

FORMULARIO PARA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE PROYECTOS CON RECURSOS DEL FONDO DEL SISTEMA

1. DATOS GENERALES:

1.1. Nombre del proyecto:	Determinación de las variables de influencia que afectan la eficiencia de la desinfección en aguas superficiales utilizadas para consumo humano en Costa Rica
1.2. Área de vinculación:	<input type="checkbox"/> Docencia <input checked="" type="checkbox"/> Investigación <input type="checkbox"/> Extensión y Acción Social <input type="checkbox"/> Vida estudiantil <input type="checkbox"/> Administración
1.3. Vigencia del proyecto:	Fecha de inicio (mes/año) : 01/2018 Fecha final (mes/año) : 30/06/2020
1.4 Fecha de presentación de informe ante la instancia académica correspondiente:	
1.5 Fecha de recepción ante la vicerrectoría de la universidad o dirección del CONARE:	

2. PARTICIPANTES ENCARGADOS DEL PROYECTO *[Indicar las personas participantes por institución, de las universidades y del CeNAT]*

Nombre completo*	Condición (CP, RI, Participante)	Institución	Unidad	Carga académica	Correo electrónico
Luis Guillermo Romero Esquivel	CP	ITCR	Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA)	4	lromero@tec.ac.cr
Macario Pino Gómez	Participante	ITCR	CIPA	4	mpino@itcr.ac.cr
Joaquín Jiménez Antillón	Participante	ITCR	CIPA	8	joajimenez@itcr.ac.cr
Joseph Basilio Silva Narváes	RI	UTN	Ciencias básicas	10	bsilva@utn.ac.cr
Kenia Barrantes Jiménez	RI	UCR	Instituto de Investigaciones en Salud (INISA)	10	kenia.barrantes@ucr.ac.cr
Alejandra Gamboa Jiménez	RI	UNA	Laboratorio de Análisis Ambiental (LAA)	10	alejandra.gamboa@una.cr
Diana Mora Campos	Participante	UNA	LAA	5	diana.mora.campos@una.cr
Pablo Salas Jiménez	Participante	UNA	LAA	0	pablo.salas.jimenez@una.cr

* Coordinador del Proyecto (CP); Responsables por institución (RI); otras personas académicas participantes. Incluya los espacios que necesite.

3. PARTICIPANTES Y COLABORADORES EXTERNOS *[Incluir contrataciones y otros colaboradores participantes en el proyecto. Además, incluir los espacios que considere necesario]*

Nombre completo	Institución	Funciones	Correo electrónico
Braulio Umaña Quiroz	ITCR	Confección de planos y mapas	bumana@itcr.ac.cr
Eric Morales Mora	UCR	Confección de planos y mapas	eric.morales@ucr.ac.cr
Luz Chacón Jiménez	UCR	Procesamiento y análisis de muestras. Análisis de resultados	luz.chacon@ucr.ac.cr

4. PARTICIPACIÓN ESTUDIANTIL

Nombre del estudiante	Género	Condición*	Institución a la que pertenece	Producto académico propuesto	Estado del producto**	Justificación***
Jhonny Brenes Gutiérrez	Masculino	Asistente	ITCR	No aplica	No aplica	No aplica
Daniel Kelly Coto	Masculino	Asistente y tesista	ITCR-	Tesis Lic. Ing. Ambiental	Proceso, agosto, 2021	Se está trabajando en análisis de datos y escritura documento final. El atraso es porque se la cantidad de datos es alta y su tratamiento complejo.
Clara Barret	Femenino	Tesista	ITCR- École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suiza	Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental	Terminado Julio 2019	No aplica
Deilin Tatiana Ureña Portuguez	Femenino	Asistente	ITCR	No aplica	No aplica	No aplica
Carolina Mack Alonso	Femenino	Asistente	ITCR	No aplica	No aplica	No aplica

Nombre del estudiante	Género	Condición*	Institución a la que pertenece	Producto académico propuesto	Estado del producto**	Justificación***
Lidia María Rodríguez Vega	Femenino	Asistente	ITCR	No aplica	No aplica	No aplica
Stephanny María Rodríguez Cordero	Femenino	Asistente	ITCR	No aplica	No aplica	No aplica
Marvin Dario Vargas Portuguez	Masculino	Tesista	ITCR	Tesis Lic. Ing. Ambiental	Defensa en agosto 2021	No aplica
Luis Rivera Montero	Masculino	Asistente	UCR	No aplica	No aplica	No aplica
Fabiola Taylor	Femenino	Asistente	UCR	No aplica	No aplica	No aplica
Sofía García Barboza	Femenino	Asistente	UCR	No aplica	No aplica	No aplica
Jéssica García Chacón	Femenino	Asistente	UCR	No aplica	No aplica	No aplica
Raphael Huddleston Flores	Masculino	Asistente	UNA	No aplica	No aplica	No aplica
Diana Alfaro	Femenino	Asistente	UCR	No aplica	No aplica	No aplica
David Solano	Masculino	Asistente	UCR	No aplica	No aplica	No aplica
María Fernanda Hernández Zamora	Femenino	Asistente	UNA	No aplica	No aplica	No aplica

* Especifique si participó como asistente, para la generación de un trabajo de final de graduación de grado o de posgrado, como colaborador o voluntario, etc.

