

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL

(UCI)

PLAN DE GESTIÓN PARA EL PROYECTO DE INCREMENTO DE LA COBERTURA
DE MACROMEDICIÓN EN LAS FUENTES HÍDRICAS EN SISTEMAS PERIFÉRICOS
DEL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
(AYA).

CASTRO PORRAS, ANA LIZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Octubre 2025

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
requisito parcial para optar al grado de Maestría en Administración de Proyectos

Oswaldo Martínez Gómez
OMG

ING. OSVALDO MARTÍNEZ GOMEZ. MAP, MSc.

PROFESOR TUTOR



ING. LUIS DIEGO ARGÜELLO ARAYA. MAP.

LECTOR No.1



ING. RÓGER VALVERDE JIMENEZ. MAP.

LECTOR No.2



ANA LIZ CASTRO PORRAS

SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A quienes siembran sueños que uno aún no sabe que tiene. A los que inspiran con su andar, su palabra o su memoria. A la tierra, que sostiene, transforma y guía. A los ancestros, que envían fuerza y propósito.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mi tutor, por su guía paciente y sus observaciones.

A los docentes del programa de maestría, por compartir saberes que transforman.

A mi familia, los colegas y las amistades, por el apoyo, por sostenerme en los días de duda, por compartir su conocimiento, su tiempo, su escucha, y por celebrar conmigo cada pequeño logro.

Este trabajo es fruto de muchas voces, muchas manos y muchos corazones.

A todos, gracias por ser parte de este viaje y por ser inspiración.

ABSTRACT

Este proyecto abordó la necesidad de mejorar la eficiencia operativa en los sistemas periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), mediante el diseño de un plan de gestión orientado a incrementar la cobertura de macromedición en sus fuentes hídricas. La limitada capacidad para medir con precisión los volúmenes de agua producidos y distribuidos ha dificultado la toma de decisiones basada en datos, el cumplimiento normativo y la sostenibilidad financiera. En respuesta, se estructuró una propuesta técnica alineada con las buenas prácticas del Project Management Institute (PMI), que contempla los procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y cierre del proyecto. El trabajo se desarrolló bajo un enfoque documental y cualitativo, sustentado en fuentes institucionales, normativas y literatura especializada. Se aplicaron métodos analítico-sintético y descriptivo para caracterizar el estado actual, identificar brechas y formular soluciones viables.

Como hallazgos principales, se identificaron brechas en infraestructura y tecnología, así como la ausencia de inventarios actualizados y herramientas de monitoreo. El plan desarrollado permitió definir procesos estandarizados, herramientas de gestión y procedimientos operativos que fortalecen la capacidad institucional. Se concluyó que la implementación del plan contribuirá significativamente a la eficiencia operativa, la trazabilidad del recurso hídrico y el cumplimiento regulatorio, sentando las bases para una gestión más sostenible e integrada del agua en zonas periféricas.

Palabras clave: macromedición, sistemas periféricos, gestión del agua, eficiencia operativa, AyA (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados), PMI (Project Management Institute), cobertura de medición, trazabilidad hídrica, plan de gestión de proyectos, sostenibilidad del recurso hídrico.

ABSTRACT

This project focused on improving how efficiently the Costa Rican Institute of Aqueducts and Sewers (AyA) operates in its outlying water systems. The goal was to create a management plan to increase the use of large water meters (macrometers) at water sources. Right now, AyA has trouble measuring how much water is produced and delivered, which makes it hard to make decisions based on data, follow regulations, and manage finances well.

To solve this, a technical plan was created using the best practices from the Project Management Institute (PMI). The plan includes steps for starting, planning, running, monitoring, and closing the project. The research was based on documents, reports, and expert sources. It used methods to analyze the current situation, find gaps, and suggest practical solutions.

The main findings showed problems with outdated infrastructure, lack of technology, missing inventories, and no proper monitoring tools. The plan helped define clear processes, tools, and procedures to strengthen AyA's ability to manage water systems. It was concluded that putting this plan into action would improve efficiency, help track water use more effectively and meet regulations, leading to a more sustainable and organized water system in rural areas.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABLAS	12
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES	14
RESUMEN EJECUTIVO	15
1 INTRODUCCIÓN	17
1.1 Antecedentes.....	18
1.2 Problemática.....	21
1.3 Justificación del proyecto	24
1.4 Objetivo general.....	28
1.5 Objetivos específicos	29
2 MARCO TEÓRICO.....	30
2.1 Marco institucional	30
2.1.1 Antecedentes de la institución	30
2.1.2 Misión y visión	33
2.1.3 Estructura organizativa	35
2.1.4 Productos y servicios que ofrece	39
2.2 Teoría de Administración de Proyectos.....	41

2.2.1	Principios de la dirección de proyectos.....	43
2.2.2	Dominios de desempeño del proyecto.....	48
2.2.3	Enfoques de desarrollo y ciclo de vida de los proyectos.....	50
2.2.4	Administración, dirección o gerencia de proyectos	54
2.2.5	Grupos de procesos de la dirección de proyectos	57
2.2.6	Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos	59
2.3	Estado de la cuestión y otra teoría propia del tema de interés	61
2.3.1	Situación actual del problema u oportunidad en estudio (estado de la cuestión) 62	
2.3.2	Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio	65
2.3.3	Otra teoría relacionada con el tema en estudio	68
3	MARCO METODOLÓGICO.....	76
3.1	Fuentes de información	77
3.1.1	Fuentes primarias.....	78
3.1.2	Fuentes secundarias	79
3.2	Métodos de Investigación	81
3.2.1	Método de escritorio o de biblioteca	82
3.2.2	Método analítico-sintético	83
3.2.3	Método descriptivo	84
3.3	Herramientas	86
3.3.1	Recopilación de datos	86
3.3.2	Juicio de expertos	87

3.3.3	Análisis de datos	87
3.3.4	Sistema de información para la dirección de proyectos	87
3.4	Supuestos y restricciones	90
3.5	Entregables	92
4	DESARROLLO	94
4.1	Antecedentes	94
4.1.1	Diagnóstico técnico actual	95
4.1.2	Identificación de brechas	101
4.1.3	Limitaciones institucionales y operativas	103
4.1.4	Oportunidades estratégicas	106
4.2	Procesos del grupo de inicio del proyecto	108
4.2.1	Acta de constitución del proyecto	108
4.2.2	Métodos de evaluación de interesados	111
4.2.3	Interesados	111
4.2.4	Formulario para el registro de las partes interesadas	112
4.2.5	Desarrollo de criterios para la ponderación del poder e interés de las partes interesadas	114
4.2.6	Estrategias de gestión de interesados	119
4.2.7	Matriz de poder/interés	120
4.3	Procesos del grupo de la planificación del proyecto	123
4.3.1	Introducción al grupo de planificación	123
4.4	Procesos del grupo ejecución del proyecto	169

4.5	Procesos del grupo monitoreo y control del proyecto	170
4.5.1	Indicadores de desempeño	170
4.5.2	Indicadores de desempeño operativo.....	172
4.5.3	Mecanismos de análisis	174
4.5.4	Protocolos de acción	177
4.6	Procesos del grupo cierre del proyecto	182
4.6.1	Validación de entregables	182
4.6.2	Lecciones aprendidas.....	185
4.6.3	Actividades de cierre formal	186
5	CONCLUSIONES.....	189
6	RECOMENDACIONES	192
7	VALIDACIÓN DEL TRABAJO EN EL CAMPO DEL DESARROLLO REGENERATIVO Y/O SOSTENIBLE	195
7.1	Relación del proyecto con los objetivos de Desarrollo Sostenible	197
7.2	Análisis del proyecto de acuerdo con el Estándar P5.....	200
7.3	Relación del proyecto con las dimensiones del Desarrollo Regenerativo.....	223
	Lista de Referencias	226
	Anexos	235
	Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG.....	236
	Anexo 2: EDT del PFG.....	247

Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG.....	248
Anexo 4: Investigación bibliográfica preliminar	251

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama del Instituto costarricense de Acueductos y Alcantarillados.....	37
Figura 2 Ciclo de vida de un proyecto según el enfoque predictivo.....	51
Figura 3 Ciclo de vida de un proyecto según el enfoque de desarrollo adaptativo	52
Figura 4 Procesos de la metodología híbrida de dirección de proyectos para el sector construcción.....	53
Figura 5 Grupos de procesos y procesos de la dirección de proyectos.....	58
Figura 6 Medidor electromagnético.....	98
Figura 7 Medidores ultrasónicos	99
Figura 8 Canales Parshall.....	100
Figura 9 Contadores mecánicos	100
Figura 10 Matriz de clasificación de las partes interesadas en una matriz de poder/interés.....	122
Figura 11 EDT genérico para proyecto de instalación de macromedidores en fuentes de agua.....	127
Figura 12 Cronograma.....	142
Figura 13 Diagrama de flujo para la gestión de cambios en el proyecto	153
Figura 14 Diagrama de flujo del proceso de adquisición	158
Figura 15 Curva S planificada del proyecto	171
Figura 16 Diagrama de Ishikawa: Identificación de desviación en el proyecto	176
Figura 17 Tablero Kanban según estado de entregables.....	177
Figura 18 Diagrama de flujo que ilustra este proceso	180
Figura 20 Análisis de impacto P5 en el proyecto	202

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Fuentes de información empleadas	81
Tabla 2 Métodos de investigación empleados	85
Tabla 3 Herramientas utilizadas.....	89
Tabla 4 Supuestos y restricciones	91
Tabla 5 Entregables.....	93
Tabla 6 Porcentaje de producción macromedida y participación Regional en la macromedición total de la Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos	96
Tabla 7 Tipos de fuentes de abastecimiento de agua por Región operativa del AyA	97
Tabla 8 Acta de constitución del proyecto.....	109
Tabla 9 Registro de partes interesadas del proyecto	113
Tabla 10 Criterios de poder	116
Tabla 11 Criterios de interés.....	117
Tabla 12 Análisis de poder e interés de las partes interesadas.....	118
Tabla 13 Enunciado del alcance del proyecto.....	125
Tabla 14	128
Tabla 14 Matriz de trazabilidad de los requisitos	137
Tabla 15 Presupuesto estimado	145
Tabla 16 Matriz de requerimientos para el proyecto	147
Tabla 17 Línea base de calidad (métricas) para el proyecto	150
Tabla 18 Estimación de recursos.....	155
Tabla 19 Matriz de comunicación	156
Tabla 20 Dominios de planificación relativo a la gestión de adquisiciones.....	159
Tabla 21 Plantilla del registro de riesgos del proyecto	162
Tabla 22 Escala de probabilidad.....	164

Tabla 23 Evaluación del impacto de un riesgo en los objetivos principales del proyecto	165
Tabla 24 Escala de calificación del riesgo general del proyecto	166
Tabla 25 Plantilla del registro de riesgos del proyecto (Plan de respuesta)	168
Tabla 26 Matriz de respuesta y escalada de desviaciones	181
Tabla 27 Lista de comprobación para entregables del proyecto	184
Tabla 28 Formato sugerido para documento de lecciones aprendidas	185
Tabla 29 Lista de comprobación integral de cierre de proyecto	187

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

ANC: Agua No Contabilizada

ARESEP: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos

ASADAS: Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados
Comunales

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

CER: Clean Energy Return (Retorno de Energía Limpia)

DDEI: Dignidad, Diversidad, Equidad e Inclusión

ESG: Environmental, Social and Governance (Ambiental, Social y Gobernanza)

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GIRH: Gestión Integrada de Recursos Hídricos

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PFG: Proyecto Final de Graduación

PMBOK: Project Management Body of Knowledge

PMI: Project Management Institute

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

SIG: Sistema de Información Geográfica

SROI: Retorno Social de la Inversión

UCI: Universidad para la Cooperación Internacional

UEN: Unidad Estratégica de Negocio

RESUMEN EJECUTIVO

El acceso al agua potable y al saneamiento ha sido reconocido como un derecho humano fundamental y un componente esencial para el desarrollo sostenible. En Costa Rica, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) ha liderado históricamente la prestación de estos servicios. Sin embargo, los sistemas periféricos, ubicados fuera del área metropolitana, presentan una cobertura limitada de macromedición, lo que impide una gestión eficiente del recurso hídrico. Esta situación ha sido identificada como una barrera crítica para la sostenibilidad financiera, la planificación estratégica y el cumplimiento de los estándares regulatorios establecidos por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP).

La problemática radica en la falta de datos confiables sobre los volúmenes de agua producidos y distribuidos en los sistemas periféricos del AyA. Esta deficiencia compromete la capacidad institucional para identificar pérdidas, justificar ajustes tarifarios y planificar inversiones. Además, limita la integración de estos sistemas en plataformas de gestión inteligente del agua, perpetuando un modelo de operación manual y fragmentado. El proyecto se justificó en la necesidad urgente de estructurar un plan de gestión que permita incrementar la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del AyA. Esta necesidad responde tanto a exigencias técnicas como normativas, y se alinea con el Plan Estratégico Institucional 2025–2029 del AyA, que establece como prioridad la implementación de tecnologías de medición avanzadas para mejorar la eficiencia operativa y la sostenibilidad del servicio.

El objetivo general de este proyecto fue desarrollar el plan de gestión para el proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del AyA, aplicando las buenas prácticas de gestión de proyectos según el PMI, para definir los procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre, con el fin de orientar la formulación de un estudio de factibilidad alineado con los requerimientos regulatorios y la mejora en la eficiencia operativa. Los objetivos específicos fueron: analizar los antecedentes que originan la necesidad de mejorar la cobertura de macromedición de la producción de agua en las fuentes utilizadas por los Sistemas Periféricos del AyA, con el fin de identificar las principales brechas, limitaciones y oportunidades que fundamenten la formulación del plan de gestión, diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y una identificación clara de los involucrados, estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave del plan para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto y desarrollar procedimientos, así como diseñar plantillas de herramientas aplicables a los grupos de procesos de ejecución, control y cierre, con el fin de asegurar la implementación efectiva de los planes establecidos y contribuir al logro de los objetivos del proyecto.

La metodología de investigación utilizada fue de tipo documental, con un diseño cualitativo. Se fundamentó en la revisión de fuentes primarias como informes institucionales del AyA, normativa técnica de ARESEP y literatura especializada en gestión de proyectos. También se utilizaron fuentes secundarias como guías metodológicas del Project Management Institute (PMI) y estudios de caso desarrollados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Se aplicaron métodos de investigación de escritorio, analítico-sintético y

descriptivo, lo que permitió caracterizar el estado actual de la cobertura de macromedición, identificar brechas y formular propuestas técnicas alineadas con los objetivos del proyecto.

El desarrollo del plan de gestión permitió identificar que la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA era considerablemente inferior al 45%, lo cual limitaba la capacidad institucional para cuantificar con precisión los volúmenes de agua producidos y distribuidos. A partir del análisis documental y normativo, se establecieron las principales brechas técnicas y operativas, entre ellas la ausencia de inventarios actualizados y la limitada integración tecnológica en zonas periféricas.

Se diseñaron los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo el acta de constitución y el análisis de los interesados clave, lo que permitió establecer una descripción de alto nivel del proyecto y una identificación clara de los actores involucrados. Asimismo, se estructuraron los procesos del grupo de planificación, definiendo el alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos y adquisiciones, con base en las buenas prácticas del Project Management Institute (PMI).

Finalmente, se desarrollaron procedimientos operativos y se diseñaron plantillas de herramientas aplicables a los grupos de procesos de ejecución, monitoreo, control y cierre, con el fin de asegurar la implementación efectiva del plan y contribuir al logro de los objetivos del proyecto.

El análisis de los antecedentes permitió concluir que la baja cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA representaba una limitación crítica para la eficiencia operativa, la sostenibilidad financiera y el cumplimiento normativo. Esta situación se originó debido a factores históricos, técnicos y presupuestarios que han afectado la capacidad institucional para implementar tecnologías de medición adecuadas.

La elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave permitió establecer una base sólida para la gestión del proyecto, identificando los actores estratégicos y sus niveles de influencia, lo cual facilitó la planificación de acciones alineadas con los objetivos institucionales.

La estructuración de los procesos de planificación permitió definir con claridad los componentes fundamentales del plan de gestión, incluyendo el alcance, cronograma, costos y riesgos, lo que proporcionó una guía técnica y operativa para la ejecución del proyecto. Además, el diseño de procedimientos y herramientas para los grupos de procesos de ejecución, monitoreo y control, y cierre fortaleció la capacidad del AyA para implementar el proyecto de manera ordenada, eficiente y alineada con los principios del desarrollo sostenible.

Se recomendó que el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) priorizara la implementación del plan de gestión propuesto, asegurando la asignación de recursos técnicos, financieros y humanos necesarios para aumentar la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos, así como fortalecer las capacidades institucionales mediante programas de capacitación técnica para el personal encargado de la instalación, operación y mantenimiento de los macromedidores y finalmente, se recomendó integrar los datos generados por los sistemas de macromedición en plataformas digitales de gestión inteligente del agua, con el fin de mejorar la trazabilidad del recurso, optimizar la toma de decisiones y garantizar la sostenibilidad del servicio en el mediano y largo plazo.

1 Introducción

El acceso al agua potable y al saneamiento constituye un derecho humano fundamental y un componente esencial para el desarrollo sostenible de las sociedades. En Costa Rica, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) ha sido históricamente el ente rector encargado de garantizar este derecho, mediante la prestación de servicios de abastecimiento y tratamiento de agua en todo el territorio nacional. No obstante, a pesar de los avances institucionales y tecnológicos alcanzados, persisten desafíos significativos en la gestión eficiente del recurso hídrico, especialmente en los sistemas periféricos, donde la cobertura de macromedición continúa siendo limitada.

La macromedición, entendida como el proceso de cuantificación de los volúmenes de agua captados, tratados y distribuidos en puntos estratégicos del sistema, representa una herramienta clave para la toma de decisiones basada en evidencia, la reducción del agua no contabilizada y la mejora de la eficiencia operativa (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). En este contexto, la baja cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA ha sido identificada como una limitante crítica que compromete la sostenibilidad financiera, la planificación estratégica y el cumplimiento de los estándares regulatorios establecidos por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2021).

El Plan Estratégico Institucional 2025–2029 del AyA establece como una de sus prioridades el fortalecimiento de la gestión del recurso hídrico mediante la implementación de tecnologías de medición avanzadas, con el objetivo de aumentar una cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025). Esta meta responde tanto a exigencias normativas como a

la necesidad de modernizar la infraestructura operativa, mejorar la trazabilidad del recurso y garantizar la calidad del servicio.

La problemática actual se manifiesta en la falta de datos confiables sobre los volúmenes de agua producidos y distribuidos, lo cual limita la capacidad institucional para identificar pérdidas, optimizar procesos y justificar técnicamente los ajustes tarifarios ante el ente regulador. Además, la ausencia de una red de macromedición adecuada impide establecer líneas base para la evaluación del desempeño y dificulta la integración de los sistemas periféricos en plataformas de gestión inteligente del agua.

Ante esta situación, se planteó la necesidad de desarrollar un plan de gestión de proyecto que permita estructurar de manera técnica, operativa y estratégica la implementación de sistemas de macromedición en los sistemas periféricos del AyA. Este plan busca no solo incrementar la cobertura de macromedición, sino también alinear la ejecución del proyecto con las buenas prácticas de la administración de proyectos, según los lineamientos del Project Management Institute, y con los principios del desarrollo sostenible y la generación de valor público (Moore, 1995).

1.1 Antecedentes

La gestión eficiente del recurso hídrico ha sido una prioridad en el sector de agua potable en Costa Rica, especialmente ante los desafíos que enfrentan los sistemas de acueducto operados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). Los Sistemas Periféricos del AyA, se encuentran ubicados fuera del área metropolitana, presentan condiciones técnicas, geográficas y operativas que dificultan la implementación de tecnologías modernas de monitoreo y control, como la macromedición. Esta situación ha generado una brecha significativa en la capacidad institucional para cuantificar con precisión los volúmenes

de agua producidos y distribuidos, lo que a su vez limita la eficiencia operativa, la sostenibilidad financiera y el cumplimiento de los estándares regulatorios (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021).

Históricamente, la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos ha sido baja. Según el Informe de Fin de Gestión de la Subgerencia de Sistemas Periféricos, en 2021 la cobertura era considerablemente inferior al 45%, lo que impedía establecer balances hídricos confiables y dificultaba la identificación de pérdidas de agua (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). Esta deficiencia ha sido reconocida tanto por el AyA como por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), que en su normativa técnica establece la obligatoriedad de implementar sistemas de medición adecuados como parte del control operativo y la mejora continua del servicio (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2021).

En respuesta a esta problemática, se han desarrollado diversas iniciativas institucionales y normativas. En 2020, ARESEP publicó la Política Regulatoria sobre el Acceso al Agua Potable y Saneamiento, la cual establece como prioridad la mejora de la eficiencia operativa mediante el fortalecimiento de la medición del recurso hídrico (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2020). Paralelamente, el AyA incluyó en su Plan Estratégico Institucional 2025–2029 el objetivo de incrementar la cobertura de macromedición en sistemas periféricos, como parte de una estrategia más amplia de modernización tecnológica y sostenibilidad operativa (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025).

A nivel técnico, se han implementado proyectos piloto en comunidades como Alajuelita y Bagaces, donde se instalaron macromedidores en puntos estratégicos del sistema. Estos proyectos permitieron identificar buenas prácticas, como la selección adecuada de puntos de medición, la calibración de equipos y la integración de datos en sistemas de información

geográfica (SIG). Los resultados demostraron que la macromedición puede reducir significativamente el volumen de agua no contabilizada y mejorar la eficiencia energética y operativa del sistema (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2023).

Además, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en conjunto con el AyA, ha desarrollado herramientas metodológicas para apoyar la implementación de sistemas de macromedición. Entre ellas destaca la Guía para la medición y reducción del agua no contabilizada, que propone una metodología práctica basada en el análisis de brechas, la capacitación comunitaria y el uso de tecnologías apropiadas (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). Esta guía ha sido aplicada en zonas rurales mediante las ASADAS, demostrando que la participación comunitaria y el fortalecimiento institucional son factores clave para el éxito de estos proyectos.

Desde una perspectiva teórica, el presente proyecto se fundamenta en tres enfoques complementarios. En primer lugar, la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), que promueve la coordinación interinstitucional, la toma de decisiones basada en evidencia y la participación ciudadana como pilares para una gestión sostenible del agua (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). En segundo lugar, la Gestión Inteligente del Agua, que incorpora tecnologías digitales, análisis de datos y sistemas de monitoreo en tiempo real para optimizar el uso del recurso y mejorar la transparencia institucional (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2024). Y, en tercer lugar, la teoría del valor público, que plantea que las instituciones públicas deben generar valor para la ciudadanía mediante servicios eficientes, equitativos y sostenibles (Moore, 1995).

Estos enfoques han sido integrados en el diseño del presente plan de gestión, el cual busca no solo incrementar la cobertura de macromedición, sino también fortalecer la capacidad

institucional del AyA para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular el ODS 6 sobre agua limpia y saneamiento (Naciones Unidas, 2015). La propuesta se alinea con las buenas prácticas del Project Management Institute (PMI), que enfatizan la planificación estratégica, la gestión de riesgos y la entrega de valor como elementos centrales de la administración de proyectos (Project Management Institute, 2021).

1.2 Problemática

La gestión eficiente del recurso hídrico en Costa Rica enfrenta desafíos, uno de los principales problemas identificados es la limitada cobertura de macromedición en las fuentes hídricas en sistemas periféricos, lo cual impide una cuantificación precisa del agua producida y distribuida. Esta deficiencia compromete la capacidad institucional para tomar decisiones basadas en datos, identificar pérdidas, planificar inversiones y cumplir con los estándares regulatorios establecidos por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2021).

El origen del problema se encuentra en una combinación de factores históricos, técnicos y operativos. Durante décadas, los sistemas periféricos han sido gestionados con recursos limitados, infraestructura obsoleta y escasa integración tecnológica. A diferencia de los sistemas urbanos, que han recibido inversiones significativas en modernización y automatización, los sistemas periféricos han quedado rezagados en la implementación de tecnologías de monitoreo como la macromedición (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). Esta situación ha generado una brecha crítica en la capacidad del AyA para controlar el volumen de agua que se produce, se distribuye y se pierde en estos territorios.

La falta de macromedición adecuada tiene consecuencias directas sobre la eficiencia operativa. Sin datos confiables sobre los caudales de entrada y salida en los sistemas de abastecimiento, resulta imposible calcular con precisión el agua no contabilizada (ANC), que incluye tanto pérdidas físicas por fugas como pérdidas aparentes por errores de medición o

conexiones ilegales. Según la Guía para la medición y reducción del agua no contabilizada, desarrollada por el PNUD y el AyA, la ausencia de macromedidores impide establecer balances hídricos, identificar zonas críticas y priorizar intervenciones (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). Esto se traduce en una gestión reactiva, basada en supuestos y no en evidencia, lo que incrementa los costos operativos y reduce la sostenibilidad financiera del servicio.

Además, la falta de macromedición limita el cumplimiento de los requisitos regulatorios. ARESEP exige a los operadores de servicios públicos contar con sistemas de medición que permitan garantizar la calidad del servicio, justificar las tarifas y demostrar eficiencia en el uso del recurso (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2020). En ausencia de estos sistemas, el AyA enfrenta dificultades para obtener el Sello Regulatorio de Calidad, lo que afecta su credibilidad institucional y su capacidad para acceder a financiamiento externo. Esta situación también genera tensiones con las comunidades abastecidas, que perciben deficiencias en el servicio y carecen de información transparente sobre el uso del recurso.

Otro impacto significativo de la baja cobertura de macromedición es la imposibilidad de integrar los sistemas periféricos en plataformas de gestión inteligente del agua. La Gestión Inteligente del Agua, promovida por el AyA desde 2024, se basa en la recopilación y análisis de datos en tiempo real para optimizar la operación, reducir pérdidas y mejorar la toma de decisiones (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2024). Sin macromedidores, los sistemas periféricos quedan excluidos de esta transformación digital, perpetuando un modelo de gestión manual, fragmentado y poco eficiente. Esta exclusión tecnológica profundiza las desigualdades entre regiones y limita la capacidad del AyA para cumplir con su misión institucional de ofrecer un servicio de calidad, sostenible y centrado en el cliente (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados., sf).

Desde una perspectiva estratégica, la falta de macromedición también afecta la planificación institucional. El Plan Estratégico Institucional 2025–2029 establece como una de sus metas prioritarias el fortalecimiento de la eficiencia operativa mediante la implementación de tecnologías de medición avanzadas (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025). Sin embargo, la ausencia de datos confiables en los sistemas periféricos impide evaluar el desempeño, establecer líneas base y definir metas realistas. Esto limita la capacidad del AyA para formular proyectos de inversión, justificar presupuestos y demostrar resultados ante los entes reguladores y la ciudadanía.

En términos ambientales, la falta de control sobre los volúmenes de agua extraídos y distribuidos incrementa la presión sobre las fuentes hídricas, muchas de las cuales ya enfrentan problemas de sobreexplotación, contaminación o variabilidad climática. La macromedición es una herramienta clave para proteger estas fuentes, ya que permite monitorear los caudales, detectar anomalías y ajustar la operación en función de la disponibilidad del recurso (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). Sin esta herramienta, el AyA opera a ciegas, lo que incrementa el riesgo de deterioro ambiental y pone en peligro la sostenibilidad del servicio a largo plazo.

El problema también tiene implicaciones sociales. Las comunidades abastecidas por sistemas periféricos, muchas de ellas en zonas rurales o de difícil acceso, son las más afectadas por las deficiencias en la gestión del recurso. La falta de macromedición contribuye a interrupciones del servicio, baja presión, pérdidas de agua y falta de información sobre el consumo. Esto afecta la calidad de vida de la población, especialmente en contextos de vulnerabilidad, y debilita la confianza en la institución. Además, limita la participación ciudadana en la gestión del agua, ya que sin datos no es posible ejercer control social ni promover una cultura de uso responsable del recurso (Moore, 1995).

A pesar de los esfuerzos realizados, como los proyectos piloto en Alajuelita y Bagaces, los avances han sido limitados y no se han replicado de forma sistemática en el resto del país. Las principales barreras identificadas incluyen restricciones presupuestarias, falta de personal capacitado, debilidades en la planificación y ausencia de una estrategia integral para la implementación de la macromedición (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2023). Estas barreras evidencian la necesidad de un plan de gestión estructurado, que permita superar las limitaciones actuales y avanzar hacia una gestión más eficiente, transparente y sostenible del recurso hídrico.

En este contexto, el presente proyecto propone el desarrollo de un plan de gestión para incrementar la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del AyA. Esta propuesta se fundamenta en las buenas prácticas del Project Management Institute (Project Management Institute, 2021), en los principios de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021) y en la teoría del valor público (Moore, 1995). Su objetivo es ofrecer una solución técnica, operativa y estratégica que permita al AyA mejorar la eficiencia operativa, cumplir con los requisitos regulatorios, proteger las fuentes hídricas y garantizar un servicio de calidad para todas las comunidades del país.

1.3 Justificación del proyecto

La limitada cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) representa una barrera crítica para la eficiencia operativa, la sostenibilidad financiera y la transparencia institucional. Esta situación ha sido ampliamente documentada en informes técnicos y estratégicos de la institución, así como en estudios desarrollados por organismos internacionales como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). A pesar de los esfuerzos realizados, la cobertura de macromedición en estos sistemas es muy baja, lo que impide una gestión basada en datos y

limita la capacidad del AyA para cumplir con los estándares regulatorios establecidos por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2021).

El presente proyecto se justifica en la necesidad urgente de estructurar un plan de gestión que permita incrementar la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del AyA. Esta necesidad no solo responde a una exigencia técnica, sino también a un mandato institucional y normativo. El Plan Estratégico Institucional 2025–2029 establece como una de sus metas prioritarias la mejora de la eficiencia operativa mediante la implementación de tecnologías de medición avanzadas (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025). Asimismo, la Política Regulatoria sobre el Acceso al Agua Potable y Saneamiento de ARESEP (2020) exige a los operadores públicos contar con sistemas de medición que permitan garantizar la calidad del servicio y la sostenibilidad del recurso.

Desde la perspectiva de la dirección de proyectos, el desarrollo de este plan representa una oportunidad para aplicar las buenas prácticas del Project Management Institute (PMI), particularmente en lo que respecta a la entrega de valor. Según el Estándar para la Dirección de Proyectos (Project Management Institute, 2021), la entrega de valor se refiere a la capacidad de un proyecto para generar beneficios sostenibles que respondan a las necesidades de los interesados. En este caso, el valor se manifiesta en la mejora de la eficiencia operativa, la reducción del agua no contabilizada, el fortalecimiento de la transparencia institucional y la protección de las fuentes hídricas.

El sistema de información actual del AyA presenta limitaciones significativas en los sistemas periféricos. La ausencia de macromedidores impide generar datos confiables sobre los volúmenes de agua producidos y distribuidos, lo que afecta la planificación, el control operativo y la toma de decisiones. Esta situación también limita la integración de estos

sistemas en plataformas de gestión inteligente del agua, que requieren datos en tiempo real para optimizar la operación y reducir pérdidas (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2024). La implementación del proyecto permitirá superar estas limitaciones mediante la instalación de equipos de medición, el fortalecimiento de capacidades técnicas y la integración de datos en sistemas de información geográfica (SIG).

La implementación del plan de gestión propuesto generará múltiples beneficios para el AyA, tanto a nivel operativo como estratégico. A continuación, se detallan los principales beneficios esperados:

- Reducción del agua no contabilizada (ANC): Se estima que la instalación de macromedidores permitirá reducir entre un 10% y un 20% del volumen de agua no contabilizada en los sistemas periféricos, lo que representa un ahorro significativo en costos operativos (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021).
- Mejora en la eficiencia operativa: La disponibilidad de datos precisos permitirá optimizar los procesos de captación, tratamiento y distribución del agua, reduciendo pérdidas y mejorando la calidad del servicio.
- Cumplimiento normativo: El proyecto permitirá al AyA cumplir con los requisitos establecidos por ARESEP en materia de medición, eficiencia y calidad del servicio, facilitando la obtención del Sello Regulatorio de Calidad.
- Fortalecimiento de la sostenibilidad financiera: Al reducir pérdidas y mejorar la eficiencia, el AyA podrá justificar técnicamente los ajustes tarifarios ante el ente regulador, fortaleciendo la sostenibilidad financiera de los sistemas periféricos.

- Protección de las fuentes hídricas: La macromedición permitirá monitorear los caudales extraídos y detectar anomalías, contribuyendo a una gestión más responsable y sostenible del recurso hídrico.
- Mejora en la planificación estratégica: La disponibilidad de datos confiables facilitará la formulación de proyectos de inversión, la priorización de intervenciones y la evaluación del desempeño institucional.
- Fortalecimiento de la transparencia institucional: La generación de datos verificables permitirá mejorar la rendición de cuentas ante la ciudadanía y los entes reguladores.
- Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): El proyecto se alinea con el ODS 6, que promueve el acceso universal al agua potable y la gestión sostenible del recurso (Naciones Unidas, 2015).
- Modernización tecnológica: La instalación de macromedidores y su integración en sistemas de información contribuirá a la transformación digital del AyA, especialmente en zonas tradicionalmente rezagadas.
- Incremento en la confianza ciudadana: Al mejorar la calidad del servicio y la transparencia en la gestión, se fortalecerá la confianza de la ciudadanía en la institución.

De acuerdo con el Estándar para la Dirección de Proyectos (Project Management Institute, 2021), la entrega de valor se compone de tres elementos fundamentales: los beneficios, los resultados y los entregables. En el contexto del presente proyecto, estos elementos se manifiestan de la siguiente manera:

- Beneficios: Ahorro en costos operativos, cumplimiento normativo, sostenibilidad financiera, protección ambiental y mejora en la calidad del servicio.
- Resultados: Mejora en la cobertura de macromedición, incremento en la disponibilidad de datos, reducción de pérdidas y fortalecimiento de la capacidad institucional.
- Entregables: Instalación de macromedidores, desarrollo de procedimientos operativos, diseño de plantillas de monitoreo y control, y generación de informes técnicos.

La entrega de valor no se limita únicamente al ciclo de vida del proyecto, sino que se extiende hacia el ciclo de vida del producto, el cual, una vez implementado, continúa generando beneficios sostenibles. En este contexto, el valor no se limita a los productos tangibles, sino que incluye también beneficios intangibles como la confianza ciudadana, la legitimidad institucional, y la estrategia de transformación institucional, alineación con los principios del desarrollo sostenible. Esta perspectiva integral permite comprender el proyecto no solo como una intervención técnica, sino como una orientada a generar valor público (Moore, 1995).

1.4 Objetivo general

Desarrollar el plan de gestión para el proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del AyA, aplicando las buenas prácticas de gestión de proyectos según el PMI, para definir los procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre, con el fin de orientar la formulación de un estudio de factibilidad alineado con los requerimientos regulatorios y la mejora en la eficiencia operativa.

1.5 Objetivos específicos

1. Analizar los antecedentes que originan la necesidad de mejorar la cobertura de macromedición de la producción de agua en las fuentes utilizadas por los Sistemas Periféricos del AyA, con el fin de identificar las principales brechas, limitaciones y oportunidades que fundamenten la formulación del plan de gestión.
2. Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y una identificación clara de los involucrados.
3. Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave del plan para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.
4. Desarrollar procedimientos, así como diseñar plantillas de herramientas aplicables a los grupos de procesos de ejecución, control y cierre, con el fin de asegurar la implementación efectiva de los planes establecidos y contribuir al logro de los objetivos del proyecto.

2 Marco teórico

Este capítulo tiene como finalidad establecer el marco técnico, legal y administrativo que respalda la elaboración del plan de gestión del proyecto propuesto, con el fin de reforzar su justificación y asegurar su viabilidad operativa e institucional.

2.1 Marco institucional

Se procederá a contextualizar el papel del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), dentro del plan de gestión para el proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de sistemas periféricos, destacando su estructura y capacidades que permiten la implementación efectiva del proyecto.

Comprender el marco institucional es esencial para identificar las responsabilidades, los mecanismos de coordinación interinstitucional y los recursos disponibles que respaldan la ejecución del plan. Además, permite evaluar la alineación del proyecto con los objetivos estratégicos del AyA y con las políticas nacionales en materia de agua potable y saneamiento, garantizando así su sostenibilidad y eficacia a largo plazo.

2.1.1 Antecedentes de la institución

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) es una institución autónoma del Estado costarricense, encargada de garantizar el acceso universal al agua potable y al saneamiento.

Su origen se remonta a los esfuerzos del Estado por enfrentar la creciente crisis en el acceso al agua potable a mediados del siglo XX. En 1942, se promulgó la Ley de Aguas, que declaró los acueductos como patrimonio del Estado. No obstante, la capacidad institucional para gestionar eficientemente el recurso era aún limitada. En 1953, se emitió la Ley General de

Agua Potable, que estableció regulaciones para garantizar la potabilidad del agua y la sostenibilidad financiera de los sistemas de acueducto. Esta ley obligaba a los organismos administradores a fijar tarifas adecuadas y llevar una contabilidad separada, asegurando que los fondos se destinaran exclusivamente a la operación de los sistemas (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados., sf)

La creación del Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados, mediante la Ley N.º 2726 promulgada el 14 de abril de 1961, representó un hito fundamental en la historia de la salud pública en Costa Rica. Esta legislación estableció un organismo descentralizado con respaldo legal y financiero, encargado de asumir la gestión del agua potable a nivel nacional (Asamblea Legislativa de Costa Rica., sf). Posteriormente, como parte de un proceso de fortalecimiento institucional y modernización administrativa, la entidad adoptó el nombre de Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), consolidándose como el ente rector en materia de agua potable y saneamiento en el país.

Antes de su creación, los servicios de agua potable eran gestionados de forma dispersa por municipalidades y juntas locales, lo que generaba desigualdades en el acceso, deficiencias en la calidad del servicio y una limitada capacidad de planificación a largo plazo (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados., 2022).

Desde su fundación, el AyA ha desempeñado un papel clave en el desarrollo del país, especialmente en la mejora de la calidad de vida de la población. Su labor ha contribuido a la reducción de enfermedades de origen hídrico, al fortalecimiento de la infraestructura sanitaria y al acceso equitativo al agua potable, incluso en zonas rurales y de difícil acceso. En el ámbito de la sostenibilidad, la institución ha implementado políticas orientadas a la protección de fuentes hídricas, la eficiencia en el uso del recurso y la educación ambiental.

Durante las décadas de 1970 y 1980, el AyA amplió significativamente su cobertura en zonas urbanas y rurales, con apoyo financiero de organismos multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial. En los años 1990, con el auge del enfoque de desarrollo sostenible, la institución incorporó componentes de gestión ambiental y fortaleció su relación y la participación comunitaria en la gestión del agua, especialmente a través del apoyo a las ASADAS (Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales), creadas mediante el Decreto Ejecutivo N.º 32529-S en 2005 como figuras de apoyo en zonas rurales (Ministerio de Salud, 2005).

