

# Índice de calidad y continuidad de los servicios de agua para consumo humano en Costa Rica

## Costa rican drinking-water quality and availability index

Darner A. Mora-Alvarado<sup>1</sup>, Rafael Barboza-Topping<sup>2</sup>,  
Jimena Orozco-Gutiérrez<sup>3</sup>

---

Mora-Alvarado, D; Barboza-Topping, R; Orozco-Gutiérrez, J.  
Índice de calidad y continuidad de los servicios de agua para consumo humano en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*.  
Diciembre 2019. Vol 32 Especial. Laboratorio Nacional de Aguas. Pág 72-81.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v32i10.4882>

---

1 Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr.  
2 Producción y Distribución de Sistemas Periféricos. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: rbarboza@aya.go.cr.  
3 Unidad de Investigación en Agua, Ambiente y Salud. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: jorozco@aya.go.cr.



## Palabras clave

Indicador; índice; cantidad; calidad; servicio

## Resumen

El presente documento tiene como objetivo establecer un indicador compuesto para evaluar la calidad de los servicios de agua para consumo humano en Costa Rica, mediante el uso combinado de los intervalos de continuidad del servicio del agua y el “índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano” (ircach), elaborado por el Laboratorio Nacional de Aguas (Ina). La metodología incluyó: 1) la definición de los intervalos del ircach, 2) la propuesta de intervalos de continuidad del servicio de suministro de agua en horas y porcentajes, 3) definición del índice de calidad y continuidad de los servicios de agua para consumo humano (iccsach), y 4) la aplicación del iccsach utilizando diez acueductos operados por el AYA. Los resultados obtenidos califican los servicios de agua de: excelente servicio aquel acueducto que obtiene 100% del puntaje, bueno el que obtiene en 80 y menos (<) de 100%, regular entre 60 y menos (<) de 80% y malo entre 40 y menos (<) de 60% y muy malo menor a 40%. En primera instancia se recomienda aplicar en el año 2018 este índice en los acueductos del AYA, en el 2019 en los acueductos municipales y rurales y en segunda instancia en el 2020 incorporar el parámetro de cantidad para ampliar el indicador compuesto a cantidad, calidad y continuidad del servicio.

## Keywords

Indicator; index; drinking-water quality and availability.

## Abstract

The present document aims to create a composite indicator for assessing drinking-water quality and availability based on continuity intervals for water supply and the drinking-water quality risks index (ircach) developed by the *laboratorio nacional de aguas* (Ina). The methodology consisted of the followings: 1) defining the intervals of the ircach, 2) proposing continuity intervals for water supply measured in hours and percentages, 3) defining the drinking-water quality and availability index (iccsach), and 4) applying the iccsach to ten aqueducts operated by AYA. Results showed five categories for assessing water supply: excellent for 100 % of continuity, good for at least 80 % and less than 100 % of continuity, regular for at least 60 % and less than 80 % of continuity, bad for at least 40 % and less than 60 % of continuity, and very bad for less than 40 % of continuity. For the 2018 drinking-water assessment, the present document recommends applying the iccsach for the AYA aqueducts only and included municipalities and rural aqueducts for the 2019 drinking-water assessment. Subsequently, it is recommended to include water volume to the index in order to assess water supply system.

## Introducción

La idoneidad de un sistema de abastecimiento de agua para consumo no debe depender solo de su calidad fisicoquímica y microbiológica, el mismo debe abarcar los conceptos de las “6c”, es decir cantidad, continuidad, calidad, costos, cobertura y la cultura hídrica de la población abastecida [1]. Según las “guías de la calidad de la OMS” en su tercera edición [2], estos conceptos se definen de la siguiente forma:

- *Cantidad o nivel del servicio.* Se refiere a la proporción de la población que tiene acceso a distintos niveles de abastecimiento de agua para consumo (por ejemplo, que no tiene acceso al agua, que cuentan con acceso básico, un acceso intermedio o un acceso óptimo).
- *Calidad.* Un sistema de abastecimiento de calidad cuenta con un plan de seguridad del agua (psa) aprobado, que ha sido validado y que se somete a auditorias periódicas para demostrar su conformidad.
- *Continuidad.* Es el porcentaje de tiempo durante el que se dispone de agua de consumo (con carácter diario, semanal y estacional).
- *Cobertura y accesibilidad.* Es el porcentaje de la población que tiene un acceso razonable a un sistema de abastecimiento mejorado con agua de calidad potable.
- *Costos, tarifas o asequibilidad.* Es la tarifa abonada por los consumidores domésticos.
- *Cultura hídrica.* Consiste en reconocer el valor del recurso, la importancia de este y hacer uso de las medidas de concientización y sensibilización en los cuales se incluye la necesidad de información respecto a las múltiples dimensiones de valores éticos, medioambientales, sociales, económicas, políticas y emocionales integrados en los ecosistemas, tomando como fundamento en el principio universal del derecho humano al agua, a la vida y su relación con el ambiente, la salud y el desarrollo de todas las formas de vida existentes [3].

