



Proyecto Fortalecimiento de las capacidades de Asociaciones de Acueductos Rurales (ASADAs) para enfrentar riesgos del Cambio Climático en comunidades con estrés hídrico en el Norte de Costa Rica

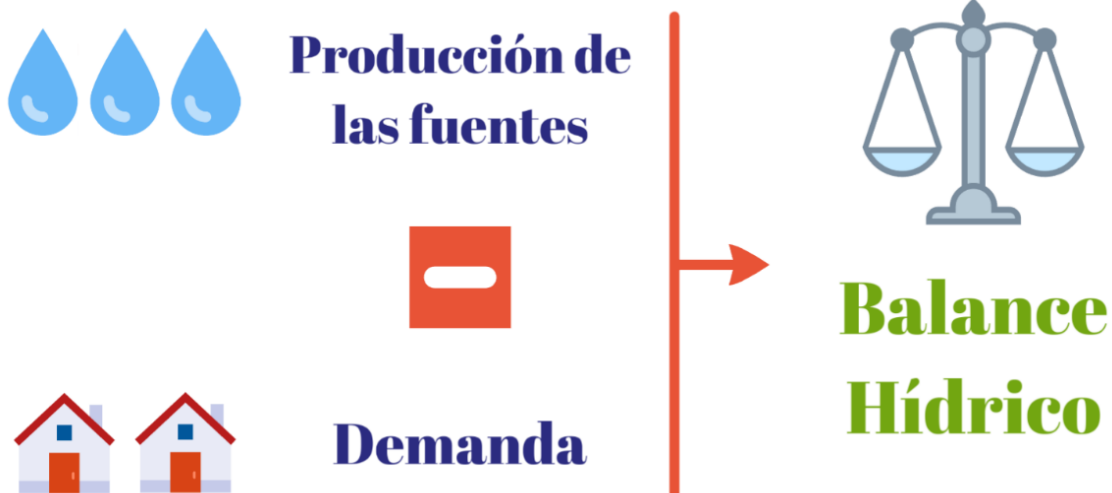
MANUAL DE USO DE LA CALCULADORA DE BALANCE HÍDRICO PARA ASADAs (VERSIÓN 1)

Revisado: mayo de 2019

El **balance hídrico** de un acueducto consiste en comparar la producción de las fuentes de abastecimiento (pozos y nacientes) contra la demanda de la población atendida.

El procedimiento para calcular el balance hídrico puede resumirse en tres pasos:




- 1) Estimación de la Producción:** realizar pruebas de bombeo para pozos o afloros para nacientes.
- 2) Cálculo de la Demanda:** calcular la cantidad de agua que requiere la comunidad con base en la información disponible (censos de población atendida, levantamiento de actividades comerciales, registros de micromedición, etc)
- 3) Resta:** estimar el balance hídrico restando la producción menos la demanda.



Todos los datos deben expresarse en *litros / segundo* para poder realizar el cálculo, según:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Balance} & = & \text{Producción} \\
 \text{hídrico} & & \text{fuentes (L/s)} \\
 & & \textit{(Pozo 1 + pozo 2 + naciente...)} \\
 & & - \\
 & & \text{Demanda} \\
 & & \text{actual (L/s)} \\
 & & \textit{(consumo + ANC)}
 \end{array}$$

El resultado del balance hídrico puede ser positivo, cercano a cero o negativo y se interpreta de la siguiente manera:

Resultado del balance hídrico		Interpretación
	Positivo	La producción de las fuentes del sistema es suficiente para satisfacer la demanda actual.
	Cercano a cero	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.
	Negativo	La producción de las fuentes del sistema no es suficiente para satisfacer la demanda actual ni la de futuros usuarios.

CONSIDERACIONES SOBRE EL USO DE LA CALCULADORA DE BALANCE HÍDRICO

La Calculadora de Balance Hídrico para ASADAS es una herramienta generada mediante un esfuerzo conjunto de la UEN de Gestión de ASADAS del AyA y el PNUD, dentro del marco del Proyecto de Fortalecimiento de Acueductos Comunes.

Las ASADAS que cuenten con balances hídricos para sus sistemas, realizados en estudios técnicos aprobados por las Oficinas Regionales de Acueductos Comunes

(ORAC), deberán respetar las conclusiones de dichos estudios y atender las recomendaciones generadas con respecto al balance hídrico.

