE:** Tarifa de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario domiciliario y preferencial.
- **EMPREGO:** Tarifa de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario empresarial y gubernamental.

El informe técnico presentado por el Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción (CIVCO) del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con fecha de emisión 13 de octubre 2020, incorpora en el “cálculo del balance” los datos de los abonados considerando la categoría tarifaria y los sectores donde se ubican esos usuarios; con base en esos datos y considerando que en el informe se detallan los sectores por sistema, es posible clasificar esos datos según el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Distribución de Abonados según Tarifa y Sector

SECTOR	DOMIPRE	EMPREGO
Oratorio	143	25
Las Crucitas	52	22
El Chayotillo	32	8
Las Aguas	38	53
Cipreses Centro	142	50
Capira	157	26
La Vivienda	96	5
La Pavilla	59	45
La Perla	31	18
ADICO 2000	54	4
Pueblo Nuevo	19	7
La Puente Centro	43	8
Arabará	0	15
La Puente	130	63
La Casita	18	21
Total	1014	370

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos contenidos dentro del archivo Calculos_Balance

La información presentada en el cuadro anterior permite determinar que el 73,27% de los servicios se agrupan bajo las categorías domiciliario y preferencial.

3.3.2 *Análisis de la Demanda y Patrones de Consumo*

El informe técnico presentado por el Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción (CIVCO) del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con fecha de emisión 13 de octubre 2020, hace referencia a registros históricos de la ASADA Cipreses a partir de lecturas de mediciones que fueron realizados entre enero de 2018 y abril de 2019, completando un periodo de 12 meses. Sin embargo, se verifica en el informe técnico que se cita que se tiene información de consumo para el periodo junio del 2018 - agosto de 2020.

En virtud de lo anterior para lograr calcular el dato de dotación, se deberá contar con información comercial del consumo más los datos de producción de al menos un año, a fin de lograr estimar el porcentaje de la dotación asociado al índice de Agua No Controlada del Sistema de Distribución.

Se debe calcular el promedio de los consumos mensuales por tipo de tarifa diferenciada entre uso doméstico y uso no doméstico, esto a fin de poder estimar una dotación promedio para el caso de tarifa domiciliar y no domiciliar.

La dotación global del sistema de distribución corresponde a la suma de estas dos dotaciones incrementada considerando el porcentaje de Agua No Controlada del Sistema, ya que debe producirse el volumen asociado al consumo calculado más lo necesario por la deficiencia del sistema. Esta Agua No Controlada del Sistema comprende tanto las pérdidas físicas como aparentes, a fin de este análisis no se consideran por aparte.

Esta dotación es la que se aplica a la proyección de población que haya sido seleccionada como representativa de la zona en estudio para un periodo de diseño de 25 años según la práctica institucional.

3.3.3 *Patrones de Consumo*

Como parte de los trabajos de campo elaborados por el CIVCO para el desarrollo del informe técnico de la ASADA Cipreses de Oreamuno, se realizó una campaña de mediciones de caudal, a fin de analizarlos y obtener los patrones de consumo para cada sector definido en su análisis.

Las siguientes figuras muestran estos patrones de consumo como porcentajes del promedio diario para cada sector , elaborados por el CIVCO.

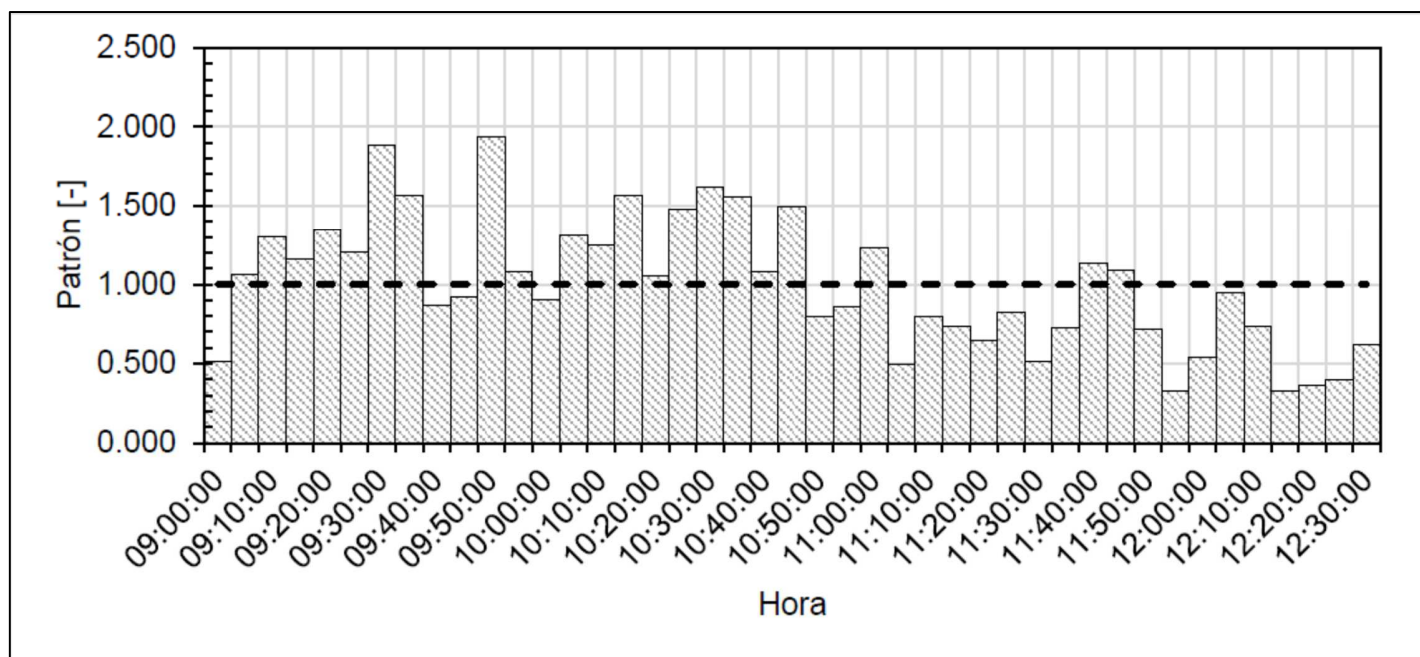


Figura 1. Patrón Consumo Sector La Vivienda.

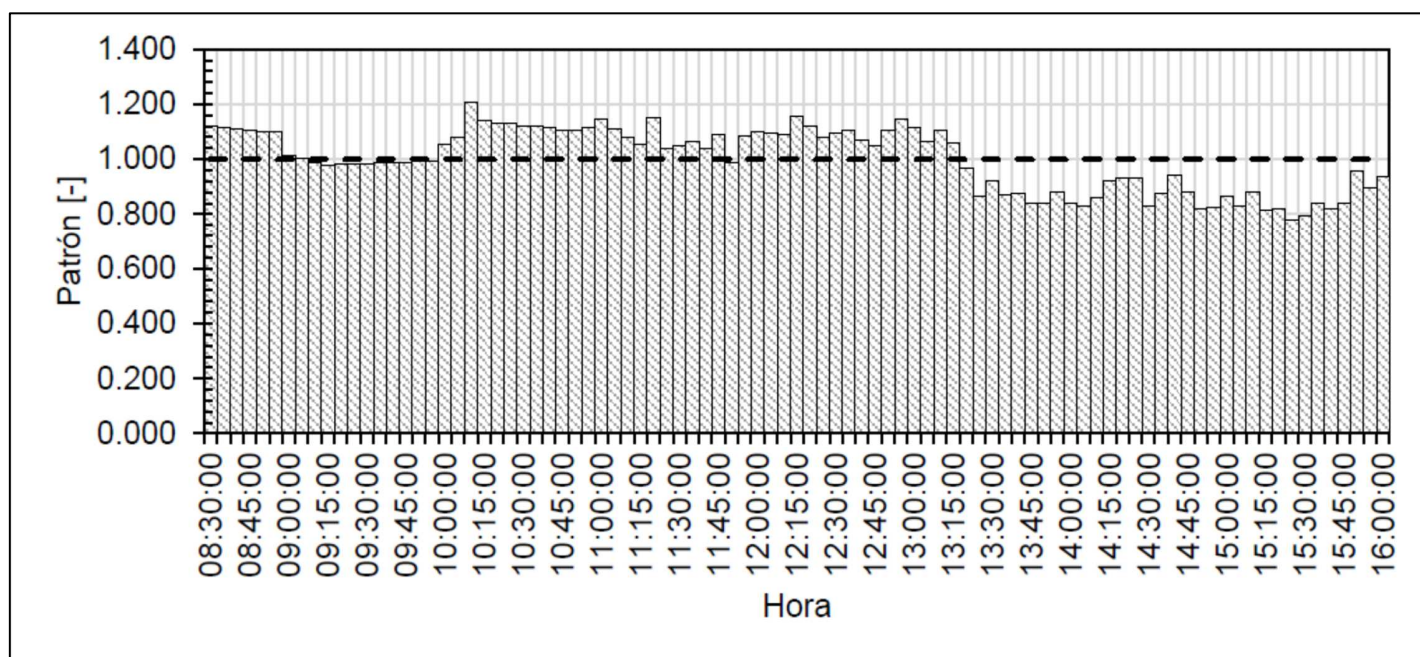


Figura 2. Patrón Consumo Sistema Redondo.