A partir de 2020, el AyA ha enfrentado nuevos desafíos relacionados con el cambio climático, el crecimiento demográfico, la contaminación de fuentes hídricas y la necesidad de modernizar su infraestructura. En respuesta, inició un proceso de transformación institucional orientado a mejorar la eficiencia, fortalecer la transparencia y alinear su gestión con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 6 sobre agua limpia y saneamiento (Naciones Unidas, 2015) y en el año 2023, la Junta Directiva del AyA aprobó una reestructuración organizativa que se espera Entre en vigor en 2025 (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados., 2023).

Actualmente, el AyA opera a nivel nacional, con una estructura organizativa que abarca múltiples regiones operativas y unidades técnicas especializadas. Su campo de acción incluye el diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de acueducto y alcantarillado sanitario, así como la regulación y supervisión de los servicios prestados por terceros (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados., sf).

Entre sus áreas estratégicas se destacan la modernización tecnológica, la mejora de la eficiencia operativa, la gestión integrada del recurso hídrico y la adaptación al cambio climático. En este contexto, el proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en sistemas

periféricos se alinea con los objetivos institucionales de mejorar la gestión del recurso y reducir pérdidas de agua. Pero a pesar de sus avances, el AyA enfrenta importantes retos que básicamente son los que se mencionan en las áreas estratégicas, especialmente en zonas periféricas, debido a que estas situaciones limitan la toma de decisiones basada en datos, incrementa las pérdidas de agua y compromete la sostenibilidad financiera de los sistemas. Además, el crecimiento urbano y los efectos del cambio climático exigen una planificación estratégica más robusta y resiliente.

La trayectoria del AyA refleja una constante adaptación a los contextos sociales, ambientales y tecnológicos, así como la responsabilidad directa en garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento básico.

2.1.2 Misión y visión

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) ha definido su misión y su visión de la siguiente manera:

La misión del Instituto es: “Institución responsable de la prestación del servicio de abastecimiento de agua potable y de saneamiento por medio de los cuales se garantiza la salud, el desarrollo económico y social del país en armonía con el ambiente” (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025).

Por su parte, la visión establece que “el AyA ofrecerá un servicio de calidad, sostenible y centrado en el cliente respaldado por procesos automatizados y un alto sentido de pertenencia de sus trabajadores” (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025).

Estas declaraciones no solo establecen el propósito institucional, sino que también orienta las decisiones estratégicas y operativas de la organización. En este contexto, el

proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de sistemas periféricos se alinea directamente con dicha misión, al buscar mejorar la eficiencia en la gestión del recurso hídrico, optimizar el uso del agua y fortalecer la sostenibilidad del servicio.

La macromedición es una herramienta clave para el control y monitoreo del recurso hídrico, ya que permite cuantificar con precisión los volúmenes de agua captados, tratados y distribuidos. En sistemas periféricos, la implementación de este tipo de medición representa un avance significativo hacia una gestión más equitativa y eficiente, ya que, al mejorar la capacidad de medición, el AyA podrá identificar pérdidas, ajustar procesos operativos y tomar decisiones basadas en datos confiables, lo cual contribuye directamente a la protección de las fuentes hídricas y a la sostenibilidad financiera de los sistemas.

Desde la perspectiva de la misión institucional, este proyecto también responde al compromiso del AyA con la salud pública. La disponibilidad de datos precisos sobre el recurso hídrico permite anticipar riesgos, mejorar la calidad del servicio y garantizar el abastecimiento continuo, especialmente en comunidades vulnerables. Además, al optimizar el uso del agua, se reduce la presión sobre los ecosistemas, lo que refuerza el componente ambiental de la misión institucional.

Por otro lado, la visión del AyA proyecta un modelo de gestión moderno, eficiente y orientado a la mejora continua, en el cual la tecnología y la cultura organizacional juegan un papel central. El proyecto de macromedición se inserta en esta visión al incorporar tecnologías de monitoreo y control que permiten automatizar procesos, mejorar la trazabilidad del recurso y elevar los estándares de calidad del servicio.

Asimismo, el enfoque en el cliente se ve reflejado en la capacidad del AyA para responder de manera más oportuna y precisa a las necesidades de las comunidades. Con una

cobertura de macromedición más amplia, la institución podrá identificar patrones de consumo, detectar anomalías y diseñar estrategias de atención más efectivas. Esto no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también fortalece la confianza en la institución y promueve una cultura de uso responsable del agua.

El impacto organizacional de este proyecto es significativo. En primer lugar, impulsa una transformación operativa al introducir nuevas tecnologías y metodologías de trabajo. En segundo lugar, fortalece la capacidad institucional para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular el ODS 6, que promueve el acceso universal al agua potable y el saneamiento, así como la gestión sostenible del recurso (Naciones Unidas, 2015).

Además, el proyecto contribuye a la consolidación de una cultura organizacional basada en la eficiencia, la transparencia y la rendición de cuentas. Al contar con datos más precisos y sistemas de monitoreo más robustos, el AyA podrá mejorar la planificación, la evaluación de resultados y la toma de decisiones estratégicas. Esto no solo incrementa la eficacia institucional, sino que también optimiza el uso de los recursos públicos y refuerza la legitimidad de la institución ante la ciudadanía.

Este proyecto no solo responde a los principios fundamentales que guían la acción institucional, sino que también fomenta la modernización, la sostenibilidad y la mejora continua del servicio. Su implementación representa un paso estratégico hacia la consolidación de un modelo de gestión hídrica más eficiente, equitativo y resiliente, en beneficio de la sociedad costarricense y del ambiente.

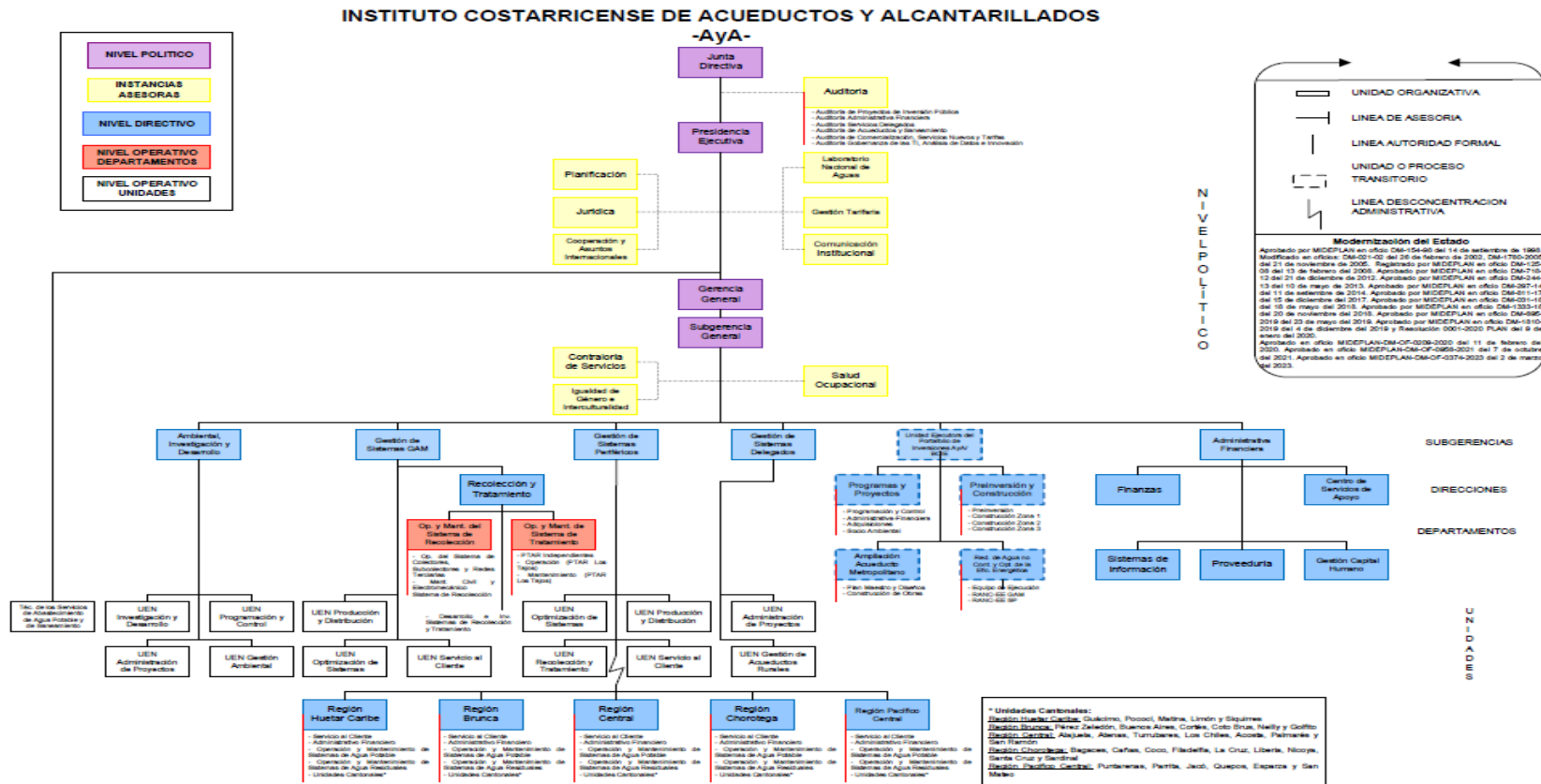
2.1.3 Estructura organizativa

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cuenta con una estructura organizativa jerárquica y funcional, diseñada para garantizar la prestación eficiente

de los servicios de agua potable y saneamiento. Esta estructura está encabezada por la Junta Directiva, seguida por la Presidencia Ejecutiva, de la cual dependen diversas gerencias, subgerencias, direcciones estratégicas y unidades operativas distribuidas en regiones y zonas específicas del país (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025), como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Organigrama del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados



Nota: El organigrama del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) detalla su estructura jerárquica. Adaptado de *Organización y funciones*, por Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, s.f. (https://www.aya.go.cr/transparenciaInst/acceso_informacion/Paginas/OrganizacionFunciones.aspx). © Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Dentro de esta estructura, la Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos tiene un papel fundamental en la atención de los sistemas de acueducto y alcantarillado que se encuentran fuera del área metropolitana. Esta subgerencia coordina y supervisa las operaciones en regiones como la Huetar Caribe, Chorotega, Pacífico Central, Central Oeste y Brunca, a través de unidades cantonales que ejecutan las labores técnicas y administrativas en campo.

El proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de sistemas periféricos se gestiona desde la Unidad Estratégica de Negocio (UEN) de Producción y Distribución, la cual forma parte de esta subgerencia. Esta unidad tiene como responsabilidad principal la planificación, ejecución y seguimiento de proyectos relacionados con la captación, tratamiento y distribución del recurso hídrico en los sistemas periféricos. Su rol en este proyecto es estratégico, ya que lidera la implementación técnica de los sistemas de macromedición, coordina con las regiones operativas y asegura el cumplimiento de los objetivos institucionales en materia de eficiencia y sostenibilidad.

La UEN de Producción y Distribución actúa como un eje articulador entre la planificación central y la ejecución regional. Para ello, mantiene una relación de dependencia funcional con otras áreas clave del AyA, como la Dirección de Planificación Estratégica, la Dirección de Tecnologías de Información, la Dirección Financiera y la Oficina de Administración de Proyectos (PMO). Estas dependencias brindan apoyo en la formulación de presupuestos, la gestión de recursos, la integración de sistemas de información y el seguimiento de indicadores de desempeño.

En el marco del proyecto, la UEN coordina directamente con las regiones operativas mencionadas previamente, las cuales, a su vez, canalizan las acciones hacia las unidades

cantonales responsables de la ejecución en campo. Esta estructura descentralizada permite adaptar la implementación del proyecto a las condiciones específicas de cada territorio, considerando factores como la disponibilidad hídrica, la infraestructura existente y las capacidades técnicas locales.

La relación entre la UEN y las regiones operativas es de carácter técnico-operativo, basada en lineamientos estratégicos definidos desde la subgerencia. Las regiones, aunque gozan de cierta autonomía en la ejecución, deben reportar avances, dificultades y resultados a la UEN, que consolida la información y la comunica a los niveles superiores de la organización. Esta dinámica asegura una gestión coherente, alineada con los objetivos institucionales y con los principios de eficiencia, transparencia y sostenibilidad.

El impacto organizacional de este proyecto es significativo, ya que fortalece la capacidad institucional para monitorear y controlar el uso del recurso hídrico en zonas tradicionalmente menos atendidas. Además, promueve la integración interdepartamental, fomenta la innovación tecnológica y mejora la trazabilidad de los procesos operativos. En términos estratégicos, contribuye al cumplimiento de la visión institucional del AyA, al ofrecer un servicio de calidad, sostenible y centrado en el cliente, respaldado por procesos automatizados y un alto sentido de pertenencia de sus trabajadores (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025).

2.1.4 Productos y servicios que ofrece

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) ofrece una variedad de productos y servicios, orientados a garantizar el acceso equitativo, seguro y sostenible al agua potable y al saneamiento. A continuación, se describen los principales productos y servicios que ofrece la institución:

1. Suministro de agua potable: AyA proporciona agua potable a comunidades urbanas y rurales, asegurando su calidad y continuidad.
2. Servicios de alcantarillado sanitario: Gestión y mantenimiento de redes de alcantarillado para la recolección y tratamiento de aguas residuales.
3. Consulta y pago de facturación: Plataforma en línea para consultar y pagar facturas de servicios de agua y alcantarillado.
4. Reporte de averías: Canales para reportar interrupciones o problemas en el servicio de agua.
5. Suspensiones programadas del servicio: Información sobre cortes programados por mantenimiento o mejoras en la infraestructura.
6. Trámites: Incluye la gestión de solicitudes para nuevos servicios, cambios de titularidad, desconexiones voluntarias, reconexiones, arreglos de pago, entre otros.
7. Proyectos de inversión: Ejecución de proyectos para mejorar y expandir los sistemas de agua y saneamiento en diversas regiones del país.
8. Educación y concientización ambiental: Programas para fomentar el uso responsable del agua y la protección de los recursos hídricos.
9. Atención al cliente: Servicios de atención al cliente para resolver dudas, recibir quejas y brindar información sobre los servicios ofrecidos.
10. Análisis de calidad del agua: A través del Laboratorio Nacional de Aguas, AyA realiza análisis microbiológicos y fisicoquímicos del agua para garantizar su

calidad y seguridad, tanto en sistemas públicos como en fuentes privadas que lo soliciten.

11. Venta de agua a cisternas: En situaciones especiales o de emergencia, la institución ofrece el servicio de venta de agua potable a unidades móviles (cisternas), bajo condiciones reguladas y con fines humanitarios o institucionales.

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

Este apartado presentará los conceptos fundamentales sobre administración de proyectos, conforme a los lineamientos establecidos en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, que serán la base de buenas prácticas en la gestión de proyectos en el marco de este PFG.

Según el Project Management Institute un proyecto es “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (Project Management Institute, 2021,p.4). Esta definición hace mayor énfasis en los resultados como productos, servicios o resultados valiosos, alineados con los objetivos organizacionales y las necesidades de los interesados.

Los proyectos se diferencian de las operaciones por su carácter temporal y por el hecho de que cada uno produce un resultado único, el cual debe definirse desde etapas tempranas a través de entregables medibles.

La administración de proyectos se basa en principios orientadores que permiten adaptar el enfoque de gestión a diversos entornos, incluyendo proyectos predictivos, ágiles o híbridos.

El enfoque está en los resultados, valor entregado, pensamiento sistémico, liderazgo y adaptación al cambio. (Project Management Institute, 2021)

Se entiende como la aplicación de principios, métodos y competencias para planificar, ejecutar y finalizar un proyecto con éxito. Esta gestión requiere coordinación interdisciplinaria para integrar recursos, plazos, calidad, riesgos, comunicaciones y la participación de los interesados.

El ciclo de vida del proyecto incluye todas las etapas necesarias desde la idea inicial hasta la entrega del valor final. Existen diferentes tipos ciclo de vida según el enfoque de desarrollo, entre ellos:

- Predictivo: Fases secuenciales; se define el alcance desde el inicio.
- Híbrido: Combinación de enfoques predictivos y adaptativos según las necesidades.
- Adaptativo: Se establece una visión clara al comienzo del proyecto y los requisitos iniciales son refinados de acuerdo con los comentarios del usuario, el entorno o eventos inesperados.

Este enfoque flexible permite al equipo adaptar el ciclo de vida a las características del proyecto, el entorno y las expectativas de los interesados.

Los ocho dominios de desempeño representan áreas críticas de efectividad que deben ser gestionadas de manera integral para lograr los resultados del proyecto:

- Dominio de desempeño interesados: Involucra y gestiona activamente a quienes afectan o se ven afectados por el proyecto.

- Dominio de desempeño equipo: Enfocado en la formación, empoderamiento y desempeño del equipo.
- Dominio de desempeño enfoque de desarrollo y ciclo de vida: Selección del método de gestión y desarrollo más adecuado.
- Dominio de desempeño planificación: Establecimiento de acciones, estimaciones y recursos para alcanzar los objetivos.
- Dominio de desempeño trabajo del proyecto: Supervisión, entrega y control del trabajo requerido.
- Dominio de desempeño entregas: Gestión de los entregables del proyecto para asegurar valor.
- Dominio de desempeño medición: Evaluación del desempeño y generación de información para la toma de decisiones.
- Dominio de desempeño incertidumbre: Identificación y gestión de riesgos, oportunidades y ambigüedad.

Estos dominios permiten visualizar la gestión de proyectos como un sistema dinámico, donde la entrega de valor y la toma de decisiones se fundamentan en la interacción continua entre elementos técnicos, humanos y contextuales.

2.2.1 Principios de la dirección de proyectos

A continuación, se describen los principios que orientan la práctica de la dirección de proyectos, los cuales no son prescriptivos ni aplican directamente al proyecto, sino que guían el comportamiento y la toma de decisiones de las personas involucradas, en especial del director

del proyecto. Estos principios promueven una actuación ética, adaptativa y orientada a resultados, fortaleciendo la gobernanza y facilitando la entrega de valor.

La Guía del PMBOK destaca que la administración de proyectos implica “integridad, cuidado, confiabilidad y cumplimiento” (Project Management Institute, 2021, p.24), valores que sustentan las buenas prácticas y se reflejan en los principios que guían el actuar profesional en distintos contextos organizacionales.

A continuación, se presentan los doce principios según la Guía del PMBOK (Project Management Institute, 2021), adaptados para ilustrar su aplicación en el PFG:

1. Ser un administrador diligente, respetuoso y cuidadoso.

Finalidad: Promover una conducta ética y profesional en todos los aspectos del proyecto.

Implementación en el proyecto: El director del proyecto lidera con integridad y responsabilidad, asegurando una planificación rigurosa y el cumplimiento de los compromisos adquiridos. El equipo sigue estas pautas con disciplina, respeto mutuo y enfoque en resultados sostenibles.

2. Crear un entorno colaborativo del equipo del proyecto.

Finalidad: Fomentar una cultura de apoyo, confianza y trabajo en equipo.

Implementación en el proyecto: Se establecen espacios para la comunicación abierta y toma de decisiones conjunta. El director promueve la participación y el respeto por las ideas, mientras el equipo coopera desde sus respectivas competencias para lograr los objetivos comunes.

3. Involucrarse eficazmente con los interesados.

Finalidad: Establecer relaciones sólidas con las partes interesadas para alinear sus expectativas y necesidades con los objetivos del proyecto.

Implementación en el proyecto: Se desarrolla un plan de gestión de interesados que permite una comunicación bidireccional continua. El director lidera este proceso, y el equipo mantiene contacto constante y transparente con las partes clave, adaptando acciones según su retroalimentación.

4. Reconocer, evaluar y responder a las interacciones del sistema.

Finalidad: Comprender que el proyecto se ejecuta dentro de un sistema más amplio con múltiples interacciones e influencias.

Implementación en el proyecto: El director y el equipo evalúan cómo las decisiones del proyecto impactan el entorno organizacional, ambiental, social y técnico. Se ajustan estrategias para responder de forma adecuada a estas condiciones sistémicas.

5. Demostrar comportamientos de liderazgo.

Finalidad: Influir positivamente al equipo y otras personas mediante la conducta ejemplar.

Implementación en el proyecto: El director ejerce un liderazgo inspirador, empático y con visión, orientando al equipo hacia el logro de metas comunes. El equipo responde con compromiso, iniciativa y alineación con los valores del proyecto.

6. Adaptar en función del contexto.

Finalidad: Ajustar el enfoque de dirección de proyectos a las particularidades del entorno y del proyecto.

Implementación en el proyecto: Se opta por un enfoque principalmente predictivo, adecuado al contexto institucional. El director y su equipo adaptan herramientas, procesos y decisiones considerando los recursos, actores y condiciones presentes.

7. Incorporar la calidad en los procesos y los entregables.

Finalidad: Asegurar que tanto los procesos como los productos del proyecto cumplan con los estándares y requisitos establecidos.

Implementación en el proyecto: El director establece mecanismos de control de calidad y mejora continua. El equipo documenta, revisa y verifica sus entregables en cada etapa, garantizando resultados útiles y sostenibles.

8. Navegar en la complejidad.

Finalidad: Entender y gestionar los elementos interrelacionados que influyen en el proyecto.

Implementación en el proyecto: El director identifica factores técnicos, sociales y organizativos que interactúan en el proyecto. El equipo contribuye analizando relaciones causa-efecto y proponiendo soluciones integradas para reducir incertidumbre y conflictos.

9. Optimizar las respuestas a los riesgos.

Finalidad: Anticipar, identificar y responder de forma eficaz a los riesgos que pueden afectar el proyecto.

Implementación en el proyecto: Se diseña un plan de gestión de riesgos con medidas de prevención, mitigación y respuesta. El director promueve una actitud proactiva y el equipo participa activamente en el monitoreo y control de amenazas u oportunidades.

10. Adoptar la adaptabilidad y la resiliencia.

Finalidad: Fortalecer la capacidad de adaptarse al cambio y recuperarse ante desafíos.

Implementación en el proyecto: Ante eventos imprevistos, el director reevalúa estrategias sin perder la visión global del proyecto. El equipo se reorganiza con agilidad, buscando nuevas formas de avanzar sin comprometer los objetivos.

11. Permitir el cambio para lograr el estado futuro previsto.

Finalidad: Gestionar el cambio como un medio para alcanzar los resultados esperados.

Implementación en el proyecto: El director identifica necesidades de cambio y evalúa su impacto. Junto con el equipo, se implementan acciones que permitan ajustarse a nuevas condiciones sin desviarse del propósito central del proyecto.

12. Entregar valor continuamente.

Finalidad: Maximizar la entrega de beneficios significativos a las partes interesadas durante todo el ciclo del proyecto.

Implementación en el proyecto: El director del proyecto guía todas las decisiones hacia la generación de valor sostenible. El equipo enfoca sus esfuerzos en asegurar que cada entregable contribuya efectivamente a satisfacer las necesidades reales de los beneficiarios.

El cumplimiento de estos doce principios permite que tanto el director como su equipo mantengan un desempeño alineado con los estándares éticos y profesionales esperados en la disciplina de la dirección de proyectos. En el desarrollo del PFG, estos principios se convierten en herramientas esenciales para gestionar adecuadamente la complejidad del entorno, satisfacer a las partes interesadas, cumplir los objetivos estratégicos y generar valor sostenible.

2.2.2 Dominios de desempeño del proyecto

Según la Guía *PMBOK*, los dominios de desempeño del proyecto son “áreas de énfasis interactivas, interrelacionadas e interdependientes que funcionan al unísono para conseguir los resultados deseados del proyecto” (Project Management Institute, 2021, p.7). Se entiende, por tanto, que un dominio de desempeño es un conjunto de actividades relacionadas entre sí, esenciales para lograr una entrega efectiva de los resultados del proyecto. Estas actividades varían según el contexto del proyecto, el equipo, los interesados, la organización y los entregables.

En el contexto del proyecto, los ocho dominios actúan como una guía estructural que orienta la gestión integral del proyecto. A continuación, se detallan cada uno de los dominios, su finalidad y su aplicación en el desarrollo del proyecto:

1. Dominio de desempeño de los interesados: Este dominio gestiona la relación con las personas o grupos que afectan o son afectados por el proyecto. En el proyecto, se identificará, clasificará y gestionarán a los interesados para asegurar su involucramiento oportuno, lograr su apoyo y mitigar resistencias que puedan afectar el desarrollo y la aceptación del proyecto.
2. Dominio de desempeño del equipo: Se enfoca en la gestión del equipo que ejecuta el proyecto. En el proyecto, se promovió la colaboración, el liderazgo compartido y el

fortalecimiento de las capacidades del equipo mediante una asignación clara de roles y comunicación continua, lo que facilitó un desempeño cohesionado y orientado a resultados.

3. Dominio de desempeño del enfoque de desarrollo y del ciclo de vida: Establece el marco de trabajo adecuado para el tipo de proyecto. En este caso, el PFG adoptó un enfoque predictivo.
4. Dominio de desempeño de la planificación: Abarca las actividades necesarias para organizar y coordinar el trabajo del proyecto. En el proyecto, se desarrolló un plan integral que considera el alcance, los cronogramas, los recursos y la gestión de riesgos, asegurando una ejecución ordenada y adaptativa ante imprevistos.
5. Dominio de desempeño del trabajo del proyecto: Se refiere a la implementación efectiva de los procesos operativos. En el planeamiento, se establecieron procesos claros para la gestión de recursos, control de calidad y documentación, lo que asegurará un flujo de trabajo eficiente y un entorno favorable para el aprendizaje y la mejora continua.
6. Dominio de desempeño de la entrega: Asegura que el proyecto cumpla con su propósito entregando los resultados esperados. En este caso, el planeamiento orientó todas sus actividades hacia la generación de entregables de valor, alineados con las expectativas de los interesados y con la estrategia institucional.
7. Dominio de desempeño de la medición: Evalúa el desempeño y facilita la toma de decisiones informadas. Se implementaron métricas, indicadores de avance y herramientas de seguimiento que permitieron verificar si los objetivos del proyecto se estaban cumpliendo y ajustar acciones cuando fue necesario.

8. Dominio de desempeño de la incertidumbre: Gestiona los riesgos y variables no previstas. El proyecto, incluyó una planificación proactiva de riesgos y establecimiento de reservas de cronograma y costos, lo que contribuye a minimizar impactos negativos y aumentar la resiliencia del proyecto.

Contemplando el detalle descrito de los dominios en el desarrollo del proyecto, se determina la integración de cada uno de estos, como insumo para alcances, costes y tiempo de acuerdo con la gestión de planificación para brindar los entregables de manera exitosa.

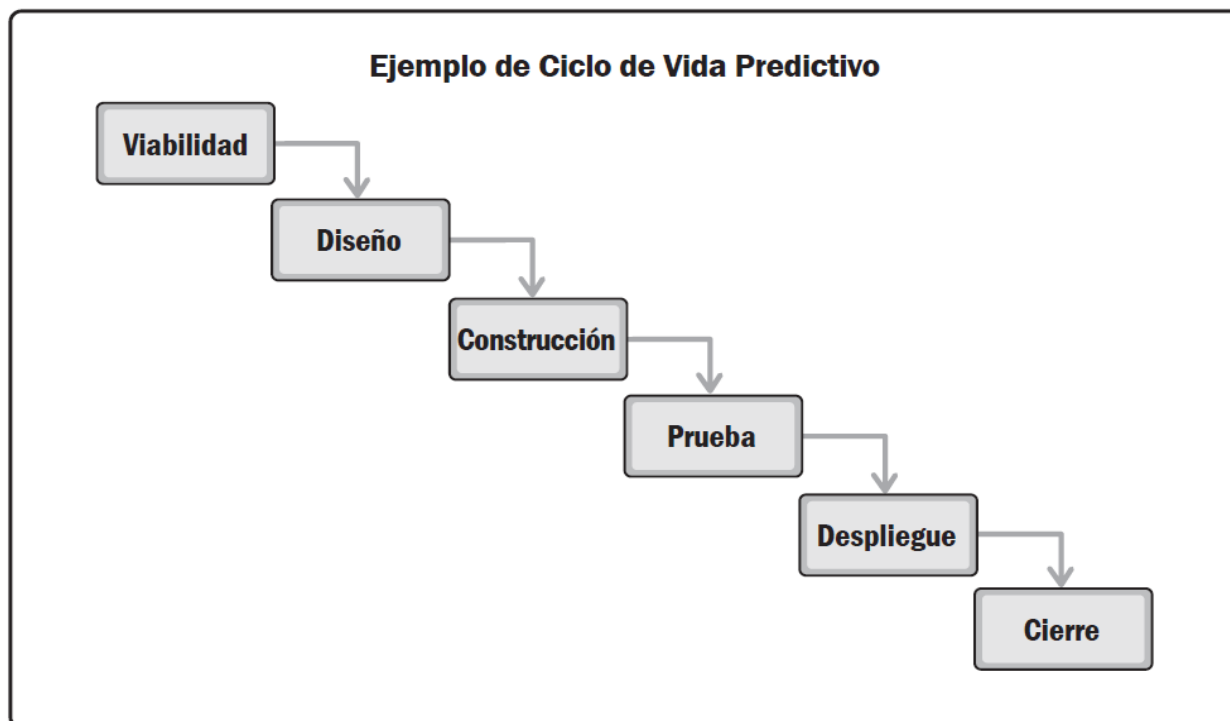
2.2.3 Enfoques de desarrollo y ciclo de vida de los proyectos.

La Guía del PMBOK reconoce que los proyectos pueden gestionarse mediante distintos enfoques de desarrollo: predictivo, adaptativo (ágil) e híbrido, dependiendo del contexto, la naturaleza del proyecto y las necesidades de los interesados (Project Management Institute, 2021).

El enfoque predictivo se basa en una planificación detallada desde el inicio y donde las fases del proyecto se ejecutan de forma secuencial, con un alcance, cronograma y presupuesto definidos desde el principio. Este enfoque es ideal cuando los requisitos son claros y estables.

Figura 2

Ciclo de vida de un proyecto según el enfoque predictivo

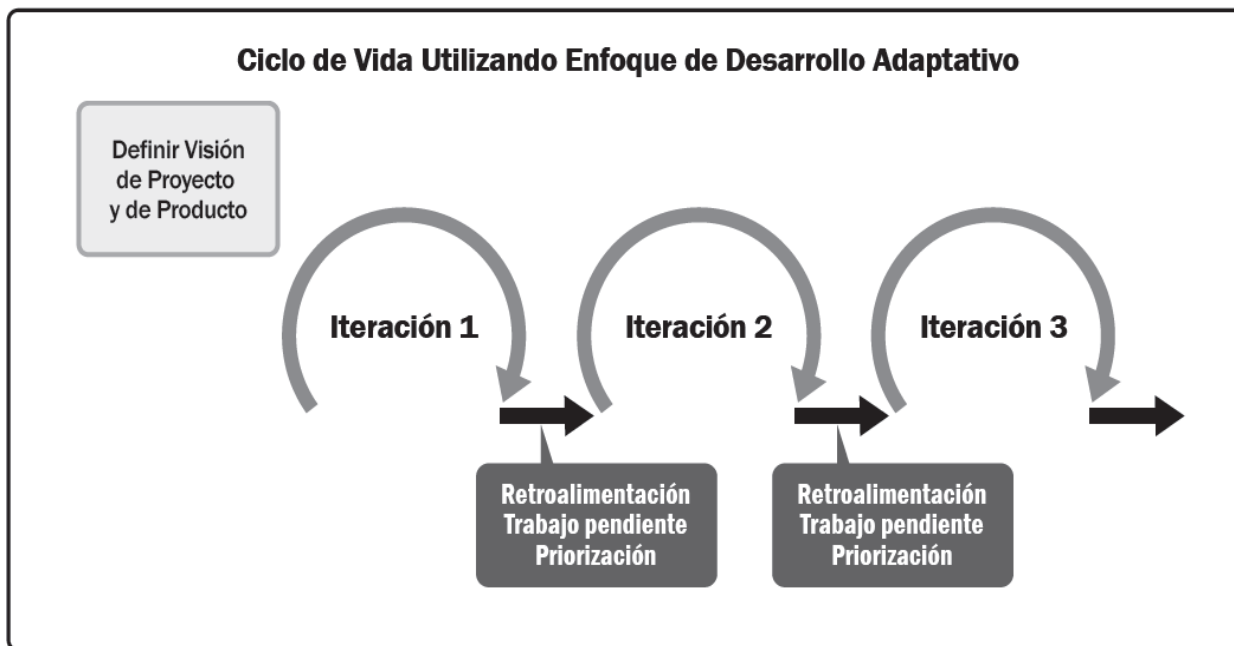


Nota: El diagrama ilustra un Ciclo de Vida Predictivo, comúnmente conocido como modelo de cascada. En este enfoque, las fases del proyecto se desarrollan de manera secuencial y ordenada. Reproducido de Guía del PMBOK® – Séptima edición: Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, por Project Management Institute, 2021, Project Management Institute. Copyright 2021.

En el enfoque adaptativo los proyectos no tienen una planificación detallada, sino que tiene una cierta cantidad de planificación al inicio de cada iteración, lo que permite la adaptación en el momento y busca entregar valor de forma continua. Es útil en entornos cambiantes, donde los requisitos evolucionan con el tiempo. Según Serrador & Pinto, (2015), este enfoque mejora la satisfacción del cliente y la calidad del producto en proyectos con alta incertidumbre.

Figura 3

Ciclo de vida de un proyecto según el enfoque de desarrollo adaptativo



Nota: El diagrama representa el Ciclo de Vida de Desarrollo Adaptativo, un enfoque iterativo y flexible para la gestión de proyectos, como los usados en metodologías ágiles. Reproducido de Guía del PMBOK® – Séptima edición: Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, por Project Management Institute, 2021, Project Management Institute. Copyright 2021.

Mientras que el enfoque híbrido combina elementos de los enfoques predictivo y adaptativo. Se utiliza cuando algunas partes del proyecto requieren planificación detallada, mientras que otras se benefician de la flexibilidad del enfoque ágil. Kerzner, (2017) destaca que este enfoque permite adaptar la gestión a la complejidad y el riesgo de cada componente del proyecto.

Figura 4

Procesos de la metodología híbrida de dirección de proyectos para el sector construcción



Nota: El diagrama ilustra una Metodología Híbrida de Dirección de Proyectos, que combina elementos de enfoques predictivos (cascada) y adaptativos (ágiles). Adaptado de Norma ISO 21500:2012 y Guía práctica de ágil, por Y. Frangakis. Copyright por los respectivos autores.

Tomando en cuenta la información descrita para cada tipo de proyecto, se considera que, en la implementación de los proyectos de la UNA, se emplean los proyectos de tipo predictivo, ya que existe previamente (1 año antes) la formulación en las que se incluyen los objetivos, indicadores de cumplimiento, las actividades, duración y el costo para estimar los recursos que van a requerir para ejecutar dicho proyecto.

La Guía del PMBOK enfatiza la importancia de adaptar el enfoque de desarrollo según el tipo de proyecto, el entorno organizacional y las expectativas de los interesados. (Project Management Institute, 2021). Algunos criterios clave para tomar esta decisión incluyen:

- Claridad de los requisitos: Si están bien definidos desde el inicio, se prefiere un enfoque predictivo.
- Nivel de incertidumbre: Si es alto, se recomienda un enfoque adaptativo.
- Entorno organizacional: Estructuras rígidas favorecen enfoques tradicionales.
- Participación del cliente: Si es continua, se adapta mejor un enfoque ágil.
- Complejidad técnica: Puede requerir un enfoque híbrido para gestionar distintas áreas del proyecto.

En el caso del proyecto a desarrollar por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), se considera que el enfoque más adecuado es el predictivo. Esta decisión se fundamenta en que existe una formulación previa del proyecto con al menos un año de anticipación, donde se definen objetivos y costos ya que la ejecución del proyecto depende del presupuesto operativo anual, lo que exige una planificación detallada y aprobada institucionalmente. Asimismo, se considera que al ser una institución estatal, los proyectos deben cumplir con normativas presupuestarias y de control que limitan la flexibilidad en la ejecución. Por tanto, el proyecto se alinea con un enfoque predictivo, donde se prioriza la planificación, el seguimiento y el control, tal como lo establece Project Management Institute, (2021).

2.2.4 Administración, dirección o gerencia de proyectos

La administración, dirección o gerencia de proyectos ha pasado de ser una disciplina centrada en la planificación y control, a una práctica estratégica orientada a la entrega de valor. Esta transformación ha sido impulsada por la necesidad de adaptarse a entornos cada vez más complejos, dinámicos y orientados a la generación de valor.

La gerencia de proyectos se define como “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con sus requisitos y generar valor” (Project Management Institute, 2021, p.241). Esta definición no solo enfatiza el

cumplimiento de requisitos, sino también la entrega de valor como eje central del propósito del proyecto.

En la Guía del PMBOK, la administración de proyectos se enfoca en generar valor mediante la aplicación de doce principios y ocho dominios de desempeño, lo que permite adaptar la gestión a distintos contextos y enfoques ya sean predictivos, hídricos o adaptativos (Project Management Institute, 2021). Dichos principios ofrecen guías generales que permiten al gerente de proyectos actuar con mayor criterio profesional, mientras que los dominios agrupan áreas de enfoque que deben gestionarse para lograr los resultados deseados (Project Management Institute, 2021). Este enfoque orientado a principios proporciona flexibilidad, adaptabilidad y un fuerte énfasis en la entrega de valor, reconociendo que no todos los proyectos ni todos los contextos se pueden gestionar con el mismo conjunto de procesos rígidos.

Por su parte, Kerzner (2017) plantea que la gerencia de proyectos consiste en aplicar un enfoque estructurado que permite coordinar y gestionar los recursos disponibles con el objetivo de alcanzar metas concretas, dentro de los límites establecidos de tiempo y presupuesto. Este autor enfatiza el carácter estructurado de la gerencia de proyectos y la importancia de integrar diferentes funciones del proyecto como lo son el alcance, tiempo, costo, calidad y recursos— para alcanzar resultados exitosos. El enfoque de Kerzner es eminentemente sistémico, pues considera al proyecto como un sistema en el que todas sus partes están interrelacionadas y deben funcionar de manera armónica. La clave de su aporte está en la planificación rigurosa, el control de los procesos y la integración funcional, lo cual permite minimizar riesgos, optimizar recursos y garantizar la calidad de los entregables.

Aunque este enfoque es más tradicional, sigue siendo altamente relevante, especialmente en proyectos donde los requerimientos son estables y el entorno es relativamente predecible. Sin embargo, en contextos volátiles y cambiantes, la necesidad de

flexibilidad obliga a los gerentes de proyectos a complementar estos métodos con estrategias más ágiles y centradas en las personas.