Para aquellos casos en que las ASADAS no cuenten con balances hídricos realizados en estudios técnicos, las ASADAS podrán utilizar la Calculadora de Balance Hídrico, principalmente con dos objetivos:

1. Para conocer si es necesario **buscar nuevas fuentes de abastecimiento** que puedan ser interconectadas al acueducto.
2. Para conocer si hay **agua disponible para nuevos servicios**.

ESTRUTURA DE LA CALCULADORA DE BALANCE HÍDRICO

La calculadora es una herramienta de Excel que permite realizar de manera sencilla la estimación del balance hídrico.

El archivo de Excel cuenta con tres hojas de trabajo, cada una con sus respectivas instrucciones:

- Balance hídrico
- Servicios equivalentes
- Dotación según medición

El archivo de Excel también cuenta con tres hojas de datos, las cuales **no deben ser modificadas**:

- INEC
- Datos
- Cálculo dotación y crecimiento

PASOS PARA EL INGRESO DE DATOS A LA CALCULADORA

El ingreso de datos a la Calculadora se realiza mediante cuatro pasos que se explican a continuación:

1. Información General: En la hoja denominada "Balance Hídrico", se debe llenar las casillas correspondientes al identificador de la ASADA (IDEO), nombre de la ASADA, tipo de población, provincia, cantón y distrito

Para cada casilla que se debe llenar, se muestra instrucciones adicionales cuando se posiciona el cursor del mouse sobre la casilla correspondiente.

Los datos de tipo de población, provincia, cantón y distrito se escogen de menús desplegables que se activan al dar clic sobre la respectiva casilla.

1. Información General		
IDEO:		
ASADA:		
Cantidad de servicios:	700	Instrucciones: En esta casilla se coloca el número de servicios totales (pajas) que tiene el acueducto
Tipo de población:	Población rural	
Provincia	Cantón	Distrito
Guanacaste	Nicoya	Sámara

2. Fuentes de Abastecimiento: En la hoja denominada "Balance Hídrico", se debe ingresar los caudales de producción de pozos y nacientes

2. Fuentes de Abastecimiento			
Pozo	Caudal - Q (L/s)	Naciente	Caudal - Q (L/s)
Pozo No. 1	5	Naciente No.1	
Pozo No. 2	3		
Pozo No. 3			
Pozo No. 4			
Pozo No. 5			
Pozo No. 6			
Pozo No. 7			
Pozo No. 8			
TOTAL	8	L/s	

Instrucciones:
 Indicar el caudal en litros/segundo. Sólo se colocan números, **sin** letras

Para nacientes se debe realizar un aforo durante la época seca (cuando menos agua producen las fuentes)

La producción total de las fuentes será calculada como la suma de los caudales ingresados para los diferentes pozos y nacientes.

3. Cálculo de la Demanda: En la hoja denominada "Balance Hídrico", se debe ingresar el intervalo de análisis (5 años es lo más común). Se debe llenar la hoja "Servicios Equivalentes" si se cuenta con levantamiento de actividades comerciales, industriales, agrícolas, educativas, etc. Además, se debe llenar la hoja "Dotación según medición" si cuenta con registros de micromedición y macromedición.

3. Cálculo de la Demanda

Metodología desarrollada por el Ing. Mario Chavarría del AyA

Población abastecida por el acueducto

Cantidad de servicios equivalentes:	700	servicios	Ver hoja "Servicios Equivalentes"
Factor hacinamiento:	3,30	personas/casa	
Población abastecida:	2311	personas	

Proyección de población abastecida por el acueducto

Intervalo de análisis:	5	años
------------------------	---	------

El factor de hacinamiento es tomado automáticamente de la hoja "Datos", según los datos seleccionados de provincia, cantón y distrito. El factor de hacinamiento de la hoja "Datos" corresponde al valor reportado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2011). La población abastecida es calculada por la multiplicación de la cantidad de servicios equivalentes por el factor de hacinamiento.

En caso de ingresar datos a la hoja "Servicios Equivalentes", la cantidad de servicios que fue ingresada en el paso 1 será corregida mediante los cálculos que realiza esta hoja, y la actualizará automáticamente en la hoja "Balance Hídrico". El cálculo de los servicios equivalentes es realizado siguiendo la Norma Técnica del AyA (2017).