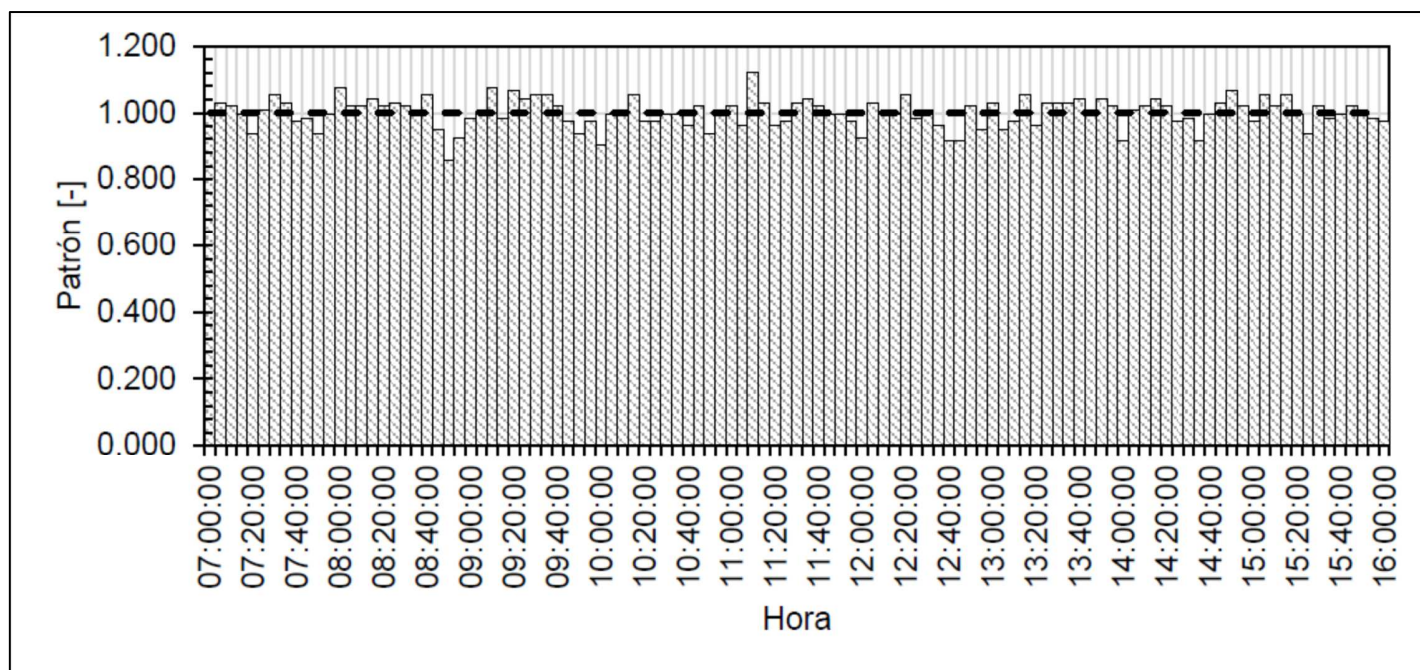


Figura 3. Patrón Consumo Sistema Grande.

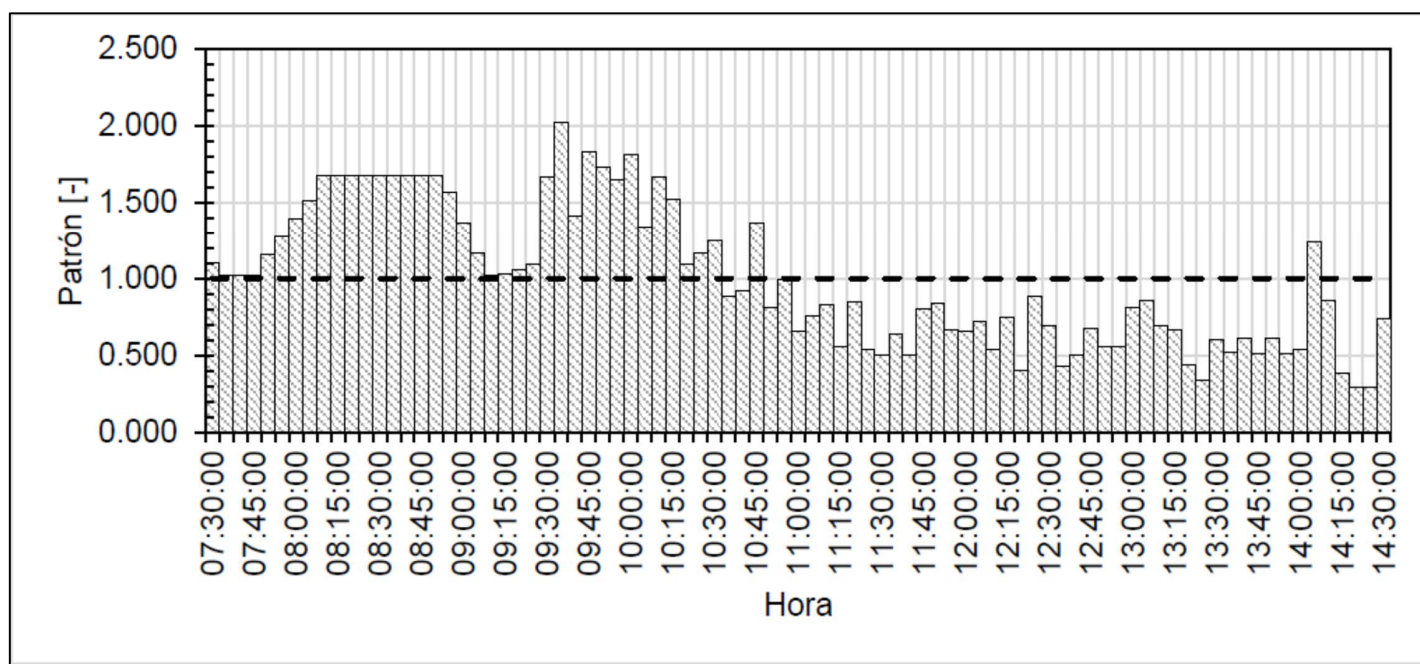


Figura 4. Patrón Consumo Sub-Sector La Casita.