Por su parte, Rodney Turner amplía la visión técnica de la gerencia de proyectos al incorporar elementos de liderazgo, gestión del cambio y relaciones humanas. Según este autor, la gerencia de proyectos no puede entenderse únicamente desde una perspectiva técnica, sino que debe incluir la capacidad del gerente de liderar equipos, tomar decisiones estratégicas y adaptarse a un entorno cambiante. Para Turner, el gerente de proyectos es ante todo un líder que guía al equipo hacia la generación de valor sostenible, a través del empoderamiento, la comunicación efectiva y la toma de decisiones basada en el contexto (Turner, 2014) . Esta visión destaca la importancia de la inteligencia emocional, el pensamiento estratégico y el liderazgo transformacional en el éxito de los proyectos.

El enfoque de Turner es especialmente útil en proyectos complejos o innovadores, donde el camino no está claramente definido desde el inicio y donde los factores humanos y sociales son determinantes para el éxito.

Los tres enfoques presentados son complementarios. Mientras que el PMI proporciona un marco de trabajo flexible que se adapta a distintos contextos, Kerzner ofrece las bases técnicas y metodológicas para una ejecución controlada y eficiente y Turner, por su parte, introduce el componente humano y estratégico necesario para liderar proyectos en entornos de alta incertidumbre.

A través de este análisis, se puede identificar una evolución progresiva en la gerencia de proyectos que va desde una lógica técnica (control y planificación), pasando por una visión sistémica (integración de procesos), hasta llegar a una dimensión estratégica y adaptativa (liderazgo, relaciones humanas y valor). Este desarrollo responde a las transformaciones en el entorno empresarial y social, caracterizado por la digitalización, la globalización, los cambios regulatorios, la presión por la sostenibilidad y la demanda de una mayor satisfacción del cliente.

Como resultado, la gerencia de proyectos ha dejado de ser una disciplina técnica limitada a cumplir cronogramas y presupuestos, para convertirse en una práctica estratégica orientada al logro de beneficios sostenibles y al posicionamiento competitivo de las organizaciones.

2.2.5 Grupos de procesos de la dirección de proyectos

En la dirección de proyectos, un proceso se entiende como un conjunto de acciones estructuradas, interrelacionadas y coordinadas que se ejecutan con el fin de transformar entradas en resultados específicos (Project Management Institute, 2021). Estos procesos son fundamentales porque proporcionan una metodología clara y repetible para llevar a cabo las tareas necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto, permitiendo una mejor planificación, monitoreo, control y cierre del mismo. La correcta aplicación de los procesos ayuda a garantizar que se cumplan los requisitos del proyecto, se entreguen productos de calidad y se generen beneficios sostenibles para los interesados.

Los procesos en la gestión de proyectos están diseñados para estructurar el trabajo a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Permiten definir qué debe hacerse, cuándo, cómo y con qué recursos, facilitando así la toma de decisiones, el control del desempeño y la gestión de los riesgos. Además, al organizar las actividades en grupos de procesos, los equipos de proyecto pueden mantener una visión integral y secuencial de la ejecución, asegurando una transición fluida entre etapas.

A continuación, se presenta la que ilustra los cinco grupos de procesos y procesos de la dirección de proyectos.

Figura 5

Grupos de procesos y procesos de la dirección de proyectos

Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto 4.2 Identificar a los Interesados	5.1 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto 5.2 Planificar la Gestión del Alcance 5.3 Recopilar Requisitos 5.4 Definir el Alcance 5.5 Crear la EDT/WBS 5.6 Planificar la Gestión del Cronograma 5.7 Definir las Actividades 5.8 Secuenciar las Actividades 5.9 Estimar la Duración de las Actividades 5.10 Desarrollar el Cronograma 5.11 Planificar la Gestión de los Costos 5.12 Estimar los Costos 5.13 Determinar el Presupuesto 5.14 Planificar la Gestión de la Calidad 5.15 Planificar la Gestión de Recursos 5.16 Estimar los Recursos de las Actividades 5.17 Planificar la Gestión de las Comunicaciones 5.18 Planificar la Gestión de los Riesgos 5.19 Identificar los Riesgos 5.20 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 5.21 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 5.22 Planificar la Respuesta a los Riesgos 5.23 Planificar la Gestión de las Adquisiciones 5.24 Planificar el Involucramiento de los Interesados	6.1 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 6.2 Gestionar el Conocimiento del Proyecto 6.3 Gestionar la Calidad 6.4 Adquirir Recursos 6.5 Desarrollar el Equipo 6.6 Dirigir al Equipo 6.7 Gestionar las Comunicaciones 6.8 Implementar la Respuesta a los Riesgos 6.9 Efectuar las Adquisiciones 6.10 Gestionar la Participación de los Interesados	7.1 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 7.2 Realizar el Control Integrado de Cambios 7.3 Validar el Alcance 7.4 Controlar el Alcance 7.5 Controlar el Cronograma 7.6 Controlar los Costos 7.7 Controlar la Calidad 7.8 Controlar los Recursos 7.9 Monitorear las Comunicaciones 7.10 Monitorear los Riesgos 7.11 Controlar las Adquisiciones 7.12 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	8.1 Cerrar el Proyecto o Fase

Nota: El diagrama muestra los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos, un marco fundamental en la gestión de proyectos. Reproducido de Guía práctica de los grupos de procesos para la dirección de proyectos, por Project Management Institute, 2023, Project Management Institute. Copyright 2023.

Los grupos de procesos son una herramienta útil para guiar la gestión estructurada en un proyecto. Por ejemplo, para el proyecto propuesto, en el grupo de inicio, se elabora el acta de constitución que formaliza el compromiso institucional con el proyecto y establece claramente los objetivos estratégicos alineados con las metas de sostenibilidad hídrica. En la planificación, se definen aspectos críticos como el tipo de medidores a instalar, el cronograma de intervenciones en las fuentes hídricas y la asignación de recursos técnicos. Durante la ejecución, se coordinan los equipos técnicos que realizan las instalaciones y se gestionan contrataciones y adquisiciones. En monitoreo y control, se evalúa el avance físico y financiero, se gestionan riesgos como atrasos o problemas logísticos, y se realizan ajustes. Finalmente, en el cierre, se formaliza la entrega de resultados, se documentan lecciones aprendidas y se generan recomendaciones para futuras fases del proyecto.

Este enfoque permite que el proyecto no solo cumpla sus metas operativas, sino que también contribuya a la mejora continua de los procesos institucionales, impulsando una cultura de valor, transparencia y eficiencia.

La correcta aplicación de los grupos de proceso permite alinear los proyectos con los objetivos estratégicos de la organización, mejorar la capacidad de respuesta ante los cambios y entregar valor de forma sostenible.

2.2.6 Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos

En el entorno empresarial actual, caracterizado por una creciente complejidad y constantes cambios, las organizaciones enfrentan el desafío de implementar estrategias que les permitan generar y mantener una ventaja competitiva sostenible, así como una integración efectiva entre la estrategia empresarial y la dirección de proyectos, programas y portafolio.

Según Ruiz, (s.f), la estrategia empresarial puede entenderse como un proceso metodológico diseñado para adaptarse a las características específicas de cada negocio, cuyo objetivo es establecer un plan estratégico que sea realista, aplicable, preciso y flexible para alcanzar las metas planteadas. Esta perspectiva resalta la importancia de contar con una metodología ágil y adaptable que permita responder eficazmente a los cambios y retos del entorno organizacional.

De manera complementaria, Andrews (como se citó en Ruiz, s.f.) señala que la estrategia empresarial consiste en un conjunto coherente de decisiones que configuran y reflejan los objetivos, propósitos y la naturaleza del negocio que una empresa busca desarrollar. Así, se destaca que las decisiones estratégicas deben estar alineadas con la identidad y las aspiraciones a largo plazo de la organización.

En este sentido, contar con un plan estratégico bien definido es crucial para el desarrollo organizacional, ya que permite gestionar de forma estructurada los portafolios, programas y proyectos. De acuerdo con el Project Management Institute, estos elementos se definen de la siguiente manera:

1. Portafolio: Se refiere a “proyectos, programas, portafolios secundarios y operaciones gestionadas como un grupo con el ánimo de lograr los objetivos estratégicos” (Project Management Institute, 2021,p.250). Su importancia radica en brindar flexibilidad de acción, apoyo a la toma de decisiones, ajustes estratégicos y planificación adecuada, favoreciendo una alineación eficaz entre la estrategia organizacional y las iniciativas de proyecto.
2. Programas: Son definidos como “Proyectos, programas secundarios y actividades de programas relacionados cuya gestión se realiza de manera coordinada para

obtener beneficios que no se obtendrían si se gestionaran en forma individual” (Project Management Institute, 2021, p.251). Los programas permiten coordinar esfuerzos, optimizar recursos y asegurar el progreso integrado de múltiples proyectos estratégicos.

3. **Proyectos:** Se definen como “Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica un principio y un final para el trabajo del proyecto o una fase del trabajo del proyecto. Los proyectos pueden ser independientes o formar parte de un programa o portafolio” (Project Management Institute, 2021, p.4), por lo que representan la unidad básica mediante la cual se implementan las estrategias y se concretan los cambios organizacionales.

En el caso del presente PFG, se aborda como un proyecto individual, ya que responde a un esfuerzo temporal orientado a desarrollar un conjunto único de entregables que permitan estructurar y formalizar la gestión de un proyecto específico dentro de la institución. Este proyecto se enmarca claramente dentro de la definición de proyecto que ofrece el *Project Management Institute*, al tratarse de una iniciativa con objetivos definidos, un alcance determinado, recursos asignados y una temporalidad establecida.

2.3 Estado de la cuestión y otra teoría propia del tema de interés

En este apartado se comparten ideas y conceptos clave que permiten comprender mejor la problemática que aborda el proyecto. También se explica cómo está la situación actualmente, se mencionan estudios relacionados y se aclaran términos importantes. Todo esto sirve para dar más claridad al enfoque del proyecto, respaldar la metodología elegida y aportar a la mejora de los resultados.

2.3.1 Situación actual del problema u oportunidad en estudio (estado de la cuestión)

La macromedición en los sistemas de abastecimiento de agua potable constituye un elemento clave para garantizar una gestión eficiente y sostenible del recurso hídrico. En Costa Rica, este aspecto ha sido objeto de atención normativa por parte de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), la cual establece la obligatoriedad para los operadores de servicios públicos de acueducto y alcantarillado sanitario de implementar sistemas adecuados de medición, como parte del control operativo y la mejora continua del servicio. Estas disposiciones buscan asegurar tanto la calidad del servicio como el derecho fundamental al agua (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2021).

En 2020, ARESEP reforzó su enfoque regulatorio mediante la publicación de la Política Regulatoria sobre el Acceso al Agua Potable y Saneamiento, que establece como prioridad la mejora en la eficiencia operativa y la transparencia en la gestión del recurso hídrico. Esta política reconoce la importancia de la macromedición como herramienta clave para reducir el agua no contabilizada (ANC) y mejorar la planificación estratégica del sector. (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2020).

En línea con estas disposiciones, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), principal operador estatal de los sistemas de agua potable en su Plan Estratégico Institucional 2025–2029, se establece como prioridad el fortalecimiento de la gestión del recurso hídrico mediante la implementación de tecnologías de medición avanzadas, con el propósito de mejorar la eficiencia operativa, garantizar el cumplimiento normativo y asegurar la sostenibilidad del servicio (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025),

Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, en sistemas periféricos del AyA se presenta una cobertura de macromedición limitada. Según el Informe de Fin de Gestión de la Subgerencia de Sistemas Periférico (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). Esta situación dificulta el monitoreo preciso del volumen de agua producido y distribuido, lo cual limita la capacidad institucional para identificar pérdidas, controlar eficientemente el servicio y cumplir con los requisitos de eficiencia establecidos por ARESEP.

Diversos documentos técnicos han abordado esta problemática y planteado acciones correctivas. Por ejemplo, La Guía Básica para la Reducción del Agua No Contabilizada, elaborada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en conjunto con el AyA, destaca la necesidad de contar con una red de medición precisa que permita reducir pérdidas y mejorar la eficiencia del sistema (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). Asimismo, el Plan de Inversiones en Agua Potable 2021–2025 contempla proyectos destinados a la mejora de la infraestructura de macromedición en los sistemas de abastecimiento, como parte de un esfuerzo por elevar la cobertura y cumplir con los estándares regulatorios (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021).

Si bien se han reportado avances en algunas regiones, como la Región Central, donde la instalación de nuevos equipos y la actualización de infraestructura han contribuido a mejorar la cobertura de macromedición (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2023), en los sistemas periféricos persisten desafíos importantes. Entre estos se encuentran restricciones presupuestarias, limitaciones técnicas y la escasez de personal capacitado para implementar y dar mantenimiento a los sistemas de medición. Estos factores han dificultado la replicación de los resultados positivos observados en otras regiones y evidencian la necesidad urgente de una estrategia focalizada.

A pesar de las limitaciones, el AyA ha llevado a cabo proyectos piloto de macromedición en sistemas como el de Alajuelita y Bagaces, los cuales han permitido identificar buenas prácticas y desafíos técnicos, como la selección adecuada de puntos de medición, la calibración de equipos y la integración de datos en sistemas de información geográfica (SIG). Estos proyectos han demostrado que, cuando se implementa correctamente, la macromedición puede reducir significativamente el volumen de agua no contabilizada y mejorar la eficiencia energética y operativa del sistema. (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2023).

Ante este panorama, la implementación de un plan de gestión para incrementar la cobertura de macromedición representa una oportunidad estratégica para el AyA. Este plan no solo permitiría cumplir con los requerimientos de ARESEP, incluyendo la obtención del Sello Regulatorio de Calidad, sino que también contribuiría al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 6, que promueve el acceso universal al agua potable y la gestión sostenible del recurso.

Además, la existencia de marcos normativos claros, como la Política Nacional de Agua Potable 2017–2030, y herramientas técnicas desarrolladas por el PNUD y el AyA, proporcionan una base sólida para la formulación e implementación de proyectos de macromedición. Estas herramientas incluyen metodologías para el análisis de brechas, la evaluación de factibilidad y la gestión de inversiones públicas en infraestructura hídrica (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2017).

La baja cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA representa una limitante significativa que compromete la eficiencia operativa, el cumplimiento normativo y la sostenibilidad del servicio de agua potable. A pesar de los lineamientos institucionales y las iniciativas en marcha, se requiere el diseño e implementación de un plan de gestión de

proyecto que permita incrementar la cobertura de macromedición, adaptándose a las condiciones particulares de estos sistemas. Esta medida resulta esencial para fortalecer la gestión del recurso hídrico y contribuir a una mejora integral de los servicios que presta la institución.

2.3.2 Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio

A continuación, se presenta un análisis de las principales investigaciones relacionadas con la macromedición en sistemas de abastecimiento de agua potable, Estas investigaciones han empleado distintas metodologías para analizar la cobertura, funcionamiento y efectividad de los sistemas de medición, proporcionando conclusiones y recomendaciones que resultan valiosas para el desarrollo del plan de gestión propuesto.

Uno de los estudios más relevantes a nivel nacional fue realizado por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados en 2021 evaluó la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos, revelando que esta era considerablemente inferior al 45%. Se utilizó una metodología cuantitativa, basada en la recopilación de datos de campo relacionados con la infraestructura de medición existente. Las conclusiones del estudio enfatizaron la urgencia de implementar estrategias adaptadas a las características particulares de cada sistema periférico, con el fin de aumentar la cobertura y mejorar la precisión de los datos (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). Esta metodología resulta aplicable al presente proyecto, ya que permite establecer un diagnóstico técnico y operativo confiable de las fuentes hídricas en zonas descentralizadas.

En complemento, la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) ha desarrollado normativas técnicas que definen los lineamientos para la instalación y operación de macromedidores, asegurando así la precisión de las lecturas. Aunque esta fuente normativa

no constituye una investigación empírica, representa un marco regulatorio clave. Su análisis normativo permite comprender los requerimientos técnicos y operativos para garantizar la calidad de la información recabada mediante los sistemas de macromedición (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2008).

En el ámbito rural, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) publicó en 2017 una guía básica orientada a asociaciones administradoras de sistemas de acueducto (ASADAS) y operadores locales. Esta guía propone una metodología práctica que incluye la capacitación comunitaria, el uso de hojas de cálculo para balances hídricos y la instalación de macromedidores en tanques de almacenamiento y puntos de entrada. El enfoque adoptado fue participativo y aplicado, basándose en experiencias de campo. Las conclusiones subrayan que la participación comunitaria, junto con el fortalecimiento institucional, son elementos determinantes para el éxito de los programas de macromedición, especialmente en zonas rurales (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2017).

Desde una perspectiva internacional, una investigación desarrollada en México por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) propuso una clasificación de los sistemas de abastecimiento de agua según la población atendida, estableciendo niveles diferenciados de macromedición. La metodología empleada combinó análisis técnico de variables operativas como el tipo de medidor, la frecuencia de recolección de datos y los métodos de transmisión de información. El estudio concluyó que una estandarización flexible, adaptada a las características de cada sistema, puede contribuir significativamente a la eficiencia en la gestión del recurso hídrico (Gasca Tolentino, 2010).

Adicionalmente, el documento conjunto del PNUD y el AyA titulado Guía para la medición y reducción del agua no contabilizada (2021), recoge experiencias prácticas de

implementación de macromedición. A través del estudio de casos, esta guía desarrolla herramientas metodológicas para identificar pérdidas aparentes y reales de agua, destacando el papel de la macromedición en la mejora de la sostenibilidad y eficiencia del servicio. Sus conclusiones indican que la instalación de macromedidores permite establecer líneas base que son fundamentales para la planificación de inversiones, monitoreo de indicadores y evaluación del desempeño de los sistemas (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). Esta metodología puede ser aplicada directamente en el presente proyecto, fortaleciendo el análisis de brechas y el diseño de intervenciones prioritarias.

Por último, el documento Experiencias del AyA en la gestión de inversiones públicas presenta una recopilación de casos de estudio sobre proyectos de infraestructura hídrica, incluyendo la implementación de macromedición. La metodología utilizada fue cualitativa, basada en el análisis de casos, la identificación de factores críticos de éxito, y la sistematización de lecciones aprendidas. Entre sus principales aportes se destaca la necesidad de incorporar la macromedición como componente transversal desde la formulación hasta la operación de los proyectos. También se evidenció que los proyectos más exitosos fueron aquellos alineados con los marcos estratégicos institucionales y con una planificación sólida (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados., 2021).

En conjunto, las investigaciones revisadas coinciden en resaltar la importancia de aumentar la cobertura y precisión de la macromedición como herramienta fundamental para una gestión eficiente del agua potable. Las metodologías utilizadas que abarcan desde enfoques cuantitativos y participativos hasta análisis normativos y estudios de caso ofrecen un marco referencial robusto para el presente trabajo. Además, las conclusiones permiten

identificar buenas prácticas y factores críticos que pueden ser considerados en la formulación del plan de gestión propuesto, cuyo objetivo es incrementar la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del AyA, con un enfoque adaptado a sus particularidades operativas y sociales.

2.3.3 Otra teoría relacionada con el tema en estudio

A continuación, se presentan teorías o buenas prácticas que vinculan la problemática actual con la investigación realizada, las cuales respaldan el desarrollo del plan de gestión orientado a incrementar la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Estas teorías y buenas prácticas proporcionan un marco conceptual y metodológico que fortalece y justifica la propuesta del presente proyecto, además de representar una oportunidad para mejorar la metodología aplicada y, en consecuencia, la calidad de los entregables del proyecto.

2.3.3.1 Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)

La Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) constituye un enfoque ampliamente reconocido a nivel internacional para abordar los desafíos relacionados con la administración del agua de manera sostenible, equitativa y eficiente.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el AyA, la GIRH se fundamenta en principios que reconocen al agua como un recurso finito y vulnerable, cuya gestión debe ser participativa, equitativa y basada en el valor económico y social del recurso. Estos principios han sido aplicados en proyectos como el de la Cuenca Binacional del Río Sixaola, donde se utilizaron herramientas como el Análisis Transfronterizo (AT) y el Programa de Acción Estratégica (PAE) para mejorar la gobernanza del agua y fortalecer las capacidades

locales (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados., 2021).

La relación entre la GIRH y el proyecto de macromedición es directa y profunda. En primer lugar, la GIRH promueve la coordinación institucional entre diferentes niveles de gobierno y actores sociales, lo cual es esencial para el éxito de un proyecto que involucra múltiples sistemas periféricos, comunidades locales, entes reguladores como ARESEP y operadores técnicos. Esta coordinación permite definir responsabilidades claras, compartir datos y establecer mecanismos de seguimiento conjunto. En segundo lugar, la GIRH enfatiza la toma de decisiones basada en evidencia, lo cual se alinea perfectamente con el objetivo del proyecto de instalar macromedidores que permitan obtener datos confiables sobre caudales, pérdidas y eficiencia operativa. Estos datos son fundamentales para planificar inversiones, justificar ajustes tarifarios y mejorar la sostenibilidad financiera del AyA.

Otro aspecto clave de la GIRH es la participación ciudadana. La experiencia del PNUD en la Cuenca del Sixaola demostró que involucrar a las comunidades en la gestión del agua no solo mejora la sostenibilidad de los proyectos, sino que también fortalece la gobernanza local. Además, la GIRH promueve la gestión adaptativa del recurso hídrico, es decir, la capacidad de ajustar las estrategias de gestión ante condiciones cambiantes como el cambio climático o la variabilidad en la demanda. La macromedición, al generar datos en tiempo real, permite al AyA responder de manera ágil y eficiente a estos cambios, optimizando el uso del recurso y reduciendo pérdidas.

Desde una perspectiva financiera y ambiental, la GIRH también aporta un marco valioso. Al reducir el agua no contabilizada y mejorar la eficiencia operativa, la macromedición contribuye a la sostenibilidad financiera del AyA, permitiendo una mejor planificación de inversiones y una mayor capacidad para proteger las fuentes hídricas. Esto se traduce en

beneficios tanto para la institución como para las comunidades que dependen de estos sistemas. Asimismo, la GIRH ha generado una serie de buenas prácticas que pueden ser aplicadas al presente proyecto, como la zonificación hidrológica para definir áreas de medición y control, el monitoreo participativo con apoyo comunitario, la gestión de datos integrada mediante plataformas digitales y la evaluación de desempeño a través de indicadores específicos.

La Gestión Integrada de Recursos Hídricos ofrece un marco conceptual y operativo robusto que complementa las buenas prácticas de gestión de proyectos propuestas por el Project Management Institute (PMI) y fortalece la capacidad institucional del AyA para enfrentar los desafíos del sector hídrico. Su enfoque participativo, basado en evidencia y orientado a la sostenibilidad, no solo mejora la viabilidad técnica y financiera del proyecto de macromedición, sino que también asegura su alineación con las políticas nacionales e internacionales de desarrollo sostenible. Razones por las cuales se considera que es aplicable al proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

2.3.3.2 Gestión Inteligente del Agua

La Gestión Inteligente del Agua se ha convertido en una estrategia clave para enfrentar los desafíos actuales en la administración del recurso hídrico, especialmente en contextos donde la eficiencia operativa, la sostenibilidad ambiental y la transparencia institucional son prioritarias. Este enfoque combina tecnologías digitales, sistemas de monitoreo en tiempo real, análisis de datos y participación comunitaria para optimizar el uso y la distribución del agua. En Costa Rica, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) ha comenzado a implementar este modelo a través de iniciativas como el Proyecto de Reducción de Agua No Contabilizada y Eficiencia Energética, que contempla más de 260 acciones orientadas a

mejorar la eficiencia operativa y reducir pérdidas de agua mediante el uso de tecnologías avanzadas y sistemas de control automatizados (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2024).

La relación entre la Gestión Inteligente del Agua y el proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA es directa y estratégica. La macromedición, entendida como la medición del caudal de agua en puntos clave del sistema de abastecimiento, constituye uno de los pilares fundamentales de la gestión inteligente, ya que permite generar datos precisos sobre la producción, distribución y consumo del recurso. Estos datos, cuando se integran en plataformas digitales de análisis, permiten identificar patrones de consumo, detectar fugas, evaluar el desempeño de los sistemas y tomar decisiones informadas en tiempo real. En este sentido, la instalación de macromedidores no solo responde a una necesidad técnica o regulatoria, sino que se convierte en una herramienta clave para la transformación digital del sector hídrico.

Uno de los elementos centrales de la gestión inteligente es la capacidad de integrar múltiples fuentes de información en sistemas de monitoreo y control. En el caso del AyA, esto implica conectar los datos provenientes de los macromedidores con sistemas de información geográfica (SIG), plataformas de gestión operativa y tableros de control que permitan visualizar el estado del sistema en tiempo real. Esta integración facilita la toma de decisiones basada en evidencia, reduce los tiempos de respuesta ante incidentes y mejora la planificación de inversiones. Además, permite establecer indicadores de desempeño que pueden ser monitoreados de forma continua, lo cual es fundamental para cumplir con los estándares de calidad exigidos por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) y para justificar ajustes tarifarios ante dicho ente regulador (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2024).

Otro aspecto relevante de la gestión inteligente es su contribución a la sostenibilidad ambiental. Al reducir el agua no contabilizada, se disminuye la presión sobre las fuentes hídricas, se optimiza el uso de energía en los procesos de bombeo y tratamiento, y se mejora la huella hídrica de los sistemas de abastecimiento. Esto es especialmente importante en un país como Costa Rica, que ha asumido compromisos internacionales en materia de cambio climático y sostenibilidad. La gestión inteligente del agua, al permitir una administración más eficiente y transparente del recurso, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 6, que promueve el acceso universal al agua potable y la gestión sostenible del recurso.

En definitiva, la Gestión Inteligente del Agua se presenta como una herramienta clave que aporta tanto una base conceptual como soluciones prácticas al proyecto de ampliación de la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA. Al integrar tecnologías, análisis de datos y participación activa de los actores involucrados, este enfoque transforma la manera en que se gestiona el recurso hídrico. No solo permite mejorar la eficiencia operativa y reducir pérdidas, sino que también fortalece la sostenibilidad ambiental y promueve una gestión más transparente y responsable. Incluir esta perspectiva en el diseño y ejecución del plan de gestión no solo lo hace más sólido desde el punto de vista técnico y financiero, sino que también garantiza que esté alineado con las metas de desarrollo sostenible que el país ha asumido a nivel nacional e internacional.

2.3.3.3 Teoría del valor público

La teoría del valor público, desarrollada por Mark Moore en la década de 1990, plantea que el propósito fundamental de las organizaciones públicas no es simplemente ejecutar políticas o prestar servicios, sino generar valor para la ciudadanía. Este valor se construye a partir de la legitimidad democrática, la eficiencia operativa y la capacidad institucional para

responder a las necesidades sociales. En este sentido, el valor público no se limita a resultados cuantificables, sino que también incluye aspectos como la confianza en las instituciones, la equidad en el acceso a los servicios y la sostenibilidad de las decisiones públicas (Moore, 1995). Esta perspectiva resulta especialmente relevante para el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), cuya misión no solo es garantizar el acceso al agua potable, sino también hacerlo de manera eficiente, transparente y sostenible.

Aplicar la teoría del valor público al proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA implica reconocer que la instalación de macromedidores no es un fin en sí mismo, sino un medio para mejorar la calidad del servicio, optimizar el uso del recurso hídrico y fortalecer la rendición de cuentas ante la ciudadanía. La macromedición permite generar datos confiables sobre la producción y distribución del agua, lo cual es esencial para identificar pérdidas, planificar inversiones y justificar decisiones tarifarias ante la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). En este sentido, la información generada por los macromedidores se convierte en un activo estratégico que contribuye a la creación de valor público, al permitir una gestión más eficiente y transparente del recurso (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2024). Además, la teoría del valor público enfatiza la importancia de la legitimidad y el apoyo ciudadano en la implementación de políticas públicas. En el caso del AyA, esto implica que los proyectos de infraestructura, como el de macromedición, deben ser comunicados de manera clara y participativa, involucrando a las comunidades en su diseño, ejecución y monitoreo. Esta participación no solo fortalece la gobernanza del agua, sino que también incrementa la confianza de la ciudadanía en la institución, lo cual es un componente esencial del valor público. La experiencia del AyA en la gestión comunitaria del agua, especialmente a través de las ASADAS, demuestra que cuando las comunidades se sienten parte del proceso, los resultados son más sostenibles y

socialmente aceptados (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). Otro aspecto clave de la teoría del valor público es la necesidad de alinear los objetivos institucionales con las expectativas sociales. En este sentido, el Plan Estratégico Institucional 2025–2029 del AyA establece como una de sus metas prioritarias la mejora de la eficiencia operativa y la reducción del agua no contabilizada, lo cual está directamente relacionado con el proyecto de macromedición (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025). Esta alineación entre los objetivos técnicos del proyecto y las metas estratégicas de la institución refuerza su legitimidad y viabilidad, al demostrar que se trata de una iniciativa coherente con las prioridades nacionales en materia de sostenibilidad y acceso equitativo al agua.

La teoría del valor público también se relaciona con el marco normativo vigente en Costa Rica, particularmente con la Ley 7593 de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, que establece como uno de sus principios fundamentales la promoción de servicios públicos eficientes, sostenibles y orientados al bienestar de la población (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2008). En este contexto, la implementación de sistemas de macromedición no solo responde a una exigencia técnica, sino que también cumple con un mandato legal de generar valor para la ciudadanía a través de una gestión responsable del recurso hídrico.

Por lo que se puede concluir que la teoría del valor público brinda una base clara y coherente para entender y respaldar el proyecto de ampliación de la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA. Al poner en el centro la generación de valor para la ciudadanía, esta perspectiva permite abordar el proyecto no solo desde lo técnico, sino también desde lo social y lo ético. La macromedición, al ofrecer datos precisos, mejorar la eficiencia en la operación y reforzar la transparencia institucional, se convierte en una

herramienta fundamental para construir confianza y credibilidad en la gestión del agua. Incluir este enfoque en el diseño del plan de gestión no solo fortalece su legitimidad ante la sociedad, sino que también lo alinea con los principios de gobernanza democrática y sostenibilidad que orientan la acción pública en Costa Rica.

3 Marco metodológico

El marco metodológico representó una guía esencial para organizar y orientar el desarrollo del proyecto. Este apartado permitió establecer cómo se abordó el proceso investigativo, definiendo con claridad los métodos aplicados, las herramientas utilizadas y las fuentes de información consultadas. Su importancia radicó en ofrecer una estructura lógica y coherente que asegurara la rigurosidad técnica y científica necesaria para alcanzar los objetivos propuestos.

En el contexto de este proyecto, se detallaron los pasos que condujeron a la formulación de un plan de gestión enfocado en aumentar la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). La metodología seleccionada respondió a la necesidad de analizar de forma integral el problema identificado y proponer soluciones realistas, sustentadas en buenas prácticas de gestión de proyectos.

Tal como lo planteó Balestrini, (2006), el marco metodológico puede entenderse como “el conjunto de procedimientos lógicos, tecno-operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objetivo de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir describir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados” (p. 125). En línea con esta definición, este apartado permitió ordenar las acciones necesarias para el logro de los objetivos específicos, basándose en las metodologías propuestas por el Project Management Institute.

El apartado incluyó la identificación y clasificación de las fuentes de información utilizadas, tanto primarias como secundarias. Asimismo, se describieron los métodos de investigación empleados para el análisis del problema y la construcción del plan de gestión, las

herramientas aplicadas para la recolección y análisis de datos, los supuestos formulados y las restricciones que se enfrentaron durante el proceso. Finalmente, se detallaron los entregables generados, en concordancia con cada uno de los objetivos específicos definidos en el acta del proyecto.

Cada componente metodológico fue elegido con base en su capacidad para aportar información útil, pertinente y válida. Esto aseguró una alineación efectiva entre los objetivos trazados, los métodos aplicados y los productos obtenidos, fortaleciendo así la calidad del proyecto y su viabilidad para su implementación.

3.1 Fuentes de información

Las fuentes de información constituyeron un componente esencial para el desarrollo del presente proyecto, ya que permitieron sustentar teóricamente el análisis, formular propuestas técnicas y respaldar la elaboración de los entregables. Hart (1998), define la revisión bibliográfica como la revisión que implica identificar y seleccionar documentos relevantes sobre un tema específico, los cuales contienen información, ideas, datos y evidencias que respaldan una perspectiva particular. Este proceso tiene como propósito cumplir con ciertos objetivos investigativos o expresar opiniones fundamentadas sobre la naturaleza del tema y su abordaje metodológico, además de evaluar críticamente dichos documentos en función de la investigación que se desea desarrollar.

En este proyecto se utilizaron dos tipos de fuentes: primarias, que proporcionaron información directa y original del contexto operativo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), y secundarias, que ofrecieron datos ya procesados o interpretados por otros autores, incluyendo normativa, literatura académica y documentos institucionales. La combinación de ambas permitió una visión integral del problema y facilitó la formulación de un

plan de gestión alineado con los objetivos del proyecto. Como señala Bonilla-del-Río (2022), fundamentar la investigación en una base teórica sólida y citar correctamente las fuentes consultadas no solo fortalece la credibilidad del trabajo, sino que también refleja un compromiso con la ética académica y evita el plagio.

3.1.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias son aquellas que contienen información original, sin haber sido interpretada o modificada por terceros. “Las fuentes primarias son todas aquellas de las cuales se obtiene información directa, es decir, de donde se origina la información”. (Bernal, 2016, p.276)

Este tipo de fuentes contienen información original, es decir, de primera mano, son el resultado de ideas, conceptos, teorías y resultados de investigaciones. Contienen información directa antes de ser interpretada, o evaluado por otra persona. Las principales fuentes de información primaria son los libros (los que no procesan información de fuentes primarias), monografías, publicaciones periódicas, documentos oficiales o informe técnicos de instituciones públicas o privadas, tesis (las que no procesan información de fuentes primarias y generan sus propias ideas, conceptos, teorías y resultados novedosos), trabajos presentados en conferencias o seminarios, testimonios de expertos, artículos periodísticos, videos documentales, foros. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 2008)

Las fuentes primarias utilizadas en este proyecto consistieron en:

- Informes internos del AyA, como el *Informe de fin de gestión de la Subgerencia de Sistemas Periféricos* (AyA, 2021) y el *Informe sobre avances en infraestructura de*

macromedición en la Región Central (AyA, 2023), los cuales proporcionaron datos actualizados sobre el estado de la macromedición.

- Datos operativos de producción de agua en sistemas periféricos, obtenidos de registros institucionales del AyA.
- Planes institucionales como el *Plan Estratégico Institucional 2025–2029* (AyA, 2025), que sirvieron para alinear el proyecto con los objetivos estratégicos de la institución.
- *Guía del PMBOK®* del Project Management Institute (2021), se consideró una fuente primaria porque fue el marco metodológico central para estructurar el plan de gestión del proyecto, asegurando su validez técnica y alineación con los estándares internacionales en administración de proyectos.

Estas fuentes fueron fundamentales para identificar las brechas en la cobertura de macromedición, comprender los procesos actuales y validar la viabilidad de las propuestas.

3.1.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias son aquellas que recopilan, interpretan o analizan información proveniente de fuentes primarias. Según *Técnicas de Investigación*, (2013) las fuentes secundarias recopilan y presentan información que ya ha sido obtenida por otros, añadiendo interpretaciones, análisis o modificaciones al contenido original. Cabarcos, (2010) señala que estas fuentes brindan acceso a contenidos ya evaluados y estructurados por especialistas, lo que contribuye a realizar comparaciones más precisas y a desarrollar nuevas ideas o propuestas.

Las fuentes secundarias utilizadas en este proyecto incluyeron:

- Normativa técnica y regulatoria, como la *Norma técnica AR-HSA-2008* y el *Reglamento de calidad para la prestación de los servicios públicos de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario* (ARESEP, 2021), que establecieron los lineamientos legales y operativos.
- Literatura académica, como *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* de Kerzner (2017) que sirvieron de base para estructurar los procesos de gestión del proyecto.
- Estudios y guías técnicas, como la *Guía para la medición y reducción del agua no contabilizada* (PNUD & AyA, 2021), que aportaron criterios técnicos para el diseño de estrategias de mejora.

Estas fuentes permitieron contextualizar el problema, fundamentar el marco teórico y diseñar los procesos del plan de gestión con base en estándares internacionales y regulaciones nacionales.

El resumen de las fuentes de información que se utilizaron en este proyecto se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1*Fuentes de información empleadas*

Objetivos	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
1. Analizar los antecedentes que originan la necesidad de mejorar la cobertura de macromedición de la producción de agua en las fuentes utilizadas por los Sistemas Periféricos del AyA, con el fin de identificar las principales brechas, limitaciones y oportunidades que fundamenten la formulación del plan de gestión.	<ul style="list-style-type: none"> Informe de fin de gestión de la Subgerencia de Sistemas Periféricos (AyA, 2021) Datos operativos de producción de agua (AyA, 2023) 	<ul style="list-style-type: none"> Política Nacional de Agua Potable 2017–2030 (AyA, 2017) Norma técnica AR-HSA-2008 (ARESEP, 2008) Guía para la medición y reducción del agua no contabilizada (PNUD & AyA, 2021) Creating Public Value (Moore, 1995)
2. Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y una identificación clara de los involucrados.	<ul style="list-style-type: none"> Plan Estratégico Institucional 2025–2029 (AyA, 2025) Guía del PMBOK® (PMI, 2021) Estructura organizativa institucional (AyA, 2023) 	
3. Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave del plan para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> Guía del PMBOK® (PMI, 2021) Plan de Inversiones en Agua Potable 2021–2025 (AyA, 2021) Datos internos de planificación del AyA 	<ul style="list-style-type: none"> Does Agile Work? (Serrador & Pinto, 2015)
4. Desarrollar procedimientos, así como diseñar plantillas de herramientas aplicables a los grupos de procesos de ejecución, control y cierre, con el fin de asegurar la implementación efectiva de los planes establecidos y contribuir al logro de los objetivos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> Guía del PMBOK® (PMI, 2021) Informes técnicos internos del AyA Informe sobre avances en infraestructura de macromedición (AyA, 2023) 	<ul style="list-style-type: none"> Guía básica para la reducción del agua no contabilizada (PNUD & AyA, 2017) Estrategia de gestión comunitaria del agua (PNUD & AyA, 2021)

Nota: La tabla muestra las fuentes de información utilizadas, en correspondencia con cada objetivo, y según sean primarias o secundarias. Autoría propia.