Instrucciones:

Llenar con la información de cantidad de servicios por tipo de actividad, y la cantidad de unidades de cálculo para el total de esos servicios

Cantidad de servicios	Tipo de actividad	Cantidad total de UC	Unidad de cálculo (UC)	Servicios equivalentes
2	Hoteles, moteles	200	habitaciones	67,00
0	Escuelas, colegios o centros de educación y capacitación	0	estudiantes	-
0	Bodegas, industrias o centros de acopio, almacenamiento y distribución*	0	m ²	-
0	Restaurantes, sodas, bares y similares*	0	m ²	-
0	Locales comerciales, centros comerciales, oficinas administrativas y bancarias (industrial o general)*	0	m ²	-
0	Parcelamiento agrícola con frente a calle pública	0	m ²	-
0	Parcelamiento agrícola con frente a servidumbre	0	m ²	-
0	Centros de recreación, turísticos o club campestre	0	m ²	-

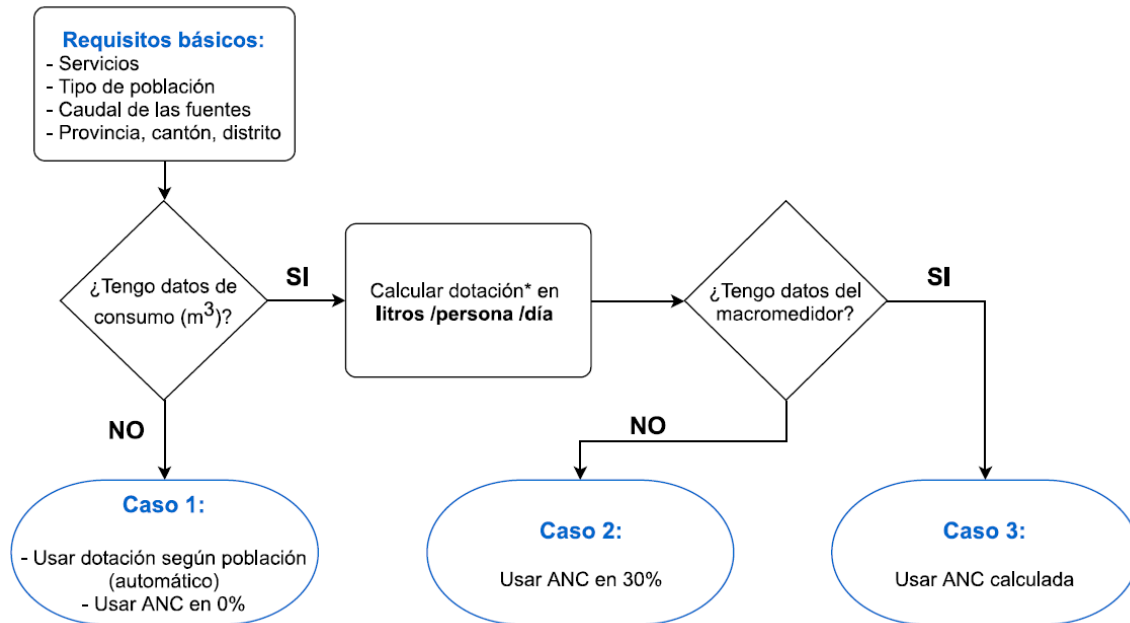
*Incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas

Estimación total de servicios equivalentes	765
---	------------

El cálculo de la demanda se realizará de tres posibles maneras, según la información que sea ingresada a la hoja "Dotación según medición", a saber:

Escenario	Información básica*	Micromedición	Macromedición
Caso 1	✓	✗	✗
Caso 2	✓	✓	✗
Caso 3	✓	✓	✓

¿Cómo usar la calculadora de balance hídrico según la información disponible?



La información que se ingrese a la hoja “Dotación según medición” deberá lucir de la siguiente manera:

Instrucciones:

Llenar con la información de cantidad de servicios, y los consumos totales de micromedición y macromedición, según estén disponibles para cada mes del año

Mes	Servicios	2019			
		Total macromedición m ³	Total micromedición m ³	Dotación mensual (l/p/d)	ANC
Enero	689	20000	13845	196	31%
Febrero	690	21000	11789	167	44%
Marzo	691	22000	13002	184	41%
Abril	692	23500	13120	185	44%
Mayo	693	21500	11945	168	44%
Junio	694	22200	11872	167	47%
Julio	695	22700	11834	166	48%
Agosto	696	23100	12441	175	46%
Setiembre	697	21600	12303	172	43%
Octubre	698	21900	12990	182	41%
Noviembre	699	22400	12889	180	42%
Diciembre	700	20000	14102	197	29%
				197	42%
				Máxima	Promedio