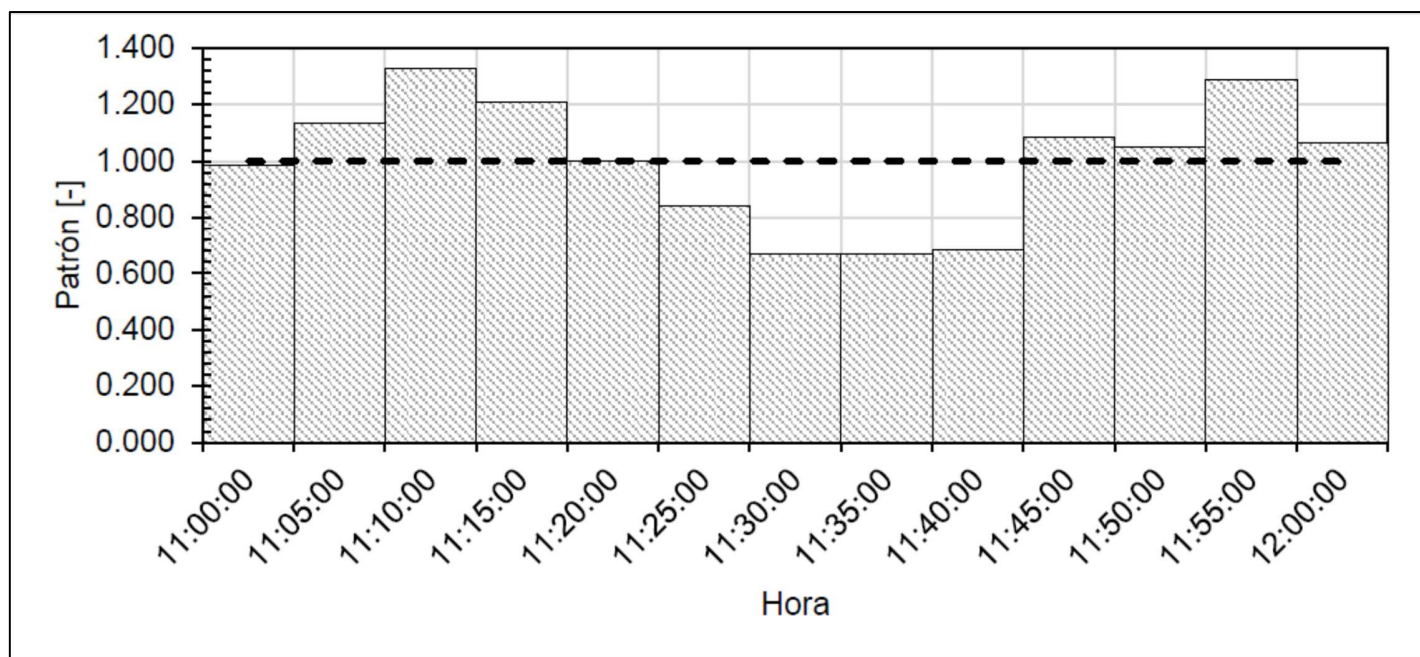


Figura 5. Patrón Consumo Sub-Sector Arrabará

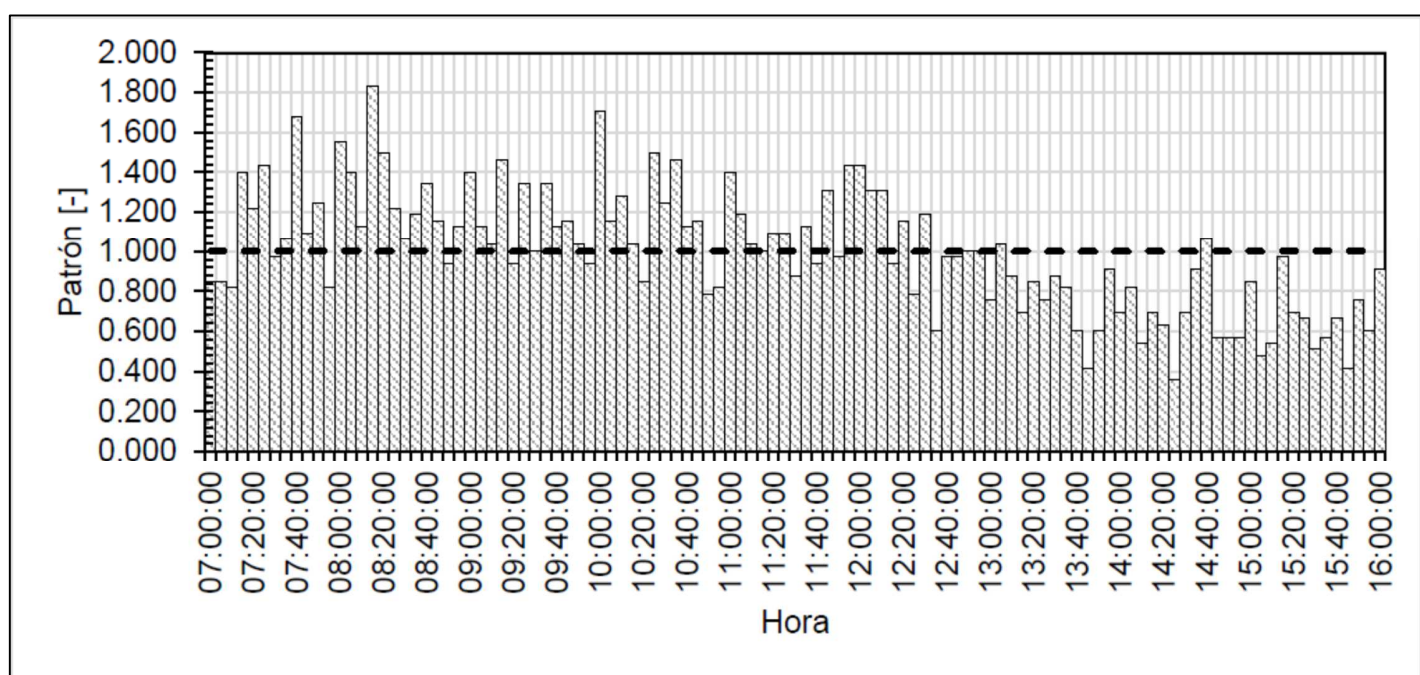


Figura 6. Patrón Consumo Sistema Capira

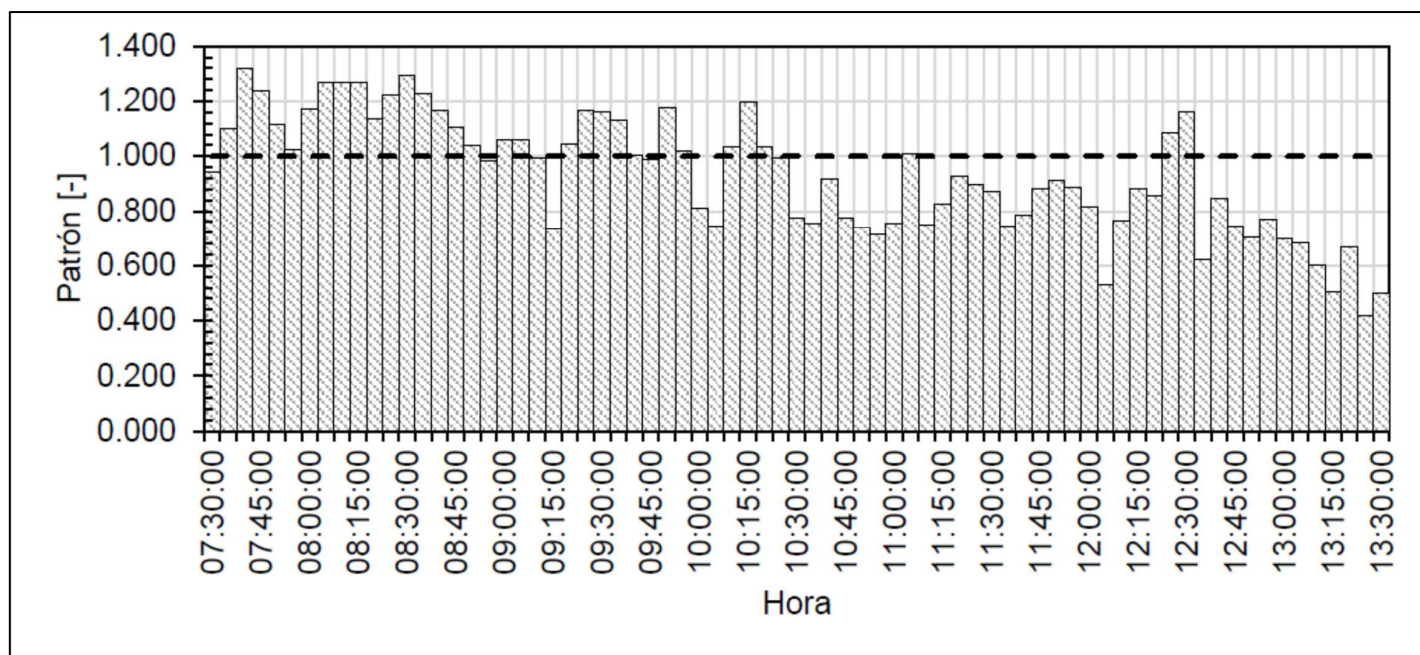


Figura 7. Patrón Consumo Sistema Oratorio.