En el nuevo contexto de los “objetivos de desarrollo sostenible” que van del 2016 al 2030 [4], la oms y unicef, mediante el programa conjunto de monitoreo (pcm), definieron el concepto de “agua potable gestionada de forma segura” [5], el cual se utiliza en el objetivo 6 sobre “agua limpia y saneamiento” [6].

Este concepto se define como “agua para consumo procedente de una fuente mejorada ubicada dentro de la vivienda o en el patio o parcela disponible en el momento necesario y libre de contaminación fecal y sustancias químicas prioritarias (flúor y arsénico)” [7].

Los elementos que contribuyen a este indicador de servicios de agua potable gestionados en forma segura son: accesibilidad, disponibilidad y calidad [8]. En el caso de la disponibilidad el agua debe estar de forma continua y en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de ingesta e higiene personal, así como para otros menesteres domésticos.

En costa rica se ha comprobado que la discontinuidad de los servicios de agua potable provoca afectos retro-sifonaje en las tuberías y contaminación del agua, debido al vacío y la succión del agua de los tanques de los servicios sanitarios, generando el paso de agua de color azul causado por la coloración de una pastilla desinfectante.

Lógicamente, la coloración azul del agua no es el problema, por el contrario, el color azul del agua impide su consumo. El problema es en aquellos servicios sanitarios en que no usan las pastillas, porque el usuario al devolverse el agua del tanque a la red, la podría utilizar o consumir y presentarse algún grado de contaminación fecal.

Según la oms, los niveles de servicio y cantidad de agua recogida en los hogares se determinan, básicamente, en función de la distancia que existe entre cada hogar y el lugar de suministro de agua, o bien, del tiempo total necesario para ser recogida el agua. En el cuadro 1 se definen los cuatro niveles de servicio establecido por la oms.

**Cuadro 1.** Nivel de servicio y cantidad de agua recogida.

Nivel de servicio	Distancia/tiempo	Volúmenes probables de agua captada	Riesgo para la salud pública debido a una higiene deficiente	Prioridad de intervención y medidas
Sin acceso	Más de 1 km/más de 30 min, ida y vuelta	Muy bajo: 5 litros per cápita por día	Muy alto Práctica de higiene comprometida. El consumo básico puede estar comprometido	Muy alta Suministro del nivel básico de servicio. Educación sanitaria. Tratamiento y almacenamiento seguro de agua a nivel domiciliario como una medida provisional
Acceso básico	En 1 km/en 30 min, ida y vuelta	Promedio aproximado de 20 litros per cápita por día	Alto La higiene puede estar comprometida. La ropa puede lavarse fuera de la parcela	Alta Suministro del nivel de servicio mejorado. Educación sanitaria. Tratamiento y almacenamiento seguro de agua a nivel domiciliario como una medida provisional
Acceso intermedio	Agua suministrada en la parcela mediante al menos un grifo como mínimo (suministro en el patio)	Promedio aproximado de 50 litros per cápita por día	Bajo La higiene no debería estar comprometida. Es probable que la ropa se lave en la parcela	Baja La promoción de la higiene sigue generando beneficios para la salud. Fomento del acceso óptimo
Acceso óptimo	Suministro de agua a través de múltiples grifos en la vivienda	Promedio de 100-200 litros per cápita por día	Muy bajo La higiene no debería estar comprometida. La ropa se lava en la parcela	Muy baja La promoción de la higiene sigue generando beneficios para la salud

Elaborado por UNICEF [5]

En el caso de las comunidades que cuentan con su propio servicio de agua para consumo humano, mediante un acueducto, la cantidad, la continuidad y la calidad del agua, son parámetros muy importantes para evaluar la calidad del servicio. No obstante, para efectos prácticos en primera instancia, se propone la elaboración y aplicación del índice de calidad y continuidad de los servicios de agua para consumo humano en costa rica, el cual se fundamenta en la continuidad del servicio, expresado en horas o porcentajes de continuidad del servicio, y el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (ircach) [9] elaborado por el laboratorio nacional de aguas, para facilitar la interpretación del reglamento para la calidad del agua potable [10].