La calculadora tomará automáticamente el valor máximo calculado de dotación de agua potable y el promedio del porcentaje de agua no contabilizada, y los actualizará automáticamente en la hoja "Balance Hídrico"

4. Cálculo de la Producción: En caso de contar con estudios o registros que evidencien una tendencia de reducción en la producción de las fuentes, se debe ingresar en la hoja "Balance hídrico" el porcentaje de reducción anual de producción

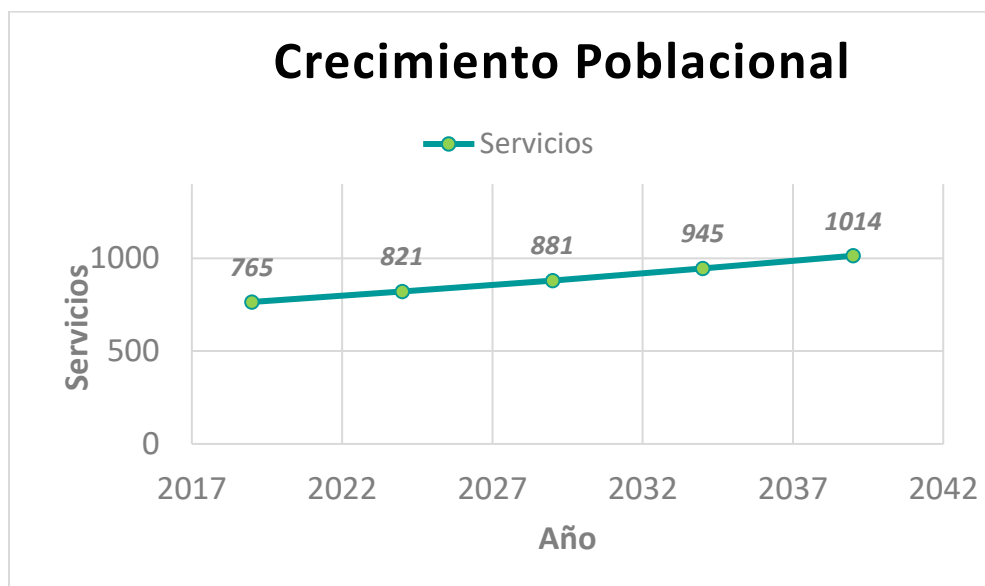
4. Cálculo de la Producción		
Estimación de efectos del Cambio Climático en reducción del caudal de las fuentes	0,00%	anual

RESULTADOS GENERADOS POR LA CALCULADORA

La calculadora genera cinco proyecciones de población atendida y cantidad de servicios, según el intervalo de años ingresado en el paso 3. Estas proyecciones son generadas con base en el porcentaje de crecimiento poblacional anual, que se toma automáticamente de la hoja "Datos", según la información de provincia, cantón y distrito ingresada en el paso 1. El porcentaje de crecimiento poblacional anual corresponde al valor reportado por el INEC (2011).

Porcentaje de crecimiento poblacional anual					1,4%
Año	2019	2024	2029	2034	2039
Población	2525	2709	2907	3119	3347
Servicios	765	821	881	945	1014

La calculadora también muestra las proyecciones de población atendida en forma de gráfico.



La proyección de la demanda también se realiza para los mismos años de las proyecciones de población atendida. Los valores de dotación de agua potable y %ANC se seleccionan de manera automática, según los casos tres casos descritos en la sección anterior. Se presenta proyecciones del caudal promedio, el caudal máximo diario, y el caudal máximo horario, las cuales se calculan según los procedimientos y los factores máximos (diario y horario) establecidos en la Norma Técnica del AyA (2017).

Proyección de demanda

Dotación (Litros/persona/día)		197		Ver hoja "Dotación según medición"		
% de Agua No Contabilizada (ANC)		48%				
Factor Máximo Diario		1,2				
Factor Máximo Horario		1,8				
Año	2019	2024	2029	2034	2039	
Caudal Promedio (L/s)	8,51	9,13	9,79	10,51	11,28	
Caudal Máximo Diario (L/s)	10,21	10,95	11,75	12,61	13,53	<i>Producción</i>
Caudal Máximo Horario (L/s)	18,38	19,71	21,16	22,70	24,36	<i>Distribución</i>

La calculadora también proyectará la producción de las fuentes. Cuando no se ingrese un porcentaje de reducción de producción en el paso 4, la producción de las fuentes será tomada como constante, lo cual no es adecuado en un contexto de cambio climático. Por eso, se insta a las ASADAS a recopilar y analizar sus registros de aforos, para que puedan identificar si existe una tendencia clara de reducción, y así esta pueda ser considerada en el cálculo del balance hídrico. De esta manera, la ASADA podrá adaptarse más fácilmente a las condiciones de disponibilidad de agua del futuro.