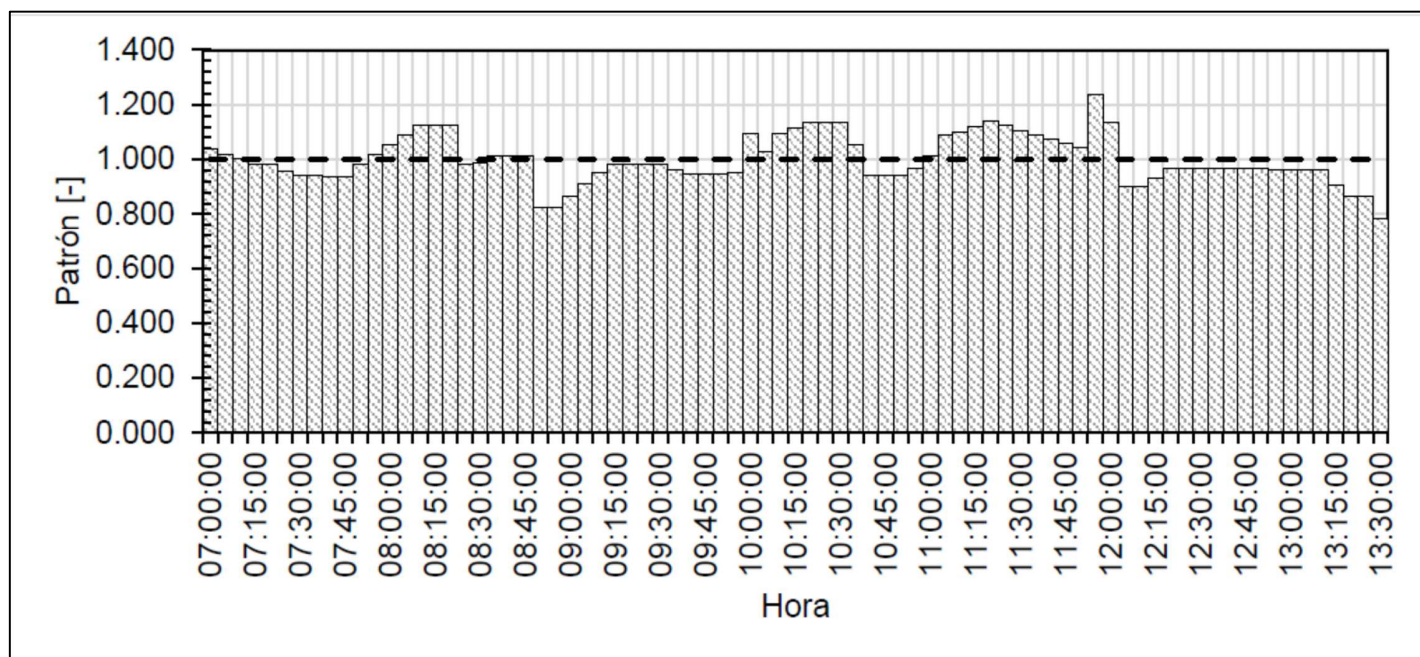


Figura 8. Patrón Consumo Sistema Toño.

Con base en la experiencia institucional, a esta curva de variación horaria (patrones de consumo) se le deben realizar los siguientes ajustes:

- Las series de medición deben ser representativas del comportamiento del consumo de la población, por lo que se debe realizar para varios días e incluir al menos un fin de semana ya que en estos días existe un consumo superior al promedio entre semana.

- Una vez obtenida la curva de consumo a la salida de los tanques, se debe promediar los valores horarios a fin de obtener una curva única para 24 horas.
- Los gráficos de patrones de consumo deben representar la variación horaria para las 24 horas del día.
- Para estimar el volumen de regulación del tanque de almacenamiento se utiliza el método de curva integral o curva masa. Esta se calcula teniendo los valores de producción y consumo acumulado (curva de variación horaria) para un periodo de 24 horas. Posteriormente se utiliza el valor del superávit máximo de producción y el valor del déficit máximo que al sumarlos se obtiene el porcentaje de regulación que ocupa el sistema.

3.4 Caracterización de la Infraestructura

En este apartado se resume la caracterización de la infraestructura de la que dispone la ASADA Cipreses de Oreamuno para abastecer a sus abonados, tomando en consideración los datos aportados por el Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción (CIVCO) del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en su informe de fecha de emisión 13 de octubre 2020; así mismo, se hace una breve mención de las fuentes de abastecimiento ya que son abordadas en el apartado de **Fuentes de Abastecimiento** de este documento.

El acueducto administrado por la ASADA Cipreses de Oreamuno se encuentra dividido por 6 subsistemas a saber: Oratorio, Toño y Capira para del Sistema Plantón y La Vivienda, Redondo y Grande que componen el Sistema Carlos Calvo.

Cada sistema cuenta con una fuente de abastecimiento, el acueducto en total cuenta con 13 tanques de almacenamiento.

El **Cuadro 9** muestra un resumen de los componentes principales de infraestructura de almacenamiento y distribución de este acueducto.

Cuadro 9. Resumen de componentes físicos del acueducto administrado por la ASADA Cipreses de Oreamuno

Sistema	Fuente de Abastecimiento	Tanque de Almacenamiento	Tubería de Distribución (km)	Sector Abastecido
Oratorio	Plantón (7.95 l/s)	Johnny Calvo (70m ³)	3.89	Oratorio y Presidio
Toño		Toño Montenegro (117m ³), Las Aguas (21.25 m ³) y Plástico (15 m ³)	13.74	Las Crucitas
				El Chayotillo
				Las Aguas
Capira		William Masís (133.6 m ³)	3.50	Cipreses Centro
La Vivienda	Carlos Calvo (6.97 l/s)	Cuadrado(12m ³)/Plástico(9m ³)	1.63	Capira-Cementerio
		Redondo (137.5 m ³)	12.57	La Vivienda
Redondo				La Pavilla
				La Perla
				ADICO 2000
				Pueblo Nuevo
Grande			17.54	La Puente Centro
				La Puente-El Yas

Sistema	Fuente de Abastecimiento	Tanque de Almacenamiento	Tubería de Distribución (km)	Sector Abastecido
		Grande (155 m ³) -Carlos Martínez (33.8 m ³) /La Puente (251 m ³)/Arrabará (15 m ³) /Zoyla (22 m ³)		Arrabará
				La Casita

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de PS-55-2019 “Estudio Técnico para la Asociación de Acueducto de Cipreses de Oreamuno de Cartago”, así como documentación adicional de Aguas-MINAE expediente 276-R (DA 0267-2015)

3.4.1 Fuentes de Abastecimiento inscritas

Según la información disponible, desde 1999 la ASADA Cipreses de Oreamuno tiene asignado el aprovechamiento de 4 manantiales, como se muestra en el **Cuadro 10**.

Cuadro 10. Fuentes y Caudales asignados a la ASADA en resolución IMN-DA-2466-99

Fuente	Propiedad en que se capta	Caudal (L/s)
Manantial 1	Carlos Gómez Álvarez (conocida como Plantón)	12.20
Manantial 2	José Carlos Calvo Álvarez	22.00
Manantial 3	Edwin Coto Vega	3.41
Manantial 4	José Carlos Calvo Álvarez (conocida como San Francisco)	0.55

Fuente: Expedientes AyA EyP-565-99, MINAE 275-R, información consultada en IMN-DA-2466-99

No obstante, esto fue reformado con la resolución DA 0267-2015, en donde se indica lo mostrado en el **Cuadro 11**.

Cuadro 11. Fuentes y Caudales asignados a la ASADA en resolución DA 0267-2015

Fuente	Caudal (L/s)
Naciente Plantón	7.95
Naciente Carlos Calvo	6.97
Naciente Edwin Coto	8.28
TOTAL	23.20

Fuente: Expediente MINAE 276-R, información consultada en DA-0267-2015

El informe técnico presentado por CIVCO, muestra que los caudales concesionados son los de la resolución IMA-DA-2466-99, además se intercambia el caudal del Manantial 1 y el Manantial 2, asignándole a la naciente conocida como Plantón un caudal de 22.00 L/s y a la Jose Carlos Calvo Álvarez 12.20 L/s.

Este mismo informe señala que la ASADA en la actualidad se encuentra abastecida únicamente por los Manantiales 1 y 2 (Naciente Plantón y Naciente Carlos Calvo).

De la información adicional aportada en la mesa técnica por parte de la ASADA Cipreses de Oreamuno se demuestra la existencia de una posible fuente por captar, adicional a las nacientes San Francisco y Edwin Coto, se trata del pozo IS-537, con uso autorizado para consumo humano (doméstico) y agropecuario, y que de acuerdo con el informe de Inspección de Fuentes ASADA Cipreses UEN-GA-2020-0039M, tiene un caudal concesionado de 2.87 l/s pero su captación está supeditada a que finalice el proceso de regularización por parte de la ASADA.