3.2 Métodos de Investigación

Al iniciar un proceso investigativo, es fundamental comprender con claridad los conceptos clave relacionados con la investigación. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica que permitió identificar diversas definiciones sobre los métodos de investigación. Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación

(2014), definen la investigación como un conjunto de procedimientos sistemáticos y empíricos aplicados al estudio de un fenómeno. Por su parte, Baena Paz (2017), señala que el método representa el camino a seguir mediante una serie de reglas y operaciones previamente establecidas, orientadas a alcanzar un resultado determinado. En la misma línea Bernal C. A. (2016), destaca que el método está estrechamente vinculado con la metodología, entendida como el conjunto de aspectos operativos esenciales para llevar a cabo un estudio.

Estas definiciones permiten comprender que el proceso investigativo se inicia con la formulación del problema y continúa con la búsqueda de información que permita encontrar respuestas y soluciones. En este contexto, los métodos de investigación se convierten en herramientas clave para recolectar, analizar e interpretar datos, facilitando así la formulación de propuestas de mejora.

En el desarrollo del presente proyecto, se seleccionaron aquellos métodos que contribuyen directamente al logro de los objetivos planteados. A continuación, se describen los métodos utilizados:

3.2.1 Método de escritorio o de biblioteca

El método de escritorio, también conocido como investigación documental o bibliográfica, se basa en el análisis de información ya existente, recopilada a través de fuentes secundarias como libros, artículos científicos, informes técnicos, bases de datos y documentos institucionales. Según QuestionPro (2023), este método consiste en utilizar información previamente recopilada y organizada, proveniente de fuentes como bibliotecas, portales confiables y documentos oficiales, con el fin de optimizar el desarrollo de la investigación. Por su parte, Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la

investigación (2014), afirman que la investigación documental se basa en recolectar, examinar y comprender información obtenida de documentos escritos y otras fuentes.

En el contexto del presente proyecto, este método fue esencial, ya que se fundamentó en la revisión de normativa técnica (como la Norma AR-HSA-2008 y el reglamento de ARESEP), literatura académica (como Project Management de Kerzner) y guías metodológicas (como el PMBOK). Esta revisión permitió sustentar teóricamente el análisis, identificar criterios técnicos para la instalación de macromedidores y estructurar el plan de gestión sin necesidad de recolección de datos en campo.

3.2.2 Método analítico-sintético

El método analítico-sintético combina dos procesos complementarios: el análisis, que descompone un fenómeno en sus partes para estudiarlas por separado, y la síntesis, que integra esas partes para comprender el fenómeno en su totalidad. Jurado (2002), lo define como un proceso que consiste en dividir un todo en sus partes más básicas para analizarlas individualmente, y luego reunir las nuevamente con el fin de comprender el fenómeno en su totalidad. De forma similar, Echeagaray (2023), explica que el método analítico permite descomponer un fenómeno complejo en sus componentes fundamentales para estudiarlos de manera individual, mientras que el método sintético se enfoca en integrar esos elementos clave con el fin de comprender el fenómeno en su totalidad.

En el proyecto, este método se aplicó al analizar los datos técnicos de los sistemas periféricos del AyA, como la cobertura actual de macromedición, condiciones operativas y ubicación de fuentes hídricas. Posteriormente, se sintetizó esta información para formular un plan de gestión integral, alineado con los objetivos institucionales y sustentado en buenas prácticas de gestión de proyectos.

3.2.3 Método descriptivo

El método descriptivo se enfoca en observar, registrar y analizar fenómenos tal como se presentan en la realidad, sin intervenir en ellos. Tamayo y Tamayo (2004), lo definen como un enfoque que implica detallar, registrar, examinar e interpretar cómo son actualmente los fenómenos y cómo están estructurados. Por su parte, Sabino (2006) indica que este tipo de investigación se enfoca en el estudio de hechos concretos y su principal objetivo es ofrecer una interpretación precisa de las características esenciales de los fenómenos analizados.

En este proyecto, el método descriptivo permitió caracterizar el estado actual de la infraestructura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA. Se describieron las condiciones técnicas, la cobertura existente y las necesidades operativas, lo que facilitó la justificación de las acciones propuestas en el plan de gestión. Este enfoque fue clave para contextualizar el problema y orientar la toma de decisiones.

En la Tabla 2, se pueden apreciar los métodos de investigación utilizados para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Tabla 2

Métodos de investigación empleados

Objetivos	Métodos de Investigación		
	Escritorio	Análítico-sintético	Descriptivo
1. Analizar los antecedentes que originan la necesidad de mejorar la cobertura de macromedición de la producción de agua en las fuentes utilizadas por los Sistemas Periféricos del AyA, con el fin de identificar las principales brechas, limitaciones y oportunidades que fundamenten la formulación del plan de gestión.	Este método se aplicó mediante la revisión de documentos institucionales del AyA, normativa técnica y literatura académica. A través de esta recopilación documental, se identificaron antecedentes relevantes y se estableció el contexto técnico y operativo de los sistemas periféricos.	Se utilizó para descomponer la información recopilada en elementos clave como cobertura actual, ubicación de fuentes, limitaciones técnicas y normativas. Posteriormente, se integraron estos elementos para construir una visión integral del problema, lo que permitió identificar brechas y oportunidades para la mejora.	Permitió caracterizar detalladamente el estado actual de la infraestructura de macromedición, describiendo las condiciones de operación, los niveles de cobertura y las limitaciones existentes. Esta descripción fue esencial para justificar la necesidad del plan de gestión.
2. Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y una identificación clara de los involucrados.	Se aplicó al consultar guías metodológicas como el PMBOK y literatura especializada en gestión de proyectos, lo que permitió estructurar adecuadamente los procesos del grupo de inicio y definir los elementos clave del acta de constitución.	Se utilizó para analizar los roles, intereses y niveles de influencia de los actores involucrados, y luego sintetizar esta información en un análisis de interesados que sirviera de base para la toma de decisiones.	Permitió presentar de forma clara y ordenada la descripción del proyecto, sus objetivos generales, alcance preliminar y los actores clave, facilitando la comprensión del entorno del proyecto.
3. Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave del plan para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.	Se aplicó al consultar fuentes como el PMBOK y otros manuales de gestión de proyectos, que proporcionaron lineamientos para la elaboración de los planes de alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos y adquisiciones.	Se utilizó para descomponer cada componente del plan y luego integrarlos en un plan maestro coherente y alineado con los objetivos del proyecto.	Permitió documentar de forma detallada cada uno de los planes subsidiarios, describiendo sus elementos, responsables, recursos y plazos, lo cual facilitó la comprensión y aplicación del plan de gestión.
4. Desarrollar procedimientos, así como diseñar plantillas de herramientas aplicables a los grupos de procesos de ejecución, control y cierre, con el fin de asegurar la implementación efectiva de los planes establecidos y contribuir al logro de los objetivos del proyecto.	Se aplicó al revisar modelos de plantillas y procedimientos recomendados por estándares internacionales de gestión de proyectos, adaptándolos al contexto del AyA.	Se utilizó para analizar las necesidades operativas del proyecto y sintetizar procedimientos y herramientas que respondieran a esas necesidades, asegurando su aplicabilidad y utilidad práctica.	Permitió documentar paso a paso los procedimientos diseñados, así como describir el uso de cada plantilla, facilitando su implementación por parte del equipo del proyecto.

Nota: La tabla **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra los métodos de investigación utilizados, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.3 Herramientas

La Guía del PMBOK define las herramientas parte de un método o modelo que ayuda a aplicar conocimientos, habilidades y técnicas para lograr los objetivos del proyecto. Estas herramientas pueden incluir desde matrices de análisis, diagramas, software especializado, hasta plantillas y procedimientos estandarizados. (Project Management Institute, 2021)

Además, Musorodzata (2016) destaca que las herramientas de gestión de proyectos permiten estandarizar procesos, facilitar la toma de decisiones y mejorar la eficiencia en la ejecución de tareas, al proporcionar estructuras claras para planificar, monitorear y controlar los distintos componentes del proyecto

En la implementación del proyecto se usaron las herramientas que a continuación se describen:

3.3.1 Recopilación de datos

En el contexto de la gestión de proyectos, las herramientas son recursos que permiten aplicar conocimientos, habilidades y técnicas para alcanzar los objetivos del proyecto de manera eficiente. Según la Guía del PMBOK, las herramientas forman parte de los métodos y modelos que ayudan a facilitar la ejecución de actividades, y pueden incluir desde plantillas, matrices y diagramas hasta software especializado y procedimientos estandarizados. (Project Management Institute, 2021)

Complementando esta visión, Musorodzata (2016) señala que las herramientas de gestión de proyectos permiten estandarizar procesos, facilitar la toma de decisiones y mejorar la eficiencia en la ejecución de tareas, al proporcionar estructuras claras para planificar, monitorear y controlar los distintos componentes del proyecto

3.3.2 Juicio de expertos

La Guía del PMBOK lo define como una opinión fundamentada que se ofrece con base en la experiencia adquirida en un campo específico, ya sea una disciplina, industria, área de conocimiento o aplicación, según lo requiera la tarea en curso. Esta experiencia puede provenir de individuos o grupos que cuenten con formación académica, conocimientos técnicos, habilidades prácticas, trayectoria profesional o capacitación especializada.

Según Lledó (2017) es la “experiencia proporcionada por personas con conocimientos especializados. Por ejemplo, poseer competencias sobre: estrategia, gestión de beneficios, criterios técnicos de la industria, estimaciones de tiempo y costo, identificación de riesgos” (p. 89)

3.3.3 Análisis de datos

El análisis de datos es una etapa fundamental en la gestión de proyectos, ya que permite transformar la información recopilada en conocimiento útil para la toma de decisiones. Según Picado (2020) indica que el análisis de datos “es la ciencia que se encarga de examinar un conjunto de datos con el propósito de sacar conclusiones sobre la información para poder tomar decisiones, o simplemente ampliar los conocimientos sobre diversos temas.”

Complementando lo anterior Medina, Rojas, Bustamante, Loaiza, & Castillo (2023) afirman que las herramientas de investigación “son recursos valiosos para la recopilación de información y la obtención de una comprensión más profunda y precisa de un tema de estudio”, y que su correcta aplicación permite obtener datos objetivos y confiables para el análisis

3.3.4 Sistema de información para la dirección de proyectos

El sistema de información para la dirección de proyectos es una herramienta clave que permite recopilar, integrar y distribuir información relevante para la gestión eficiente de un

proyecto. Según Rodríguez Torres, Pérez, & Gómez (2022) afirman que los sistemas de información gerencial “constituyen un eslabón fundamental para la toma de decisiones acertadas en el sector de las empresas, ya que optimizan el acceso, filtrado y transformación de la información, mejorando la eficiencia y eficacia organizacional”.

Por medio de la Tabla 3, se identifica el empleo de cada una de las herramientas utilizadas en el proyecto de acuerdo con los objetivos propuestos.

Tabla 3

Herramientas utilizadas

Objetivos	Herramientas
1. Analizar los antecedentes que originan la necesidad de mejorar la cobertura de macromedición de la producción de agua en las fuentes utilizadas por los Sistemas Periféricos del AyA, con el fin de identificar las principales brechas, limitaciones y oportunidades que fundamenten la formulación del plan de gestión.	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de datos: Para obtener información histórica, técnica y operativa sobre la cobertura actual de macromedición. • Análisis de datos: Para identificar brechas, patrones y oportunidades a partir de la información recolectada. • Juicio de expertos: Para interpretar los datos y validar hallazgos con personal técnico o especialistas en sistemas de agua.
2. Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y una identificación clara de los involucrados.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos: Para definir el contenido del acta de constitución y validar la identificación de interesados. • Juicio de expertos: Para definir el contenido del acta de constitución y validar la identificación de interesados.
3. Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave del plan para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de información para la dirección de proyectos: Para integrar cronogramas, presupuestos y líneas base. • Juicio de expertos: Para estimar duración, costos y recursos. • Análisis de datos: Para evaluar escenarios y riesgos.
4. Desarrollar procedimientos, así como diseñar plantillas de herramientas aplicables a los grupos de procesos de ejecución, control y cierre, con el fin de asegurar la implementación efectiva de los planes establecidos y contribuir al logro de los objetivos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de información para la dirección de proyectos: Para estandarizar plantillas y automatizar reportes. • Juicio de expertos: Para validar la aplicabilidad de los procedimientos diseñados. • Recopilación de datos: Para monitorear el desempeño durante la ejecución. • Análisis de datos: Para evaluar el cumplimiento de los objetivos y detectar desviaciones.

Nota: La tabla muestra las herramientas utilizadas, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.4 Supuestos y restricciones

“Los supuestos son un factor del proceso de planificación que se considera verdadero, real o cierto, sin prueba ni demostración. (Project Management Institute, 2021, p.174)

Se realiza un “Análisis de supuestos y restricciones para revisar los supuestos utilizados en los planes del proyecto para analizar si están completos y son consistentes.” (Lledó, 2017, p.357)

Se indica que las restricciones que “son un factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto, programa, portafolio o proceso”. (Project Management Institute, 2021, p.174) Están dadas por los componentes de “alcance, tiempo, riesgo, recursos, costo y calidad”. (Lledó, 2017, p.31)

Los supuestos y restricciones, y su relación con los objetivos del proyecto final de graduación, se ilustran en la Tabla 4.

Tabla 4

Supuestos y restricciones

Objetivos	Supuestos	Restricciones
1. Analizar los antecedentes que originan la necesidad de mejorar la cobertura de macromedición de la producción de agua en las fuentes utilizadas por los Sistemas Periféricos del AyA, con el fin de identificar las principales brechas, limitaciones y oportunidades que fundamenten la formulación del plan de gestión.	<ul style="list-style-type: none"> • Se garantiza el acceso a información institucional relevante del AyA. • El personal técnico colaborará proporcionando datos históricos y diagnósticos previos. • La analista dedicará 10 horas semanales al análisis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Registros de fuentes hídricas pueden estar desactualizados o incompletos. • Ausencia de inventario consolidado de macromedidores. • Dificultades de acceso a ciertas fuentes por ubicación o propiedad.
2. Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y una identificación clara de los involucrados.	<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con autorización del Director de la UEN para el uso de información institucional. • Los interesados clave estarán disponibles para entrevistas o análisis documental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitaciones en la disponibilidad de algunos interesados clave. • Posible falta de claridad en roles institucionales actuales.
3. Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave del plan para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Se dispone de herramientas básicas para la planificación (software, plantillas, etc.). • La información recopilada en fases previas es suficiente para definir líneas base. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de recursos asignados para estudios previos o levantamientos. • Tiempo limitado para levantar información de campo.
4. Desarrollar procedimientos, así como diseñar plantillas de herramientas aplicables a los grupos de procesos de ejecución, control y cierre, con el fin de asegurar la implementación efectiva de los planes establecidos y contribuir al logro de los objetivos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • La investigadora tiene conocimientos técnicos para diseñar herramientas de gestión. • Se cuenta con ejemplos o modelos institucionales previos como referencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cargas operativas del personal pueden limitar la validación de herramientas. • Condiciones climáticas pueden afectar pruebas de campo o validaciones.

Nota: La tabla muestra supuestos y restricciones utilizadas en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.5 Entregables

El Diccionario de la Lengua Española indica que el entregable “en gestión de proyectos, producto, informe o documento que muestra que una tarea, o una fase de esta, se ha completado”. (Real Academia Española., 2025)

La Guía del PMBOK define los entregables como “cualquier producto, resultado o capacidad único y verificable para ejecutar un servicio que se debe producir para completar un proceso, una fase o un proyecto.” (Project Management Institute, 2021, p.33)

En la siguiente tabla se definen los entregables para cada objetivo propuesto.

Tabla 5

Entregables

Objetivos	Entregables
<p>1. Analizar los antecedentes que originan la necesidad de mejorar la cobertura de macromedición de la producción de agua en las fuentes utilizadas por los Sistemas Periféricos del AyA, con el fin de identificar las principales brechas, limitaciones y oportunidades que fundamenten la formulación del plan de gestión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Informe técnico consolidado del estado actual de la cobertura de macromedición. • Documento de análisis de brechas y limitaciones técnicas y operativas.
<p>2. Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y una identificación clara de los involucrados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de constitución del proyecto aprobada. • Registro integral de interesados.
<p>3. Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave del plan para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plan para la dirección del proyecto. • Líneas base del desempeño aprobadas (alcance, cronograma y costos). • Planes de gestión aprobados (riesgos, comunicaciones, recursos, calidad, adquisiciones e involucramiento).
<p>4. Desarrollar procedimientos, así como diseñar plantillas de herramientas aplicables a los grupos de procesos de ejecución, control y cierre, con el fin de asegurar la implementación efectiva de los planes establecidos y contribuir al logro de los objetivos del proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compendio de procedimientos operativos del proyecto (gestión de cambios, adquisiciones y cierre). • Paquete de artefactos de monitoreo, control y cierre. • Herramientas de control para el seguimiento, control y cierre del proyecto.

Nota: La tabla muestra los entregables del proyecto, en correspondencia con cada objetivo.

Autoría propia.

4 Desarrollo

4.1 Antecedentes

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) enfrenta retos significativos en la gestión del recurso hídrico en sus sistemas periféricos, particularmente en lo relacionado con la medición precisa de los volúmenes de agua producidos en las fuentes hídricas. La limitada cobertura de macromedición en estas zonas ha sido señalada como un obstáculo clave para alcanzar una gestión eficiente, sostenible y alineada con los estándares regulatorios establecidos por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021); (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2020).

La macromedición constituye una herramienta esencial para la gestión integrada del agua, ya que permite cuantificar con exactitud los caudales captados, tratados y distribuidos. Esta información es indispensable para establecer balances hídricos, detectar pérdidas, optimizar procesos operativos y respaldar técnicamente decisiones tarifarias (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). En el contexto institucional del AyA, además, la macromedición facilita la transición a plataformas de gestión inteligente, promoviendo una operación más moderna, transparente y resiliente (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2024)

Actualmente, la cobertura de macromedición en estos sistemas es inferior al 45%, lo que impide contar con datos confiables para la toma de decisiones y limita la capacidad institucional para planificar inversiones o justificar ajustes tarifarios (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021). Esta situación responde a múltiples factores, entre ellos la falta de inventarios actualizados, la obsolescencia tecnológica y la escasa inversión en infraestructura de medición en zonas rurales (Instituto Costarricense de Acueductos y

Alcantarillados, 2023). Superar estas limitaciones es una condición necesaria para cumplir con los objetivos establecidos en el Plan Estratégico Institucional 2025–2029, que prioriza la implementación de tecnologías de medición avanzadas (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025).

Las consecuencias de esta baja cobertura son múltiples: se compromete la eficiencia operativa, se debilita la sostenibilidad financiera y se dificulta el cumplimiento normativo (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2021); (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2008). Además, se perpetúa un modelo de gestión manual y fragmentado que excluye a los sistemas periféricos de los procesos de transformación digital impulsados por la institución (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2024) En este contexto, el fortalecimiento de la macromedición se presenta como una necesidad estratégica para avanzar hacia una gestión hídrica más eficiente, equitativa y sostenible.

4.1.1 Diagnóstico técnico actual

La Subgerencia de Sistemas Periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) administra 143 sistemas de acueducto de agua potable distribuidos en cinco regiones operativas: Central Oeste, Huetar Caribe, Pacífico Central, Chorotega y Brunca. Estas regiones abarcan zonas rurales, periurbanas y de difícil acceso, donde persisten desafíos significativos en la gestión eficiente del recurso hídrico, especialmente en lo que respecta a la cobertura de macromedición.

Según el dashboard de indicadores de la Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025), para mayo de 2025 se reportó una producción total de 16.119.631,20 m³, de los cuales únicamente 6.046.707,00

m³ fueron macromedidos. Esto representa una cobertura de macromedición del 37,5%, lo que evidencia una brecha crítica en la capacidad institucional para cuantificar con precisión los volúmenes de agua producidos y distribuidos.

El desglose regional revela disparidades importantes:

Tabla 6

Porcentaje de producción macromedida y participación Regional en la macromedición total de la Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos

Región	Producción regional macromedida (%)	Participación Regional en la macromedición total de la Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos (%)
Central Oeste	47,1%	25,8%
Huetar Caribe	46,8%	25,7%
Pacífico Central	46,6%	25,5%
Chorotega	22,4%	12,3%
Brunca	19,5%	10,7%

Nota: La Tabla 6 presenta el porcentaje de agua producida que se encuentra macromedida en cada una de las regiones operativas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), así como la proporción que representa cada región en el total de la macromedición nacional. Fuente de datos: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025.

Los datos evidencian avances significativos en el control de caudales mediante macromedición en algunas regiones del país, especialmente en la región Central Oeste, que lidera tanto en porcentaje de producción macromedida como en su participación dentro del total nacional. Este desempeño indica un mayor grado de control operativo y trazabilidad del recurso hídrico. No obstante, el análisis comparativo revela brechas importantes en otras regiones, como Chorotega y Brunca, donde la cobertura de macromedición es considerablemente menor. Estas limitaciones comprometen la capacidad institucional para monitorear eficientemente los volúmenes producidos, identificar pérdidas y tomar decisiones estratégicas basadas en datos.

En este contexto, la desigualdad regional en la implementación de sistemas de medición representa un desafío para la gestión integrada y equitativa del recurso hídrico en el país.

Los sistemas periféricos del AyA se abastecen de 462 fuentes hídricas, de las cuales 58% son subterráneas (269 pozos y 2 galerías de filtración) y 42% superficiales (166 nacientes y 25 tomas de río). Esta distribución tiene implicaciones técnicas relevantes, ya que las fuentes subterráneas suelen presentar mayor estabilidad en caudal y calidad, mientras que las superficiales requieren monitoreo más intensivo debido a su vulnerabilidad a la contaminación y variabilidad climática.

Tabla 7

Tipos de fuentes de abastecimiento de agua por Región operativa del AyA

Región	Nacientes	Tomas de río	Pozos	Galerías	Total
Central Oeste	69	4	30	0	103
Huetar Caribe	18	1	21	0	40
Pacífico Central	17	4	62	0	83
Chorotega	18	8	137	0	163
Brunca	18	8	19	2	73

Nota: La tabla Tabla 7

muestra la distribución de las fuentes de abastecimiento de agua potable utilizadas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) en cada una de sus regiones operativas. Fuente de datos: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025.

La distribución de las fuentes de abastecimiento de agua potable en las distintas regiones operativas del AyA evidencia marcadas diferencias hidrogeológicas y operativas. La región Chorotega destaca por contar con la mayor cantidad total de fuentes, con una notoria dependencia de pozos (representando aproximadamente el 84% de sus fuentes). Esta característica plantea desafíos relevantes en términos de sostenibilidad, ya que el uso intensivo de aguas subterráneas exige un monitoreo constante de los niveles freáticos, una gestión adecuada del bombeo, y un mayor consumo energético para su extracción.

En contraste, regiones como Huetar Caribe y Brunca presentan una mayor proporción de nacientes, lo cual sugiere una mayor disponibilidad de fuentes superficiales protegidas por condiciones climáticas y geográficas más favorables. Esta diversidad en los tipos de fuentes refleja no solo las características naturales del territorio, sino también la necesidad de estrategias diferenciadas para la operación, mantenimiento y protección del recurso hídrico. En este contexto, una planificación regional adaptada a la tipología de las fuentes resulta fundamental para garantizar la seguridad hídrica y la eficiencia operativa del sistema.

El AyA ha incorporado diversas tecnologías de para realizar la medición de la producción de las fuentes, las principales utilizadas son:

1. Medidores electromagnéticos: Utilizan principios de inducción electromagnética para medir el caudal de agua que fluye a través de una tubería, generando una tensión proporcional al caudal del fluido conductor que pasa por un campo magnético. (Sensus, 2020).

Figura 6

Medidor electromagnético



Nota: Imagen tomada de DNK Water. (s.f.). Caudalímetro electromagnético de tubo MS2500. <https://www.dnkwater.com/productos/flujometros/flujometros-electromagneticos/caudalimetro-electromagnetico-de-tubo-ms2500/>

2. Medidores ultrasónicos: Estos medidores se basan en la transmisión y recepción de ondas ultrasónicas. Los de tiempo de tránsito funcionan mejor con agua clara, mientras que los de Doppler requieren cierta cantidad de sólidos o burbujas. Los medidores clamp-on pueden instalarse externamente, sin necesidad de interrumpir el servicio. Son útiles en zonas donde no se puede interrumpir el servicio, principalmente utilizados para realizar estudios de pérdidas de agua (ICONTEC, 2015).

Figura 7

Medidores ultrasónicos



Nota: Imagen tomada de Flujómetros-Caudalímetros. (s.f.). ¿Qué es un caudalímetro ultrasónico? <https://flujometros-caudalimetros.com/flujometros-ultrasonicos/que-es-un-caudalimetro-ultrasonico/>

3. Canales Parshall: Estructuras hidráulicas que permiten medir caudales a partir de la altura del flujo libre, especialmente en fuentes superficiales. No requieren energía eléctrica y son resistentes a condiciones rústicas (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2026). usualmente se emplean para el control de fuentes superficiales, plantas de tratamiento pequeñas o medianas.

Figura 8*Canales Parshall*

Nota: Imagen tomada de Lana Sarrate. (2022, septiembre 11). Verificación del funcionamiento de un canal Parshall. <https://www.lanasarrate.es/verificacion-del-funcionamiento-de-un-canal-parshall/>

4. Contadores mecánicos: Estos medidores convierten el volumen de agua en movimiento rotatorio, ya sea mediante pistones o turbinas (American Water Works Association, 2012). Aunque han sido ampliamente utilizados, presentan limitaciones en precisión, durabilidad y sensibilidad a partículas en el agua. Su uso ha sido progresivamente sustituido por tecnologías más precisas.

Figura 9*Contador mecánico*

Nota: Imagen tomada de Equysis. (s.f.). Hélice Woltman R160. https://equysis.com/Producto/helice-woltman-r160_241

La selección de la tecnología depende de múltiples factores, incluyendo el tipo de fuente, la presión del sistema, la disponibilidad de energía y la accesibilidad del sitio. En regiones rurales, la instalación de medidores electromagnéticos o ultrasónicos ha demostrado ser más eficiente, aunque su costo inicial es más elevado.

4.1.2 Identificación de brechas

El diagnóstico técnico realizado evidencia una serie de brechas que limitan la eficiencia operativa, la trazabilidad del recurso hídrico y el cumplimiento normativo en los sistemas periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). Estas brechas, si bien se manifiestan con mayor intensidad en regiones como Chorotega y Brunca, son transversales a todo el sistema y requieren una atención estratégica e integral.

1. Cobertura insuficiente de macromedición: La cobertura actual de macromedición en los sistemas periféricos del AyA es del 37,5%, lo que significa que más del 60% del agua producida no es cuantificada mediante dispositivos confiables. Esta situación es especialmente crítica en las regiones Chorotega (22,4%) y Brunca (19,5%), donde la falta de medición impide establecer balances hídricos que se reflejen las realidades de los sistemas de acueducto, identificar pérdidas y justificar técnicamente los ajustes tarifarios ante la ARESEP (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2025).

La ausencia de datos confiables compromete la planificación operativa, limita la capacidad de respuesta ante emergencias y dificulta la integración de estos sistemas en plataformas de gestión inteligente del agua. Además, impide cumplir con los lineamientos establecidos en la normativa técnica de ARESEP, que exige a los operadores contar con sistemas de medición adecuados como parte del control operativo y la mejora continua del servicio.

2. Falta de inventarios actualizados sobre el parque de macromedidores: Una de las principales debilidades identificadas es la inexistencia de un inventario consolidado y actualizado sobre las características, ubicación y estado operativo de los macromedidores instalados. Esta carencia impide conocer con precisión cuántos dispositivos están en funcionamiento, cuáles requieren mantenimiento o sustitución, y en qué condiciones operan.

Según informes de la ARESEP, la falta de control sobre el parque de macromedidores es una de las principales causas de ineficiencia en los sistemas de acueducto, ya que impide detectar pérdidas aparentes y reales, y limita la capacidad de fiscalización del ente regulador (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, s.f). Esta situación también afecta la trazabilidad del recurso y la transparencia institucional.

3. Limitada capacidad técnica local: En muchos de los sistemas de acueducto de las regiones periféricas, especialmente en zonas rurales y de difícil acceso, el personal técnico disponible no cuenta con la capacitación ni los recursos necesarios para instalar, calibrar y mantener adecuadamente los equipos de macromedición. Esta limitación se traduce en una alta dependencia de contratistas externos, lo que incrementa los costos operativos y genera demoras en la atención de fallas. Además, la rotación frecuente de personal y la falta de programas de formación continua dificultan la consolidación de capacidades técnicas locales. Esta situación ha sido señalada por el propio AyA como una barrera para la sostenibilidad operativa de los sistemas (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2023).
4. Ausencia de integración digital de los datos: Actualmente, gran parte de los datos generados por los sistemas de macromedición no se integran en plataformas digitales que permitan su análisis en tiempo real. En muchos casos, la lectura de

producciones se realiza de forma manual, lo que incrementa el riesgo de errores, retrasa la disponibilidad de información y limita la capacidad de respuesta ante eventos críticos.

La falta de integración digital también impide la implementación de modelos de gestión inteligente del agua, que requieren datos en tiempo real para optimizar la operación, reducir pérdidas y mejorar la toma de decisiones. Esta brecha tecnológica profundiza las desigualdades entre los sistemas urbanos y periféricos, y limita el cumplimiento de los objetivos establecidos en el Plan Estratégico Institucional 2025–2029 del AyA (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2023).

5. Desigualdad territorial en el acceso a tecnologías: Las regiones periféricas han sido históricamente excluidas de los procesos de modernización tecnológica impulsados por el AyA. Mientras que en el área metropolitana se han implementado sistemas avanzados de monitoreo y control, en zonas como Chorotega y Brunca persisten modelos de gestión manual, con baja cobertura de macromedición y escasa digitalización. Esta desigualdad territorial compromete el principio de equidad en el acceso a servicios públicos de calidad (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2023).

Estas limitaciones comprometen la eficiencia operativa, dificultan la identificación de pérdidas y afectan la capacidad del AyA para cumplir con los estándares regulatorios establecidos por la ARESEP

4.1.3 Limitaciones institucionales y operativas

Además de las brechas técnicas identificadas en el diagnóstico, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) enfrenta una serie de limitaciones

institucionales y operativas que condicionan la implementación efectiva de proyectos de modernización, como el incremento de la cobertura de macromedición en sus sistemas periféricos. Estas limitaciones no solo afectan la ejecución técnica, sino también la sostenibilidad, gobernanza y capacidad de respuesta de la institución.

1. Recursos humanos y capacidades técnicas: Una de las principales limitaciones institucionales radica en la distribución desigual del talento humano y la falta de especialización técnica en regiones periféricas; muchas de las unidades operativas en zonas rurales carecen de técnicos en electromecánica que serían los encargados de la instalación, calibración y mantenimiento de equipos de macromedición. Esta situación genera una alta dependencia de contratistas externos, lo que incrementa los costos y retrasa la atención de fallas. Además, la rotación frecuente de personal y la ausencia de programas de formación continua dificultan la consolidación de capacidades locales. Según el informe de abastecimiento de agua potable y saneamiento de la ARESEP, esta situación es común en operadores públicos y comunales, y representa un obstáculo para la sostenibilidad operativa de los sistemas (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2023).
2. Presupuesto y financiamiento: El financiamiento de proyectos de infraestructura hídrica en Costa Rica enfrenta restricciones estructurales. En el caso del AyA, gran parte del presupuesto operativo se destina a gastos recurrentes, lo que limita la disponibilidad de recursos para inversiones en tecnologías de medición avanzada. La ejecución de proyectos de macromedición requiere inversiones significativas no solo en equipos, sino también en obras civiles, capacitación y sistemas de información. Sin embargo, la falta de estudios de factibilidad

actualizados y la baja capacidad de formulación de proyectos en algunas regiones dificultan el acceso a financiamiento externo, como fondos internacionales o alianzas público-privadas.

3. **Coordinación interinstitucional:** La gobernanza del agua en Costa Rica es compleja y fragmentada. En los sistemas periféricos, se evidencia la fragmentación institucional se traduce en duplicidad de funciones, vacíos de responsabilidad y lentitud en la toma de decisiones. Por ejemplo, la instalación de un macromedidor en una fuente compartida entre el AyA y una ASADA requiere acuerdos técnicos, legales y financieros que muchas veces no están formalizados. Además, la falta de interoperabilidad entre los sistemas de información de las distintas entidades limita la trazabilidad del recurso y la eficiencia en la gestión.
4. **Cultura organizacional y resistencia al cambio:** Otro factor limitante es la resistencia institucional al cambio, especialmente en lo que respecta a la adopción de nuevas tecnologías y modelos de gestión. En algunos casos, persiste una cultura organizacional centrada en la operación manual y en la resolución reactiva de problemas, lo que dificulta la transición hacia una gestión basada en datos y evidencia. Esta resistencia se manifiesta en la baja adopción de herramientas digitales, la subutilización de los datos recolectados y la falta de incentivos para la innovación interna. Superar esta barrera requiere no solo capacitación técnica, sino también liderazgo institucional, cambios en los procesos internos y una visión estratégica compartida.

4.1.4 Oportunidades estratégicas

A continuación, se presentan una serie de oportunidades estratégicas que pueden ser aprovechadas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) para avanzar hacia una gestión más eficiente, equitativa y sostenible del recurso hídrico en sus sistemas periféricos. Estas oportunidades abarcan desde la incorporación de tecnologías emergentes hasta la articulación con actores clave del sector hídrico y del desarrollo.

1. **Innovaciones tecnológicas aplicables:** El avance de tecnologías de medición y monitoreo ha abierto nuevas posibilidades para mejorar la eficiencia operativa en los sistemas de agua potable. El AyA puede beneficiarse de la implementación de medidores inteligentes con telemetría, sensores de caudal en tiempo real, plataformas de análisis predictivo y sistemas de información geográfica (SIG) integrados. Estas herramientas permiten no solo cuantificar con mayor precisión los volúmenes de agua producidos y distribuidos, sino también detectar fugas, optimizar la operación y reducir pérdidas. Además, la tendencia global hacia la gestión inteligente del agua (Smart Water Management) promueve el uso de tecnologías interoperables que facilitan la toma de decisiones basada en datos.
2. **Alianzas institucionales y comunitarias:** La gestión del agua en zonas periféricas requiere una gobernanza colaborativa que involucre a múltiples actores: ASADAS, municipalidades, universidades, ONGs y comunidades organizadas. El fortalecimiento de alianzas estratégicas puede facilitar la implementación de proyectos de macromedición mediante esquemas de coejecución, asistencia técnica compartida y participación comunitaria en el monitoreo del recurso. Asimismo, las universidades públicas pueden aportar capacidades técnicas y metodológicas para el diseño, evaluación y seguimiento de las intervenciones.

3. Potencial de mejora en la toma de decisiones: La disponibilidad de datos generados por sistemas de macromedición modernos representa una oportunidad para transformar la cultura institucional del AyA, pasando de una gestión reactiva a una gestión basada en evidencia. Con información precisa y en tiempo real, es posible establecer balances hídricos, identificar zonas críticas, priorizar inversiones y justificar técnicamente los ajustes tarifarios ante la ARESEP.

Además, la integración de estos datos en plataformas digitales permite generar indicadores de desempeño, realizar análisis comparativos entre regiones y mejorar la rendición de cuentas ante la ciudadanía y los entes reguladores. Esta transformación digital no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la transparencia y la legitimidad institucional.
4. Posibilidades de cooperación técnica y financiera: El cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 6 sobre agua limpia y saneamiento, ha generado un entorno favorable para la movilización de recursos internacionales. Organismos como el Banco Mundial, el BID, la cooperación alemana (GIZ) y el PNUD han manifestado su interés en apoyar proyectos que promuevan la eficiencia hídrica, la equidad territorial y la resiliencia climática.

El AyA puede acceder a estos fondos mediante la formulación de proyectos técnicamente sólidos, con enfoque territorial y alineados con los marcos normativos nacionales. Además, existen oportunidades para establecer alianzas público-privadas que permitan compartir riesgos, reducir costos y acelerar la implementación de tecnologías de medición avanzada.

4.2 Procesos del grupo de inicio del proyecto

4.2.1 Acta de constitución del proyecto

El acta de constitución del proyecto es un documento fundamental que autoriza formalmente la existencia del proyecto y otorga al director del proyecto la autoridad para aplicar recursos organizacionales en las actividades de este. Según el PMBOK, este documento debe elaborarse al inicio del ciclo de vida del proyecto y debe contener información clave como el propósito, los objetivos, el alcance preliminar, los riesgos de alto nivel, el presupuesto estimado, los interesados clave y los criterios de éxito del proyecto (Project Management Institute, 2021).

El acta de constitución cumple una función esencial al ofrecer una descripción general del proyecto enfocado en incrementar la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA. Este documento permite alinear la ejecución del proyecto con los objetivos estratégicos institucionales, así como con los requerimientos regulatorios vigentes, asegurando que cada etapa esté respaldada por una base formal y bien definida. Además, el acta de constitución representa la autorización oficial de la existencia del proyecto y establece sus especificaciones fundamentales. Por ello, se recomienda utilizar el siguiente formato estructurado que facilite la presentación clara y ordenada de la información contenida en el acta.