*** Indique si el producto está finalizado o en proceso y la fecha prevista de finalización*

**** Indique las razones por las cuales el producto no se ha finalizado*

5. DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Objetivos específicos	Indicador*	Porcentaje de cumplimiento del indicador*	Justificación**
Objetivo 1. Analizar las variables de influencia de tipo físico, químico y microbiológico presentes en el agua cruda para valorar la posible afectación de la eficiencia en los procesos de desinfección.	1.1 Para diciembre del 2018 el agua cruda de 20 sistemas de abastecimiento de agua potable en dos regiones del país estará caracterizada en cuanto a variables de tipo físico-químico (pH, turbidez), precursores de THMs (carbono orgánico disuelto y total, absorbancia de luz ultravioleta) y THMs y análisis microbiológico de coliformes fecales, E.coli, colifagos, hepatitis A y Rotavirus.	100	No aplica
Objetivo 2. Evaluar la presencia de microorganismos y sustancias químicas nocivas para la	2.1 Para diciembre del 2018 el agua a la salida del sistema de tratamiento y en al menos tres puntos de la red de distribución de 20 sistemas de abastecimiento de agua potable en dos regiones del país estará caracterizada en cuanto a variables	100	No aplica

Objetivos específicos	Indicador*	Porcentaje de cumplimiento del indicador*	Justificación**
salud después del proceso de desinfección con el fin de analizar la efectividad de estos sistemas.	de tipo físico-químico (pH, turbidez y cloro residual), precursores de THMs (carbono orgánico disuelto y total, absorbanza de luz ultravioleta) y THMs y análisis microbiológico de coliformes fecales, E.coli, colifagos, hepatitis A y Rotavirus.		
Objetivo 3. Evaluar opciones de mejora en el funcionamiento de los acueductos estudiados en las variables: construcción, operación y mantenimiento que influyan en el riesgo de la presencia de microorganismos y sustancias químicas	<p>3.1. Para diciembre del 2018, 10 sistemas de abastecimiento de agua estarán evaluadas haciendo uso del instrumento SERSA, Sistema Estandarizado de Regulaciones en Salud. (calidad sanitaria en sistemas de agua para consumo humano), del Ministerio Salud Costa Rica.</p> <p>3.2. Para julio del 2019 se tendrán al menos dos tecnologías de desinfección evaluadas y una lista de posibles mejoras a desarrollar para reducir el riesgo de la presencia de microorganismos y sustancias químicas nocivas para la salud en el agua tratada.</p>	<p>100</p> <p>100</p>	<p>No aplica</p> <p>Se evaluaron 4 sistemas de cloración diferentes en la ASADAs Cooperosales y la implementación de un tanque de premezcla.</p>

Objetivos específicos	Indicador*	Porcentaje de cumplimiento del indicador*	Justificación**
nocivas para la salud en el agua tratada.			
Objetivo 4. Evaluar opciones de mejora en el funcionamiento de los acueductos estudiados en las variables: construcción, operación y mantenimiento que influyan en el riesgo de la presencia de microorganismos y sustancias químicas nocivas para la salud en el agua tratada.	4.1 Para diciembre del 2019 se tendrá un documento que contenga información base y opciones de mejora aplicable a los sistemas de desinfección y distribución de agua que sirva como una guía para los entes operadores en el país.	100	No aplica

*De acuerdo con formulación original del proyecto aprobado por CONARE.

** Justifique en el caso de que el porcentaje de cumplimiento del indicador sea menor al 100%

6. PRODUCCIÓN ACADÉMICA

Producto académico formulado*	Ruta de acceso al producto**	Estado del producto***		Justificación****
Artículo en revista 1	Se adjunta evidencia en pdf Barrantes, K. et al (en preparación). Occurrence of pathogenic microorganisms in small drinking water systems in Costa Rica	Proceso	Envío a revista Setiembre 2021	La situación de la pandemia afectó acceso a laboratorios y además, se ha dado un atraso en el análisis estadístico de los datos.
Artículo en revista 2	Se adjunta evidencia en pdf Kelly-Coto, D. et al. (en preparación). An assessment of water quality in Costa Rican small water supply systems	Proceso	Envío a revista Setiembre 2021	La situación de la pandemia afectó acceso a laboratorios y además, se ha dado un atraso en el análisis estadístico de los datos que es bastante complejo.
Artículo en revista 3	Kelly-Coto, D. et al. (en preparación). Modeling of Trihalomethanes formation in Costa Rican small water supply systems	Proceso	Envío a revista Setiembre 2021	La situación de la pandemia afectó acceso a laboratorios y además, se ha dado un atraso en el análisis