Estimación	Año				
	2019	2024	2029	2034	2039
Producción total de las fuentes (L/s)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00

Adicionalmente, la calculadora estima los requerimientos de la capacidad de almacenamiento instalada en el acueducto de acuerdo con la Norma Técnica del AyA (2017)

Proyección de Almacenamiento m3 para el Acueducto					
Año	2018	2023	2028	2033	2038
Volumen Regulación	103	110	118	127	136
Volumen de Incendio*	22	22	22	22	22
Volumen Interrupciones	123	131	141	151	162
VOLUMEN TOTAL	247	264	282	300	321

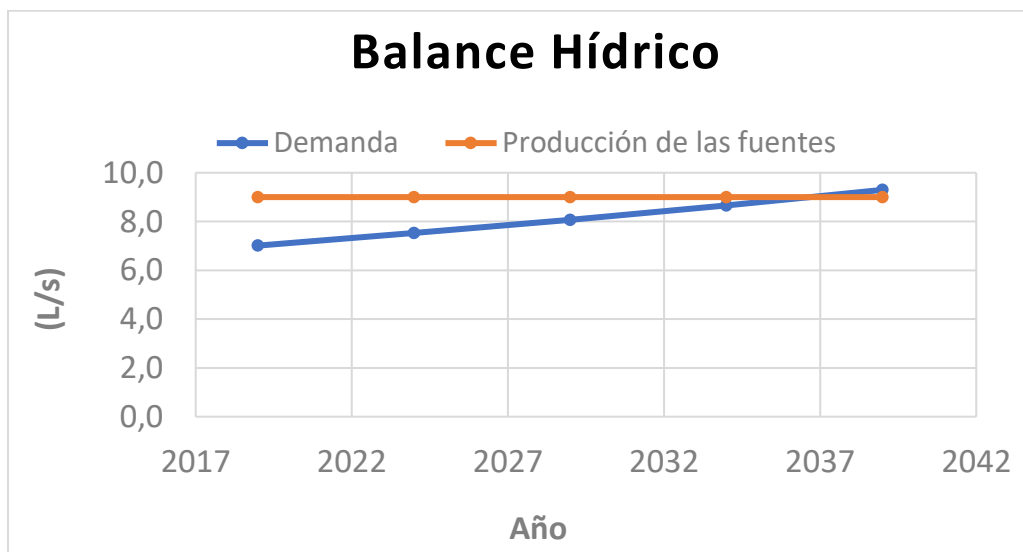
* Ley Hidrantes

Por último, la calculadora genera un cuadro resumen con las proyecciones de: cantidad de servicios, demanda, producción y resultado del balance hídrico. Las proyecciones de demanda corresponderán a los caudales máximos diarios. Las casillas que contienen los resultados del balance cambiarán automáticamente de color, según el resultado sea positivo, negativo o cercano a cero. Para cada

resultado se genera una interpretación automática que se presenta también en el cuadro resumen.

Resultados del Balance Hídrico					
Proyecciones					
Año	Servicios	Demanda (L/s)	Producción (L/s)	Balance Hídrico (L/s)	Interpretación
2019	765	7,01	9,00	1,99	ASADA cuenta con capacidad hídrica
2024	821	7,53	9,00	1,48	ASADA cuenta con capacidad hídrica
2029	881	8,08	9,00	0,93	Buscar nuevas fuentes
2034	945	8,66	9,00	0,34	URGENTE: buscar nuevas fuentes
2039	1014	9,30	9,00	-0,30	Desabastecimiento y racionamiento del servicio

Las proyecciones de demanda y producción se representan también en un gráfico, en el cual se puede observar la diferencia que existe entre ambas, e inclusive el eventual año en que serían iguales, es decir, a partir de qué año debería ya tenerse nuevas fuentes de abastecimiento interconectadas al acueducto, pues en el caso contrario, no sería posible brindar el servicio a nuevos clientes.



CONSULTA DE INFORMACIÓN ADICIONAL

Para obtener mayor información sobre el uso de la Calculadora de Balance Hídrico contacte a la ORAC respectiva.