El presente trabajo busca establecer un indicador compuesto para evaluar la calidad de los servicios de abastecimiento de agua potable en costa rica, mediante un indicador compuesto que combine los intervalos del ircach, elaborado por el laboratorio nacional de aguas y los intervalos de los porcentajes de continuidad del suministro de agua, respectivo.

## Metodología

### Definición del objetivo e intervalos del ircach

La definición de los cinco niveles de riesgo asociado a la calidad establecidos en el ircach elaborado por el Ina, se obtuvieron de la versión 2 del documento del mencionado índice de riesgo para la calidad del agua para consumo humano, ajustado en marzo del 2018.

### Intervalos de los porcentajes en horas de continuidad del servicio

Con el apoyo del ing. Rafael barboza de la subgerencia de sistemas periféricos del aya, se calcularon los 5 intervalos en porcentaje de horas de suministro de agua para las 24 horas del día. La ecuación 1 muestra el cálculo correspondiente para obtener el porcentaje de continuidad del servicio:

Continuidad del servicio de acueducto:

$$CSA = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n P_i * T_i * I_i}{P_t * N}\right) * 100$$

Donde:

I = corresponde a cada desabastecimiento o suspensión de servicio ocurrido durante el periodo de análisis.

N = el número total de desabastecimientos ocurridos en el periodo.

Pi = estimación de la población/servicios afectada en cada desabastecimiento i.

Ti = tiempo en horas de duración del desabastecimiento i, una vez que se confirmó o cerró el boletín

Ii = factor de impacto por tipo de suspensión, inicialmente este factor será de 1 para los tres casos, sin embargo, de acuerdo al tipo, se podría aplicar diferente.

Pt = población/cantidad de servicios total del acueducto o sistema.

N = número de días del periodo evaluado, usualmente 30 días para hacerlo mensual, o 365 cuando se hace anualmente

Para determinarlos intervalos de evaluación de este parámetro se realiza una interpretación del artículo 95 de reglamento técnico: “prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado sanitario e hidrantes (ar-psaya-2015)”.

“Artículo 95.- Ajuste del monto de la facturación de los servicios en caso de discontinuidad.

*Los abonados del servicio de acueducto que reciban un servicio discontinuo cuya causa no sea caso fortuito, fuerza mayor o suspensiones programadas por mantenimiento, realización de mejoras o nuevas inversiones o daño causado por terceros; sino atribuible al prestador, durante el periodo de incumplimiento no se les cobrará el cargo fijo. En el caso de que no exista cargo fijo, se aplicará una disminución del 50% del monto de la factura.*

*El ajuste del monto será aplicable cuando la discontinuidad implique:*

- a. *Prestación del servicio menor a 16 horas naturales diarias durante al menos 20 días naturales al mes y*

- b. *Suspensión del servicio durante 24 horas naturales por más de tres días naturales consecutivos o más de 7 días naturales no consecutivos, ambos en el mismo mes.*

*La provisión de agua mediante sistemas alternativos de abastecimiento no eximirá al prestador de aplicar la excepción al pago del cargo fijo o la disminución del 50% del monto de la factura.*

*Las consideraciones de caso fortuito y fuerza mayor deben ser determinadas mediante evaluación del área técnica del prestador o demostradas por el abonado a la autoridad reguladora.*

*(Reformado por la junta directiva de la aresep, según resolución n° rjd-053-2016, publicada en alcance 55, la gaceta n° 69 del 12 de abril de 2016)" [11].*

Por ende, con respecto a la continuidad, se clasifico como un servicio de mala calidad aquel que cumpla la condición más crítica del artículo anterior. Se considera, para este caso lo siguiente:

- Una suspensión diaria de 8 horas, por 20 días en cada mes, lo que se puede incorporar al modelo utilizado como un servicio continuo durante 19 horas días, los 7 días de la semana, dentro de un mes calendario, lo cual sería una manera de calcular el rango de continuidad aceptable aquel que supere esta condición.
- Las demás clases se ajustan siguiendo este criterio.