				estadístico de los datos que es bastante complejo.
Tesis de licenciatura_1	Vargas-Portuguez (2021). Evaluación de tecnologías de cloración mediante sistemas de pastillas y cloro líquido controlado con ORP en agua para consumo humano. Se adjunta evidencia en pdf	Terminado	Agosto 2021	No aplica
Tesis de licenciatura_2	Kelly-Coto (2021). "Evaluación de la calidad del agua en acueductos de las provincias de Alajuela, Cartago y Puntarenas mediante el monitoreo de parámetros del nivel primero, materia orgánica natural y trihalometanos" Se adjunta evidencia en pdf	En proceso	Setiembre 2021	Se ha dado un atraso en el análisis estadístico de los datos.
Cartel o póster	Romero-Esquivel et al (2018). Determinación de las variables de influencia que afectan la eficiencia de la desinfección en aguas superficiales utilizadas para consumo humano en Costa Rica. VIII Encuentro de Investigación y Extensión, San Carlos 2018 Se adjunta evidencia en pdf	Terminado	2018	No aplica

Base de datos calidad de agua de 20 sistemas de potabilización que incluyen las variables de tipo físico-químico (pH, turbidez y cloro residual), precursores de THMs, THMs y microbiológicas del agua cruda y del agua tratada	Se adjunta documento pdf Base de datos_Calidad de agua	Terminado	2019	No aplica
Base de datos de los riesgos de infraestructura/componente de 10 acueductos meta	Se adjunta documento excel. Base de datos_Riesgos en Acueductos	Terminado	2019	No aplica
Evaluación de 5 tecnologías de desinfección: 4 tipos con cloro sólido y 1 con cloro líquido regulado con un electrodo de potencial oxidación-reducción (ORP).	El estudio se detalla en la tesis de licenciatura de Vargas-Portuguez (2021). Evaluación de tecnologías de cloración mediante sistemas de pastillas y cloro líquido controlado con ORP en agua para consumo humano. Se adjunta evidencia en pdf	Terminado	Julio 2021	No aplica
Guía de potabilización dirigida a entes operadores del país. (En la propuesta el compromiso era abarcaba solamente la desinfección, pero la Guía abarca desde la captación hasta la distribución)	Se adjunta evidencia en pdf Guía de potabilización_Versión Final	Terminado	Julio 2021	No aplica

Presentación de la información obtenida a los funcionarios del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Ministerio de Medio Ambiente y Energía (MINAE), Ministerio de Salud, Caja Costarricense de Seguro Social entre otros	En preparación	En proceso	Setiembre 2021	La situación de la pandemia afectó acceso a laboratorios y además, se ha dado un atraso en el análisis estadístico de los datos que es bastante complejo.
Otros productos alcanzados *****	Ruta de acceso al producto	Estado del producto		Justificación
Reportaje	Investigadores UCR usarán la biología molecular para evaluar la calidad del agua de consumo https://inisa.ucr.ac.cr/es/noticias/287-investigadores-ucr-usarán-la-biolog%C3%ADa-molecular-para-evaluar-la-calidad-del-agua-de-consumo	Terminado	2018	No aplica
Tesis de maestría	Barret, C. (2019). Determination of variables influencing the effectiveness of disinfection of surface water used for human consumption in Costa Rica. Swiss	Terminado	Julio 2019	No aplica



	Federal Institute of Technology Lausanne (École Polytechnique Fédérale de Lausanne)			
	Se adjunta evidencia en pdf			
18 informes referentes a los 20 sistemas de potabilización evaluados, cada informe lleva por título: IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Cada ASADAs, como parte de la divulgación de resultados recibió una copia del documento específico del sistema que administra.	Se adjunta evidencia en pdf: Informes_ASADAs_Cartago Informes_ASADAs_Pacífico	Terminado	julio de 2021	No aplica

* De acuerdo con formulación original del proyecto aprobado por CONARE. Use como referencia el anexo 1.

** Indique la referencia, el vínculo o la evidencia de los productos.

*** Indique si el producto está finalizado o en proceso y la fecha prevista de finalización

**** Indique las razones por las cuales el producto no se ha finalizado

***** Especifique otros productos obtenidos durante la ejecución del proyecto, no listados en la formulación original del proyecto aprobado por CONARE. Use como referencia el anexo 1.