Existe además una propuesta de la ASADA para aprovechar las aguas del Río Birrís a fin de solventar su déficit de producción, no obstante el proceso de inscripción de esta fuente a favor de la ASADA no ha finalizado.

Tal y como ya se indicó, en relación con el pozo IS-537 se deben atender las recomendaciones emitidas por la UEN de Gestión Ambiental en el apartado 4 de la sección Conclusiones y Recomendaciones del informe UEN-GA-2020-0039M.

3.4.2 Almacenamiento

Como se mencionó previamente, el acueducto administrado por la ASADA Cipreses de Oreamuno cuenta con 13 tanques de almacenamiento, el **Cuadro 12** muestra el detalle de cada uno.

Cuadro 12. Capacidad de Almacenamiento del Acueducto Administrado por la ASADA Cipreses de Oreamuno

Sub-Sistema	Tanque	Volumen de Almacenamiento (m ³)
Oratorio	Johnny Calvo	71.6
Toño	Toño Montenegro	117
	Las Aguas (concreto)	21
	Las Aguas (plástico)	15
Capira	William Masis	133.6
La Vivienda	Cuadrado	12
	Plástico	9
Redondo	Redondo	137.5
Grande	Grande	155
	Carlos Martínez	22
	La Puente	251
	Arrabará	15
	Zoyla	22
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO TOTAL		981.7

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de PS-55-2019 “Estudio Técnico para la Asociación de Acueducto de Cipreses de Oreamuno de Cartago”

Sin embargo esos datos varían a lo largo del informe, encontrando discrepancias entre la información, por ejemplo en el cuadro 11 del informe presentado por el CIVCO, se muestra un volumen de almacenamiento para el tanque Carlos Martínez de 34 m³ (una diferencia de 12 m³), así como para el Antonio (Toño) Montenegro se muestra un volumen de 130 m³ (una diferencia de 13 m³), por lo que se requiere una revisión de los datos según las condiciones actuales.

3.4.3 Tuberías

El informe técnico presentado por CIVCO, muestra la caracterización de tuberías que conforman el acueducto administrado por la ASADA Cipreses de Oreamuno.

El informe señala que el acueducto cuenta con 62999.69 metros de tubería, distribuidos tal y como muestra el **Cuadro 13**.

Cuadro 13. Distribución de tuberías del Acueducto administrado por la ASADA Cipreses de Oreamuno

Material/Diámetro	Longitud (m)	Porcentaje
PVC 1/2"	6126.918	9.7%
PVC 3/4"	89.749	0.1%
PVC 1"	12269.108	19.5%
PVC 1 1/2"	1958.705	3.1%
PVC 2"	24188.143	38.4%
PVC 2 1/2"	161.285	0.3%
PVC 3"	11268.284	17.9%
PVC 4"	5267.256	8.4%
PVC 6"	1115.894	1.8%
PEAD 1/2"	443.696	0.7%
PEAD 3"	41.12	0.1%
PEAD 6"	69.53	0.1%
TOTAL	62999.69	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de PS-55-2019 "Estudio Técnico para la Asociación de Acueducto de Cipreses de Oreamuno de Cartago"

Como se puede apreciar, un alto porcentaje (aproximadamente 90%) de la longitud de la red se encuentra por debajo de los 100 mm (4"), no se tiene un desglose de la longitud correspondiente a las acometidas intradomiciliarias o bien cuanto de este porcentaje obedece a tubería de aducción o conducción.

3.4.4 Mejoras propuestas en infraestructura

Durante el año 2019 y 2020 se identificaron una serie de mejoras a los sistemas, solicitadas por la ORAC Central Este, al respecto la ASADA mediante oficio 057-2020 del 30 de setiembre del 2020, señala que ha ejecutado las siguientes recomendaciones específicas:

- De la Naciente Plantón al tanque William Masis hay 2 líneas de conducción, en las cuales ya se han instalado nueve válvulas eliminadoras de aire.
- Se instaló una válvula eliminadora de aire en la tubería del YAS.
- Se instaló una válvula reguladora de presión, una válvula eliminadora de aire y se cambió la llave de bola por una de compuerta en el centro (cruce del Chayotillo) sobre la línea de 3".

- d) Se instaló una válvula eliminadora de aire en la tubería de conducción hacia el sector las crucitas (por el hidrante).
- e) Se instalaron dos válvulas eliminadoras de aire en el tanque Redondo, una en la salida del tanque y otra después del by pass.
- f) Se instalaron 2 válvulas eliminadoras de aire en el tanque Cuadrado, una en la salida del tanque y otra después del by pass.
- g) Se sustituyó una válvula eliminadora de aire en la tubería de conducción de 3 " hacia el sector La Vivienda.
- h) Se sustituyó la tubería que sale del tanque de La Puente hasta el cruce de la Escuela de La Puente de 3" a 6" (aproximadamente 300 metros) y a su vez se instaló una válvula eliminadora de aire y se cambiaron las 3 llaves de bola por llaves de compuerta (la del by pass y las 2 de la salida del tanque)

En el año 2019 se llevaron a cabo los siguientes proyectos en cuanto a ampliación de los diámetros de tubería:

- a) Sustitución de tubería en el sector de Arrabará, 150 metros aproximadamente de tubería de ½".
- b) Se llevó a cabo el proyecto Arrabará, el cual consistió en la instalación de un nuevo tanque con capacidad de 15.000 litros, instalación de un hidrante, cambio de tubería de 4" e instalación de válvula reguladora de presión (400 metros aproximadamente).
- c) Se realizó la sustitución de 2 tuberías en la entrada de la Flor, 300 metros aproximadamente de tubería de ½" y 300 metros aproximadamente de tubería de 2".
- d) Se sustituyeron 150 metros aproximadamente de tubería en 3" en el centro de Cipreses y se continuó la tubería de 6" para un hidrante.

En el año 2020 se llevaron a cabo los siguientes proyectos en cuanto a ampliación de los diámetros de tubería:

- a) Cambio de tubería tanque de la Puente, 300 metros aproximadamente en 6" e instalación de una válvula eliminadora de aire y se cambiaron las 3 llaves de bola por llaves de compuerta (la del by pass y las 2 de la salida del tanque).
- b) Cambio de tubería en Asentamiento La Dulcinea, 400 metros aproximadamente en 2".
- c) Cambio de tubería en El Yas, 600 metros aproximadamente en 1 ½".
- d) Cambio de tubería "Los Solano", 400 metros aproximadamente en 1".

Además, se incluyó como parte del plan de trabajo 2021 de la ASADA Cipreses de Oreamuno las obras pendientes de ejecutar en cuanto a las recomendaciones específicas del estudio técnico que se citó, esto con base en el oficio 026-2021 de fecha 26 de mayo de 2021, a continuación se resumen las obras ejecutadas:

- Instalación de 6 válvulas reguladoras de presión (de acuerdo con lo que indica el Estudio Técnico son 8 y no 6), se resume en **Cuadro 14**.

Cuadro 14. Válvulas reguladoras de presión instaladas

Punto	Consigna (psi)	Sector	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Elevación (m)
1671	40	La Casita	518234.665	1092360.397	1561.152
2231	40	El Yas	518346.0051	1091592.013	1534.301
3848	40	Las Aguas	516724.1822	1092323.893	1644.482
4875	40	Las Aguas	518774.225	1093105.91	1618.503
4892	40	Las Aguas	518942.4445	1092732.066	1567.434
4995	40	El Chayotillo	518133.11	1093911.455	1717.871

Fuente: Oficio 026-2021 “informe de acciones realizadas por la ASADA al 26 de mayo de 2021”

- Instalación de 3 válvulas eliminadoras de aire (de acuerdo con lo que indica el Estudio Técnico son 6 y no 3), se resume en **Cuadro 15**.

Cuadro 15. Válvulas eliminadoras de aire instaladas

Punto	Sector	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Elevación (m)
1723	Línea conducción Zoila	517876.972	1092973.268	1663.159
3912	Cruce Pavilla - La Puente	517335.1491	1092367.664	1638.621
3951	El Yas	518524.9341	1091515.342	1522.054

Fuente: Oficio 026-2021 “informe de acciones realizadas por la ASADA al 26 de mayo de 2021”

- Instalación de micromedición en 2 tomas públicas (de acuerdo con lo que indica el Estudio Técnico):

- 1) Toma Pública Oratorio
- 2) Toma Pública La Puente

Según lo indicado en el Plan de Trabajo quedan pendientes mejoras, mismas que la ORAC Central Este y la Subgerencia de Gestión de Sistemas Delegados deberán verificar y aprobar en su momento.