### **Definición del índice de calidad y continuidad de los servicios de agua para consumo humano**

Debido a la importancia de la calidad y continuidad de los servicios de agua, se les otorgó el mismo peso a ambos indicadores en el aporte de cada intervalo del modelo del iccsach, para posteriormente sumar el puntaje de cada indicador (calidad y continuidad) y con esto definir los cinco intervalos del presente índice.

### **Implementación del índice de calidad y continuidad de la calidad de los servicios de agua para consumo humano**

La validación del sistema o modelo del iccsach propuesto se valida con los datos anuales del ircach y los porcentajes de la continuidad de los servicios de los siguientes acueductos:

- Co-a-05-atenas
- Co-a-18-mercedes de puriscal
- Co-a-12-nicoya
- Acueducto metropolitano
- Ha-a-03-limón
- Ha-a-02-cahuita
- Ch-a-56-curubandé de liberia
- Br-a-01.1-San isidro
- Co-a-12-los chiles
- Me-a-24.2-El berral de matinilla
- Br-a-16.1-Golfito: sector pueblo civil
- Me-a-13-san jerónimo

## Resultados y discusión

### Definición del objetivo e intervalos del ircach

En el cuadro 2 se muestran los distintos intervalos de riesgo del ircach elaborado por el Ina.

**Cuadro 2.** Niveles de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Clasificación IRCACH	Nivel de riesgo	Código de colores	Calidad del agua	Acciones y recomendaciones
$x \leq 5$	Riesgo muy bajo (RMB)	Azul	Apta para ingesta	Continuar suministro de manera normal, continuar control o vigilancia de la calidad del agua.
$5 < x \leq 10$	Riesgo bajo (RB)	Verde	Apta para ingesta, pero susceptible al deterioro de la calidad	Continuar suministro, implementar o mejorar control de la calidad del agua.
$10 < x \leq 20$	Riesgo intermedio (RI)	Amarillo	No apta para ingesta, rechazo por parte de los consumidores debido a las características organolépticas.	Seguir Protocolo de Atención a Problemas de Calidad de Agua por Contaminación Química.
$20 < x \leq 30$	Riesgo alto (RA)	Naranja	No apta para ingesta	Seguir Protocolo de Atención a Problemas de Calidad de Agua por Contaminación Química y/o el Procedimiento de Inspecciones Ordinarias.
$x > 30$	Riesgo muy alto (RMA)	Rojo	No apta para ingesta	Seguir Protocolo de Atención a Problemas de Calidad de Agua por Contaminación Química, Procedimiento de Inspecciones Ordinarias, Procedimiento de Inspección para Emergencias de Brotes y/o el Procedimiento de Inspección para Emergencias Químicas.

Elaborado por Mora *et al.* [9]

### Intervalos de los porcentajes en horas de continuidad del servicio

En el cuadro 3 se muestran los distintos intervalos, propuestos por los autores, en porcentaje de horas de suministro de agua en las 24 horas del día.

**Cuadro 3.** Criterios de evaluación de la continuidad del servicio de agua para consumo humano.

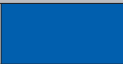




Horas continuas de prestación de servicio (horas/día)	Calificación	Rango Continuidad del Servicio de Agua	
24	Excelente	100 %	100 %
21 a <24	Muy bueno	88 %	<100 %
19 a <21	Regular	79 %	<88 %
16 a <19	Malo	67 %	<79 %
<16	Muy malo	0 %	<67 %

Definición del índice de calidad y continuidad de los servicios de agua para consumo humano  
 En los cuadros 4 y 5 se muestran las cinco clasificaciones del índice a proponer, que está conformado por el ircah y la continuidad del servicio de agua.

**Cuadro 4.** Índice de Calidad y Continuidad del Servicio de Agua para Consumo Humano.

IRCACH	Aporte al ICCSACH	Continuidad del servicio (horas/día)	Rango Continuidad del Servicio		Aporte al ICCSACH	Total Aporte ICCSACH
Muy bajo	50	24	100 %	100 %	50	100
Bajo	40	21-<24	88 %	<100 %	40	80
Intermedio	30	19-<21	79 %	<88 %	30	60
Alto	20	16-<19	67 %	<79 %	20	40
Muy alto	0	<16	0 %	<67 %	0	0

**Cuadro 5.** Índice del Servicio de Agua para Consumo Humano

Total de puntos de calidad del servicio de agua potable	Calidad del servicio de agua	
100%	Excelente	
80-<100	Bueno	
60-<80	Regular	
40-<60	Malo	
<40	Muy malo	



## Aplicación del índice de calidad y continuidad de la calidad de los servicios de agua para consumo humano

La aplicación del iccsach se observa en el cuadro 6, la cual se realizó utilizando los datos anuales del ircach y los porcentajes de la continuidad de los servicios de los acueductos especificados anteriormente.