7. INTEGRACIÓN Y FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA INTERUNIVERSITARIO:

Objetivo estratégico PLANES 2016-2020 *	Actividad ejecutada**	Resultado de la actividad
Potenciar la integración de las universidades estatales, a fin de promover la excelencia en las transformaciones que requiere la sociedad costarricense.	El trabajo interdisciplinario del ITCR, UCR, la UNA y la UTN busca mejorar la calidad del agua de uso y consumo humano mediante el análisis de las variables de influencia que afectan la eficiencia de la desinfección y el desarrollo de una herramienta que permita el fortalecimiento de entes operadores y administradores de acueductos.	Durante el proyecto se realizaron una serie de reuniones con todo el equipo de investigadores del TEC, UCR, UNA y UTN para discutir las actividades a desarrollar por el proyecto. Posteriormente, se coordinó el desarrollo de los productos: informes para las ASADAs, Guía de Potabilización, e Informes para las ASADAs evaluadas.
Fortalecer los espacios estratégicos creados entre las universidades estatales para el análisis, evaluación y desarrollo de programas y proyectos conjuntos e innovadores en la formación de profesionales de alto nivel, la generación de conocimiento y la creación de nuevas oportunidades para el desarrollo de la Nación.	La participación conjunta de las diferentes universidades a través de expertos en el área busca generar conocimiento que brinde soluciones a sectores que puedan beneficiarse de un mejor funcionamiento de sistemas de desinfección que evita la formación de compuestos nocivos y la presencia de agentes microbiológicos peligrosos a la salud. Este proyecto permitirá la generación de al menos 2 trabajos de grado en carreras afines a esta temática	Dos tesis de Licenciatura en Ing. Ambiental del TEC a defenderse próximamente en 2021. Además, una tesis de maestría de una estudiante del Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (École Polytechnique Fédérale de Lausanne) Se mantiene el contacto con el Dr. Florian Breider de dicho instituto.
Consolidar la cooperación interinstitucional con base en el principio de integralidad, para	La cooperación interinstitucional entre expertos en cada tema intenta dar una	En este proyecto cada grupo de investigación aporta su conocimiento y facilidades: por ejemplo, de la UCR se



optimizar la calidad del quehacer académico.	solución a un problema de índole ambiental y de salud.	aportan los datos microbiológicos, de la UNA la capacidad de análisis de THMs y presencia en la región del Pacífico y del TEC su presencia en Cartago y capacidad de análisis de carbono orgánico.
Potenciar las fortalezas complementarias de las universidades para elevar el impacto de su acción y responder a las demandas de la sociedad.	Cada entidad aporta experiencia e instrumentación: la UNA en muestreo y análisis químico, principalmente THMs usando cromatografía de gases. La UCR su capacidad en análisis microbiológicos incluyendo colifagos y virus. El TEC capacidad de análisis de carbono orgánico en agua y, en conjunto con UTN, experiencia en el área de ingeniería ambiental.	Se cuenta con los datos de análisis microbiológico (indicadores bacteriológicos y virales) y fisicoquímicos de tres muestreos en 17 ASADAs y 1 municipalidad. Además, se ha trabajado en la preparación de 18 informes que abarcan el estado y riesgos en los sistemas de captación, potabilización y distribución. Además, los informes incluyen los resultados de los análisis químicos y microbiológicos de los 20 sistemas de potabilización y distribución, en dichos informes se hacen recomendaciones específicas a cada sistemas- En los informes participaron los funcionarios de las 4 universidades.

* Incluye los objetivos estratégicos del cuadro 3.4 (Vinculación específica del objetivo general del proyecto con el PLANES 2016-2020) de la formulación original del proyecto aprobado por CONARE.

** De acuerdo con formulación original del proyecto aprobado por CONARE



8. EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO

8.1. Año 1

Institución (Universidad o CeNAT)	Sub-partida presupuestaria*	Código de la sub-partida presupuestaria*	Monto asignado (A)	Monto ejecutado (B)	Porcentaje de ejecución (B/A*100)	Justificación de la ejecución
UCR	Reactivos y útiles de laboratorio	2 01 99 01	5 994 500,00	5 994 500,00	100%	Se realizó la compra de los reactivos y kits necesarios para el análisis microbiológico de muestras
	Equipo sanitario, de laboratorio e investigación	5 01 06 00	2 000 000,00	2 000 000,00	100%	Se realizó la compra de equipo menor (sistema de filtración en membrana) y pipeteadores automáticos
	Becas horas asistente	6 02 02 02	2 770 000,00	2 770 000,00	100%	Se contó con el apoyo de 4 estudiantes de la carrera de Microbiología y Química Clínica, designados como horas asistente
TEC	Otros servicios de gestión y apoyo	1 04 99 01	800 000,00	250 000,00	31,25%	Se contrató un Ing. Para el mapeo de los sistemas visitado.