Tabla 8

Acta de constitución del proyecto

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	
Fecha: 20/08/2025	
1. DATOS GENERALES	
Nombre del proyecto	Incremento de la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas en Sistemas Periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Nombre de la organización	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Sector de la actividad	Construcción
2. DATOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO	
Ubicación	Sistemas Periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados – Provincias: San José, Alajuela, Heredia, Puntarenas, Guanacaste y Limón
Plazo de ejecución	5 AÑOS 8 MESES
Fecha de inicio	1/1/2026
Fecha de finalización	8/09/2031
4. OBJETIVOS DEL PROYECTO	
Objetivo general	Fortalecer la gestión del recurso hídrico mediante la ampliación de la cobertura de macromedición en las fuentes de abastecimiento de los sistemas periféricos del aya, con el fin de mejorar el control, monitoreo y eficiencia en la distribución del agua potable.
Objetivos específicos	<p>I. Establecer los lineamientos técnicos, administrativos y legales necesarios para la correcta formulación del cartel de licitación, asegurando que los requisitos del proyecto estén claramente definidos y alineados con los estándares del AyA.</p> <p>II. Realizar el proceso de selección y contratación de la empresa constructora encargada del diagnóstico preliminar de las fuentes hídricas, así como del diseño e implementación de la infraestructura de macromedición en los sistemas periféricos del aya, con el fin de garantizar el cumplimiento de los requisitos técnicos, legales y operativos establecidos para el proyecto.</p> <p>III. Implementar mecanismos de seguimiento y evaluación del desempeño de la empresa contratada, con el fin de garantizar la correcta ejecución del proyecto, el uso eficiente de los recursos y la obtención de resultados sostenibles.</p>
5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	
<p>El incremento de la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del AyA es fundamental para cumplir con los requisitos de eficiencia y control establecidos por ARESEP. Actualmente, la baja cobertura limita la capacidad de monitorear la producción de agua de manera precisa, afectando la aprobación de tarifas y la sostenibilidad operativa de los sistemas.</p> <p>Con este proyecto se busca elevar la cobertura de macromedición, permitiendo obtener datos confiables y reducir el margen de error en la medición de caudales. Esto fortalecerá los procesos de gestión del recurso hídrico, facilitará la planificación estratégica y respaldará técnicamente los ajustes tarifarios requeridos ante el ente regulador.</p> <p>Entre los beneficios esperados se encuentran la mejora en la eficiencia operativa, el cumplimiento de las normativas regulatorias y la optimización del uso del recurso hídrico, contribuyendo al fortalecimiento financiero y ambiental de los sistemas periféricos del AyA.</p>	
6. DESCRIPCIÓN DE ENTREGABLES	
I. Número de BPIP	Incorporación del proyecto en el Banco de Proyectos de Inversión Pública.
II. Plan de gestión del proyecto	Conjunto de documentos que definen cómo se abordarán las distintas áreas del proyecto: alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicaciones, adquisiciones y riesgos. Estos planes constituyen las líneas base que guían la ejecución, el monitoreo y el cierre del proyecto, asegurando coherencia, trazabilidad y entrega de valor.
III. Contrato con proveedor	Definición de especificaciones técnicas, elaboración del cartel de licitación, evaluación de ofertas, adjudicación y compra de macromedidores, accesorios y obras.
IV. Sistema de macromedición	Informe detallado sobre el estado actual de las fuentes hídricas, incluyendo ubicación, tipo de fuente, caudal estimado, condiciones de acceso y estado de infraestructura existente, planos, especificaciones técnicas y ejecución de obras civiles e instalación de equipos de medición.
V. Documentación cierre del proyecto	Validación final, cierre financiero, finiquito contractual, cierre del expediente BPIP, archivo de documentación y comunicación formal del cierre del proyecto.
7. SUPUESTOS Y RESTRICCIONES	
Supuestos	<p>I. Se asignarán los fondos necesarios para la contratación de la empresa constructora y la ejecución de todas las etapas del proyecto, incluyendo diagnóstico, diseño e implementación.</p> <p>II. La empresa contratada contará con experiencia técnica comprobada en proyectos similares, incluyendo trabajos en zonas rurales o de difícil acceso.</p>

	<p>III. El personal técnico del AyA estará disponible para brindar acompañamiento, supervisión y validación durante las etapas clave del proyecto.</p> <p>IV. Se podrá acceder a las fuentes hídricas incluidas en el proyecto, ya sea mediante permisos de propietarios privados o por condiciones geográficas favorables.</p> <p>V. Las condiciones climáticas permitirán realizar los levantamientos de campo dentro del cronograma previsto, sin afectaciones significativas por lluvias o fenómenos naturales.</p>																		
Restricciones	<p>I. Disponibilidad limitada de recursos financieros, ya que los fondos asignados al proyecto podrían no ser suficientes para cubrir todas las fuentes hídricas identificadas ni todas las fases previstas, lo que podría requerir ajustes en el alcance o una ejecución por etapas.</p> <p>II. Largos tiempos en los procesos de contratación administrativa, debido a trámites internos, revisiones legales y aprobaciones, lo que puede retrasar el inicio efectivo del proyecto.</p> <p>III. Registros de fuentes hídricas desactualizados o incompletos, lo que dificulta la planificación precisa y requiere mayor esfuerzo en validación y levantamiento de información.</p> <p>IV. Ausencia de un inventario consolidado de macromedidores existentes, lo que impide establecer metas claras sin realizar primero un diagnóstico exhaustivo.</p> <p>V. Acceso limitado a ciertas fuentes hídricas, por razones de propiedad privada, condiciones topográficas o falta de infraestructura vial.</p> <p>VI. Tiempo restringido para levantamientos de campo, debido a cargas operativas del personal técnico o condiciones climáticas adversas en ciertas regiones.</p>																		
8. DEFINICIÓN DE HITOS																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Hitos del proyecto</th> <th colspan="2">Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Obtener número de BPIP</td> <td>mié 01/01/25</td> <td>mar 03/06/25</td> </tr> <tr> <td>Generar plan de gestión del proyecto</td> <td>mié 18/06/25</td> <td>mar 29/07/25</td> </tr> <tr> <td>Contrato con proveedor</td> <td>mié 30/07/25</td> <td>jue 01/10/26</td> </tr> <tr> <td>Sistema de macromedición (aprox 300 equipos)</td> <td>vie 02/10/26</td> <td>jue 03/10/30</td> </tr> <tr> <td>Documentación cierre del proyecto</td> <td>vie 04/10/30</td> <td>mar 04/11/31</td> </tr> </tbody> </table>		Hitos del proyecto	Fecha		Obtener número de BPIP	mié 01/01/25	mar 03/06/25	Generar plan de gestión del proyecto	mié 18/06/25	mar 29/07/25	Contrato con proveedor	mié 30/07/25	jue 01/10/26	Sistema de macromedición (aprox 300 equipos)	vie 02/10/26	jue 03/10/30	Documentación cierre del proyecto	vie 04/10/30	mar 04/11/31
Hitos del proyecto	Fecha																		
Obtener número de BPIP	mié 01/01/25	mar 03/06/25																	
Generar plan de gestión del proyecto	mié 18/06/25	mar 29/07/25																	
Contrato con proveedor	mié 30/07/25	jue 01/10/26																	
Sistema de macromedición (aprox 300 equipos)	vie 02/10/26	jue 03/10/30																	
Documentación cierre del proyecto	vie 04/10/30	mar 04/11/31																	
9. IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS																			
Interesados directos	<p>I. UEN Producción y Distribución Sistemas Periféricos AyA</p> <p>II. Dirección Proveduría</p> <p>III. Dirección Planificación</p> <p>IV. Dirección de Legal</p> <p>V. ARESEP</p> <p>VI. Proveedores</p> <p>VII. Sindicato SITRAA / ASTRAA</p>																		
Interesados indirectos	<p>I. Usuarios finales de los sistemas periféricos (población abastecida)</p> <p>II. Municipalidades locales (por permisos, colaboración o acceso a sitios)</p> <p>III. Ministerio de Salud (vigilancia sanitaria del agua)</p>																		
10. AUTORIZACIONES																			
Director del Proyecto	Ing. Ana Liz Castro Porras																		
Cliente	Ing. Mario Solis Castro																		

Nota: El acta de constitución es un documento fundamental que autoriza formalmente un proyecto y establece sus parámetros clave. Autoría propia.

4.2.2 Métodos de evaluación de interesados

La identificación y análisis de las partes interesadas es un componente esencial en la gestión de proyectos, especialmente cuando se trata de iniciativas con alto impacto técnico, social o institucional. Para comprender mejor las expectativas, preocupaciones y el grado de influencia de cada actor involucrado, es necesario aplicar métodos sistemáticos de evaluación. Estos métodos permiten anticipar posibles resistencias, identificar riesgos asociados a la falta de apoyo y diseñar estrategias de comunicación y participación más efectivas.

A continuación, se describen tres enfoques clave para evaluar a las partes interesadas en función de su percepción del riesgo, su nivel de dependencia del proyecto y su experiencia previa ante situaciones similares.

- **Consulta directa:** Pregunta a la parte interesada sobre su percepción del riesgo si el proyecto no tiene éxito. Esto puede incluir entrevistas o encuestas para capturar sus preocupaciones y el nivel de impacto esperado.
- **Análisis de dependencia:** Evalúa cuánto depende la parte interesada del éxito del proyecto. Si la parte interesada tiene una gran dependencia, el riesgo de impacto negativo será mayor.
- **Revisión de antecedentes:** Examina cómo fracasos similares han afectado a esta parte interesada en el pasado. Esto puede proporcionar una visión de cómo podría verse afectada nuevamente.

4.2.3 Interesados

De acuerdo con la lluvia de ideas se identificaron las siguientes partes interesadas en el proyecto de plan de gestión para el proyecto de incremento de la cobertura de macromedición

al en las fuentes hídricas de sistemas periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA):

- Área técnica y operativa: UEN producción y Distribución Sistemas Periféricos AyA y proveedores.
- Área administrativa y de gestión: Dirección Proveeduría, AyA, Dirección Planificación, AyA, Sindicatos o asociaciones de trabajadores del AyA.
- Área legal y regulatoria: Dirección de Legal, AyA, ARESEP, municipalidades locales (por permisos, colaboración o acceso a sitios), Ministerio de Salud (vigilancia sanitaria del agua).
- Usuarios y sociedad civil: Usuarios finales de los sistemas periféricos (población abastecida).

4.2.4 Formulario para el registro de las partes interesadas

En la gestión de proyectos, identificar y registrar a las partes interesadas es un paso esencial para asegurar la comunicación efectiva, la toma de decisiones informada y el éxito del proyecto. Las partes interesadas son individuos, grupos u organizaciones que pueden afectar, verse afectados o percibirse como afectados por una decisión, actividad o resultado del proyecto.

Se ha desarrollado un formulario específico para identificar, registrar y organizar la información relativa a las partes interesadas. Este instrumento tiene como objetivo facilitar la gestión proactiva de los interesados, asegurando una comunicación efectiva, el tratamiento adecuado de expectativas, y la alineación de sus intereses con los objetivos del proyecto.

El formulario debe mantenerse actualizado durante todo el ciclo de vida del proyecto, ya que permite monitorear cambios en el grado de influencia, intereses y necesidades de los actores clave.

Tabla 9

Registro de partes interesadas del proyecto

ID	Nombre de la parte interesada	Tipo (Público, privada, sociedad civil)	Rol en el proyecto	Teléfono	Email
1	UEN Producción y Distribución Sistemas Periféricos AyA - Mario Solis Castro	Pública	Coordinación técnica y operativa	N/D	marsolis@aya.go.cr
2	Proveedor	Privada	Diagnóstico de fuentes. Contratista de obra civil e hidráulica, suministro y calibración de micromedidores.	N/D	*Pendientes definir mediante contratación pública.
3	Dirección de Proveeduría, AyA	Pública	Gestión de compras y contrataciones	Ext. 5494	proveeduria@aya.go.cr
4	Dirección de Planificación, AyA	Pública	Planificación estratégica del proyecto	Ext. 5110	planificacion@aya.go.cr
5	Sindicato SITRAA / ASTRAA	Sociedad civil	Representación de trabajadores	2543 6537	sitraa@aya.go.cr
6	Dirección Legal, AyA - Rodolfo Lizano Rojas	Pública	Asesoría legal y cumplimiento normativo	Ext.5473	rlizano@aya.go.cr
7	ARESEP	Pública	Regulación de tarifas y servicios	+506 2506-3200	usuario@aresep.go.cr

ID	Nombre de la parte interesada	Tipo (Público, privada, sociedad civil)	Rol en el proyecto	Teléfono	Email
8	Municipalidad	Pública	Permisos y acceso a sitios	N/D	* Pendientes definir según sitio en el cual se trabajará.
9	Ministerio de Salud	Pública	Vigilancia sanitaria del agua	N/D	* Pendientes definir según sitio en el cual se trabajará.
10	Usuarios finales	Sociedad civil	Beneficiarios del proyecto	N/D	* Pendientes definir según sitio en el cual se trabajará.

Nota: Esta tabla permite documentar y organizar la información clave de las partes interesadas del proyecto. Autoría propia.

El propósito de esta tabla es facilitar la gestión de la comunicación y fomentar la participación de las partes interesadas a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Para garantizar su efectividad, se recomienda actualizarla periódicamente, ya que las partes interesadas pueden cambiar con el tiempo. Asimismo, es importante clasificar adecuadamente a cada parte interesada, lo que permite definir estrategias de comunicación y gestión más precisas. Finalmente, se debe mantener la confidencialidad de la información registrada, protegiendo los datos personales conforme a las normativas aplicables.

4.2.5 Desarrollo de criterios para la ponderación del poder e interés de las partes interesadas

Para gestionar eficazmente a las partes interesadas, es fundamental contar con criterios claros y estructurados que permitan evaluar su nivel de poder e interés en relación con el proyecto. Esta evaluación facilita la toma de decisiones estratégicas sobre cómo involucrar, comunicar y gestionar a cada actor clave, de acuerdo con su influencia y grado de compromiso.

En concordancia con el enfoque basado en principios de la Guía del PMBOK, se propone una herramienta de análisis cualitativo que permite clasificar a las partes interesadas según dos dimensiones fundamentales: el poder, entendido como su capacidad para influir en el proyecto, y el interés, referido al nivel de atención o preocupación que tienen respecto a los resultados del mismo. (Project Management Institute, 2021)

A continuación, se presentan dos tablas de las cuales la primera define los criterios de poder, considerando aspectos como la capacidad de decisión, el control de recursos, la influencia organizacional y la capacidad de generar apoyo o resistencia. La segunda tabla detalla los criterios de interés, incluyendo el impacto directo del proyecto, el grado de participación deseada, el riesgo de impacto negativo y la alineación de objetivos. Estas herramientas permiten clasificar a los interesados en niveles alto (3), medio (2) o bajo (1), y sirven como base para el análisis posterior de su posición estratégica dentro del proyecto.

Tabla 10*Crterios de poder*

Criterio	Descripción	Alto interés	Medio interés	Bajo interés
Capacidad de decisión	Evalúa si la parte interesada tiene autoridad formal para tomar decisiones clave en el proyecto.	Tiene autoridad directa sobre decisiones críticas del proyecto.	Puede influir en decisiones a través de recomendaciones o asesoría.	No tiene influencia directa en la toma de decisiones.
Control de recursos	Mide el grado en que controla recursos esenciales (financieros, humanos, tecnológicos) para el proyecto.	Controla recursos clave sin los cuales el proyecto no puede avanzar.	Tiene acceso o influencia sobre algunos recursos importantes.	No controla ni influye en recursos del proyecto.
Influencia organizacional	Considera el nivel jerárquico o de influencia dentro de la organización o entorno del proyecto.	Alta posición jerárquica o gran influencia política o social.	Posición media o influencia limitada a ciertos ámbitos.	Influencia mínima o sin relevancia organizacional.
Capacidad de generar apoyo o resistencia	Evalúa si puede movilizar a otros actores a favor o en contra del proyecto.	Puede movilizar a múltiples actores o generar presión significativa.	Puede influir en algunos actores o generar resistencia moderada.	No tiene capacidad de movilización o influencia sobre otros.

Nota: El objetivo de la tabla es proporcionar una herramienta estructurada para evaluar el nivel de poder que cada parte interesada tiene en relación con el proyecto. Autoría propia.

Tabla 11*Crterios de interés*

Criterio	Descripción	Alto interés	Medio interés	Bajo interés
Impacto directo	Evalúa si el proyecto afecta significativamente los intereses o necesidades del interesado.	Directamente afectado por el proyecto, ya sea positiva o negativamente.	Afectado indirectamente, con un impacto moderado.	Afectado de manera marginal o no afectado en absoluto.
Grado de participación deseada	Mide cuánto desea una parte interesada involucrarse activamente en el proyecto.	Desea estar activamente involucrado en el desarrollo y toma de decisiones.	Desea estar informado y consultado, pero no participar directamente.	Poco interés en participar activamente en el proceso.
Riesgo de impacto negativo	Evalúa la posibilidad de que el interesado se vea afectado negativamente si el proyecto fracasa o no cumple sus objetivos.	Altamente vulnerable a consecuencias negativas si el proyecto falla.	Podría verse afectado, pero con consecuencias manejables.	No se ve afectado en caso de fracaso del proyecto.
Alineación de objetivos	Considera el grado en que los objetivos del proyecto coinciden con los intereses o metas del interesado.	Totalmente alineado con sus intereses estratégicos o personales.	Parcialmente alineado; hay coincidencias, pero no es prioritario.	No hay alineación o el proyecto es irrelevante para sus objetivos.
Impacto directo	Evalúa si el proyecto afecta significativamente los intereses o necesidades del interesado.	Directamente afectado por el proyecto, ya sea positiva o negativamente.	Afectado indirectamente, con un impacto moderado.	Afectado de manera marginal o no afectado en absoluto.

Nota: El objetivo de la tabla es proporcionar una herramienta estructurada para evaluar el nivel de interés que cada parte interesada tiene en relación con el proyecto. Autoría propia.

Tabla 12*Análisis de poder e interés de las partes interesadas*

Interesado	Posición	Poder	Interés
UEN Producción y Distribución Sistemas Periféricos AyA	+	3	3
Proveedores	+/-	2	3
Dirección Proveeduría, AyA	+	3	2
Dirección Planificación, AyA	+	3	3
Sindicatos o asociaciones de trabajadores del AyA	+/-	2	2
Dirección de Legal, AyA	+/-	2	1
ARESEP	+/-	3	2
Municipalidades locales	+/-	2	2
Ministerio de Salud	+	2	3
Usuarios finales de los sistemas periféricos	+	1	3

Nomenclatura de la tabla:	
Posición:	(+) A favor o (-) En contra
Poder:	(3) Alto hasta (1): Bajo
Interés:	(3) Alto hasta (1): Bajo

Nota: La tabla presenta un análisis cualitativo de las principales partes interesadas del proyecto, clasificándolas según su posición frente al proyecto, así como su nivel de poder e interés. Autoría propia.

4.2.6 Estrategias de gestión de interesados

Una vez identificadas y clasificadas las partes interesadas según su nivel de poder e interés en el proyecto, es fundamental definir estrategias de gestión diferenciadas que permitan optimizar la comunicación, el compromiso y la toma de decisiones. La matriz de poder/interés es una herramienta clave que facilita esta segmentación, permitiendo priorizar esfuerzos y recursos de manera estratégica.

Cada grupo de interesados requiere un enfoque específico para asegurar su apoyo o minimizar posibles resistencias. A continuación, se presentan las estrategias recomendadas para cada cuadrante de la matriz, con el fin de garantizar una gestión efectiva y alineada con los objetivos del proyecto.

- Gestionar atentamente: Para aquellas con alto poder y alto interés.

Estas partes interesadas son clave para el éxito del proyecto. Por lo cual es conveniente involucrarlos en la toma de decisiones estratégicas, establecer canales de comunicación directa y frecuente, asignar responsables específicos para su atención, incluirlos en comités o grupos de trabajo y monitorear continuamente su nivel de satisfacción e influencia.

- Mantener satisfecho: Alto poder y bajo o medio interés.

Estas partes pueden influir significativamente, aunque no estén activamente involucrados, por lo que se recomienda proporcionar actualizaciones periódicas de alto nivel, consultarlos en momentos clave del proyecto, asegurar que sus expectativas estén alineadas con los objetivos, evitar sobrecargarlos con

detalles operativos innecesarios e identificar posibles cambios en su nivel de interés.

- Mantener informado: Bajo poder y alto interés.

Aunque no tienen poder de decisión, pueden ser aliados importantes o generar presión social. Se recomienda compartir información clara y accesible sobre avances y decisiones, crear espacios de participación o retroalimentación (encuestas, foros), reconocer públicamente su interés y aportes y usar medios adecuados a su perfil (boletines, redes sociales, reuniones comunitarias).

- Notificar: Bajo poder y bajo interés.

No requieren una gestión intensiva, pero deben estar al tanto.

Por lo cual es recomendable mantenerlos informados con comunicaciones generales o automatizadas, incluirlos en listas de distribución de informes o boletines, monitorear si su nivel de interés o poder cambia con el tiempo y evitar la sobreinformación que pueda generar desinterés o confusión.

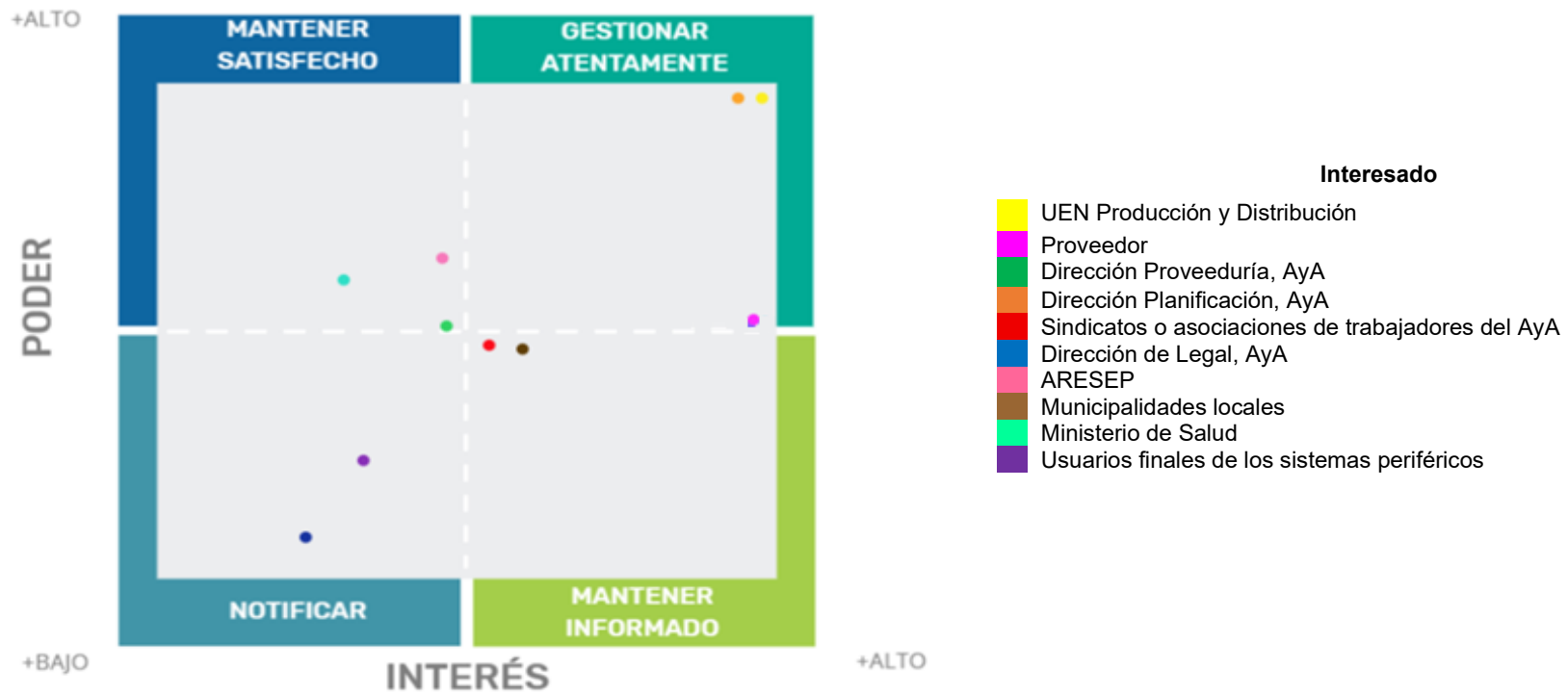
4.2.7 Matriz de poder/interés

La matriz de poder/interés es una herramienta fundamental en la gestión de partes interesadas, ya que permite visualizar y clasificar a los actores clave del proyecto en función de dos dimensiones estratégicas: su nivel de poder (capacidad de influir en el proyecto) y su nivel de interés (grado de atención o preocupación por los resultados del proyecto). Esta clasificación facilita la toma de decisiones sobre cómo involucrar a cada parte interesada, definir estrategias de comunicación adecuadas y priorizar esfuerzos de gestión.

La matriz se construye a partir de los criterios previamente definidos para evaluar el nivel de poder e interés de cada parte interesada, y permite ubicarlas en uno de los cuatro cuadrantes estratégicos, los cuales orientan la forma más adecuada de gestionar su participación en el proyecto.

Figura 10

Matriz de clasificación de las partes interesadas en una matriz de poder/interés



Nota: La matriz de clasificación de las partes interesadas, en la cual se visualiza su ubicación según el nivel de poder e interés que ejercen sobre el proyecto. Esta representación gráfica permite identificar la estrategia de gestión más adecuada para cada grupo de interesados. Autoría propia.

4.3 Procesos del grupo de la planificación del proyecto

4.3.1 Introducción al grupo de planificación

La planificación es una de las etapas más importantes en la gestión de proyectos, ya que marca el rumbo que guiará el proyecto. Su propósito es definir de manera estructurada y anticipada los elementos clave que permitirán alcanzar los objetivos planteados asegurando que los entregables se cumplan dentro del alcance, tiempo, costo y calidad esperados.

En esta fase se desarrollan varios procesos que, al trabajar en conjunto, permiten establecer las bases del proyecto. Entre ellos destacan: la definición del alcance, la elaboración de la estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS), la planificación del cronograma, la estimación de costos, la asignación de recursos humanos y materiales, la gestión de las comunicaciones, el análisis de riesgos y la integración de los interesados clave.

La Guía del PMBOK, enfatiza que la planificación debe ser iterativa, colaborativa y orientada a la entrega de valor. En el enfoque predictivo adoptado por este proyecto, la planificación se realiza de forma secuencial y detallada, permitiendo establecer con claridad las líneas base que servirán como referencia para el control del proyecto. (Project Management Institute, 2021)

4.3.1.1 Plan de gestión del alcance

La planificación del alcance es un paso clave en la gestión del proyecto, ya que define con claridad qué se va a entregar y qué trabajo se necesita para lograrlo. En términos simples, se trata de establecer los límites del proyecto: qué incluye, qué no, y cómo se va a controlar que se mantenga dentro de esos márgenes.

De acuerdo con la Guía del PMBOK, el alcance del producto se refiere a las características y funcionalidades del resultado final, mientras que el alcance del proyecto

abarca todo el trabajo necesario para entregar ese resultado (Project Management Institute, 2021).

Para estructurar y gestionar este alcance, se utilizan herramientas como la declaración del alcance y la estructura de desglose del trabajo (EDT o WBS). Estas herramientas permiten dividir el proyecto en partes más pequeñas y manejables, lo que facilita asignar responsabilidades, estimar tiempos y costos, y hacer seguimiento al avance del trabajo.

4.3.1.1.1 Definición del alcance

La definición del alcance se realiza a partir del Acta de Constitución, considerando que esta es una actividad crítica dentro del ciclo de vida del proyecto. Una definición ambigua o incompleta puede dar lugar a la omisión de tareas esenciales, afectando directamente la planificación presupuestaria y provocando desviaciones no previstas. Para mitigar estos riesgos, se recomienda aplicar diversas técnicas de definición como:

- Análisis de registros históricos de proyectos similares
- Consulta con expertos técnicos y administrativos
- Desarrollo de sesiones de lluvia de ideas con equipos multidisciplinarios

Una definición precisa del alcance contribuye significativamente a una correcta elaboración del cronograma, estimación de costos y control de calidad, permitiendo la identificación clara de los entregables del proyecto, sus límites y los criterios de aceptación.

Tabla 13

Enunciado del alcance del proyecto

ENUNCIADO DEL ALCANCE DEL PROYECTO	
1. DATOS GENERALES	
Nombre del proyecto	Incremento de la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas en Sistemas Periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Nombre de la organización	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Sector de la actividad	Construcción
2. DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO	
El proyecto contempla el diagnóstico, diseño, construcción de obras e instalación de equipos para incrementar la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).	
3. ENTREGABLES DEL PROYECTO	
Número de BPIP	Elaboración y presentación del formulario de solicitud ante el Banco de Proyectos de Inversión Pública (BPIP), incluyendo justificación técnica, objetivos, alcance y presupuesto estimado.
Plan de gestión del proyecto	Desarrollo del acta de constitución, identificación de partes interesadas, elaboración de los planes de gestión (alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos, adquisiciones, comunicaciones).
Contrato con proveedor adjudicado y firmado	Definición de especificaciones técnicas, elaboración del cartel de licitación, evaluación de ofertas, adjudicación y compra de macromedidores, accesorios y obras.
Infraestructura de medición hídrica aceptada	Informe detallado sobre el estado actual de las fuentes hídricas, incluyendo ubicación, tipo de fuente, caudal estimado, condiciones de acceso y estado de infraestructura existente, ejecución de obras civiles e instalación de equipos de medición.
Acta de cierre final del proyecto aprobada	Validación final, cierre financiero, finiquito contractual, cierre del expediente BPIP, archivo de documentación y comunicación formal del cierre del proyecto.
4. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	
Normativos y Técnicos	<ol style="list-style-type: none"> I. Cumplimiento de especificaciones técnicas según Norma AR-HSA-2008 de ARESEP. II. Aprobación por CFIA (planos, memoria de cálculo). III. Integración funcional con SCADA y sistemas institucionales. IV. Validación por AyA y partes interesadas clave.
Documentales y Administrativos	<ol style="list-style-type: none"> I. Documentación completa: acta de constitución, planes de gestión, informes técnicos, manuales operativos. II. Validación documental y física de cada entregable. III. Firma de responsables institucionales. IV. Registro de lecciones aprendidas y cierre administrativo formal.
Operativos y de Calidad	<ol style="list-style-type: none"> I. Instalación funcional y segura de macromedidores. II. Pruebas operativas exitosas (medición, conectividad, SCADA). III. Capacitación impartida y registrada. IV. Reducción del agua no contabilizada (ANC) en al menos un 10–20%.
Sostenibilidad y Ética	<ol style="list-style-type: none"> I. Alineación con ODS 6 y principios de sostenibilidad. II. Protección de derechos humanos, inclusión, transparencia, eficiencia energética. III. Evaluación positiva en matriz P5 (Green Project Management).
5. EXCLUSIONES DEL PROYECTO	
Técnicas	<ol style="list-style-type: none"> I. Micromedición domiciliaria (solo se aborda macromedición en fuentes). II. Mantenimiento post-instalación de macromedidores. III. Ampliación de redes de distribución. IV. Intervención en fuentes hídricas no operadas por AyA. V. Integración con sistemas no institucionales.
Administrativas y Financieras	<ol style="list-style-type: none"> I. Adquisición de terrenos o permisos de propiedad privada no gestionados.

	II. Trámites legales no relacionados directamente con la instalación de macromedidores. III. Financiamiento adicional para fuentes no priorizadas por AyA. IV. Estudios de factibilidad para fases futuras.
Ambientales y Sociales	I. Trabajo infantil o prácticas no alineadas con estándares éticos. II. Contaminación acústica, desplazamiento de agua, o impactos fuera del alcance operativo. III. Actividades de sensibilización ciudadana no vinculadas directamente a la instalación de macromedidores.
Restricciones Operativas	IV. Registros hídricos desactualizados o incompletos. V. Acceso limitado a ciertas fuentes por ubicación o propiedad. VI. Recursos insuficientes para estudios previos o levantamientos. VII. Tiempo restringido por condiciones climáticas o cargas operativas.

Nota: El enunciado del alcance del proyecto describe qué se hará, qué se entregará y qué está excluido, para guiar su ejecución y control. Autoría propia.

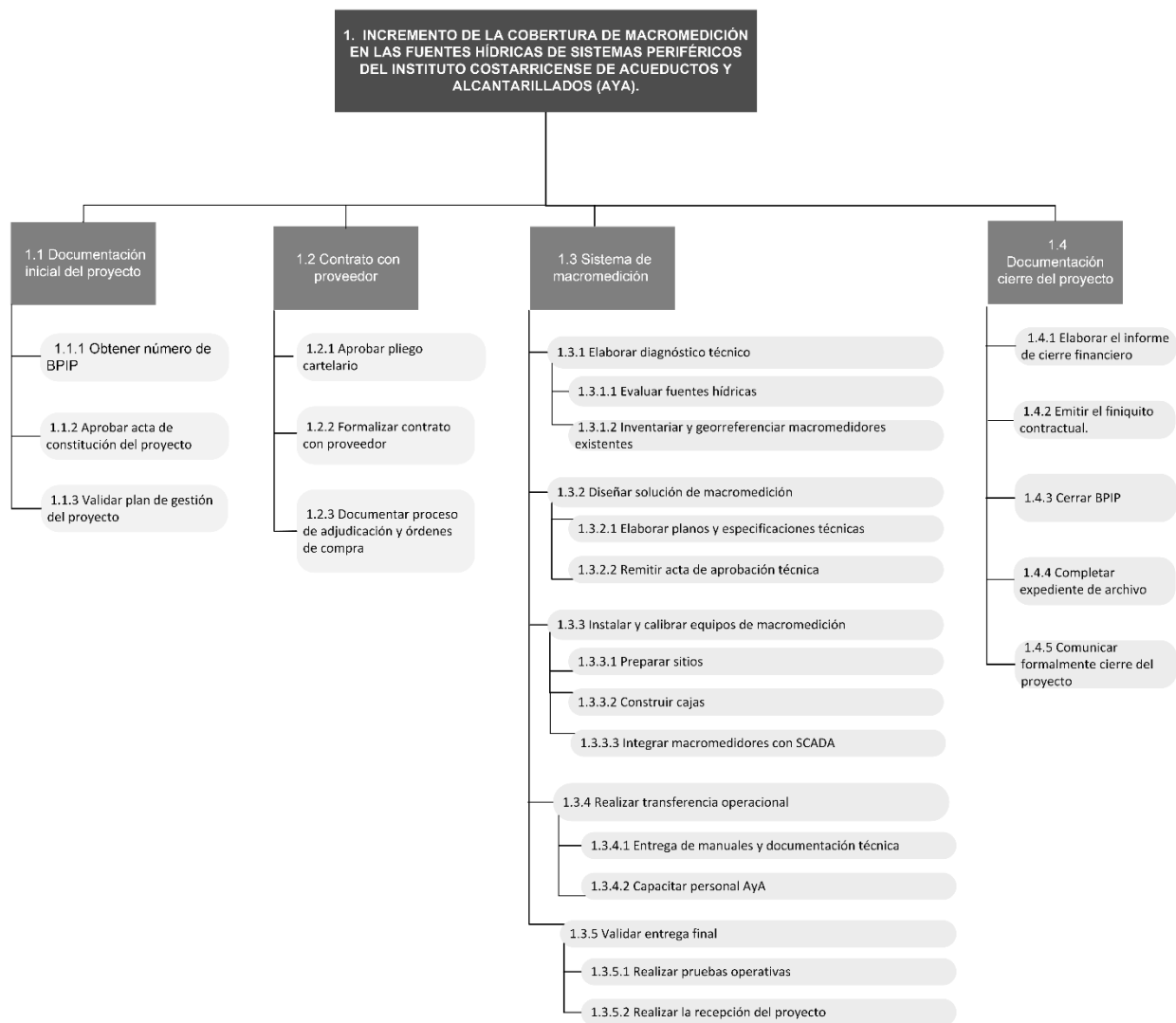
4.3.1.1.2 EDT (Estructura de Desglose del Trabajo)

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), es una herramienta fundamental en la planificación del alcance del proyecto. Según el PMBOK, la EDT permite descomponer el trabajo total del proyecto en componentes más pequeños y manejables, denominados paquetes de trabajo, que facilitan la planificación, asignación de recursos, seguimiento y control del proyecto. (Project Management Institute, 2021)

Se desarrolló una EDT basada en actividades genéricas identificadas en proyectos relacionados con sistemas de macromedición. Esta plantilla fue elaborada utilizando la herramienta Microsoft Visio, con el objetivo de representar visualmente la organización y secuencia lógica de los componentes del proyecto.

Figura 11

EDT genérico para proyecto de instalación de macromedidores en fuentes de agua



Nota: EDT genérico para un proyecto de instalación de macromedidores en fuentes de agua, Microsoft Visio. Autoría propia.