**Cuadro 6.** Aplicación del ICCSACH con datos recopilados durante el 2017

Acueducto	IRCACH		Continuidad		ICCSACH	
CO-A-05-Atenas	Muy bajo	50	Muy malo	0	Malo	50
CO-A-18-Mercedes de Puriscal	Muy bajo	50	Muy malo	0	Malo	50
CO-A-12-Nicoya	Muy bajo	50	Muy bueno	40	Bueno	90
Acueducto Metropolitano	Muy bajo	50	Muy bueno	40	Bueno	90
HA-A-03-Limón	Muy bajo	50	Muy bueno	40	Bueno	90
HA-A-02-Cahuita	Muy bajo	50	Excelente	50	Excelente	100
CH-A-56-Curubandé de Liberia	Muy alto	0	Excelente	50	Malo	50
BR-A-01.1-San Isidro	Muy bajo	50	Muy bueno	40	Bueno	90
CO-A-12-Los Chiles	Muy bajo	50	Muy bueno	40	Bueno	90
ME-A-24.2-El Berral de Matinilla	Alto	20	Excelente	50	Regular	70
BR-A-16.1-Golfito: sector Pueblo Civil	Muy bajo	50	Malo	20	Regular	70
ME-A-13-San Jerónimo	Muy bajo	50	Excelente	50	Excelente	100

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

La aplicación o validación del iccsach en los 10 acueductos seleccionados, permite hacer las siguientes conclusiones:

- La combinación de los intervalos del ircach y los criterios de evaluación de la continuidad del servicio es más práctico y provechoso para evaluar el riesgo que tiene para la salud de los usuarios abastecidos por el acueducto respectivo.
- El iccsach permite evaluar en primera instancia la calidad de los servicios de agua para consumo humano, tomando en cuenta la calidad y continuidad del suministro de agua en cada acueducto del país.

### Recomendaciones

- Aplicar el iccsach en todos los acueductos operados y administrados por el aya, mediante un informe anual en el 2018.

- Corregir o realizar lo que se considere necesario en el iccsach en enero del 2019.
- Ampliar el uso del iccsach para evaluar los servicios de agua para consumo humano, en acueductos comunales y municipales en el 2019, y preparar informes de ambos por separado, en el primer trimestre del 2020.
- Analizar la posibilidad de ampliar el índice de calidad de los servicios de agua para consumo humano, con otro indicador cuantificable como cantidad, accesibilidad o costos, y la cultura hídrica, para contar con un indicador más completo, y poder valorar la calidad de los servicios de agua potable utilizando un índice más completo.

## Referencias

- [1] OPS, *Evaluación Global de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento 2000*, Washington, 1999, pp. 1-17.
- [2] OMS, *Guías para la Calidad del Agua Potable*, Tercera Edición ed., Ginebra, 2011.
- [3] N. Briceño, *La cultura hídrica como base para la sostenibilidad*, Concagua, 2015.
- [4] CEPAL, *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*, Santiago, 2018, pp. 1-63.
- [5] UNICEF, *Agua potable gestionada en forma segura*, Biblioteca de la OMS, 2017, pp. 1-56.
- [6] PNUD, *Agua Limpia y Saneamiento*, 2018.
- [7] UNICEF, *Progresos en Materia de Agua, Saneamiento e Higiene 2017*, Nueva York, 2018, pp. 1-109.
- [8] UNICEF, *WASH en la Agenda 2030. Nuevos indicadores a nivel mundial para agua para consumo, saneamiento e higiene*, Nueva York, 2017.
- [9] D. Mora, J. Orozco, Y. Solís, P. Rivera, D. Cambronero, L. Zúñiga y J. García, «Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica (IRCACH),» vol. 31, n° 3, pp. 3-14, 2018.
- [10] Ministerio de Salud, *Reglamento para la Calidad del Agua Potable*, San José, 2015.
- [11] ARESEP, *Reglamento Técnico: "Prestación de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado Sanitario e Hidrantes (AR-PSAyA-2015)*, San José: La Gaceta N°69, 2016, pp. 31-32.