Institución (Universidad o CeNAT)	Sub-partida presupuestaria*	Código de la sub-partida presupuestaria*	Monto asignado (A)	Monto ejecutado (B)	Porcentaje de ejecución (B/A*100)	Justificación de la ejecución
	Transporte dentro del país	1 05 01 01	500 000,00	310 400,00	62,08%	Realización de giras.
	Viáticos dentro del país	1 05 02 01	1 250 000,00	102 970,00	8,24%	Realización de giras.
	Mantenimiento y reparación de otros equipos	1 08 99 01	1 500 000,00	582 655,19	38,84%	Se dio mantenimiento al equipo para la determinación de carbono orgánico.
	Otros productos químicos	2 01 99 01	800 000,00	855 607,56	106,95%	Se hizo una modificación que no superó el 30%. Compra de reactivos químicos para análisis.
	Combustibles y lubricantes	2 01 01 01	600 000,00	0,00	0%	Se utilizó modificación presupuestaria que no superó el 30%.
	Materiales y productos metálicos	2 03 01 01	350 000,00	349 989,97	100%	Elaboración de sistema piloto para evaluar desinfección.
	Materiales y productos plásticos	2 03 06 01	250 000,00	243 171,76	97,27%	Elaboración de sistema piloto para evaluar desinfección.

Institución (Universidad o CeNAT)	Sub-partida presupuestaria*	Código de la sub-partida presupuestaria*	Monto asignado (A)	Monto ejecutado (B)	Porcentaje de ejecución (B/A*100)	Justificación de la ejecución
	Otros materiales y productos para la construcción	2 03 99 01	250 000,00	0,00	0%	Se utilizó modificación presupuestaria que no superó el 30%.
	Equipo sanitario de laboratorio e investigación	5 01 06 01	600 000,00	2 589 285,85	431,55%	Se hizo una modificación que no superó el 30%. Se realizó la compra de una sonda multiparámetros para medir pH, temperatura, oxígeno, ORP y conductividad
	Becas Estudiante Asistente Especial	6 02 02 08	1 000 000,00	804 800,00	80,48%	Se contó con el apoyo de 2 estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental designados como horas asistente
	Impresión encuadernación y otros	1 03 03 01	100 000,00	0,00	0%	Se utilizó modificación presupuestaria que no superó el 30%.

Institución (Universidad o CeNAT)	Sub-partida presupuestaria*	Código de la sub-partida presupuestaria*	Monto asignado (A)	Monto ejecutado (B)	Porcentaje de ejecución (B/A*100)	Justificación de la ejecución
UNA	Transporte dentro del país	1.05.01	₪ 950.000	₪927.000,00	97,58%	Se realizó las giras a las 10 ASADAs
	Viáticos dentro del país	1.05.02	₪ 650.000	642.550	98,85%	Se realizó las giras a las 10 ASADAs
	Combustibles y lubricantes	2.01.01	₪ 343.000	₪340.000,00	99,13%	Se realizó las giras a las 10 ASADAs
	Otros productos químicos	2.01.99	₪ 6.150.000	₪6.082.587,50	98,90%	Se compró reactivos y estándares para los análisis de las muestras
	Equipo sanitario, de laboratorio e investigación	5.01.06	₪ 505.000	₪493.832,00	97,79%	Se compró equipo y materiales para los muestreos y análisis de las muestras
	Becas a terceras personas	6.02.02	₪ 600.000	₪ 370.960	61,83%	Se contrató un estudiante asistente

* Incluye la descripción de las subpartidas y los códigos de la formulación presupuestaria original del proyecto aprobado por CONARE, por institución participante y por año.

8.2. Año 2

Institución (Universidad o CeNAT)	Sub-partida presupuestaria*	Código de la sub-partida presupuestaria*	Monto asignado (A)	Monto ejecutado (B)	Porcentaje de ejecución (B/A*100)	Justificación de la ejecución
TEC	Impresión - Encuadernación y Otros	1-03-03-01	100.000,00	0	0%	Se hizo una modificación que superó el 30% y aprobada en Acuerdo VI-218-2019
	Servicios de ingeniería y arquitectura	1-04-03-01	0,00	650 000.00	100%	Se contrató personal experto en ingeniería y topografía para cumplir con la actividad 3.2.2.1. sobre el levantamiento y mapeo
	Transporte dentro del País	1-05-01-01	0,00	125 000,00	100%	Realización de giras.
	Viáticos dentro del País	1-05-02-01	1.500.000,00	0	0%	Se hizo una modificación que superó el 30% y aprobada en Acuerdo VI-218-2019.
	Capacitación Interna	1-07-01-04-	600.000,00	0	0%	Se hizo una modificación que superó el 30% y aprobada en