3.5 Balance Hídrico

El balance hídrico debe estar relacionado con la capacidad hidráulica del sistema, debido a que ambos son necesarios para un buen abastecimiento del área de influencia del sistema, por un lado la cantidad que depende de la producción de las fuentes y por otro lado la capacidad de transporte y almacenamiento que define la continuidad hidráulica. Con relación al tema de calidad no se hará referencia en este apartado.

El balance debe realizarse en la época de estiaje, cuando la producción de las nacientes es mínima y es en ese momento que se debe evaluar el comportamiento de los tanques de almacenamiento o realizar la modelación del sistema con los datos de entrada cuando las nacientes presentan la producción mínima.

Para el caso de la elaboración del Balance Hídrico de manera mensual, se recomienda utilizar los registros mínimos históricos de caudal disponibles para cada mes, y realizar una validación de esta información por medio de un modelo estadístico de distribución de valores extremos, esto para determinar los caudales mínimos para el periodo de retorno. En todo caso se deberá respetar los valores máximos asignados por la Dirección de Aguas del MINAE.

Se recomienda que el acueducto sea separado por dos sistemas principales:

- Plantón
- Carlos Calvo

En el siguiente cuadro, lo que indica subsistema corresponde a las zonas de operación de cada uno de los sistemas antes indicados.

Cuadro 16. Detalle de Subsistemas que integran el acueducto de Cipreses

Subsistema	Fuente de Abastecimiento	Tanque de Almacenamiento	Sector
Oratorio	Plantón	Johnny Calvo (70m³)	Oratorio y Presidio
Toño		Toño Montenegro (117m³), Las Aguas (21.25 m³) y Plástico (15 m³)	Las Crucitas
			El Chayotillo
			Las Aguas
			Cipreses Centro
Capira		William Masis (133.6 m³)	Capira-Cementerio
La Vivienda	Carlos Calvo	Cuadrado(12m³)/Plástico(9m³)	La Vivienda
Redondo		Redondo (137.5 m³)	La Pavilla
			La Perla
			ADICO 2000
			Pueblo Nuevo
Grande		Grande (155 m³) -Carlos Martínez (33.8 m³) /La Puente (251 m³)/Arrabará (15 m³) /Zoyla (22 m³)	La Puente Centro
			La Puente-El Yas
			Arrabará
			La Casita

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de PS-55-2019 “Estudio Técnico para la Asociación de Acueducto de Cipreses de Oreamuno de Cartago”

Los datos de consumo no concuerdan con los datos de aforo, ni en las épocas de los estudios ni en la cantidad en la época de estiaje.

Cuadro 17. Registro histórico correspondiente al aforo mensual para cada una de las fuentes de abastecimiento

Fuente de abastecimiento	Aforo mensual [L/s]													
	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	Promedio
Plantón	9.17	10.40	45.27	18.76	11.22	19.01	15.38	10.43	6.82	6.95	4.18	3.68	3.44	12.67
Carlos Calvo	24.79	29.07	43.53	42.26	31.83	21.83	32.77	29.45	12.25	25.14	22.95	16.45	21.22	27.20

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de PS-55-2019 “Estudio Técnico para la Asociación de Acueducto de Cipreses de Oreamuno de Cartago”

Por ejemplo en la naciente Plantón en el periodo del mes de mayo de 2019 apenas pudo producir un volumen de 9538 ,56 m³ a partir de un caudal de 3.68 l/s, según la información aportada por CIVCO la demanda en este mismo periodo fue de 19983 m³, es decir tuvo un faltante de aproximadamente 10000 m³, lo que implica desabastecimiento y otras situaciones. Es en ese momento es que se debe realizar la modelación.

En la siguiente información se tiene un error conceptual, la naciente no se puede ver afectada por el índice de ANC:

7.6.1.2 Naciente Plantón

Se presenta a continuación y de manera resumida, el balance mensual estimado para la Naciente Plantón, incrementando en un 30% el consumo debido al porcentaje de agua no contabilizada.

Por lo tanto, el balance hídrico presentado no es representativo de la realidad del acueducto de la ASADA Cipreses.

7.6.2 Balance hídrico basado en la modelación hidráulica

Este balance hídrico, se basa en los siguientes datos:

- El caudal mínimo aforado por parte de la ASADA para limitar la producción de agua en el modelo hidráulico. Es un dato crítico.
- El análisis estadístico para la determinación de la demanda para cada uno de los abonados del sistema a partir registro de consumo mensual.
- Los patrones de consumo obtenidos para cada uno de los subsistemas hidráulicos.
- El modelo hidráulico calibrado.

Nótese que el balance hídrico no puede tener como premisa datos puntuales de aforos, sino continuos, recordar el conflicto que existe en el documento con relación a lo que denominan “subsistema”. El balance hídrico se debe basar en los patrones de consumo y en la estacionalidad de la producción.

Se mezclan conceptos con relación al balance hídrico:

Por otra parte, este balance presenta el siguiente alcance y limitaciones:

- La simulación se realizó para una duración total de 9 horas comprendidas entre las 7:00 y las 16:00 horas. Esto con el fin de abarcar el pico de consumo que se presenta para el tiempo del almuerzo.
- El balance se realiza de manera global para el sistema, el cual compara la producción total contra el consumo total.
- Los resultados se muestran de manera gráfica.

Como se indicó, el balance hídrico depende del caudal disponible en el acueducto. Se debe modelar la capacidad de transporte hidráulica con la regulación de los tanques de almacenamiento y realizar las curvas de patrones de consumo de cada sistema.

Para el balance hídrico, la sumatoria de caudales en la época húmeda deben sumar al menos el caudal máximo horario, el cual es el caudal promedio por el factor mayorado denominado factor máximo horario, se debe obtener, por medio de curvas de patrones de consumo dentro del acueducto o al menos justificarlo adecuadamente.

Para la determinación del caudal promedio se debe realizar un estudio de consumos donde indique:

- Conexiones
- Facturación, al menos un año
- Producción, al menos un año
- Hacinamiento

- factores de consumo
- Porcentaje de conexiones domiciliarias y no domiciliarias

Con la metodología adecuada se obtendrá la dotación bruta y neta y podrían ser utilizadas para el cálculo del caudal promedio diario y de ahí al caudal máximo diario y horario.

Se recomienda la siguiente metodología:

I DEFINICIONES

Con el fin de consolidar la información y evitar confusiones por definiciones, se indican a continuación los conceptos de las dotaciones residenciales que se tienen:

- Dotación neta: D_{neta} [L/persona/día]: Corresponde al consumo de agua potable por persona por día; en la dotación neta se toma en consideración el consumo domiciliar y no domiciliar. A continuación, se indica la fórmula de cálculo:

$$D_{neta} = D \cdot FND$$

Dónde:

D : Dotación domiciliar

FND : Factor no domiciliar

- Dotación bruta: D_{bruta} [L/persona/día]: Corresponde al consumo de agua potable por persona por día considerando las pérdidas físicas en la red; estas pérdidas físicas se consideran como un porcentaje del Agua No Contabilizada del sistema. La dotación bruta corresponde al valor necesario para efectos de diseño, este valor es el recomendado en la “Norma técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial”. A continuación, se indica la ecuación de cálculo correspondiente:

$$D_{bruta} = D \cdot FND \cdot ANC$$

$$D_{bruta} = D_{neta} \cdot ANC$$

Dónde:

D_{neta} : Dotación neta

ANC : Factor Agua No Contabilizada que corresponde a las pérdidas físicas en la red.

- Dotación máxima diaria: $D_{máxima\ diaria}$ [L/persona/día]: Corresponde al consumo de agua potable por persona por día considerando las pérdidas físicas en la red y considerando un factor de consumo máximo diario. A continuación, se indica la ecuación de cálculo correspondiente:

$$D_{máxima\ diaria} = D_{bruta} \cdot FMD$$

Dónde:

D_{bruta} : Dotación bruta

FMD : Factor Máximo Diario.

II METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

La información base para iniciar con el cálculo de la dotación es:

- Consumo domiciliar de agua potable (m^3).
- Cantidad de servicios domiciliar de agua potable (*servicios*).
- Volumen facturado domiciliar de agua potable (m^3).
- Consumo no domiciliar de agua potable (m^3).
- Cantidad de servicios no domiciliar de agua potable (*servicios*).
- Volumen facturado no domiciliar de agua potable (m^3).
- Volumen de producción de agua potable (m^3).