4.3.1.1.3 Diccionario EDT

El presente Diccionario de la EDT corresponde al proyecto de macromedición en fuentes de agua, detalla los componentes del trabajo necesarios para planificar, ejecutar y controlar cada entregable, garantizando la trazabilidad y el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Tabla 14

Diccionario EDT para proyecto de instalación de macromedidores en fuentes de agua

Código EDT 1	Entregable Proyecto de Macromedición – Sistemas Periféricos AyA
Descripción del trabajo	Proyecto institucional orientado a mejorar la cobertura de macromedición en las fuentes de agua de los sistemas periféricos del AyA.
Entregable(s) específico(s)	Proyecto completo ejecutado y cerrado administrativamente.
Criterios de aceptación	Cumplimiento de los objetivos de cobertura, instalación y control establecidos.
Supuestos	Sujeto a aprobación del BPIP y disponibilidad presupuestaria.
	Recursos requeridos
Presupuesto total de inversión aprobado y adjudicación y formalización de contratos.	Responsable Subgerencia de Sistemas Periféricos, Director de proyecto
Código EDT 1.1	Entregable Documentación inicial del proyecto
Descripción del trabajo	Actividades necesarias para establecer los fundamentos del proyecto, incluyendo la obtención del número de BPIP, aprobación del acta de constitución y elaboración del plan de gestión del proyecto.
Entregable(s) específico(s)	Número de BPIP emitido por MIDEPLAN, acta de constitución del proyecto aprobada y plan de gestión del proyecto aprobado
Criterios de aceptación	El número de BPIP debe estar oficialmente emitido por MIDEPLAN. El acta de constitución debe estar firmada por las partes involucradas. El plan de gestión debe estar aprobado formalmente.
Supuesto (s)	MIDEPLAN emitirá el número de BPIP dentro del plazo previsto, se aprueban y reciben los documentos sin retrasos.
	Recursos requeridos
Acceso a plataforma BPIP.	Responsable Director de proyecto
Código EDT 1.1.1	Paquete de trabajo Obtener número de BPIP
Descripción del trabajo	Gestión de la solicitud ante MIDEPLAN para la asignación del número presupuestario interno del proyecto (BPIP).
Entregable(s) específico(s)	Notificación oficial con el código BPIP
Criterios de aceptación	Código BPIP formalmente registrado en MIDEPLAN.
Supuesto (s)	El BPIP debe incluir justificación técnica y financiera.
	Recursos requeridos
Personal administrativo, sistema de gestión institucional	Responsable Director de proyecto y Planificación AyA

Código EDT 1.1.2	Paquete de trabajo Aprobar acta de constitución del proyecto
Descripción del trabajo	Desarrollo, revisión y obtención de las firmas formales del documento que autoriza formalmente el proyecto.
Entregable(s) específico(s)	Acta de Constitución oficial firmada.
Criterios de aceptación	Documento en formato estándar de la organización Firma del acta.
Supuesto (s)	Debe elaborarse antes de iniciar la planificación.
Recursos requeridos	Responsable
Formato institucional.	Director de proyecto
Código EDT 1.1.3	Paquete de trabajo Generar plan de gestión del proyecto
Descripción del trabajo	Organización y administración general del proyecto desde su inicio hasta su cierre.
Entregable(s) específico(s)	Plan de gestión del proyecto aprobado.
Criterios de aceptación	Entregados, aprobados y alineados con el plan maestro.
Supuesto (s)	Depende de la aprobación del acta de constitución.
Recursos requeridos	Responsable
Licencia de software de gestión de proyectos y espacio para reuniones.	Director de proyecto
Código EDT 1.2	Entregable Contrato con proveedor
Descripción del trabajo	Proceso completo de adquisición de bienes y servicios requeridos.
Entregable(s) específico(s)	Contratos adjudicados y formalizados.
Criterios de aceptación	Cumplimiento de la Ley de Contratación Administrativa.
Supuesto (s)	Depende de la aprobación presupuestaria.
Recursos requeridos	Responsable
SICOP	Proveeduría, Legal y Director de proyecto
Código EDT 1.2.1	Paquete de trabajo Aprobar pliego cartelario
Descripción del trabajo	Elaboración de los términos de referencia, requisitos legales, técnicos y administrativos para la licitación y contratación del proveedor de equipos e instalación.
Entregable(s) específico(s)	Pliego de Licitación con aprobación del área de proveeduría, legal y técnica.
Criterios de aceptación	Aprobación por el área de proveeduría, legal y técnica.
Supuesto (s)	Debe cumplir estándares, leyes y normativa nacional.
Recursos requeridos	Responsable
Equipo legal, especificaciones técnicas	Director de proyecto
Código EDT 1.2.2	Paquete de trabajo Formalizar contrato con proveedor
Descripción del trabajo	Conclusión del proceso de adjudicación, negociación y firma del acuerdo legal con el proveedor(es) seleccionado(s).
Entregable(s) específico(s)	Contrato Final de Bienes y Servicios, firmado por todas las partes legales. Documento de Adjudicación final.
Criterios de aceptación	Contrato firmado por las partes legales. Calendario de entrega y pago.
Supuesto (s)	Sujeto a tiempos del proceso administrativo.
Recursos requeridos	Responsable
Documentación legal, proveedor adjudicado	Director de proyecto

Código EDT 1.2.3	Paquete de trabajo Documentar proceso de adjudicación y órdenes de compra
Descripción del trabajo	Generación de la orden de inicio formal y las órdenes de compra (OC).
Entregable(s) específico(s)	Órdenes de compra (OC) emitidas. Pagos realizados.
Criterios de aceptación	OC firmadas y registradas en el sistema financiero; montos coinciden con el presupuesto y el contrato formal.
Supuesto (s)	Entregas parciales según contrato.
Recursos requeridos SICOP, documentación legal	Responsable Director de proyecto

Código EDT 1.3	Entregable Sistema de macromedición
Descripción del Trabajo	Implementación del contrato de suministro e instalación de macromedidores.
Entregable(s) Específico(s)	Equipos instalados, validados y operativos.
Criterios de Aceptación	Aprobación técnica y recepción conforme.
Supuesto (s)	Involucra aproximadamente 300 equipos.
Recursos requeridos Liberación de los fondos del contrato de instalación y supervisión. Materiales y equipos.	Responsable Proveedor

Código EDT 1.3.1	Paquete de trabajo Elaborar diagnóstico técnico
Descripción del trabajo	Revisión técnica y de campo para definir las condiciones de instalación y de los equipos existentes.
Entregable(s) específico(s)	Informe técnico preliminar.
Criterios de aceptación	Validación técnica por AyA.
Supuesto (s)	Acceso a todos los puntos de instalación.
Recursos requeridos Dispositivos GPS y vehículo.	Responsable Proveedor

Código EDT 1.3.1.1	Entregable Evaluar fuentes hídricas
Descripción del trabajo	Revisión documental y de campo inicial.
Entregable(s) específico(s)	Recolección y análisis de datos de caudal, presión, material de tubería, diámetros de tubería, información catastral, ingreso, condiciones operativas, seguridad, evaluación de riesgos y disponibilidad de energía eléctrica de los sitios de fuentes. Informe de evaluación de fuentes hídricas consolidado. El informe caracteriza las fuentes para diseñar macromedidor. Definición de sitios óptimos de colocación y se identifican los riesgos logísticos y estructurales.
Criterios de aceptación	Informe final preliminar.
Supuesto (s)	Se entrega antes del diseño. Toda la documentación (planos, registros, etc.) solicitada a las unidades regionales, la misma existe y es accesible para el equipo en el plazo requerido. Condiciones climáticas favorables.
Recursos requeridos Debe coordinarse con unidades regionales AyA, planos de la red de tubería, dispositivos GPS, cámara y vehículo.	Responsable Proveedor

Código EDT 1.3.1.2	Paquete de trabajo Inventariar y georreferenciar macromedidores existentes
Descripción del trabajo	Inspección de campo y documentación de la ubicación, estado y datos de placa de todos los macromedidores instalados o por reemplazar.
Entregable(s) específico(s)	Base de Datos (GIS/Excel) con Inventario Georreferenciado.
Criterios de aceptación	Base de datos estructurada con información técnica y georreferenciada de fuentes hídricas y macromedidores existentes, validada por el equipo técnico y compatible con el sistema SIG institucional.
Supuesto (s)	Uso de información y plataforma SIG institucional.
Recursos requeridos GPS, software GIS, personal técnico	Responsable Proveedor
Código EDT 1.3.2	Paquete de trabajo Diseñar solución de macromedición
Descripción del trabajo	Desarrollo del diseño técnico de las instalaciones.
Entregable(s) específico(s)	Planos y memorias técnicas.
Criterios de aceptación	Aprobación técnica final.
Supuesto (s)	Cumple normativa.
Recursos requeridos Licencias de AutoCAD y acceso a las Normas Técnicas y de Construcción de AyA.	Responsable Proveedor
Código EDT 1.3.2.1	Paquete de trabajo Elaborar planos y especificaciones técnicas
Descripción del trabajo	Desarrollo de los planos de obra civil, esquemas de montaje y especificaciones de materiales (cajas, tuberías, válvulas, sensores).
Entregable(s) específico(s)	Paquete de Planos "Para Construcción" y Documento de Especificaciones.
Criterios de aceptación	Planos validados por la unidad técnica (Ingeniería de AyA) y consistentes con los requisitos del pliego cartulario.
Supuesto (s)	Basado en diagnóstico aprobado.
Recursos requeridos Ingenieros, software CAD	Responsable Proveedor y Director de proyecto
Código EDT 1.3.2.2	Paquete de trabajo Remitir acta de aprobación técnica
Descripción del trabajo	Gestión de la revisión y aprobación formal de los planos y especificaciones técnicas ante los entes internos y externos.
Entregable(s) específico(s)	Acta de aprobación técnica.
Criterios de aceptación	El documento de aprobación incluye firmas de las autoridades técnicas correspondientes (CFIA, AyA, Municipalidad, Operador energía eléctrica, entre otros).
Supuesto (s)	Se realiza previo a la ejecución física de los trabajos.
Recursos requeridos Planos, comité técnico	Responsable Director de proyecto
Código EDT 1.3.3	Paquete de trabajo Instalar y calibrar equipos de macromedición
Descripción del trabajo	Construcción e instalación física de los macromedidores.
Entregable(s) específico(s)	Equipos instalados.
Criterios de aceptación	Certificados de instalación.
Supuesto (s)	Cumplimiento del cronograma.
Recursos requeridos Materiales, equipos y permisos disponibles.	Responsable Proveedor

Código EDT	Paquete de trabajo
1.3.3.1	Preparar sitios
Descripción del trabajo	Nivelación de terreno, bodega provisional y cerramiento.
Entregable(s) específico(s)	Sitio acondicionado.
Criterios de aceptación	Sitio habilitado conforme a planos, con acceso seguro, condiciones físicas adecuadas y sin interferencias operativas.
Supuesto (s)	Acceso disponible.
Recursos requeridos	Responsable
Materiales de construcción, equipo de obra	Proveedor

Código EDT	Paquete de trabajo
1.3.3.2	Construir cajas
Descripción del trabajo	Ejecución de la obra civil: construcción de cimientos, instalación de acometida eléctrica y construcción de las cajas de protección.
Entregable(s) específico(s)	Cajas construidas.
Criterios de aceptación	Cajas construidas según especificaciones técnicas, con materiales adecuados, protección contra humedad y acceso seguro.
Supuesto (s)	No se presentan retrasos por clima.
Recursos requeridos	Responsable
Materiales de construcción, equipo de obra	Proveedor

Código EDT	Paquete de trabajo
1.3.3.1	Integrar macromedidores con SCADA
Descripción del trabajo	Instalación física de los medidores en la tubería, cableado de los sensores y la configuración de los módulos de comunicación con el sistema SCADA.
Entregable(s) específico(s)	Informe de montaje y conexión de macromedidores, así como de la configuración SCADA, protocolo de integración y certificación del supervisor.
Criterios de aceptación	Comunicación estable entre los macromedidores y el sistema SCADA, visualización remota de datos, validación de conectividad.
Supuesto (s)	Los cables de telecomunicaciones y fibra óptica necesarios para la conexión del sensor al sistema SCADA están disponibles en el sitio y son compatibles con la interfaz del macromedidor y con la plataforma SCADA de AyA, y el driver de comunicación requerido está disponible
Recursos requeridos	Responsable
Macromedidores, Software SCADA	Proveedor

Código EDT	Paquete de trabajo
1.3.4	Realizar transferencia operacional
Descripción del trabajo	Transferencia de conocimiento y soporte documental.
Entregable(s) específico(s)	Manuales y sesiones de entrenamiento.
Criterios de aceptación	Personal capacitado y documentación entregada.
Supuesto (s)	El personal clave de AyA será liberado de sus funciones operativas para asistir a las sesiones de entrenamiento.
Recursos requeridos	Responsable
Un instructor técnico	Proveedor

Código EDT	Paquete de trabajo
1.3.4.1	Entrega de manuales y documentación técnica
Descripción del trabajo	Compilación de manuales de operación y mantenimiento, diagramas "as-built" y guías de diagnóstico de fallas del nuevo sistema.
Entregable(s) específico(s)	Paquete de manuales de O&M, versión digital e impresa.
Criterios de aceptación	Entrega de manuales operativos, guías de instalación y protocolos de mantenimiento en formato digital e impreso, validados por el equipo técnico y conforme a las especificaciones del fabricante.
Supuesto (s)	Incluye guía de operación y mantenimiento.
Recursos requeridos	Responsable
Equipo técnico, software de documentación	Proveedor

Código EDT 1.3.4.2	Paquete de trabajo Capacitar personal AyA
Descripción del trabajo	Ejecución de los módulos de capacitación al personal operativo y de mantenimiento de AyA sobre el uso del equipo y el sistema SCADA.
Entregable(s) específico(s)	Actas de capacitación firmadas por los participantes y el capacitador.
Criterios de aceptación	Registro de asistencia, contenido impartido, evaluación de conocimientos y validación por parte del AyA; evidencia de que el personal capacitado puede operar y mantener los equipos correctamente.
Supuesto (s)	Todo el personal AyA relacionado con la actividad es capacitado.
	Recursos requeridos
Material de capacitación, instructores	Responsable Proveedor
Código EDT 1.3.5	Entregable Validar entrega final
Descripción del trabajo	Actividades de cierre contractual y recepción definitiva de trabajos.
Entregable(s) específico(s)	Acta de cierre aprobada
Criterios de aceptación	No se registran fallas estructurales, de operación y/o comunicación.
Supuesto (s)	Sin saldos pendientes.
	Recursos requeridos
Acta de cierre	Responsable Proveedor y Director de proyecto
Código EDT 1.3.5.1	Entregable Realizar pruebas operativas
Descripción del trabajo	Ejecución de un período de pruebas (30 días naturales) para verificar la precisión del macromedidor, la estabilidad de la comunicación SCADA y la resistencia de la infraestructura.
Entregable(s) específico(s)	Informe de pruebas operativas final, con resultados de desempeño.
Criterios de aceptación	La comunicación SCADA es estable y no se registran fallas mayores en el período de prueba.
Supuesto (s)	No se registran fallas.
	Recursos requeridos
Equipos de prueba, personal técnico	Responsable Proveedor
Código EDT 1.3.5.2	Entregable Realizar la recepción del proyecto
Descripción del trabajo	Documento formal que certifica que el sistema instalado cumple con todos los requisitos técnicos y operativos definidos en el contrato y el diseño.
Entregable(s) específico(s)	Acta de aceptación de recepción final total del patrocinador.
Criterios de aceptación	Acta de aceptación firmada por la Dirección Técnica del AyA, validación de cumplimiento de especificaciones, funcionamiento de equipos y entrega de documentación completa.
Supuesto (s)	Cumplimiento de criterios de desempeño.
	Recursos requeridos
Informe de pruebas, comité de recepción	Responsable Proveedor y Director de proyecto
Código EDT 1.4	Entregable Documentación cierre del proyecto
Descripción del trabajo	Actividades de cierre contractual, financiero y documental.
Entregable(s) específico(s)	Proyecto cerrado oficialmente.
Criterios de aceptación	Acta de cierre aprobada.
Supuesto (s)	Sin saldos pendientes.
	Recursos requeridos
Protocolo institucional de Cierre de Proyectos y Finiquito Contractual.	Responsable Director de proyecto

Código EDT 1.4.1	Paquete de trabajo Elaborar el informe de cierre financiero
Descripción del trabajo	Recopilación de todos los gastos (OC, facturas, horas de personal) y conciliación del presupuesto ejecutado contra la línea base de costos.
Entregable(s) específico(s)	Informe de cierre financiero.
Criterios de aceptación	Liquidación completa de gastos, conciliación presupuestaria, validación por la Dirección Financiera del AyA y registro contable final.
Supuesto (s)	Sin saldos pendientes.
Recursos requeridos	Responsable
Sistema contable, documentación de gastos	Director de proyecto y Dirección Financiera

Código EDT 1.4.2	Paquete de trabajo Emitir finiquito contractual
Descripción del trabajo	Gestión de la resolución formal del contrato con el proveedor, incluyendo la liberación de garantías y la finalización de obligaciones.
Entregable(s) específico(s)	Documento de finiquito contractual final.
Criterios de aceptación	Verificación del cumplimiento de obligaciones contractuales, firma de finiquito por ambas partes y archivo del documento en expediente oficial.
Supuesto (s)	Sujeto a revisión legal.
Recursos requeridos	Responsable
Contrato, documentación de cumplimiento	Director de proyecto y Proveeduría AyA

Código EDT 1.4.3	Paquete de trabajo Cerrar BPIP
Descripción del trabajo	Elaboración y presentación ante MIDEPLAN del Informe de Cierre y Evaluación del Proyecto, que incluye la certificación de los resultados alcanzados, la justificación de las variaciones (costo/tiempo) y la solicitud formal de cierre del código de inversión en el Banco de Proyectos.
Entregable(s) específico(s)	Informe de cierre y evaluación de resultados (según formato MIDEPLAN). Notificación de MIDEPLAN de Aceptación del Cierre.
Criterios de aceptación	Presentación del informe final ante el Banco de Proyectos de Inversión Pública (BPIP), validación de cumplimiento de objetivos y formalización del cierre institucional
Supuesto (s)	Según normativa MIDEPLAN.
Recursos requeridos	Responsable
Personal administrativo, sistema de gestión institucional	Director de proyecto y Planificación AyA

Código EDT 1.4.4	Paquete de trabajo Completar expediente de archivo
Descripción del trabajo	Recopilación, catalogación y archivo de toda la documentación generada (registros de riesgos, lecciones aprendidas, informes de desempeño, etc.) para uso futuro.
Entregable(s) específico(s)	Expediente de Archivo (digital y físico)
Criterios de aceptación	Organización, digitalización y resguardo de todos los documentos técnicos, administrativos y legales del proyecto, conforme a la normativa institucional..
Supuesto (s)	Incluye respaldo en servidor institucional.
Recursos requeridos	Responsable
Documentación del proyecto	Proveedor

Código EDT	Paquete de trabajo
1.4.5	Comunicar formalmente cierre del proyecto
Descripción del trabajo	Notificación oficial a todos los involucrados y a la organización sobre el cierre formal del proyecto.
Entregable(s) específico(s)	Memorándum de cierre formal del proyecto.
Criterios de aceptación	Emisión de comunicado oficial de cierre del proyecto a las partes interesadas, incluyendo resumen de resultados, lecciones aprendidas y próximos pasos.
Supuesto (s)	Envío formal y publicación interna.
Recursos requeridos	Responsable
Formato de comunicación, lista de distribución	Director proyecto

Nota: El diccionario EDT describe detalladamente cada componente de la estructura del desglose del trabajo, definiendo el trabajo, entregables, responsables y criterios de aceptación del proyecto. Autoría propia.

4.3.1.1.4 Matriz de trazabilidad de los requisitos

En la gestión de proyectos, asegurar que cada requisito esté claramente definido, documentado y vinculado a los entregables es esencial para garantizar el éxito de la iniciativa. La matriz de trazabilidad de requisitos es una herramienta que permite precisamente eso: conectar cada requisito desde su origen hasta el entregable que lo satisface, facilitando su seguimiento, validación y control a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Según el Project Management Institute, esta matriz es una herramienta clave para asegurar que cada requisito del proyecto se vincule directamente a los objetivos de negocio y a los entregables del alcance, garantizando que todo el trabajo realizado sea relevante y necesario. (Project Management Institute, 2021)

En el caso del presente proyecto que busca incrementar la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) esta matriz cumple un papel clave, debido a que no solo permite asegurar el cumplimiento de normativas técnicas, constructivas y legales vigentes en Costa Rica, sino también integrar criterios de sostenibilidad, inclusión social, trazabilidad hídrica y eficiencia operativa.

La matriz que se presenta a continuación tiene como objetivo el asegurar que cada requisito identificado se atienda de manera adecuada, garantizando que el proyecto final cumpla con las expectativas planteadas.

Tabla 15

Matriz de trazabilidad de los requisitos

Código	Requisito	Descripción	Tipo	Origen	Objetivo del proyecto	Entregable relacionado	Prioridad	Estado actual	Criterio de aceptación
REQ-01	Cumplimiento ARESEP	El sistema debe cumplir con la normativa técnica de medición de ARESEP	Normativo	Revisión documental	Cumplimiento regulatorio	Sistema de macromedición	Alta	Pendiente	Validación por ARESEP
REQ-02	Consulta indígena	Aplicar el Convenio 169 de la OIT en territorios indígenas	Legal/Social	Normativa internacional	Inclusión y legitimidad	Documentación inicial del proyecto	Alta	Pendiente	Consentimiento informado firmado
REQ-03	Registro georreferenciado	Crear inventario digital de fuentes hídricas	Técnico	Plan estratégico AyA	Trazabilidad hídrica	Sistema de macromedición	Media	Pendiente	Validación por Dirección Técnica
REQ-04	Cumplimiento con Reglamento de Construcciones	El diseño debe acatar el Reglamento de Construcciones de Costa Rica vigente.	Normativo	Entrevistas / Revisión Documental	Cumplimiento regulatorio	Sistema de macromedición	Alta	Pendiente	Cumple normativa, validado por inspección
REQ-05	Cumplimiento del Código Sísmico de Costa Rica	La estructura debe contar con un sistema de cimentación antisísmica según la zona y tipo de suelo.	Normativo/Constructivo	Entrevistas / Revisión Documental	Cumplimiento regulatorio	Sistema de macromedición	Alta	Pendiente	Cumple normativa, validado por inspección

Código	Requisito	Descripción	Tipo	Origen	Objetivo del proyecto	Entregable relacionado	Prioridad	Estado actual	Criterio de aceptación
REQ-06	Instalación eléctrica según NEC 2020.	Las instalaciones eléctricas deben cumplir con la normativa NEC y garantizar seguridad.	Normativo/ Técnico	Entrevistas / Revisión Documental	Cumplimiento regulatorio	Sistema de macromedición	Alta	Pendiente	Cumple normativa, validado por inspección
REQ-07	Permiso de construcción municipal	Es obligatorio gestionar y obtener el permiso de construcción con la municipalidad.	Normativo	Entrevistas / Revisión Documental	Cumplimiento regulatorio	Sistema de macromedición	Alta	Pendiente	Cumple normativa, validado por inspección
REQ-08	Integración SCADA	Los medidores deben integrarse al sistema SCADA	Técnico	Revisión técnica	Modernización operativa	Sistema de macromedición	Alta	Pendiente	Prueba funcional exitosa
REQ-09	Aprobación CFIA	Todos los diseños deben ser aprobados por profesionales colegiados	Técnico/ Normativo	Reglamento CFIA	Seguridad estructural	Sistema de macromedición	Alta	Pendiente	Firma y sello profesional CFIA
REQ-10	Alineación con ODS	El proyecto debe contribuir al ODS 6 (agua limpia y saneamiento)	Estratégico	ONU / AyA	Desarrollo sostenible	Documentación inicial del proyecto	Alta	Pendiente	Validación por unidad de planificación AyA
REQ-11	Registro de lecciones aprendidas	Documentar aprendizajes para replicabilidad institucional	Gestión	PMBOK / AyA	Mejora continua	Documentación cierre del proyecto	Media	Pendiente	Validación por Dirección Técnica

Nota: El propósito de la matriz es garantizar que cada requisito del proyecto esté vinculado con su origen y con los entregables correspondientes. Autoría propia.

4.3.1.2 Plan de gestión del cronograma

La planificación del cronograma permite establecer de forma estructurada y secuencial las actividades necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto dentro del tiempo previsto. Según el PMBOK, este proceso se enmarca en el dominio de desempeño de la planificación y se relaciona directamente con los principios de entrega de valor, enfoque sistémico y adaptación al contexto. (Project Management Institute, 2021)

En el contexto del proyecto, la planificación del cronograma tiene como propósito organizar de manera lógica y temporal las actividades que componen el desarrollo del documento académico, desde la formulación del perfil hasta la aprobación final por parte del tribunal evaluador. Esta planificación considera tanto los entregables académicos como los procesos de gestión del proyecto, asegurando una visión integral del tiempo requerido para cada fase.

Para ello, se parte de la estructura de desglose del trabajo (EDT) previamente definida, la cual permite identificar los paquetes de trabajo y descomponerlos en actividades específicas. Posteriormente, se procede a la definición de las actividades, su secuenciación lógica, la estimación de la duración y la asignación de recursos temporales, lo que permite construir un cronograma base que servirá como línea de referencia para el monitoreo y control del proyecto.

La herramienta principal utilizada en esta etapa es el diagrama de Gantt, que permite visualizar la duración, el orden y la dependencia entre actividades. Este cronograma se construye bajo un enfoque predictivo, lo que implica que las actividades se planifican de forma secuencial y con un nivel de detalle suficiente para anticipar desviaciones y tomar decisiones correctivas oportunas.

La planificación del cronograma no solo permite organizar el tiempo, sino que también facilita la gestión de expectativas, la asignación eficiente de recursos y la toma de decisiones

informadas durante la ejecución del proyecto. Asimismo, constituye una herramienta clave para la rendición de cuentas y la trazabilidad del avance del proyecto.

4.3.1.2.1 Cronograma base

El cronograma base representa una de las líneas base fundamentales del proyecto, ya que establece el marco temporal aprobado contra el cual se medirá el desempeño del proyecto en términos de tiempo. De acuerdo con la Guía del PMBOK, el cronograma base es el resultado de un proceso iterativo que incluye la definición de actividades, su secuenciación lógica, la estimación de duración y la asignación de recursos, todo ello alineado con el enfoque predictivo adoptado para este proyecto (Project Management Institute, 2021)

En el contexto del presente proyecto, el cronograma base se construyó a partir de la estructura de desglose del trabajo (EDT).

El cronograma base se caracteriza por:

- **Secuencia lógica de actividades:** Las tareas están organizadas de forma secuencial, respetando las dependencias entre fases como la aprobación del perfil, el desarrollo del documento, la revisión de lectores y la evaluación final.
- **Duración estimada realista:** Las estimaciones de tiempo se basan en juicio de expertos, experiencia previa en proyectos similares y los calendarios institucionales establecidos por la universidad.
- **Hitos claves identificados:** Se incluyen puntos de control como la entrega del acta de proyecto, la aprobación del seminario, la revisión de lectores y la presentación ante el tribunal.

Este cronograma base no solo sirve como herramienta de planificación, sino que también constituye un instrumento de control, ya que permite comparar el avance real con lo planificado, identificar desviaciones y aplicar acciones correctivas oportunas. Además, facilita la

comunicación con los interesados clave, al proporcionar una visión clara y compartida del progreso esperado del proyecto.

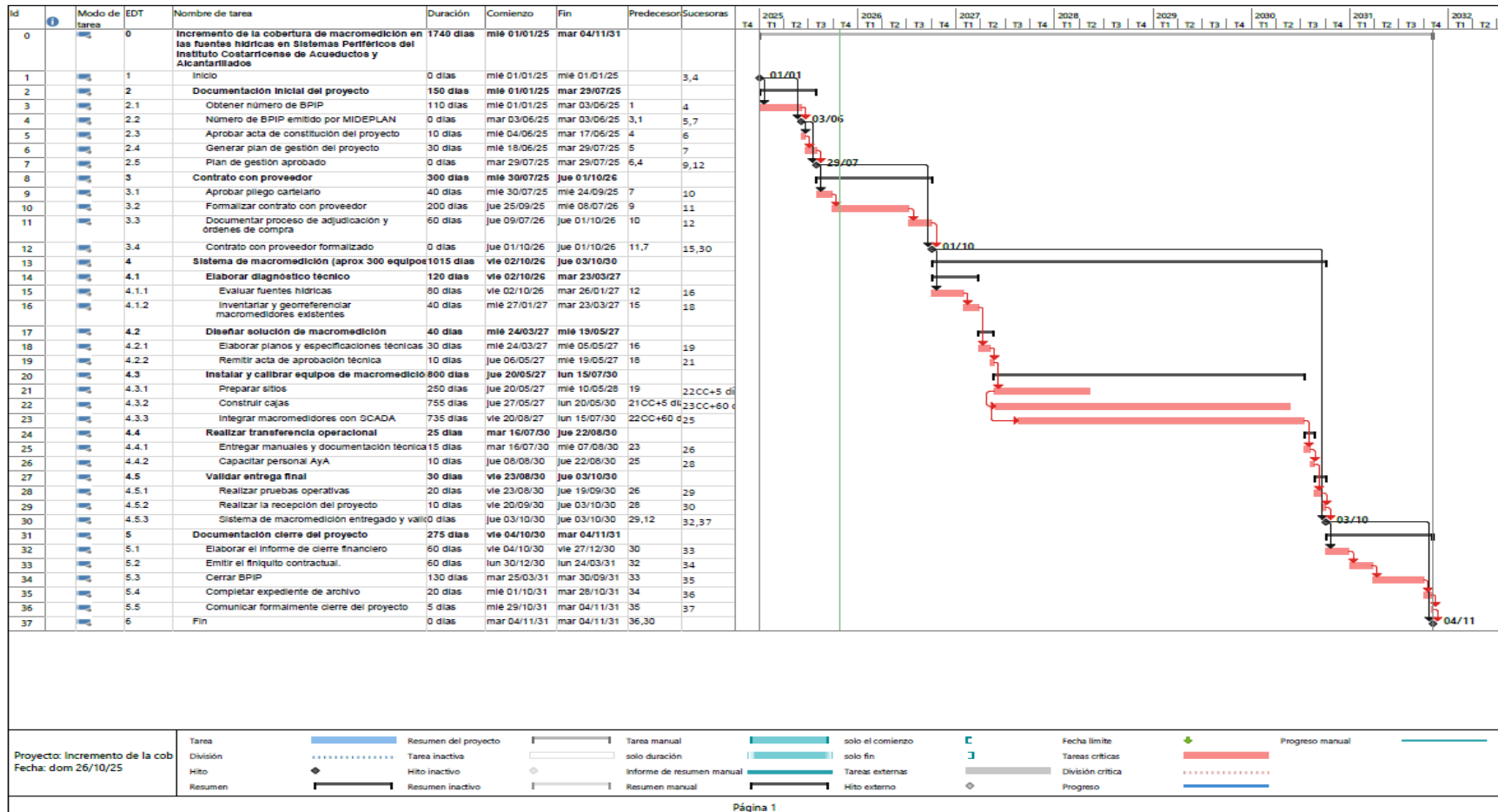
La secuencia y la duración de las actividades fueron establecidas con base en la experiencia previa de proyectos similares ya ejecutados, complementada por el juicio experto del equipo técnico.

El cronograma base del proyecto fue elaborado utilizando herramientas como el diagrama de Gantt y el software Microsoft Project, lo que permitió una representación visual clara, precisa y fácilmente actualizable conforme avanza la ejecución. Este cronograma se estructuró a partir de una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) genérica, diseñada específicamente para proyectos de instalación de macromedidores en fuentes hídricas. Cabe destacar que la ejecución del proyecto se realizará mediante un esquema de licitación bajo demanda, a ejecutar por cuatro años, lo que exige una planificación flexible pero rigurosa, capaz de adaptarse a las condiciones operativas de cada región sin perder de vista los objetivos estratégicos definidos.

En el cronograma del proyecto se ha identificado la ruta crítica, la cual define la secuencia de actividades que determina la duración total del proyecto. Su relevancia radica en que cualquier retraso en estas tareas afecta directamente la fecha de finalización; razón por la cual el seguimiento riguroso de la ruta crítica es clave para asegurar el cumplimiento de los plazos establecidos. Por ello, se implementará un control estricto mediante herramientas como el diagrama de Gantt y revisiones periódicas del avance físico. Esta vigilancia permitirá anticipar desviaciones, aplicar medidas correctivas oportunas y evitar rezagos que puedan comprometer la entrega de valor, la eficiencia operativa y la sostenibilidad del proyecto.

Figura 12

Cronograma



Nota: Cronograma genérico para un proyecto de instalación de macromedidores en fuentes de agua, Microsoft Project. Autoría propia.

4.3.1.3 Plan de gestión de costos

La planificación de los costos permite estimar, presupuestar y controlar los recursos financieros necesarios para completar el proyecto dentro de los límites aprobados. Según el PMBOK, este proceso se enmarca dentro del dominio de desempeño de la planificación y se relaciona directamente con los principios de entrega de valor, pensamiento sistémico y gestión de la incertidumbre. (Project Management Institute, 2021)

4.3.1.3.1 Estimación de costos

La estimación de costos permite prever los recursos financieros necesarios para completar cada actividad y entregable. Según el PMBOK, este proceso se basa en la aplicación de técnicas de estimación apropiadas al contexto del proyecto, considerando factores como la experiencia previa, el juicio de expertos, los datos históricos y las condiciones del entorno. (Project Management Institute, 2021)

En el caso de este proyecto la estimación de costos se realiza utilizando principalmente la técnica de estimación análoga, complementada con el juicio de expertos y la consulta de tarifas institucionales y de mercado. Esta combinación metodológica es adecuada para proyectos académicos, donde los costos no se derivan de adquisiciones físicas, sino de recursos intelectuales, tecnológicos y logísticos.

4.3.1.3.2 Presupuesto

El presupuesto del proyecto representa la consolidación financiera de las estimaciones de costos realizadas para cada uno de los componentes. Según el PMBOK, el presupuesto constituye una de las líneas base del proyecto y permite establecer un marco de referencia para el monitoreo y control de los costos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. (Project Management Institute, 2021)

El proceso de estimación de costos y la determinación del presupuesto del proyecto se basa en una plantilla que organiza cada una de las actividades genéricas de forma similar a la estructura de la EDT. Para las actividades, se detallan los costos globales, según aplique.

Este procedimiento tiene como objetivo principal establecer la línea base de costos del proyecto, sobre la cual se monitorea su desempeño financiero y se registran los cambios aprobados. En combinación con el cronograma, esta estructura permite calcular el capital inicial requerido para iniciar la obra, así como proyectar el flujo de caja necesario en cada etapa de avance. Omitir este proceso comprometería la confiabilidad de la estimación de costos de cada actividad e impediría contar con una referencia presupuestaria efectiva para evaluar el balance económico del proyecto.

El presupuesto se determinó utilizando la técnica de estimación análoga, basada en la experiencia previa en proyectos académicos similares, el juicio de expertos y la consulta de tarifas de mercado.

Cualquier variación significativa deberá ser justificada y documentada, en concordancia con los principios de transparencia, control y entrega de valor promovidos por el estándar del PMBOK.

Tabla 16

Presupuesto estimado

Actividad	Responsable	Descripción	Unidad	Total estimado
Solicitud de BPIP	AyA	Es un documento que presenta la idea o necesidad de un proyecto de inversión, detallando sus objetivos, justificación, alcance preliminar y un estimado inicial de costos y plazos. Esta solicitud es fundamental porque, una vez aprobada, el proyecto puede ser incluido en el Programa de Inversión Pública (PIP) del país, lo que le otorga el respaldo financiero y estratégico necesario para avanzar.	Global	8,050,512.00
Gestión Integral del Proyecto	AyA	Abarca todas las actividades de planificación, organización, dirección y control necesarias para llevar un proyecto a buen término.	Global	1,789,002.67
Contratación	AyA	Este proceso incluye la preparación de pliegos de licitación, la publicación de convocatorias, la evaluación de ofertas, la negociación de términos y la firma del contrato.	Global	14,759,272.00
Ejecución Contractual	AyA – Contratista	Diagnóstico, diseño e instalación de macromedidores y su integración al sistema SCADA, incluyendo la alimentación eléctrica, capacitación al personal y entrega de la documentación técnica.	Global	1,836,450,000.00
Cierre administrativo	AyA	Implica formalizar la finalización del trabajo, liquidar todos los pagos pendientes, cerrar cualquier orden de cambio y archivar toda la documentación relevante. El cierre también incluye la evaluación del desempeño del contratista y la liberación de garantías.	Global	14,982,897.33
<i>Subtotal</i>				<i>1,876,031,684.00</i>
Reserva de contingencia	AyA	Porción del presupuesto del proyecto destinada a cubrir los costos de los riesgos identificados que puedan ocurrir.	Global	93,801,584.20
Reserva de gestión	AyA	Es un monto de dinero adicional que se guarda para cubrir riesgos o cambios que no fueron identificados en la planificación.	Global	56,280,950.52
Total				2,026,114,218.72

Nota: Se muestra el detalla el presupuesto global del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Autoría propia.

4.3.1.4 Plan de gestión de calidad

La planificación de la calidad tiene como propósito definir los estándares de calidad aplicables al proyecto y establecer los mecanismos necesarios para asegurar que los entregables cumplan con dichos estándares. Según la Guía del PMBOK, la calidad no se limita a la conformidad con los requisitos, sino que también implica la entrega de valor sostenible a los interesados, en coherencia con los principios de pensamiento sistémico, enfoque en los interesados y mejora continua. (Project Management Institute, 2021)

En el contexto del proyecto, la planificación de la calidad tiene como objetivo garantizar los entregables asociados cumplan con los criterios de excelencia establecidos, así como con las buenas prácticas de la gestión de proyectos.

4.3.1.4.1 Matriz de requerimientos

La matriz de requerimientos del proyecto permite detallar los entregables y los requisitos específicos asociados a cada fase del proyecto. Esta matriz tiene como objetivo garantizar que todos los elementos necesarios para el éxito del proyecto sean claramente definidos y comprendidos, asegurando que los criterios de aceptación sean cumplidos de acuerdo con los estándares establecidos.

Cada requerimiento está vinculado a un entregable concreto dentro de la EDT, lo que facilita el control de calidad y el seguimiento del avance.

Tabla 17*Matriz de requerimientos para el proyecto*

Número EDT	Entregable	Requerimiento
1.1	Solicitud de BPIP	Elaboración y presentación del formulario de solicitud ante el Banco de Proyectos de Inversión Pública (BPIP), incluyendo justificación técnica, objetivos, alcance y presupuesto estimado.
1.2	Gestión Integral del Proyecto	Desarrollo del acta de constitución, identificación de partes interesadas, elaboración de los planes de gestión (alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos, adquisiciones, comunicaciones).
1.3	Contratación	Definición de especificaciones técnicas, elaboración del cartel de licitación, evaluación de ofertas, adjudicación y compra de macromedidores y accesorios.
1.4	Ejecución Contractual	Definición de especificaciones técnicas, elaboración del cartel de licitación, evaluación de ofertas, adjudicación y compra de macromedidores y accesorios.
1.5	Cierre Administrativo	Validación final, cierre financiero, finiquito contractual, cierre del expediente BPIP, archivo de documentación y comunicación formal del cierre del proyecto.

Nota: El propósito de la tabla es asegurar que todos los requisitos de un proyecto sean rastreados desde su origen hasta su entrega. Autoría propia.

4.3.1.4.2 Factores de éxito para la calidad

Los factores de éxito para la calidad que se consideran relevantes para alcanzar los requerimientos de calidad en el proyecto corresponden a:

- I. **Compromiso de la alta dirección:** apoyo institucional activo mediante la asignación de recursos y respaldo a las decisiones clave del proyecto.
- II. **Definición clara de roles y responsabilidades:** estructura organizativa bien definida, quién hace qué y cuándo. Comunicación del organigrama y funciones a todo el equipo.
- III. **Control de calidad:** establecimiento de estándares claros, listas de verificación y procedimientos de revisión que aseguren la consistencia y conformidad de los entregables.

- IV. Monitoreo y evaluación continua:** seguimiento sistemático del avance del proyecto, con mecanismos para detectar desviaciones y aplicar acciones correctivas de manera oportuna.
- V. Comunicación efectiva:** canales establecidos: reuniones periódicas, informes, correo institucional, sistema de gestión documental, registro y trazabilidad de decisiones y resolución de conflictos basada en protocolos claros y oportunos.
- VI. Participación de los interesados:** involucramiento activo de los interesados en la validación de entregables y toma de decisiones.
- VII. Cultura de mejora continua:** enfoque orientado a la excelencia, que promueve la revisión constante de procesos y productos para incorporar aprendizajes y optimizaciones.
- VIII. Gestión de riesgos:** identificación y mitigación proactiva de riesgos que puedan afectar la calidad del proyecto, especialmente aquellos relacionados con tiempos de entrega, disponibilidad de recursos o cambios en los lineamientos institucionales.
- IX. Recursos suficientes y adecuados:** disponibilidad de materiales, equipos de medición, vehículos y personal capacitado, conectividad estable para intercambio de información y uso de plataformas.
- X. Documentación y registro:** mantener registros detallados y precisos de todos los aspectos del proyecto, documentando las lecciones aprendidas y las mejores prácticas para futuros proyectos.

4.3.1.4.3 Control de la calidad (Línea base de calidad)

La línea base de calidad es un componente esencial para asegurar que los objetivos del proyecto se cumplan con el nivel de excelencia esperado. Esta base se estructura conforme a

la EDT del proyecto de instalación de macromedidores en fuentes hídricas periféricas del AyA, y está compuesta por cuatro elementos claves: los requerimientos de calidad definidos para cada entregable, los criterios de aceptación verificables, la frecuencia de revisión según el tipo de actividad, y la asignación clara de responsables.

Los requerimientos de calidad surgen de normativas, así como estándares internacionales como el PMBOK, y reflejan tanto aspectos técnicos como operativos y documentales. Cada entregable tiene asociados criterios de aceptación que permiten verificar su cumplimiento, tales como aprobaciones documentales, validaciones en campo y pruebas operativas. Estos criterios actúan como umbrales mínimos que garantizan el estándar esperado.