Institución (Universidad o CeNAT)	Sub-partida presupuestaria*	Código de la sub-partida presupuestaria*	Monto asignado (A)	Monto ejecutado (B)	Porcentaje de ejecución (B/A*100)	Justificación de la ejecución
						Acuerdo VI-218-2019.
	Mantenimiento y Reparación de Otros Equipos	1-08-99-01	500.000,00	0,00	0%	Se hizo una modificación que superó el 30% y aprobada en Acuerdo VI-218- 2019.
	Combustibles y Lubricantes	2-01-01-01	300.000,00	12,274.00	4%	4% Giras y 96% se hizo una modificación que superó el 30% y aprobada en Acuerdo VI-218- 2019..
	Otros Productos Químicos	2-01-99-01	400.000,00	964,009.68	241%	Compra de reactivos químicos para análisis de cloro, carbono orgánico, entre otros necesarios para los muestreo
	Alimentos y Bebidas	2-03-03-01	950.000,00	220,866.85	23%	23% se usó en giras. 77% se usó en una modificación que superó el 30% y aprobada en



Institución (Universidad o CeNAT)	Sub-partida presupuestaria*	Código de la sub-partida presupuestaria*	Monto asignado (A)	Monto ejecutado (B)	Porcentaje de ejecución (B/A*100)	Justificación de la ejecución
						Acuerdo VI-218-2019.
	Repuestos y Accesorios	2-04-02-01	0,00	295,811.68	100%	Repuestos para equipo TOC y otros.
	Becas Estudiante Asistente Especial	6-02-02-08	1.000.000,00	1,336,133.33	136%	Se contó con el apoyo de 3 estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental designados como horas asistente
	Servicios Internos Unidad de Transportes	9-05-10-01	0,00	823,166.00	100%	Giras de muestreo.
	Materiales y Productos Eléctricos, Telefónicos y de Cómputo	2.03.04.01	0,00	661,008.28	100%	Compra electrodo de pH y de ORP para monitoreo
	Herramientas e instrumentos	2.04.01.01	0,00	197,926.52	100%	Compra de rotámetros para medir flujo en ASADA.
	Reactivos y útiles de laboratorio	2 01 99 01	5 994 500,00	5 994 500,00	100 %	Se realizó la compra de los reactivos y kits necesarios para



Institución (Universidad o CeNAT)	Sub-partida presupuestaria*	Código de la sub-partida presupuestaria*	Monto asignado (A)	Monto ejecutado (B)	Porcentaje de ejecución (B/A*100)	Justificación de la ejecución
UCR						el análisis microbiológico de muestras
	Equipo sanitario, de laboratorio e investigación	5 01 06 00	2 000 000,00	2 000 000,00	100 %	Se realizó la compra de equipo menor (sistema de filtración en membrana) y pipeteadores automáticos
	Becas horas asistente	6 02 02 02	2 770 000,00	2 770 000,00	100 %	Se contó con el apoyo de 4 estudiantes de la carrera de Microbiología y Química Clínica, designados como horas asistente
	Otros productos Química y Conexos	2.01.99.00	362 585.76	362 585.76	100%	Estándares de trihalometanos, buffer de pH y conductividad
UNA	Herramientas e instrumentos	2.04.01.00	702 080.4	702 080.4	100%	Cristalería

Institución (Universidad o CeNAT)	Sub-partida presupuestaria*	Código de la sub-partida presupuestaria*	Monto asignado (A)	Monto ejecutado (B)	Porcentaje de ejecución (B/A*100)	Justificación de la ejecución
	Repuestos y Accesorios	2.04.02.00	374 342.4	374342.4	100%	Compra de fibras de inyección para trihalometanos
	Equipo Sanitario de Laboratorio e Investigación	5.01.06.00	666 765.58	666 765.58	100%	pH metros y medidores de cloro

8.3. Modificaciones presupuestarias mayores al 30%

Institución (universidad o CeNAT)	Monto asignado*	Monto modificado	Justificación de la modificación
UCR			
UNA	₡ 9.198.000	₡5.567.300	Se procedió a hacer modificaciones en el presupuesto ya que había una cantidad alta en reactivos y baja en materiales y equipo siendo estos último más costosos y necesarios para los muestreos y análisis de las muestras involucradas en el proyecto
UNED			

Institución (universidad o CeNAT)	Monto asignado*	Monto modificado	Justificación de la modificación
TEC	5.350.000,00	2.279.007,12	Había una cantidad alta en giras y viáticos, pero la mayoría se había concluido, sin embargo, faltaban recursos para análisis y mejoras en un sistema de cloración y su monitoreo. La modificación fue aprobada en Acuerdo VI-218-2019..
UTN			
CeNAT			