Esta información como se indicaba anteriormente, del “Diagnóstico de Sistemas Prioritarios 2010-2012” del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) en los sistemas indicados, o en Datamart Comercial del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), de los sistemas para complementar la información disponible.

Para la determinación de la dotación se consideró la información del año 2009 en el caso de la información tomada del “Diagnóstico de Sistemas Prioritarios 2010-2012” e información del año 2011 de los sitios tomados de Datamart Comercial.

Con esta información se procede con los cálculos:

1. Se calcula el Consumo Domiciliar Mensual Promedio (CMS) [$m^3/servicios$]:

$$CMS = \frac{\text{Consumo Domiciliar}}{\text{Cantidad de Servicios Domiciliares}}$$

2. Se calcula la Dotación Domiciliar (D) [$L/persona/día$]:

$$D = \frac{CMS \cdot 1000}{30 \cdot \text{Factor de hacinamiento}}$$

- *Factor de hacinamiento*= Factor de hacinamiento que corresponde al promedio de ocupantes por vivienda de acuerdo con la información del censo 2011 del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

3. Se calcula la Dotación No Domiciliar (ND) [$L/persona/día$]:

$$ND = \frac{\text{Volumen facturado no domiciliar}}{\text{Volumen facturado domiciliar}} \cdot D$$

4. Con esta información se calcula el Factor no Domiciliar (FND):

$$FND = 1 + \frac{ND}{D}$$

5. Se hace el cálculo Factor de Pérdidas Físicas en la red del Agua No Contabilizada (ANC):

$$ANC = \frac{1}{1 - \frac{\%Pérdidas físicas en red en \%ANC}{100}}$$

- Primero se estima el porcentaje de Agua No Contabilizada (ANC):

$$\%ANC = \frac{\text{Volumen producción} - \text{Volumen facturado}}{\text{Volumen producción}} \cdot 100$$

- Considerando un factor de 2.5 para tomar en cuenta las Pérdidas Físicas en la Red dentro del Agua No Contabilizada, se tiene:

$$\%Perdidas \text{ físicas en red en } \%ANC = \frac{\%ANC}{\text{Factor de Pérdidas físicas en red}}$$

6. Finalmente, se hace el cálculo de la dotación neta (D_{neta}) [L/persona/día]:

$$D_{neta} = D \cdot FND$$

7. Finalmente, se hace el cálculo de la dotación bruta (D_{bruta}) [L/persona/día]:

$$D_{bruta} = D \cdot FND \cdot ANC$$

$$D_{bruta} = D_{neta} \cdot ANC$$

8. El cálculo de la dotación máxima diaria ($D_{máxima \text{ diaria}}$) [L/persona/día]:

$$D_{máxima \text{ diaria}} = D_{bruta} \cdot FMD$$

- FMD = Factor Máximo Diario, considerado: $FMD = 1.20$. (debe ser justificado, para cada Sistema)

Se recuerda que el balance hídrico tiene un comportamiento estacional, es decir no es constante durante el tiempo o plazo de estudio.

Además, la **Figura 9** obtenida del estudio del Acueducto de Cipreses, la producción debe alcanzar al menos el caudal máximo diario, los picos de consumo deben estar reflejados por el comportamiento de aporte de los tanques de almacenamiento.

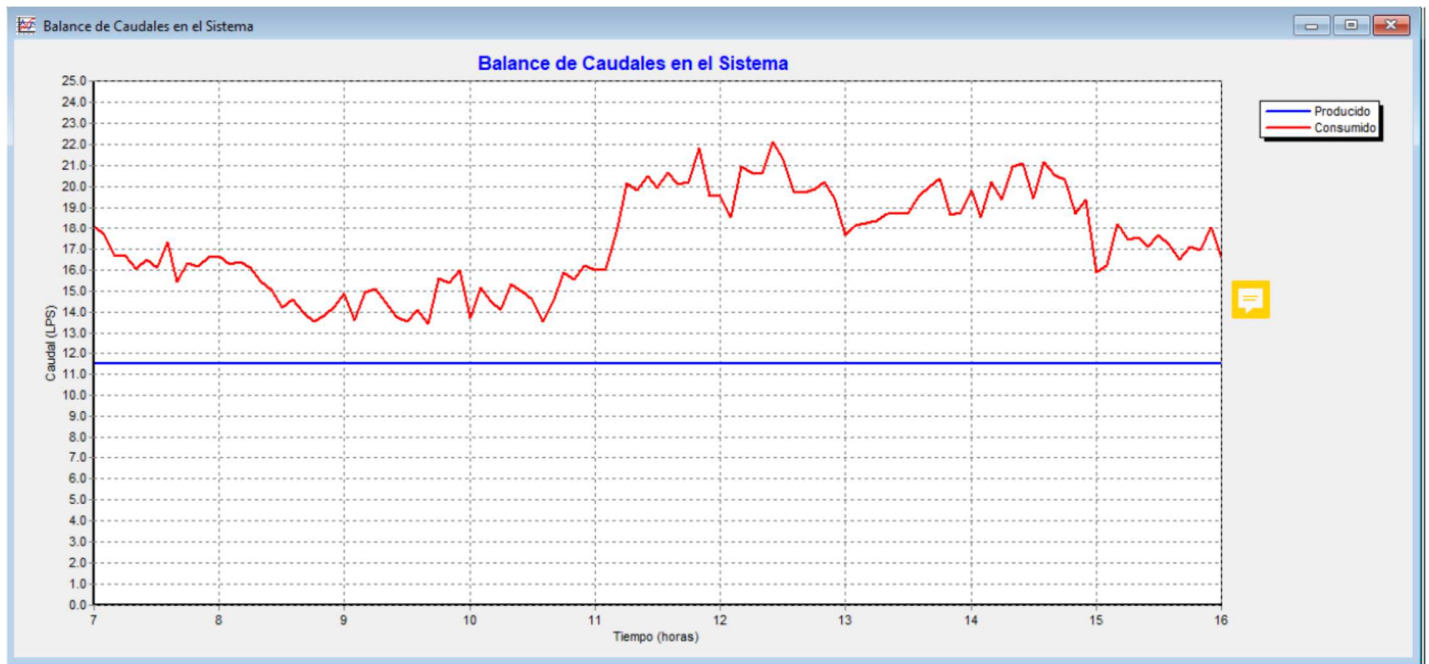


Figura 9. Balance Hídrico resultado del Modelo de EPANET

Sin embargo, en el estudio, los tanques no regulan debido a que el estudio se realizó en una época diferente al estiaje y debido a ese motivo no fue posible ver la curva de regulación de cada tanque (información base para los factores de consumo de los sistemas).

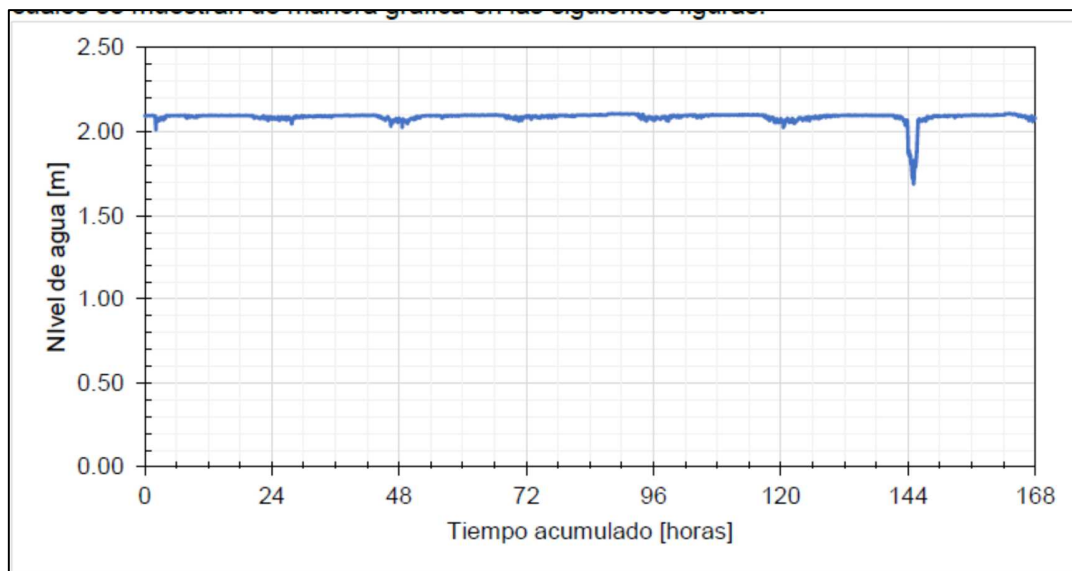


Figura 10. Variación dinámica de los niveles de agua en el tanque de almacenamiento Plástico para el sector de La Vivienda.