Asimismo, se establece una periodicidad de revisión adecuada a la naturaleza de cada actividad: las acciones de planificación y gestión se revisan mensualmente, mientras que las instalaciones y calibraciones se supervisan diariamente o por lote. Las capacitaciones se validan por grupo o evento, y las actividades de cierre se verifican de manera única. Cada requerimiento se vincula a un rol específico, ya sea coordinador, ingeniero, proveeduría o contratista, asegurando así la trazabilidad y la rendición de cuentas.

La información detallada de estos aspectos se encuentra consolidada en la tabla de control de calidad por número de EDT, la cual sirve como instrumento operativo para el seguimiento técnico, auditorías, inspecciones en campo, gestión de pagos y cierre de órdenes de trabajo.

Tabla 18

Línea base de calidad (métricas) para el proyecto

Número EDT	Requerimiento	Criterio de aceptación	Frecuencia de revisión	Responsable
1.1.1	Obtener número de BPIP	Código BPIP formalmente registrado en MIDEPLAN.	Una vez por proceso	Director de proyectos
1.1.2	Aprobar acta de constitución del proyecto	Firmada por las autoridades competentes y con fechas, objetivos y presupuesto definidos	Una vez al inicio	Director de proyectos
1.1.3	Generar plan de gestión del proyecto	Entregados, aprobados y alineados con el plan maestro	Revisión al inicio y ajustes semestrales	Director de proyectos
1.2.1	Aprobar pliego cartelario	Aprobación por el área de proveeduría, legal y técnica.	Revisión técnica final	Director de proyectos
1.2.2	Formalizar contrato con proveedor	Contrato firmado por las partes legales. Calendario de entrega y pago.	Una vez por proceso	Proveeduría
1.2.3	Documentar proceso de adjudicación y órdenes de compra	OC firmadas y registradas en el sistema financiero; montos coinciden con el presupuesto y el contrato formal.	Revisión por lote	Proveeduría y Director de proyectos
1.3.1.1	Evaluar fuentes hídricas	Informe final preliminar. Se entrega antes del diseño.	Una vez al inicio del diagnóstico	Director de proyectos
1.3.1.2	Inventariar y georreferenciar macromedidores existentes	Base de datos estructurada con información técnica y georreferenciada de fuentes hídricas y macromedidores existentes, validada por el equipo técnico y compatible con el sistema SIG institucional.	Revisión por lote de fuentes	Proveedor
1.3.2.1	Elaborar planos y especificaciones técnicas	Planos validados por la unidad técnica (Ingeniería de AyA) y consistentes con los requisitos del pliego cartelario.	Revisión técnica antes de licitación	Proveedor
1.3.2.2	Remitir acta de aprobación técnica	El documento de aprobación incluye firmas de las autoridades técnicas correspondientes (CFIA, AyA, Municipalidad, Operador energía eléctrica, entre otros).	Una vez antes de ejecución	Director de proyecto
1.3.3.1	Preparar sitios	Sitio habilitado conforme a planos, con acceso seguro, condiciones físicas adecuadas y sin interferencias operativas.	Revisión puntual por sitio	Proveedor
1.3.3.2	Construir cajas	Cajas construidas según especificaciones técnicas, con materiales adecuados, protección contra humedad y acceso seguro.	Revisión por lote	Proveedor
1.3.3.1	Integrar macromedidores con SCADA	Comunicación estable entre los macromedidores y el sistema SCADA, visualización remota de datos, validación de conectividad.	Revisión semanal durante integración	Proveedor
1.3.4.1	Entregar manuales y documentación técnica	Entrega de manuales operativos, guías de instalación y protocolos de mantenimiento en formato digital e impreso, validados por el equipo técnico y conforme a las especificaciones del fabricante.	Revisión final antes de entrega	Proveedor

Número EDT	Requerimiento	Criterio de aceptación	Frecuencia de revisión	Responsable
1.3.4.2	Capacitar personal AyA	Registro de asistencia, contenido impartido, evaluación de conocimientos y validación por parte del AyA; evidencia de que el personal capacitado puede operar y mantener los equipos correctamente.	Por grupo capacitado	Proveedor
1.3.5.1	Realizar pruebas operativas	La comunicación SCADA es estable y no se registran fallas mayores en el período de prueba.	Por cada sitio instalado	Proveedor
1.3.5.2	Realizar la recepción del proyecto	Acta de aceptación firmada por la Dirección Técnica del AyA, validación de cumplimiento de especificaciones, funcionamiento de equipos y entrega de documentación completa.	Una vez por fuente instalada	Director de proyecto s
1.4.1	Elaborar el informe de cierre financiero	Liquidación completa de gastos, conciliación presupuestaria, validación por la Dirección Financiera del AyA y registro contable final.	Revisión única al cierre financiero	Director de proyecto / Dirección Financiera
1.4.2	Emitir el finiquito contractual	Verificación del cumplimiento de obligaciones contractuales, firma de finiquito por ambas partes y archivo del documento en expediente oficial.	Revisión por contrato ejecutado	Director de proyecto / Proveeduría AyA
1.4.3	Cerrar BPIP	Presentación del informe final ante el Banco de Proyectos de Inversión Pública (BPIP), validación de cumplimiento de objetivos y formalización del cierre institucional.	Revisión única al cierre del proyecto	Director de proyecto / Unidad de Planificación
1.4.4	Completar expediente de archivo	Organización, digitalización y resguardo de todos los documentos técnicos, administrativos y legales del proyecto, conforme a la normativa institucional.	Revisión final antes de archivo	Director de proyecto / Secretaría de proyectos
1.4.5	Comunicar formalmente cierre del proyecto	Emisión de comunicado oficial de cierre del proyecto a las partes interesadas, incluyendo resumen de resultados, lecciones aprendidas y próximos pasos.	Revisión única antes de envío	Director de proyecto / Unidad de Comunicación

Nota: La tabla es una herramienta que asegura que el proyecto mantenga el rumbo y cumpla con sus objetivos. Autoría propia.

4.3.1.4.4 Control de cambios

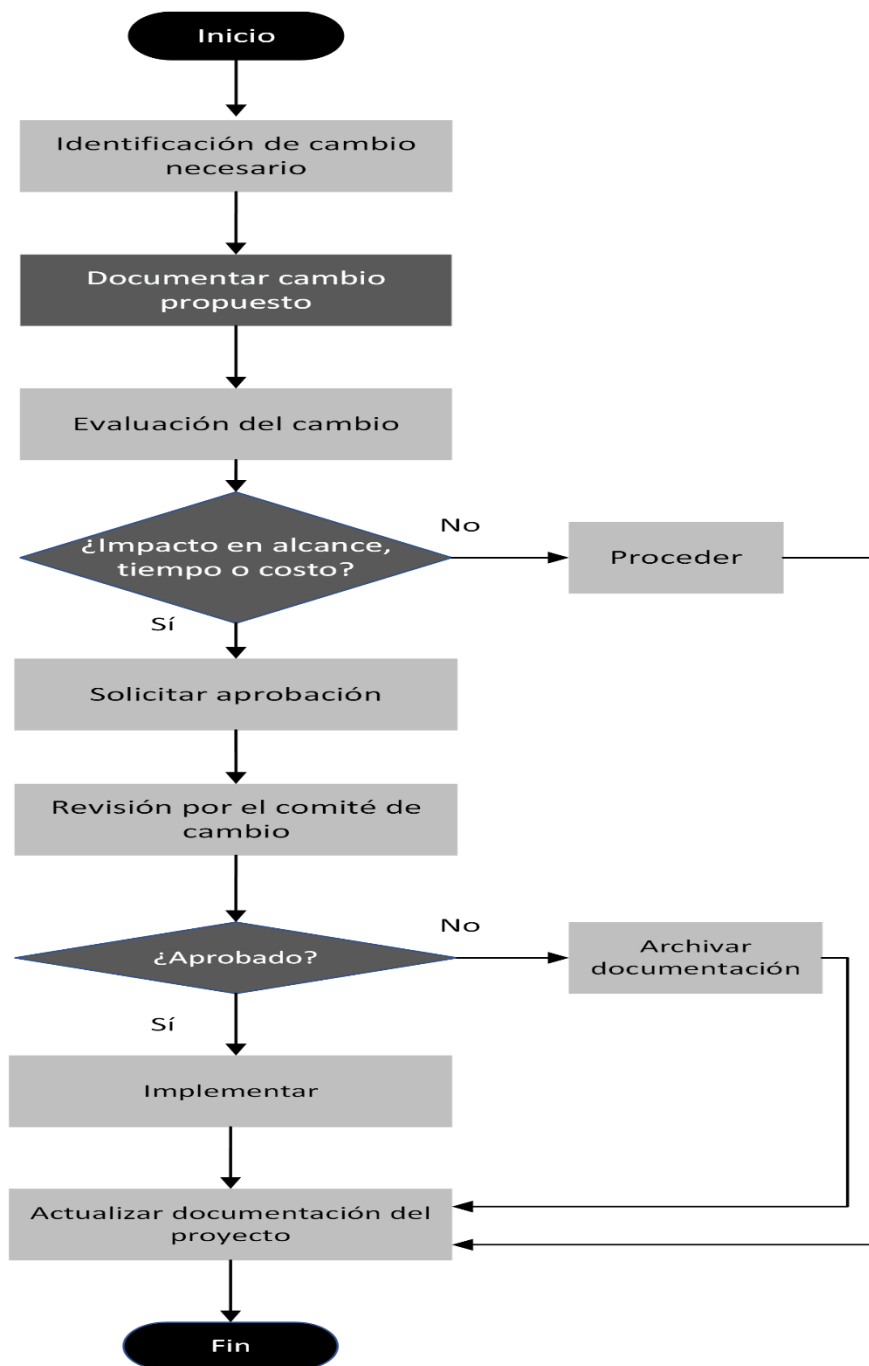
Se establecen los siguientes parámetros de control para determinar cuándo un control de cambios aplica para realizar una corrección en un producto o proyecto.

- **Alcance:** evaluar si el cambio propuesto afecta el alcance original del proyecto.
- **Tiempo:** analizar el impacto del cambio en la cronología del proyecto, incluyendo posibles retrasos.
- **Costo:** estimar los costos adicionales o ahorros generados por la implementación del cambio.
- **Recursos:** considerar la disponibilidad y necesidad de recursos adicionales.
- **Riesgos:** evaluar si el cambio introduce nuevos riesgos o afecta los riesgos existentes.

Esta propuesta proporciona un marco para gestionar cambios en el proyecto, asegurando que se evalúen adecuadamente antes de su implementación.

Figura 13

Diagrama de flujo para la gestión de cambios en el proyecto



Nota: El diagrama de flujo describe el proceso de gestión de cambios en un proyecto. Autoría propia.

4.3.1.5 Plan de gestión de recursos

La planificación de recursos, según el PMBOK busca asegurar que los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros estén disponibles en el momento adecuado y en la cantidad necesaria para cumplir con los objetivos del proyecto. (Project Management Institute, 2021)

4.3.1.5.1 Estimación de recursos para las actividades

La estimación de recursos permite determinar con precisión los tipos y cantidades de recursos necesarios para ejecutar las actividades definidas en la estructura de desglose del trabajo (EDT).

En el caso del presente proyecto, esta etapa busca garantizar la disponibilidad oportuna de los recursos requeridos para la ejecución del proyecto, optimizando su uso y contribuyendo a la entrega de valor institucional. En esta etapa se identifican los tipos de recursos requeridos:

- Recursos humanos
- Recursos tecnológicos
- Recursos materiales
- Recursos financieros

4.3.1.5.2 Estimación de recursos para las actividades

La estimación de recursos para este proyecto, se realizarán con base en la EDT y el cronograma establecido, aplicando técnicas reconocidas como:

- Estimación análoga: basada en la experiencia de proyectos similares desarrollados en contextos académicos.
- Juicio de expertos: mediante la validación de tutores, lectores y personal técnico del AyA.
- Estimación paramétrica: utilizando costos unitarios para elementos como licencias, conectividad y materiales.

Estas técnicas permiten construir una base sólida para la planificación de recursos, facilitando la toma de decisiones y el control eficiente durante la ejecución del proyecto.

Tabla 19

Estimación de recursos

Tipo de recurso	Recurso	Método de adquisición	Cantidad	Participantes en la adquisición	Proveedores	Tiempo de gestión
Humano	Director de proyecto	Contratación directa	1	RRHH AyA	Profesional AyA	Todo el proyecto
Humano	Ingeniero Civil	Contratación directa	11	RRHH AyA	Profesional AyA	Todo el proyecto
Humano	Empresa dirección proyectos constructivos	Proveedor	1	Proveeduría AyA	Adjudicado de licitación	Todo el proyecto
Humano	Ingeniero Civil	Proveedor	1	Empresa contratista	Empresa contratista	Todo el proyecto
Humano	Ingeniero Eléctrico	Proveedor	1	Empresa contratista	Empresa contratista	Durante instalación de equipos
Humano	Ingeniero Electromecánico	Proveedor	1	Empresa contratista	Empresa contratista	Durante instalación de equipos
Humano	Cuadrilla	Proveedor	6 cuadrilla	Empresa contratista	Empresa contratista	Durante instalación de equipos
Servicio	Servicios de topografía	Proveedor	1 cuadrilla	Empresa contratista	Empresa contratista	Durante instalación de equipos
Servicio	Servicios legales y notariales	Contratación directa	1	RRHH AyA	Profesional AyA	Todo el proyecto
Materiales	Materiales de construcción	Proveedor	indefinido	Empresa contratista	Ferreterías y proveedores locales	Durante instalación de equipos
Materiales	Equipo y accesorios	Proveedor	indefinido	Empresa contratista	Proveedores nacionales e internacionales	Durante instalación de equipos
Tecnológicos	AutoCAD	Proveedor	1	Empresa contratista	Proveedores nacionales e internacionales	Todo el proyecto
Tecnológicos	ArcGIS	Proveedor	1	Empresa contratista	Proveedores nacionales e internacionales	Todo el proyecto
Tecnológicos	SCADA	Proveedor	1	Empresa contratista	Proveedores nacionales e internacionales	Todo el proyecto

Nota: La tabla corresponde al plan de gestión de recursos del proyecto, que detalla cómo se obtendrán y gestionarán los recursos humanos necesarios para el proyecto. Autoría propia.

4.3.1.6 Plan de gestión de comunicaciones

La gestión de las comunicaciones es un componente esencial para el éxito del proyecto, ya que garantiza que la información fluya de manera oportuna, clara y efectiva entre todos los interesados. Según el PMBOK, la comunicación es un principio transversal que impacta directamente en la colaboración, la toma de decisiones y la entrega de valor (Project Management Institute, 2021).

El objetivo principal del plan de gestión de comunicaciones es establecer los mecanismos, canales, formatos y frecuencias de comunicación entre los actores clave del proyecto, con el fin de asegurar la trazabilidad, transparencia y efectividad en el intercambio de información durante todas las fases del proyecto.

4.3.1.6.1 Matriz de comunicación propuesta

La matriz de comunicación permite estructurar de forma clara y sistemática el flujo de información entre los diferentes interesados del proyecto; básicamente detalla el tipo de información que se debe comunicar, la frecuencia con la que se debe hacer, los medios utilizados y los responsables de cada interacción, promoviendo así la transparencia, la trazabilidad y la alineación con los objetivos del proyecto.

Tabla 20

Matriz de comunicación

Parte interesada	Tipo	Tipo de información	Frecuencia	Medio	Responsable
UEN Producción y Distribución Sistemas Periféricos AyA	Pública	Revisión técnica, validación de contexto operativo	Según avance técnico	Correo / reunión técnica	Director de proyectos
Proveedor	Privada	Especificaciones técnicas, compatibilidad, costos	Según necesidad	Correo / reunión virtual	Director de proyectos

Parte interesada	Tipo	Tipo de información	Frecuencia	Medio	Responsable
		y coordinación de ejecución			
Dirección de Proveeduría, AyA	Pública	Procesos de adquisición, normativa institucional	Según requerimiento	Correo electrónico	Proveeduría
Dirección de Planificación, AyA	Pública	Alineación estratégica, validación de objetivos	Según avance	Correo / reunión técnica	Director de proyectos
Sindicato SITRAA / ASTRAA	Sociedad civil	Información sobre impacto laboral y social	Según necesidad	Reunión / correo	Director de proyectos
Dirección Legal, AyA – Rodolfo Lizano Rojas	Pública	Revisión normativa y legal del proyecto	Según requerimiento	Correo electrónico	Director de proyectos
ARESEP	Pública	Normativa técnica y regulatoria aplicable	Según necesidad	Correo / reunión técnica	Director de proyectos
Municipalidad	Pública	Coordinación territorial, permisos	Según necesidad	Correo / reunión	Director de proyectos
Ministerio de Salud	Pública	Normativa sanitaria, validación de impacto	Según necesidad	Correo / reunión	Director de proyectos
Usuarios finales	Sociedad civil	Expectativas, beneficios esperados, retroalimentación	Según necesidad	Encuestas / entrevistas	Director de proyectos

Nota: La tabla corresponde al plan de gestión de comunicaciones, esencial para asegurar que las personas correctas reciban la información adecuada, en el momento oportuno. Autoría propia.

4.3.1.7 Plan de gestión de adquisiciones

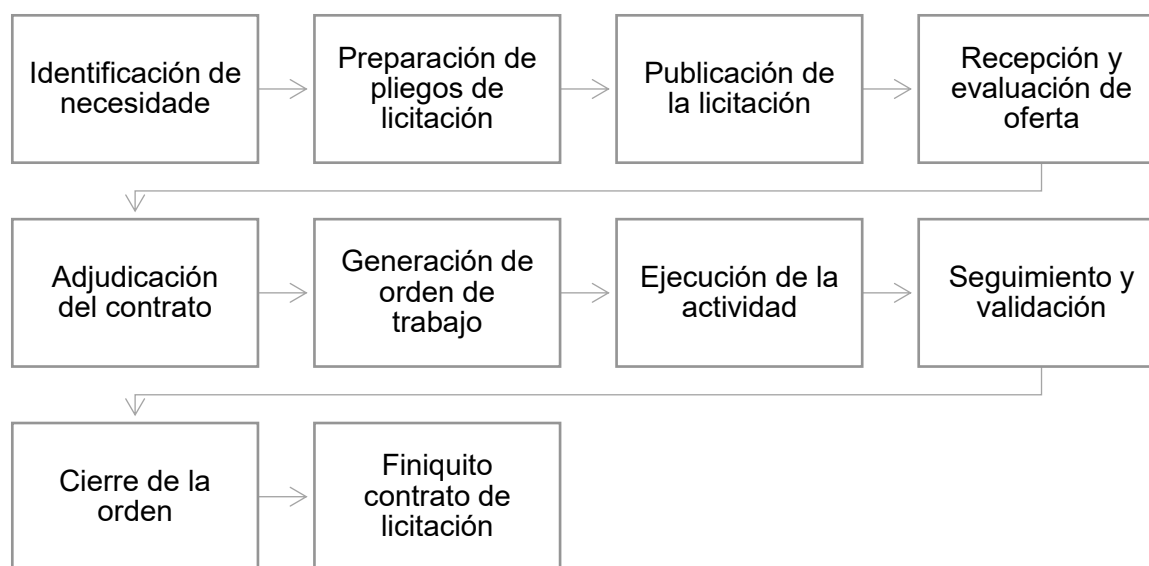
La planificación de adquisiciones tiene como objetivo definir qué bienes, servicios o recursos deberán ser obtenidos externamente, así como establecer el método de adquisición, los responsables del proceso y el momento oportuno para llevar a cabo las contrataciones.

En el marco del proyecto de desarrollar un plan de gestión para ampliar la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA, esta planificación se centra en identificar los componentes técnicos y operativos que podrían requerir contratación o provisión por parte

de terceros durante una eventual fase de ejecución. Por ello, el plan de adquisiciones se presenta con un enfoque estratégico y propositivo.

Figura 14

Diagrama de flujo del proceso de adquisición



Nota: El diagrama muestra un proceso de gestión de adquisiciones, comúnmente utilizado para la contratación de bienes o servicios a través de licitaciones. Autoría propia.

4.3.1.7.1 Verificación de los resultados en la gestión de las adquisiciones

La verificación de los resultados en la gestión de adquisiciones es un proceso crucial para asegurar que los recursos del proyecto se utilicen de manera eficiente y efectiva, conforme a lo planificado y en alineación con los objetivos

Tabla 21*Dominios de planificación relativo a la gestión de adquisiciones*

Dominio	Resultados en la gestión de recursos del proyecto - Investigado	Verificación de los resultados en la gestión de los Recursos - PMBOK	Fortalezas	Oportunidades de mejora
Planificación	Asegurar la disponibilidad de recursos clave para el diseño del plan de gestión del proyecto.	Revisión de la línea base de recursos y cronograma de adquisiciones.	Coordinación interinstitucional efectiva.	Incorporar IA para análisis de demanda y planificación de compras.
Trabajo del proyecto	Selección de proveedores con experiencia en sistemas de macromedición y cumplimiento normativo.	Aplicación de criterios técnicos y ambientales en la evaluación de proveedores.	Alineación con estándares institucionales y regulatorios.	Establecer mecanismos de retroalimentación continua con proveedores.
Desempeño de la medición	Evaluación periódica del cumplimiento de entregables por parte de proveedores.	Uso de indicadores de calidad, cumplimiento contractual y desempeño financiero.	Control técnico y financiero alineado con objetivos del proyecto.	Desarrollar dashboards automatizados para seguimiento de adquisiciones.

Nota: La tabla presenta un análisis del desempeño en diversas áreas del proyecto, destacando fortalezas y oportunidades de mejora, para optimizar los resultados del proyecto. Autoría propia.

4.3.1.7.2 Políticas sobre las adquisiciones del proyecto

La gestión eficiente de las adquisiciones y los recursos implica no solo la selección de proveedores confiables y la formalización de contratos adecuados, sino también la incorporación de criterios de sostenibilidad, eficiencia operativa y responsabilidad ambiental en todo el ciclo de vida del proyecto. En este sentido, se propone una estrategia de adquisiciones que contemple:

- i. Asegurar un suministro constante de recursos necesarios para el desarrollo del proyecto, empleando un plan de adquisiciones que garantice la disponibilidad oportuna de los materiales mediante contratos a largo plazo con proveedores confiables y evitar

duplicaciones y reduciendo excesos en el uso de recursos mediante una gestión de compras eficaz.

- ii. Incluir criterios de sostenibilidad y que los oferentes implementen prácticas de gestión ambiental, certificadas según los estándares internacionales en el proceso de selección de proveedores, para que los productos y servicios que se contraten sean de alta calidad y que implementen prácticas de gestión ambiental.
- iii. Mantener un inventario bien gestionado, que garantice la disponibilidad oportuna de los materiales y minimice los costos asociados con la falta de recursos o el exceso de inventarios.
- iv. Considerar las características ambientales de los materiales y productos adquiridos, priorizando aquellos que causen menos impacto ambiental.
- v. Incentivar el uso de energías limpias y la reducción de ruidos y emisiones contaminantes, creando un plan de transición hacia el uso de energías limpias en todas las fases del proyecto.
- vi. Implementar un plan de consumo eficiente de agua durante todas las fases del proyecto, que ayude a minimizar el uso innecesario de agua y gestionen adecuadamente los recursos hídricos.

4.3.1.8 Planificar la gestión de los riesgos

La planificación de la gestión de riesgos es un proceso fundamental para el éxito del proyecto. Esta etapa va más allá de simplemente identificar amenazas; su propósito es definir cómo, cuándo y por quién se gestionarán los riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Este proceso sienta las bases para una gestión de riesgos proactiva, ya que permite establecer la tolerancia al riesgo y seleccionar las metodologías y herramientas que se utilizarán para analizar y monitorear los riesgos. Una planificación rigurosa de la gestión de

riesgos asegura que el equipo esté preparado para enfrentar la incertidumbre, minimizando el impacto de los eventos negativos y capitalizando las oportunidades

4.3.1.8.1 Identificar los riesgos

La gestión de riesgos es un componente esencial en la planificación y ejecución de cualquier proyecto, ya que permite identificar, analizar y responder proactivamente a eventos que podrían afectar el cumplimiento de los objetivos establecidos. El registro de riesgos del proyecto es una herramienta clave que documenta de manera estructurada los riesgos potenciales, sus características, y las estrategias definidas para su tratamiento.

Esta plantilla tiene como propósito central facilitar el seguimiento sistemático de los riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Al mantener este registro actualizado, el equipo de proyecto puede tomar decisiones informadas, anticiparse a posibles desviaciones, y fortalecer la resiliencia del proyecto frente a escenarios adversos.

Se ha desarrollado un registro de riesgos para el proyecto incluye una lista de riesgos identificados y sus características.

Tabla 22

Plantilla del registro de riesgos del proyecto

Código	Causa	Descripción del riesgo	Referencias EDT
R-01	La gerencia no asigna los recursos necesarios o no aprueba el acta de constitución en el tiempo estimado.	El proyecto no puede iniciar formalmente, causando un retraso en todas las fases subsiguientes.	1.1.2
R-02	El equipo de proyecto no dedica el tiempo suficiente para la planificación detallada de cada gestión.	Los planes de gestión podrían ser incompletos o ineficaces, llevando a una mala ejecución, sobrecostos y un manejo inadecuado de los recursos.	1.1.3
R-03	Los datos existentes de la información hidrológica y técnica son inexactos o incompletos.	El diagnóstico técnico podría ser erróneo, llevando a una selección inadecuada de los puntos de instalación o a un diseño deficiente.	1.3.1.1
R-04	Las fuentes de agua evaluadas presentan condiciones técnicas que no se adaptan a los equipos estándar.	Se podría requerir una inversión adicional en equipos especializados o un rediseño del sistema, afectando el presupuesto y el cronograma.	1.3.2.1
R-05	Los criterios para la selección de los puntos de instalación son deficientes o no se cuenta con acceso a los sitios.	La instalación podría ser ineficiente o imposible, forzando un rediseño tardío y costoso.	1.3.3.1
R-06	El diseño del sistema no considera todos los requerimientos operativos o de mantenimiento del AyA.	El sistema de macromedición podría no ser funcional a largo plazo, generando insatisfacción en los usuarios finales.	1.3.2.1
R-07	Las especificaciones técnicas de los equipos son ambiguas o no están alineadas con las necesidades reales.	Se podrían adquirir equipos incorrectos o de baja calidad que no cumplen con los estándares requeridos, obligando a una nueva adquisición.	1.3.2.1
R-08	El proceso de licitación se retrasa debido a trámites burocráticos o falta de oferentes calificados.	La adquisición de equipos y la contratación del personal se verán afectadas, retrasando todo el proyecto.	1.2.2
R-09	El proveedor seleccionado incumple con los plazos de entrega de los macromedidores o los accesorios.	El cronograma de instalación no se puede cumplir, provocando retrasos en la fase de despliegue.	1.3.3.3
R-10	El sitio de instalación no está en las condiciones esperadas, requiriendo obras civiles adicionales.	La preparación del sitio y el montaje de los equipos podrían enfrentar demoras y sobrecostos por la necesidad de trabajos no planificados.	1.3.3.2
R-11	Se presentan dificultades técnicas durante el montaje y conexión de los equipos.	La instalación podría fallar o generar errores, afectando la calidad de las mediciones y la seguridad del sistema.	1.3.3.3
R-12	Los nuevos macromedidores son incompatibles con el sistema SCADA existente o la integración es más compleja de lo previsto.	La visualización y la gestión de los datos de medición no podrán realizarse de manera automática, perdiendo la eficiencia esperada del proyecto.	1.3.3.3
R-13	El personal de operación y mantenimiento no muestra interés en el entrenamiento o este es insuficiente.	El personal no estará capacitado para usar y mantener los equipos correctamente, lo que podría llevar a fallos y mediciones erróneas.	1.3.4.1
R-14	La documentación técnica entregada por el proveedor es incompleta, inexacta o no está en el idioma correcto.	El personal del AyA tendrá dificultades para el mantenimiento y la resolución de problemas a largo plazo, afectando la sostenibilidad del proyecto.	1.3.4.2
R-15	Los equipos no superan las pruebas operativas, mostrando fallos en la medición o en la comunicación de datos.	Se requerirá una fase de corrección de fallos, afectando el cronograma y la aceptación final del proyecto.	1.3.5.1
R-16	La gerencia del AyA no está satisfecha con los resultados o los entregables no cumplen con las expectativas originales.	El proyecto podría no ser aceptado formalmente, obligando a renegociaciones y trabajos adicionales para lograr la aceptación final.	1.3.5.2
R-17	El equipo de proyecto no logra documentar todas las lecciones aprendidas de manera efectiva o se retrasa en el cierre administrativo.	Los futuros proyectos del AyA no se beneficiarán de la experiencia de este, y el cierre formal podría generar problemas financieros o legales.	1.4.4

Nota: Se presenta la Plantilla del Registro de Riesgos del proyecto. Autoría propia.

4.3.1.8.2 Realizar el análisis cualitativo de riesgos

El análisis cualitativo de riesgos permite evaluar y clasificar los riesgos identificados en función de su probabilidad de ocurrencia y el impacto que podrían tener sobre los objetivos del proyecto. Este proceso es fundamental para priorizar los riesgos, documentarlos adecuadamente y planificar estrategias de respuesta que permitan mitigar sus efectos adversos.

Para el presente proyecto se ha optado por realizar únicamente el análisis cualitativo de riesgos, dado que su alcance, nivel de complejidad y recursos disponibles no justifican la aplicación de un análisis cuantitativo. La identificación y priorización de riesgos mediante criterios de probabilidad e impacto resulta suficiente para establecer estrategias de mitigación y respuesta.

La priorización de riesgos se realiza con base en una lista que identifica aquellos eventos que requieren mayor atención e inversión, ya sea en términos de costo, tiempo o planificación. Esta priorización facilita la toma de decisiones estratégicas y permite asignar recursos de manera eficiente.

A continuación, los riesgos fueron clasificados según su probabilidad de ocurrencia, utilizando la siguiente escala:

Tabla 23*Escala de probabilidad*

Probabilidad		Descripción
Muy probable	0.9	El riesgo tiene una alta probabilidad de ocurrir en el proyecto. Se han observado condiciones similares en proyectos anteriores o existen factores actuales que lo hacen casi seguro.
Bastante probable	0.7	El riesgo tiene una probabilidad significativa de ocurrir. Aunque no es seguro, hay suficientes indicios o antecedentes que justifican su atención prioritaria.
Probable	0.5	El riesgo podría ocurrir, pero su aparición depende de ciertas condiciones o eventos. Es necesario monitorearlo, aunque no representa una amenaza inminente.
Poco probable	0.3	El riesgo tiene baja probabilidad de ocurrencia. Las condiciones actuales no favorecen su aparición, aunque no se puede descartar completamente.
Muy poco probable	0.1	El riesgo es altamente improbable. No existen antecedentes ni condiciones que sugieran su aparición, pero se registra por precaución o cumplimiento metodológico.

Nota: La tabla describe una escala de probabilidad utilizada en la gestión de riesgos de proyectos. Esta escala asigna un valor numérico a la probabilidad de que un riesgo ocurra. Autoría propia.

Seguidamente, se presenta una propuesta de escala de evaluación del impacto, con el fin de ubicar el efecto potencial de cada riesgo sobre los objetivos principales del proyecto. Esta clasificación se realizó conforme a los criterios establecidos por expertos en proyectos.

Tabla 24

Evaluación del impacto de un riesgo en los objetivos principales del proyecto

Objetivo del proyecto	Muy Bajo 0.05	Bajo 0.1	Moderado 0.2	Alto 0.4	Muy Alto 0.8
Costo	Insignificante incremento del costo	Incremento del costo < 5%	Incremento del costo entre el 5 – 10 %	Incremento del costo entre el 10 – 20 %	Incremento del costo > 20%
Calendario	Insignificante variación del calendario	Variación del calendario < 5%	Desviación general del Proyecto 5 – 10 %	Desviación general del Proyecto 10 – 20 %	Desviación general del Proyecto > 20 %
Alcance	Reducción del alcance apenas perceptible	Áreas menores del alcance son afectadas	Áreas mayores del alcance son afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el cliente	El producto final del proyecto es inservible
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Solo aplicaciones muy específicas son afectadas	La reducción de la calidad demanda la aprobación del cliente	Reducción de la calidad inaceptable para el cliente	El producto final del proyecto es inservible

Nota: La tabla muestra una matriz para evaluar el impacto de un riesgo en un proyecto. Asigna un valor numérico a cada nivel de impacto para cuantificar la severidad del riesgo. Autoría propia.

Una vez definidos los valores de probabilidad e impacto para cada riesgo, se procedió a calcular la matriz de probabilidad por impacto, multiplicando ambos valores. Para obtener una visión global del nivel de exposición al riesgo, se calculó el riesgo total del proyecto mediante el promedio de los rangos obtenidos en todos los riesgos analizados. Este resultado se interpretó utilizando la siguiente escala:

Tabla 25

Escala de calificación del riesgo general del proyecto

Calificación del riesgo	Rango	Descripción
Alto	0.99 - 0.18	Corresponde a riesgos que presentan una alta probabilidad de ocurrencia y/o un impacto significativo sobre los objetivos del proyecto. Requieren atención prioritaria, planificación detallada y estrategias de respuesta inmediatas.
Moderado	0.17 - 0.05	Representa riesgos que podrían afectar el proyecto de forma parcial o bajo ciertas condiciones. Aunque no son críticos, deben ser monitoreados regularmente y contar con planes de contingencia definidos.
Bajo	0.04 - 0.01	Incluye riesgos con baja probabilidad de ocurrencia y escaso impacto. Su gestión puede ser limitada a seguimiento ocasional, sin necesidad de asignar recursos significativos, salvo que las condiciones cambien.

Nota: La tabla clasifica los riesgos de un proyecto en tres categorías: Alto, Moderado y Bajo, basándose en un rango de puntuación. Autoría propia.

Con base en toda la información anterior, se presenta en el siguiente apartado el análisis cualitativo de los riesgos identificados, donde se detallan los valores asignados y su clasificación.

4.3.1.8.3 Planificar la respuesta a los riesgos

Durante esta etapa, se definen las estrategias y acciones específicas para reducir la exposición a los riesgos identificados, tanto individuales como globales. El objetivo es establecer un enfoque estructurado que permita mitigar amenazas, aprovechar oportunidades y mantener el proyecto dentro de los parámetros de tiempo, costo y calidad establecidos.

La planificación de la respuesta a los riesgos implica seleccionar medidas proporcionales a la magnitud y probabilidad de cada riesgo, asegurando que sean viables y efectivas. Cada respuesta debe contar con un responsable claramente asignado, lo que facilita el seguimiento y la ejecución oportuna de las acciones.

Este proceso no solo busca minimizar impactos negativos, sino también fomentar una cultura proactiva frente a la incertidumbre. A continuación, se presenta el plan específico de respuestas a los riesgos contemplados para el proyecto.

Tabla 26

Plantilla del registro de riesgos del proyecto (Plan de respuesta)

ID	Referencias EDT	Descripción del Riesgo	Estrategia	Probabilidad	Impacto	Rango (Pxl)	Acciones preventivas	Respaldos	Plan para contingencias	Disparador	Responsable	Probabilidad post plan	Impacto post plan	Rango post Plan
R-01	1.1.2	Retraso en el inicio formal del proyecto	Mitigar	0.5	0.8	0.4	Reuniones previas con gerencia, envío de borradores	Acta preliminar, respaldo institucional	Escalar al patrocinador, reprogramar inicio	Retraso en aprobación	Director de proyecto	0.2	0.4	0.08
R-02	1.1.3	Planes incompletos, mala ejecución	Mitigar	0.7	0.4	0.28	Cronograma detallado, sesiones de planificación	Plantillas de gestión	Revisión externa, ajustes en ejecución	Retraso en planificación	Director de proyecto	0.4	0.3	0.12
R-03	1.3.1.1	Diagnóstico técnico erróneo	Mitigar	0.7	0.4	0.28	Validación de datos con expertos	Estudios previos	Recolectar datos adicionales	Inconsistencias en datos	Hidrólogo	0.3	0.3	0.09
R-04	1.3.2.1	Rediseño o compra de equipos especiales	Transferir	0.7	0.8	0.56	Evaluación técnica exhaustiva	Informe técnico	Ajuste de diseño, negociación con proveedor	Rechazo técnico	Ingeniero hidráulico/Civil	0.4	0.5	0.2
R-05	1.3.3.1	Rediseño tardío y costoso	Mitigar	0.5	0.2	0.1	Visita técnica previa, validación de criterios	Mapa de accesos	Cambio de ubicación, obras menores	Acceso bloqueado	Ingeniero Civil	0.2	0.1	0.02
R-06	1.3.2.1	Sistema no funcional a largo plazo	Mitigar	0.3	0.4	0.12	Revisión con AyA, validación técnica	Normativa AyA	Rediseño parcial, ajustes operativos	Observaciones de AyA	Ingeniero hidráulico/Civil	0.2	0.2	0.04
R-07	1.3.2.1	Compra de equipos inadecuados	Mitigar	0.5	0.4	0.2	Revisión técnica con proveedor	Fichas técnicas	Revisión de contrato, nueva compra	Error en especificaciones	Especialista en instrumentación	0.3	0.3	0.09
R-08	1.2.2	Retraso en adquisición y contratación	Mitigar	0.9	0.4	0.36	Planificación anticipada, difusión amplia	Cronograma de compras	Ajuste de plazos, contratación directa	Licitación sin oferentes	Proveeduría	0.5	0.3	0.15
R-09	1.3.3.3	Retraso en instalación	Mitigar	0.7	0.4	0.28	Cláusulas contractuales, seguimiento	Contrato con penalidades	Reprogramación, cambio de proveedor	Entrega fuera de plazo	Proveeduría y Coordinador técnico	0.4	0.3	0.12
R-10	1.3.3.2	Obras civiles no previstas	Mitigar	0.5	0.8	0.4	Inspección técnica previa	Fotografías, informes	Obras menores, ajuste de presupuesto	Condiciones no aptas	Contratista	0.3	0.4	0.12
R-11	1.3.3.3	Fallos en medición o seguridad	Mitigar	0.3	0.2	0.06	Capacitación técnica, revisión de manuales	Manual de instalación	Soporte técnico, ajustes en sitio	Fallo en pruebas	Contratista	0.2	0.1	0.02
R-12	1.3.3.3	Pérdida de eficiencia operativa	Mitigar	0.3	0.4	0.12	Validación previa de compatibilidad	Manual SCADA	Desarrollo de interfaz, soporte técnico	Error en integración	Contratista	0.2	0.2	0.04
R-13	1.3.4.1	Uso incorrecto de equipos	Mitigar	0.5	0.2	0.1	Incentivos, sesiones interactivas	Lista de asistencia	Reentrenamiento, soporte técnico	Baja participación	Coordinador de formación	0.3	0.1	0.03
R-14	1.3.4.2	Dificultades en mantenimiento	Mitigar	0.3	0.2	0.06	Revisión contractual, validación previa	Manuales previos	Solicitud de corrección, traducción	Manual incompleto	Coordinador técnico	0.2	0.1	0.02
R-15	1.3.5.1	Corrección de fallos y retrasos	Mitigar	0.3	0.4	0.12	Pruebas previas, revisión técnica	Protocolo de pruebas	Ajustes técnicos, reemplazo parcial	Fallo en medición	Director de proyecto	0.2	0.2	0.04
R-16	1.3.5.2	Rechazo formal del proyecto	Mitigar	0.3	0.8	0.24	Revisión continua con gerencia	Informe de avances	Ajustes finales, renegociación	Observaciones de gerencia	Director de proyecto	0.2	0.4	0.08
R-17	1.4.4	Cierre administrativo deficiente	Mitigar	0.3	0.2	0.06	Cronograma de cierre, revisión por pares	Plantillas de cierre	Extensión de plazo, revisión externa	Retraso en cierre	Director de proyecto	0.2	0.1	0.02
Riesgo general del proyecto:						0.23	Riesgo General del Proyecto Post-Plan:						0.08	

Nota: Esta tabla es un registro de riesgos que identifica, evalúa y planifica la respuesta a los riesgos del proyecto. Autoría propia.