* *incluya el monto aprobado por institución.*

8.4. Periodo de prórroga (cuando corresponda)

Institución (Universidad o CeNAT)	Sub-partida presupuestaria*	Código de la sub-partida presupuestaria*	Monto asignado (A)	Monto ejecutado (B)	Porcentaje de ejecución (B/A*100)

9. OBSERVACIONES FINALES O CONSIDERACIONES ADICIONALES:

10. REGISTRO DE FIRMAS *[Deben firmar todas las personas participantes en el proyecto en el cuadro de abajo según se indica]*

Coordinador (a) General del Proyecto		
Nombre Completo	Institución a la que pertenece	Firma
Luis Guillermo Romero Esquivel	ITCR	
Responsables por Institución		
Nombre Completo	Institución a la que pertenece	Firma
Kenia Barrantes Jiménez	UCR	
Luis Guillermo Romero Esquivel	ITCR	
Alejandra Gamboa Jiménez	UNA	
	UNED	
Joseph Basilio Silva Narváez	UTN	
	CeNAT	

11. FICHA DEL PROYECTO

Título del proyecto	Determinación de las variables de influencia que afectan la eficiencia de la desinfección en aguas superficiales utilizadas para consumo humano en Costa Rica
Período de ejecución	01/2018 a 12/2020
Universidades participantes	ITCR, UNA, UCR, UTN
Nombre y apellidos (investigador principal)	Luis Guillermo Romero Esquivel
Nombre y apellidos (investigadores asociados)	Macario Pino Gómez Joaquín Jiménez Antillón Joseph Basilio Silva Narváes Kenia Barrantes Jiménez Alejandra Gamboa Jiménez Diana Mora Campos Pablo Salas Jimenez
Asistentes	Jhonny Brenes Gutiérrez Daniel Kelly Coto Deilin Tatiana Ureña Portuguez Carolina Mack Alonso Lidia María Rodríguez Vega Stephanny María Rodríguez Cordero Marvin Dario Vargas Portuguez Luis Rivera Montero Fabiola Taylor Sofía García Barboza Jéssica García Chacón Raphael Huddleston Flores Diana Alfaro David Solano María Fernanda Hernández Zamora
Resumen/Abstract (máximo 300 palabras)	En Costa Rica las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Rurales (ASADAs) abastecen de agua para consumo a aproximadamente 1.5 millones de personas. Si bien las ASADAs deben cumplir con el reglamento de potabilización poco se conoce sobre la efectividad de la cloración, presencia de materia orgánica natural (MON), trihalometanos totales (TTHMs), parámetros microbiológicos como rotavirus (RV) y colifagos somáticos, y el estado de los sistemas de captación y

	<p>distribución. En este proyecto se monitorearon dos sistemas de cloración, 20 sistemas de potabilización en términos de variables de calidad fisicoquímica y microbiológica, y finalmente se determinó el estado de 10 sistemas desde la captación hasta el final de la red. Se detectó que los sistemas de cloración por cloro sólido (pastillas) presentan gran variabilidad en la concentración del cloro residual durante el día. En la aplicación de cloro líquido controlado por ORP dicho problema se redujo sustancialmente. En ambos casos, los valores de cloro residual se mantuvieron la mayor parte del tiempo entre 0,3 y 1,0mgCl/L, por tanto, se recomienda mantener este rango en la legislación. Durante tres muestreos en época seca, transición y lluviosa, los valores de TTHMs de 19 sistemas estuvieron por debajo de 90 µg/L y los valores de carbono orgánico total y disuelto menor a 2 mgC/L, solamente en un sistema los valores de carbono orgánico alcanzaron 7mgC/L y el cloroformo llegó a 250µg/L (por encima de la norma de 200µg/L). En cuanto a los colifagos somáticos se confirmó que pueden funcionar como un buen indicador de la presencia de casos de diarrea en una región específica. Durante las visitas de campo se detectó que cerca de la mitad de los acueductos no presentan una adecuada protección de los sistemas de captación, presentan paredes agrietadas en los tanques de almacenamiento y carencia de registros de cloro residual y caudal.</p>
<p>Términos o conceptos relevantes (incluidos en el proyecto)</p>	<p>Tratamiento de agua; cloración en pastillas; ORP; ASADAs; colifagos somáticos, rotavirus, trihalometanos, materia orgánica natural, SERSA.</p>
<p>Objetivo general</p>	<p>Realizar un análisis inicial de las variables de influencia que afectan la eficiencia de la desinfección de agua de consumo humano para generar al menos una herramienta que permita el fortalecimiento de entes operadores y administradores de acueductos.</p>
<p>Resultados principales (los que considera más significativos)</p>	<p>Información de calidad de agua cruda y tratada (incluyendo desinfección) de 20 sistemas de potabilización de 17 ASADAs y una municipalidad.</p> <p>Se demostró que la desinfección por medio de cloro sólido requiere de constante monitoreo para garantizar una desinfección apropiada.</p>