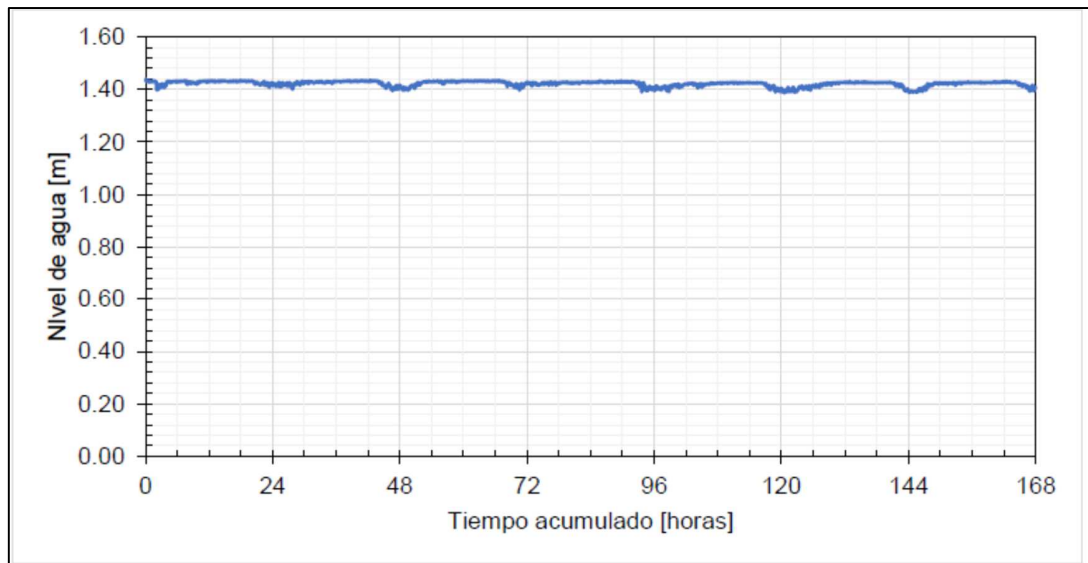


Figura 11. Variación dinámica de los niveles de agua en el tanque de almacenamiento Cuadrado para el sector de La Vivienda.

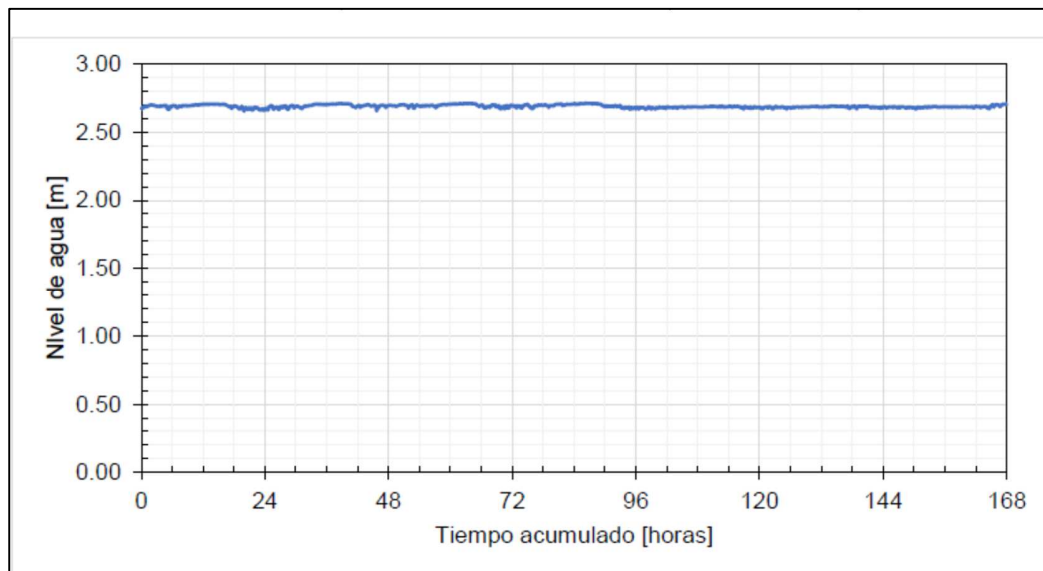


Figura 12. Variación dinámica de los niveles de agua en el tanque de almacenamiento de Arrabará.

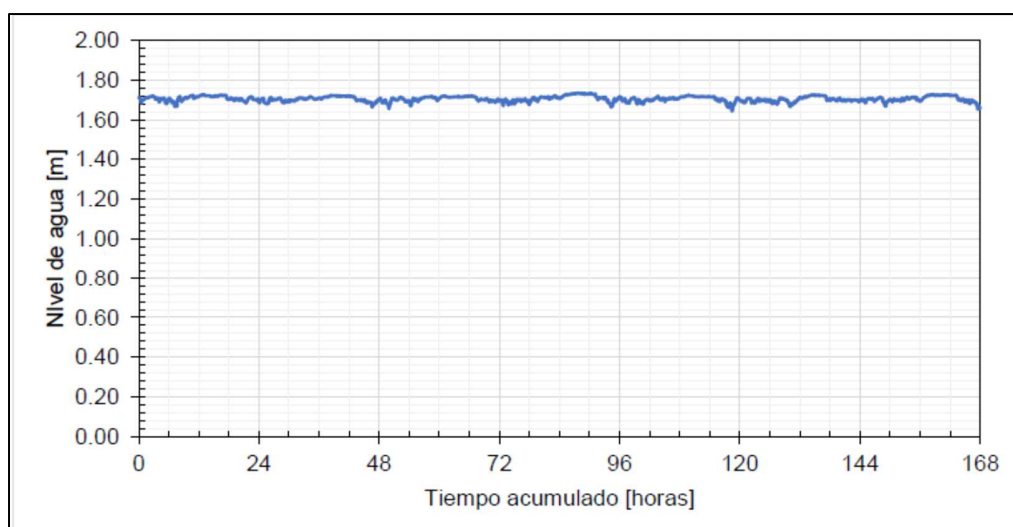


Figura 13. Variación dinámica de los niveles de agua en el tanque de almacenamiento Las Aguas.

Las figuras anteriores son ejemplos de lo indicado. Es evidente que no existe regulación por parte de los tanques de almacenamiento.

4 Conclusiones

Se desprende de cada uno de los apartados analizados las siguientes conclusiones:

- Se debe verificar el caudal asignado de las nacientes conforme a documentos oficiales de la Dirección de Aguas de MINAE, debido a que si la resolución de 2015 es la que se encuentra vigente, esto es determinante para la elaboración del balance hídrico.
- Exceptuando a la naciente San Francisco, donde el caudal aforado es bastante estable, el resto de las nacientes presentan condiciones de estiaje muy marcadas en al menos la mitad del año, por lo que la ASADA debería suplir este déficit con fuentes alternas.
- Se evidenció la presencia de productos de degradación de agroquímicos en las pruebas de calidad del agua para la Naciente Plantón, además se evidenció la presencia de coliformes fecales y niveles de cloro residual por encima y debajo del Reglamento de Calidad de Agua para mediciones puntuales dentro de la red de distribución.
- Es fundamental contar con los estudios hidrogeológicos que determinen el radio de protección que se debe cumplir para cada una de las nacientes.
- Se evidenció que entre octubre de 2020 y agosto de 2021 el sistema presenta una diferencia de 40 abonados, de los cuales 36 se abastecen del Sistema Carlos Calvo y 4 del Sistema Plantón; si se aplica el mismo factor de hacinamiento de 3.5 se estima una población equivalente de 140 habitantes.
- Se verificó que a lo largo del informe de CIVCO, los datos de almacenamiento no son consecuentes, por lo que debe corregirse a los datos reales o bien ser congruentes con la información presentada.

- La ORAC Central Este deberá verificar que la ASADA realice las mejoras en infraestructura que tiene pendientes.
- El balance hídrico **modelado** no es representativo de la realidad del acueducto de la ASADA Cipreses

5 Bibliografía

- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2017). “Norma técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable de Saneamiento y Pluvial”. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.
- López Cualla, Ricardo A., (2003) Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados. Segunda edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITEC) (2020). PS-55-2019 “Estudio Técnico para la Asociación de Acueducto de Cipreses de Oreamuno de Cartago”, CIVCO.