	<p>El monitoreo por ORP aparece prometedor, sin embargo, más investigación es necesaria.</p> <p>Una Guía de potabilización desde la captación hasta la distribución dirigida a ASADAs.</p> <p>Tres artículos científicos en preparación.</p> <p>El primer modelo para la determinación de la formación de THMs en ASADAs del país y, según el conocimiento de los autores, el único en el la región de Centro América y el Caribe.</p>
<p>Población beneficiada (con el desarrollo del proyecto)</p>	<p>17 ASADAs y 1 municipalidad. Además, se generó información relevante para las ASADAs y municipalidades del país.</p>
<p>Más Información (referencias impresas o digitales)</p>	<p>Vargas-Portuguez (2021). Evaluación de tecnologías de cloración mediante sistemas de pastillas y cloro líquido controlado con ORP en agua para consumo humano. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Ambiental. Instituto Tecnológico de Costa Rica.</p> <p>Kelly-Coto (2021). “Evaluación de la calidad del agua en acueductos de las provincias de Alajuela, Cartago y Puntarenas mediante el monitoreo de parámetros del nivel primero, materia orgánica natural y trihalometanos”. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Ambiental. Instituto Tecnológico de Costa Rica.</p> <p>Barret, C. (2019). Determination of variables influencing the effectiveness of disinfection of surface water used for human consumption in Costa Rica. Tesis de Maestría. Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (École Polytechnique Fédérale de Lausanne)</p> <p>Barrantes, K. et al (en preparación). Occurrence of pathogenic microorganisms in small drinking water systems in Costa Rica</p> <p>Kelly-Coto, D. et al. (en preparación). An assessment of water quality in Costa Rican small water supply systems</p>

	Kelly-Coto, D. et al. (en preparación). Modeling of Trihalomethanes formation in Costa Rican small water supply systems
Contactos sugeridos o contacto de grupos o personas que se puedan beneficiar con el desarrollo del proyecto	Organizaciones de ASADAs, Ing. Andrés Lazo. Email: alazo@aya.go.cr UEN de Investigación y Desarrollo, AYA Darner Mora. Email: dmora@aya.go.cr Director Laboratorio Nacional de Aguas, AYA
Contacto	Luis Guillermo Romero Esquivel Email: lromero@itcr.ac.cr
Fecha de elaboración de la ficha	27 de julio 2021

Anexo 1. Listado de los productos tangibles e intangibles

Nombre del producto	Clasificación
Alianzas estratégicas propiciadas con organizaciones, sociedad civil y empresas	Intangible
Aportes y mejoras innovadoras para el aumento de capacidades culturales, sociales y productivas	Intangible
Articulación del quehacer académico	Intangible
Artículo en revista (con sello editorial)	Tangible
Banco Genético	Tangible
Base de datos	Tangible
Boletín o Folleto	Tangible
Capítulo en libro	Tangible
Cartel	Tangible
Catálogo	Tangible
Circuito integrado	Tangible
Colección de organismos	Tangible
Compilación	Tangible
Composiciones musicales	Tangible
Conciertos	Tangible
Coreografía en gimnasia rítmica o artística	Tangible
Cuaderno de trabajo	Tangible
Desarrollo de nuevas metodologías de trabajo	Intangible
Diagnósticos participativos	Tangible
Formación y capacitación de recursos humanos	Intangible
Formación y consolidación de redes de cooperación Formación y consolidación de redes de cooperación sostenibles	Intangible
Hardware	Tangible
Identificación y caracterización de nuevas especies	Tangible
Informe sobre práctica estudiantil	Tangible
Informe técnico	Tangible
Innovaciones de la oferta académica	Intangible
Kits de diagnóstico	Tangible
Libro	Tangible
Licencia	Tangible
Manual	Tangible
Mapa	Tangible
Marca	Tangible
Medallas, trofeos y reconocimientos	Tangible
Mejoras y aportes innovadores que realimentan el desarrollo integral del estudiantado y del académico	Intangible
Memoria	Tangible
Obra literaria	Tangible
Obras coreográficas	Tangible

Nombre del producto	Clasificación
Obras de teatro	Tangible
Obras plásticas y gráficas	Tangible
Organización de actividades	Tangible
Página Web	Tangible
Participación en competencias como jueces o atletas	Tangible
Partitura	Tangible
Patente	Tangible
Ponencia	Tangible
Portal	Tangible
Programa informático	Tangible
Propuesta	Tangible
Recuadro	Tangible
Revista(Impresa/Radiofónica)	Tangible
Sistematización experiencia	Tangible
Tecnología de procesos y productos	Tangible
Trabajo de graduación	Tangible
Unidad o guía didáctica	Tangible
Vacuna	Tangible
Videos o multimedias	Tangible
Otros productos	