4.4 Procesos del grupo ejecución del proyecto

La fase de ejecución representa el punto donde la visión y las estrategias del proyecto cobran vida. No se trata simplemente de seguir un manual de instrucciones, sino de la aplicación dinámica y coordinada de todos los planes de gestión desarrollados previamente. En este grupo de procesos, la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) se convierte en la hoja de ruta operativa que guía al equipo en la realización de cada tarea. Al mismo tiempo, el cronograma y el presupuesto actúan como los puntos de referencia esenciales para monitorear el progreso y controlar los costos, permitiendo al director de proyectos identificar cualquier desviación a tiempo.

A lo largo de esta etapa, el equipo utiliza el Plan de Gestión de Recursos para asegurar que el personal y los equipos estén asignados de manera óptima, mientras que el Plan de Gestión de Calidad se aplica activamente para garantizar que los equipos de macromedición y su instalación cumplan con los estándares técnicos requeridos. El flujo de información se mantiene constante gracias al Plan de Gestión de Comunicaciones, asegurando que todos los interesados clave, desde el equipo técnico hasta la gerencia del AyA, estén informados. Simultáneamente, el Plan de Gestión de Riesgos se mantiene como una herramienta viva: el equipo monitorea proactivamente los riesgos identificados, aplica las respuestas planificadas y está atento a la aparición de nuevos riesgos. Si alguna desviación es lo suficientemente significativa como para requerir un cambio en las líneas base del proyecto, se activa el proceso de control de cambios, garantizando que cualquier ajuste se evalúe y apruebe de manera formal.

La ejecución es el despliegue de las herramientas y los planes de la planificación para lograr el resultado deseado, convirtiendo la estrategia en una realidad tangible para el proyecto.

4.5 Procesos del grupo monitoreo y control del proyecto

4.5.1 Indicadores de desempeño

En el marco del presente proyecto, los indicadores de desempeño propuestos se han clasificado según su naturaleza y propósito, con el fin de facilitar el monitoreo integral del avance, la eficiencia operativa y el valor generado. Esta clasificación incluye indicadores tradicionales de gestión de proyectos, indicadores de desempeño operativo.

4.5.1.1 Indicadores de desempeño tradicionales

4.5.1.1.1 Análisis del valor ganado y curva S para la gestión de costos

El análisis del valor ganado y la Curva S son herramientas esenciales y adaptables que proporcionan una visión integral del estado del proyecto.

La Curva S, como representación gráfica del flujo de caja acumulado, es una herramienta de visualización que integra la línea base del desempeño. Al superponer el Valor Planificado (PV), el Valor Ganado (EV) y el Costo Real (AC) en esta curva, se puede interpretar de manera intuitiva el estado del proyecto en cualquier momento. Si la curva del EV se encuentra por debajo de la del PV, indica un retraso en el cronograma, mientras que, si la curva del AC está por encima de la del EV, se evidencia un sobrecosto.

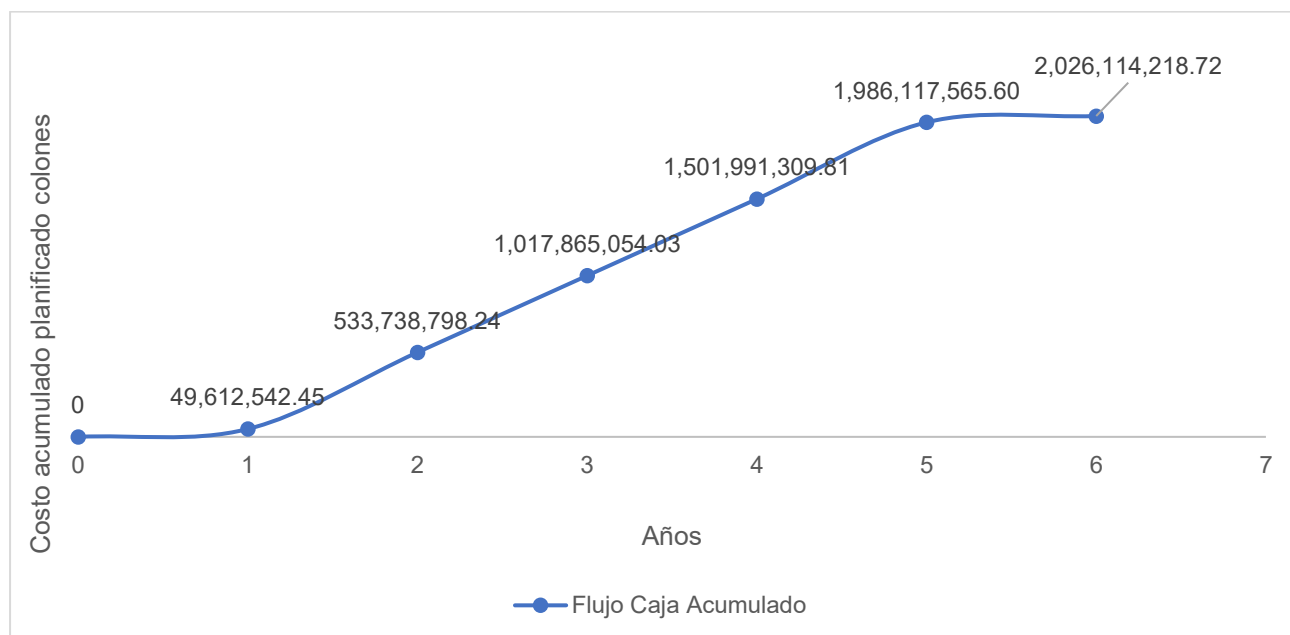
Esta metodología además permite el cálculo de indicadores clave como el Índice de Desempeño del Costo (CPI) y el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI). Estos índices numéricos, al compararse con la unidad, ofrecen una medida objetiva y rápida de la eficiencia del proyecto. Por ejemplo, un CPI menor a 1 sugiere que se está gastando más de lo planificado por el trabajo completado, mientras que un SPI menor a 1 indica que se está ejecutando menos trabajo del que teníamos programado.

En este proyecto, el análisis con base en la Curva S planificada se realizará de manera mensual, lo que permitirá detectar desviaciones tempranas, estimar su impacto y definir

medidas correctivas oportunas. Esta práctica asegura un control riguroso tanto del presupuesto como del cronograma, aumentando la probabilidad de cumplir con los objetivos establecidos.

Figura 15

Curva S planificada del proyecto



Nota: El gráfico muestra el flujo de caja acumulado de un proyecto a lo largo del tiempo. Autoría propia.

La aplicación de esta metodología debe ser estratégica y sistemática. Para implementarla, monitorear la línea base de desempeño y recopilar los datos de forma periódica, analizar las variaciones para identificar las causas raíz y, finalmente, usar los pronósticos derivados de los datos para tomar acciones correctivas y preventivas oportunas. Este enfoque, al ser proactivo y no reactivo, permite anticipar problemas y adaptar la estrategia para asegurar la finalización exitosa del proyecto.

4.5.1.1.2 Diagrama de Gantt para el monitoreo de tiempos

El Diagrama de Gantt es una herramienta fundamental para visualizar el cronograma del proyecto, las actividades planificadas y sus dependencias. Se actualizará semanalmente para reflejar el progreso real, y permitirá:

- Comparar fechas planificadas con fechas reales de finalización.
- Identificar la ruta crítica, es decir, la secuencia de tareas que determina la duración total del proyecto.
- Analizar la holgura de cada actividad, lo que facilita la reasignación de recursos y la priorización de tareas.

4.5.2 Indicadores de desempeño operativo

La gestión del desempeño de un proyecto requiere también la medición del valor tangible y los beneficios operativos que se generan. En este contexto, se implementará un conjunto de indicadores clave de desempeño (KPIs) para evaluar la contribución del proyecto a la eficiencia hídrica y la cobertura técnica del AyA.

Estos KPIs van más allá de la simple finalización del proyecto, enfocándose en cómo las entregas impactan directamente la operación del negocio. El progreso se medirá periódicamente contra estos valores base, permitiendo al equipo del proyecto y a los interesados monitorear la efectividad de las soluciones implementadas.

4.5.2.1 Porcentaje de reducción del agua no contabilizada (ANC)

Para esta clase de proyecto que se enfoca en la mejora de la eficiencia hídrica, el Porcentaje de Reducción del Agua No Contabilizada (ANC) es una métrica de desempeño

operativa clave, debido a que refleja directamente el valor tangible que el proyecto aporta a la organización. El ANC se refiere a la diferencia entre el volumen de agua que entra en el sistema de acueducto y el volumen que se factura a los clientes. Su reducción es una meta crítica, ya que minimiza las pérdidas por fugas, errores de medición y uso no autorizado, lo que se traduce en un aumento de la eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad del servicio.

La meta estratégica del proyecto es lograr una reducción igual o inferior al 33% del ANC para cada sistema de acueducto de agua potable. Esta cifra representa el umbral de éxito, asegurando que se recuperará una porción significativa del agua que se perdía anteriormente. Para monitorear este progreso de manera efectiva, se ha definido una medición periódica. Aunque el impacto de las mejoras es progresivo y no se materializa de inmediato, un seguimiento semestral permitirá evaluar la evolución de la eficiencia, detectar cualquier desviación temprana y ajustar las acciones para asegurar que el proyecto cumpla con su objetivo principal: optimizar el desempeño operativo del AyA y generar un beneficio real a largo plazo.

4.5.2.2 Cantidad de agua macromedida en las fuentes

La cantidad de agua macromedida en las fuentes es un indicador de desempeño operativo crítico que mide el avance en la cobertura técnica del proyecto. Esta métrica no solo verifica la instalación física de los equipos, sino que también evalúa la capacidad del sistema para capturar datos precisos sobre el flujo de agua en su origen. El objetivo final es asegurar que la infraestructura instalada está generando valor al proporcionar la información necesaria para una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos.

El proyecto tiene como meta lograr una cobertura del 100% de las fuentes macromedidas. Para asegurar que esta meta sea realista y alcanzable, se ha establecido una

tolerancia de $\pm 15\%$. Esto significa que el proyecto será considerado un éxito si al menos el 85% de las fuentes están equipadas con macromedidores funcionales y operativos. Este enfoque reconoce los desafíos inherentes a la ejecución del proyecto, como imprevistos en el terreno o problemas de logística.

4.5.3 Mecanismos de análisis

Con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto y mantener el control sobre las líneas base de alcance, cronograma y costo, se establece el siguiente proceso para el análisis de datos y la identificación de desviaciones:

1. Recolección, consolidación y comparación de datos: Estos datos se consolidan en un repositorio central, garantizando su trazabilidad y permitiendo una comparación directa con las líneas base del proyecto.

Para el análisis, se utilizan herramientas de visualización como la Curva S y el Diagrama de Gantt para evaluar el progreso real frente a lo planificado. Se calculan y contrastan métricas clave de control como el Índice de Desempeño del Costo (CPI) y el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI), además de indicadores operativos como el cumplimiento de hitos y la cobertura técnica.

Esta metodología de análisis continuo facilita la detección temprana de desviaciones, lo que permite activar de forma oportuna acciones correctivas. En esencia, se trata de un proceso sistemático para asegurar que el proyecto se mantenga alineado con sus objetivos iniciales, aumentando significativamente la probabilidad de éxito.

2. Identificación de desviaciones: Cuando se detecte una desviación en el proyecto, se procederá a realizar un análisis estructurado para determinar sus causas raíz y definir las acciones correctivas necesarias. Para este fin, se aplicarán técnicas como

los “5 Porqués” y/o el diagrama de Ishikawa, seleccionando la más adecuada según la naturaleza del problema.

El análisis será conducido por el equipo de gestión del proyecto en coordinación con las áreas técnicas involucradas, garantizando así una visión integral de los factores que pudieron originar la desviación. El diagrama de Ishikawa se empleará como herramienta principal para clasificar las posibles causas en categorías tales como: métodos, maquinaria, mano de obra, materiales, medio ambiente y medición. Esta metodología permite estructurar la discusión, indagar en profundidad y llegar a la causa raíz mediante la pregunta reiterada de “¿por qué?”.

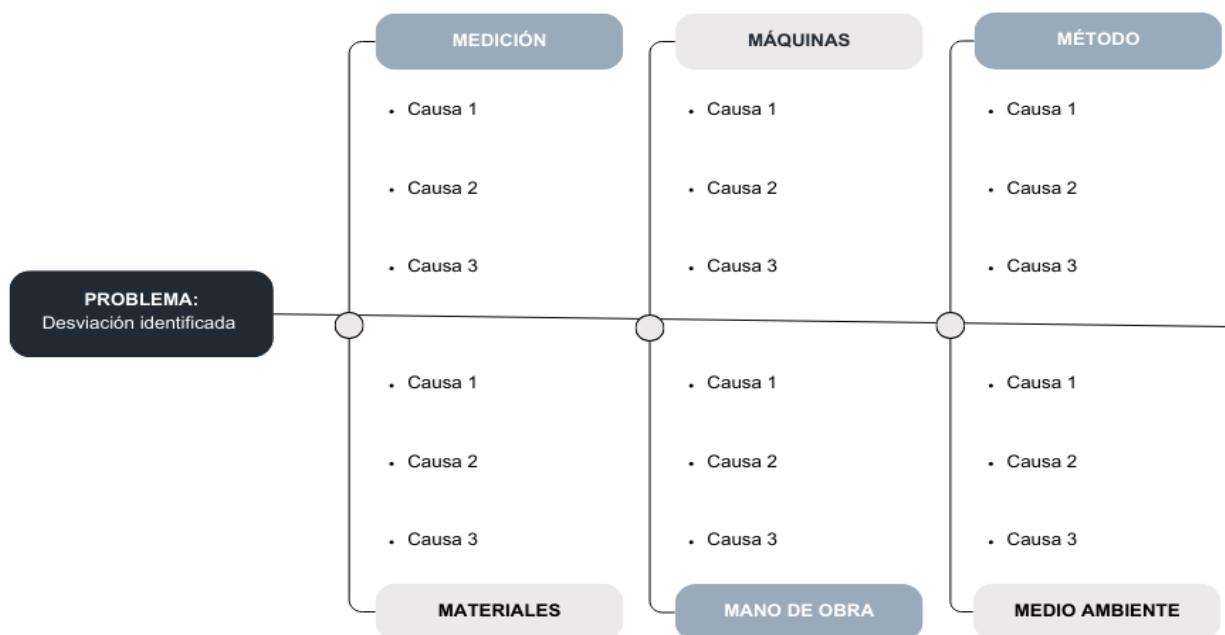
Cada desviación identificada será registrada en un sistema de incidencias, detallando: la causa raíz determinada, el impacto estimado sobre el cronograma, el costo o la calidad, y las acciones correctivas propuestas.

Posteriormente, se realizará un seguimiento sistemático de la implementación de estas acciones, evaluando su efectividad en los ciclos de revisión definidos para el proyecto.

A continuación, se incluye un diagrama genérico de Ishikawa que servirá como referencia para llevar a cabo este análisis dentro del marco del proyecto.

Figura 16

Diagrama de Ishikawa: Identificación de desviación en el proyecto



Nota: El diagrama de Ishikawa permite identificar causas raíz agrupándolas en las diferentes categorías. El análisis se realiza preguntando sucesivamente “¿por qué?” hasta llegar a la causa principal del problema. Autoría propia.

3. **Tablero Kanban:** Como complemento a las herramientas tradicionales de monitoreo, se implementará un tablero Kanban como instrumento visual para el control operativo y la detección temprana de desviaciones. Este tablero, actualizado de manera diaria, permitirá identificar cuellos de botella, comparar el avance real frente a lo planificado y analizar posibles causas de problemas operativos, como limitaciones técnicas o insuficiencia de recursos. Su diseño por columnas facilita la visualización del flujo de trabajo, la coordinación del personal en campo y la aplicación de mejoras continuas en el proceso de instalación.

Dado que el proyecto se desarrolla en un esquema descentralizado, se propone la utilización de un Kanban por regiones operativas (Chorotega, Brunca, Pacífico Central, Central Oeste, Huetar Caribe, entre otras). En este tablero se registrará y dará seguimiento al progreso de los principales entregables por región, lo que permitirá evaluar el desempeño de manera comparativa y fortalecer la gestión integral del proyecto.

Figura 17

Tablero Kanban según estado de entregables

Región	🔴 Pendiente	🟡 En ejecución	🟠 En revisión	🟢 Finalizado
Chorotega				
Brunca				
Pacífico Central				
Central Oeste				
Huetar Caribe				

Nota: El tablero mostrará los entregables por región, ubicados en la columna que refleje su estado actual. Autoría propia.

4.5.4 Protocolos de acción

Cuando se detecta una desviación en el proyecto, se activará un protocolo estandarizado para asegurar una respuesta rápida y controlada. El objetivo es mitigar el impacto negativo, mantener la alineación con los objetivos del proyecto y asegurar que todas las partes interesadas clave estén informadas.

El protocolo se define a través de los siguientes pasos:

1. Detección de la desviación: El equipo del proyecto o cualquier interesado identifica una desviación. Esto puede ser un retraso en el cronograma, un sobre costo, un problema de calidad en los equipos o una dificultad técnica no prevista durante la instalación.
2. Análisis de la desviación: El director de proyectos, en conjunto con el equipo técnico, analiza la desviación para determinar su causa raíz, su impacto potencial en el alcance, el cronograma y el presupuesto, y el tipo de respuesta que se requiere (ajuste operativo, una solicitud de cambio, escalar a gerencia).
3. Clasificación de la desviación:
 - Menor: Variación que no afecta significativamente el alcance, el cronograma ni el presupuesto del proyecto. Puede resolverse con ajustes operativos simples, sin necesidad de modificar las líneas base ni escalar el problema.
 - Moderada: Desviación que impacta parcialmente los objetivos del proyecto, como retrasos en actividades no críticas o sobre costos dentro del margen de tolerancia. Requiere gestión de cambios formal y revisión técnica, pero no compromete la viabilidad del proyecto.
 - Crítica: Desviación que pone en riesgo el cumplimiento de los objetivos principales del proyecto, como retrasos en la ruta crítica, sobre costos significativos o fallos técnicos graves. Requiere escalamiento inmediato a la gerencia, revisión estratégica y posible replanificación.
4. Escalada de problemas:

- Nivel 1 (Equipo del Proyecto): Los problemas menores se resuelven internamente por el equipo.
- Nivel 2 (Director de Proyecto): Problemas con impacto moderado que requieren una decisión del director de proyectos o de un interesado clave.
- Nivel 3 (Comité de Control de Cambios): Las solicitudes de cambio mayores (que afectan los hitos, el alcance o el presupuesto aprobado) se escalan al Comité de Control de Cambios, conformado por el patrocinador del proyecto y líderes funcionales, dicho comité revisará y aprobará, rechazará o pospondrá la solicitud.

5. Comunicación a los interesados: La comunicación es esencial en cada etapa.

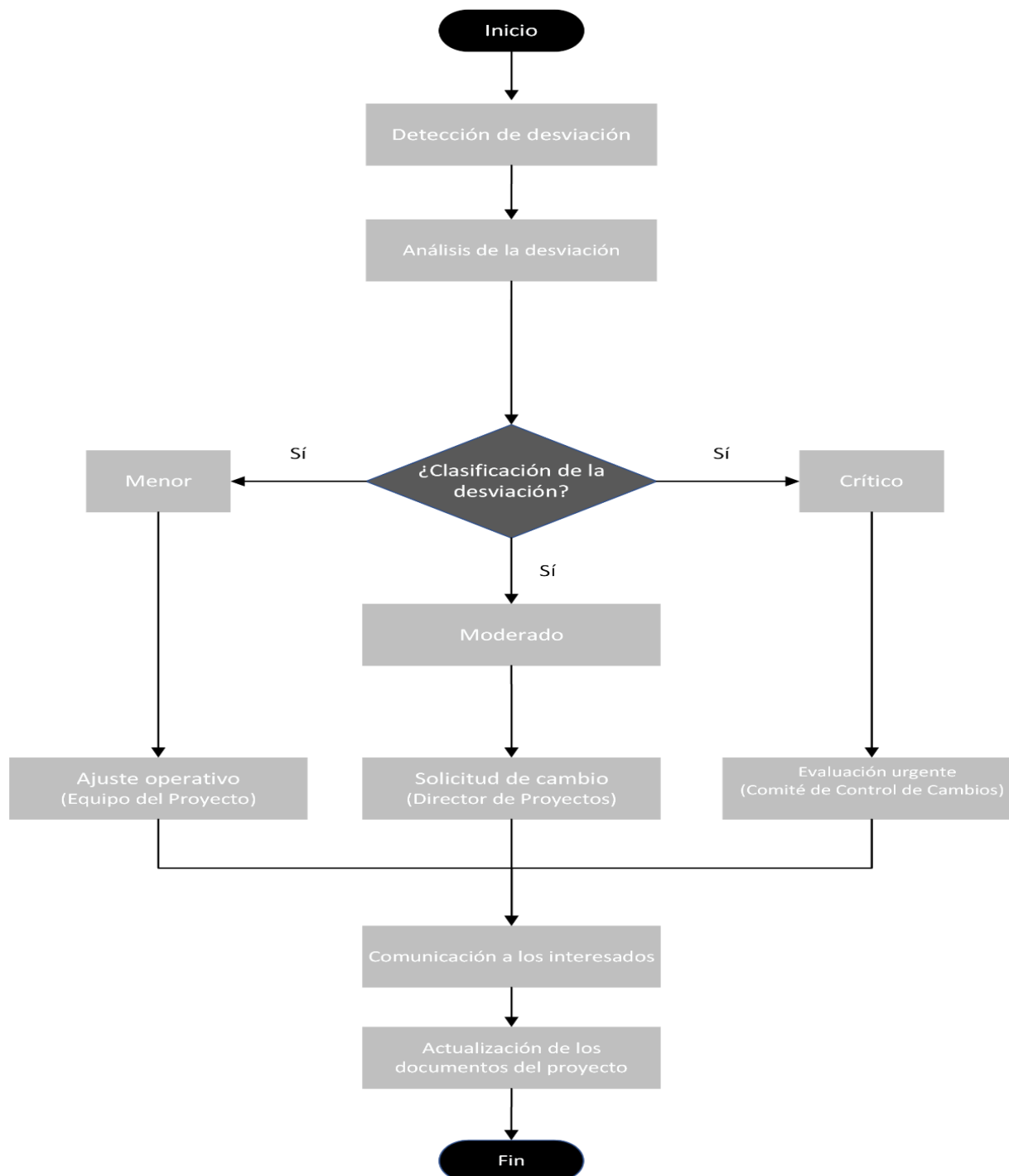
- Se informará al equipo sobre la desviación y las acciones correctivas.
- Se notificará al patrocinador y a los interesados clave sobre el problema y las decisiones tomadas.
- Se mantendrá un registro actualizado de todas las desviaciones y sus resoluciones en el registro de riesgos.

6. Actualización de los documentos del proyecto: Una vez aprobada una acción o un cambio, se actualizan los planes de gestión (alcance, cronograma, presupuesto), el registro de riesgos y cualquier otro documento relevante para reflejar los ajustes realizados.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que ilustra este proceso de manera visual.

Figura 18

Diagrama de flujo que ilustra este proceso



Nota: El diagrama de flujo describe el proceso de gestión de desviaciones en un proyecto. Autoría propia.

La matriz de respuesta y escalada de desviaciones es una herramienta de referencia rápida que permite al equipo del proyecto y al director de proyectos tomar decisiones inmediatas al enfrentar una desviación. Proporciona una guía clara y estandarizada sobre cómo clasificar un problema, qué acciones tomar, a quién escalar el asunto y cómo comunicarlo, asegurando una gestión eficiente y oportuna de los imprevistos.

Tabla 27

Matriz de respuesta y escalada de desviaciones

Tipo de desviación	Definición	Acción inmediata	Escalamiento	Comunicación	Registro
Menor	Variación que no afecta significativamente el alcance, el cronograma ni el presupuesto del proyecto. Puede resolverse con ajustes operativos simples, sin necesidad de modificar las líneas base ni escalar el problema.	Ajuste operativo	Equipo del proyecto	Interna	Kanban
Moderada	Desviación que impacta parcialmente los objetivos del proyecto, como retrasos en actividades no críticas o sobrecostos dentro del margen de tolerancia. Requiere gestión de cambios formal y revisión técnica, pero no compromete la viabilidad del proyecto.	Gestión de cambio	Director de proyecto	Cliente si aplica	Formulario
Crítica	Desviación que pone en riesgo el cumplimiento de los objetivos principales del proyecto, como retrasos en la ruta crítica, sobrecostos significativos o fallos técnicos graves. Requiere escalamiento inmediato a la gerencia, revisión estratégica y posible replanificación.	Evaluación urgente	Comité de control de cambios	Notificación directa	Informe

Nota: Autoría propia.

4.6 Procesos del grupo cierre del proyecto

El cierre del proyecto es una fase crítica y a menudo subestimada en la gestión de proyectos, donde se formaliza la finalización de todas las actividades. Esta etapa, crucial para la integridad del proyecto, va más allá de simplemente completar las tareas técnicas. El objetivo principal es garantizar que todas las entregas finales hayan sido aceptadas formalmente, que los contratos con proveedores y clientes se hayan finiquitado, y que los recursos del equipo se liberen de manera ordenada.

Además el cierre permite capturar el conocimiento adquirido y las lecciones aprendidas, lo anterior al haber documentado los éxitos, fracasos y desafíos enfrentados, la organización puede capitalizar estas experiencias para mejorar la planificación y ejecución de proyectos futuros. Este proceso sistemático no solo valida la finalización del proyecto, sino que también contribuye a la madurez de la gestión de proyectos dentro de la empresa.

4.6.1 Validación de entregables

La verificación de entregables constituye un proceso crítico dentro del ciclo de vida del proyecto, cuyo propósito es asegurar que cada producto, servicio o resultado ha sido completado conforme a los requisitos previamente definidos y ha recibido la aceptación formal por parte del cliente o de las partes interesadas pertinentes.

Para tal fin, se ha desarrollado una plantilla estructurada de verificación de entregables, la cual permite documentar de manera sistemática el cumplimiento de cada componente del proyecto. Esta herramienta contribuye significativamente a la trazabilidad, la transparencia y la validación técnica de los entregables, y su implementación garantiza los siguientes aspectos clave:

- Los entregables cumplen con los criterios de aceptación establecidos en el plan de gestión del proyecto.

- Se cuenta con evidencia clara de la aprobación formal por parte de los responsables técnicos o clientes.
- Se facilita el cierre administrativo del proyecto, incluyendo la liberación de recursos y la documentación final.
- Se reduce el riesgo de retrabajo o conflictos posteriores, al dejar constancia del cumplimiento contractual.

Tabla 28

Lista de comprobación para entregables del proyecto

Proyecto: [Nombre del Proyecto]**Responsable:** [Nombre del Director de Proyecto]**Fecha de Cierre Estimada:** [dd/mm/aaaa]

Nº EDT	Entregable	Responsable	Fecha de Entrega	Criterios de Aceptación	Estado (Completado, Cancelado, Pendiente aprobación, En proceso)	Observaciones
1.1	Documentación inicial del proyecto	Director de proyectos	[dd/mm/aaaa]	Número de BPIP, MIDEPLAN, acta de constitución del proyecto y documentación completa de planes, el cronograma y la comunicación con el cliente y otras áreas debe ser efectiva.		
1.2	Contrato con proveedor	Director de proyectos	[dd/mm/aaaa]	Pliegos técnicos han sido validados, la licitación se ha realizado conforme a la ley y se ha adjudicado un proveedor.		
1.3.1	Elaborar diagnóstico técnico	Proveedor	[dd/mm/aaaa]	Inventario georreferenciado de las fuentes, inventario de macromedidores existentes, fotografías y un análisis de la accesibilidad de los sitios. Todo debe estar validado por el área técnica del AyA y firmado por el proveedor.		
1.3.2	Diseñar solución de macromedición	Proveedor	[dd/mm/aaaa]	Se debe entregar la documentación completa de los planos, el código de infraestructura, la memoria de cálculo y un informe técnico detallado. El diseño debe ser compatible con la normativa del AyA y el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA).		
1.3.3	Instalar y calibrar equipos de macromedición	Proveedor	[dd/mm/aaaa]	Este entregable se acepta una vez que los equipos hayan sido instalados según los estándares de seguridad, probados para su funcionalidad y que exista una conexión de datos exitosa con el sistema de AyA.		
1.3.4	Realizar transferencia operacional	Proveedor	[dd/mm/aaaa]	La aceptación de este entregable depende de la validación del contenido impartido y la entrega de manuales técnicos completos, tanto en formato digital como impreso, que permitan al personal operar y dar mantenimiento a los equipos.		
1.4	Cierre administrativo	Director de proyecto// Dirección Financiera/Proveeduría AyA/Planificación AyA	[dd/mm/aaaa]	Liquidación financiera y el pago completo del proyecto, la presentación del informe final, la entrega formal de los documentos de cierre y la difusión de las lecciones aprendidas a las partes interesadas.		

Nota: Esta tabla es una lista de comprobación para los entregables de un proyecto. Es una herramienta para el seguimiento y control. Autoría propia.

4.6.2 Lecciones aprendidas

Como parte del proceso de cierre del proyecto, se debe de llevar a cabo una revisión sistemática de las experiencias obtenidas durante la ejecución del proyecto. Este documento de lecciones aprendidas tiene como objetivo capturar, analizar y documentar los conocimientos adquiridos, tanto positivos como negativos, que surgieron a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Las lecciones aprendidas permiten:

- Identificar prácticas exitosas que pueden replicarse en futuros proyectos.
- Reconocer errores o desviaciones que deben evitarse o mitigarse.
- Mejorar los procesos, herramientas y metodologías de gestión de proyectos.
- Fortalecer la cultura de mejora continua dentro de la organización.

Tabla 29

Formato sugerido para documento de lecciones aprendidas

Campo	Descripción
Id de la lección	Número único de referencia.
Nombre del proyecto	Título oficial del proyecto.
Código del proyecto	Identificador interno.
Fecha de inicio	Día en que el proyecto comenzó oficialmente.
Fecha de finalización	Día en que el proyecto concluyó oficialmente.
Nombre del gerente del proyecto	Nombre completo de la persona que tuvo la responsabilidad de dirigir el proyecto.
Fase del proyecto	Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, Cierre.
Área de conocimiento	Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Recursos, Riesgos, Comunicaciones, Adquisiciones, Interesados.
Descripción de la situación	Qué ocurrió, contexto y antecedentes.
Acción tomada	Medidas implementadas para resolver o mejorar la situación.
Resultado obtenido	Impacto de la acción en el proyecto.
Lección aprendida	Conocimiento específico que se extrae de la experiencia.
Aplicación futura	Cómo y dónde puede aplicarse esta lección en otros proyectos.
Difusión de la información	Indica cómo y a quién se debe comunicar la lección aprendida.
Responsable de la lección	Persona o rol que identificó la lección.
Fecha de registro	Día en que se documentó la lección.
Medio de difusión	Reunión, intranet, informe, capacitación, etc.

Nota: Esta tabla es un formato para documentar lecciones aprendidas, para que el conocimiento adquirido pueda ser utilizado para mejorar proyectos futuros. Autoría propia.

4.6.3 Actividades de cierre formal

El cierre formal de un proyecto representa una fase crítica dentro del ciclo de vida de la gestión, en la cual se ejecutan una serie de actividades sistemáticas orientadas a confirmar que el proyecto ha sido concluido de manera ordenada, documentada y con la aceptación explícita de todas las partes interesadas. Estas actividades no solo consolidan los resultados obtenidos, sino que también aseguran la transferencia de valor, el cumplimiento contractual y la mejora continua organizacional. Las principales acciones que conforman esta etapa incluyen:

- Confirmación de la aceptación de los entregables, para verificar que todos los entregables han sido completados y aceptados formalmente por el patrocinador.
- Finalización de contratos, involucra el cierre de contratos con proveedores, incluyendo la resolución de reclamaciones y la liberación de obligaciones contractuales.
- Liberación de recursos, consiste en la reasignación o liberación del equipo del proyecto, materiales, equipos y presupuestos no utilizados.
- Documentación de lecciones aprendidas, recopilación de experiencias, errores y aciertos para mejorar futuros proyectos.
- Actualización de activos de procesos organizacionales, incorporación de documentos, plantillas, registros y aprendizajes al repositorio institucional.
- Elaboración del informe final del proyecto, es un documento que resume el desempeño del proyecto, cumplimiento de objetivos, entregables, KPIs y recomendaciones.
- Transferencia del producto, servicio o resultado, corresponde a la entrega formal del producto final al cliente o a la operación, incluyendo manuales, capacitación y soporte inicial.
- Cierre administrativo, ocurre cuando se archivar toda la documentación del proyecto, actualizar registros, cerrar presupuestos y comunicar oficialmente el cierre.

Tabla 30

Lista de comprobación integral de cierre de proyecto

Categoría	Actividad	Responsable	Fecha	Estado (<input type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>)	Observaciones
1. Aceptación y Entregables	Confirmación formal de entregables	Director de Proyecto		<input type="checkbox"/>	
	Transferencia del producto/servicio al cliente	Equipo Técnico / Cliente		<input type="checkbox"/>	
	Validación de funcionamiento por parte del cliente	Cliente		<input type="checkbox"/>	
	Entrega de manuales y documentación técnica	Equipo Técnico		<input type="checkbox"/>	
	Capacitación a usuarios finales	Formación / Técnico		<input type="checkbox"/>	
	Definición de soporte post-implementación	Gerente de Proyecto		<input type="checkbox"/>	
	Verificación de cumplimiento contractual	Legal / Proveeduría		<input type="checkbox"/>	
2. Cierre Contractual	Resolución de reclamaciones	Legal / Director de Proyecto		<input type="checkbox"/>	
	Firma de acta de cierre de contrato	Proveedor / Legal		<input type="checkbox"/>	
	Liberación de garantías	Finanzas / Legal		<input type="checkbox"/>	
	Pago final autorizado	Finanzas		<input type="checkbox"/>	
	Comunicación oficial de cierre	Director de Proyecto		<input type="checkbox"/>	
3. Cierre Administrativo	Liberación de recursos humanos	RRHH / Director de Proyecto		<input type="checkbox"/>	
	Cierre de presupuesto	Finanzas		<input type="checkbox"/>	
	Archivo de documentación del proyecto	PMO / Administración		<input type="checkbox"/>	
	Revisión de cumplimiento de objetivos	Director de Proyecto		<input type="checkbox"/>	
4. Evaluación y Mejora Continua	Sesión de lecciones aprendidas	Director de Proyecto		<input type="checkbox"/>	
	Registro en repositorio de conocimiento	PMO		<input type="checkbox"/>	
	Actualización de plantillas y procesos	PMO / Calidad		<input type="checkbox"/>	
	Evaluación de desempeño del equipo	RRHH / Director de Proyecto		<input type="checkbox"/>	
	Revisión de documentos clave del proyecto	PMO / Auditoría		<input type="checkbox"/>	
5. Validación y Control	Análisis de tendencias y variaciones	Director de Proyecto / PMO		<input type="checkbox"/>	
	Juicio de expertos sobre el cierre	Comité Técnico / Involucrados		<input type="checkbox"/>	
	Reunión de cierre con involucrados	Director de Proyecto		<input type="checkbox"/>	

Nota: Esta tabla es una lista de comprobación para el cierre del proyecto, para asegurar que todas las tareas de cierre se completen de manera formal y organizada. Autoría propia.

La lista de comprobación para el cierre del proyecto es una herramienta estratégica que no solo garantiza la calidad y completitud del trabajo ejecutado, sino que también refuerza la gobernanza del proyecto al asegurar que todos los procesos de finalización se lleven a cabo de

manera ordenada, transparente y conforme a estándares reconocidos. Su aplicación se alinea con las buenas prácticas de gestión profesional promovidas por el Project Management Institute (PMI), contribuyendo a una conclusión formal, controlada y documentada del proyecto.

5 Conclusiones

A continuación, se presentan las principales conclusiones derivadas del desarrollo del proyecto:

1. En el marco de la gestión de proyectos, el análisis de los antecedentes del proyecto de macromedición fue fundamental para entender la verdadera necesidad de la intervención. Los hallazgos revelan que la baja cobertura actual no es solo un problema técnico, sino una limitación crítica que afecta la eficiencia operativa, la sostenibilidad financiera y el cumplimiento normativo. Esta situación evidencia una brecha significativa, originada en la ausencia de un plan de proyecto formalizado que integre las buenas prácticas del PMI. La identificación de estas brechas en la infraestructura, la tecnología y las capacidades técnicas ha servido como la justificación principal para la formulación de un plan de gestión estratégico. Al abordar estos desafíos y las exigencias regulatorias, como la reducción del agua no contabilizada, la implementación de este plan no solo asegura que el proyecto responda a los requerimientos normativos, sino que también maximiza la oportunidad de mejorar la legitimidad institucional del AyA.
2. La elaboración del acta de constitución permitió formalizar la existencia del proyecto, establecer una visión clara y definir con precisión el propósito, el alcance preliminar y la responsabilidad del liderazgo. Paralelamente, el análisis de los interesados clave facilitó la identificación de los actores estratégicos, la comprensión de sus expectativas y la planificación de mecanismos de comunicación efectivos. Este enfoque no solo fortaleció la alineación institucional, sino que también promovió una visión compartida y una base sólida de colaboración. Los procesos del grupo de inicio brindaron una base sólida para la gestión, asegurando una visión compartida, la alineación institucional y el

compromiso de los involucrados desde las primeras etapas. Este enfoque fortalece la capacidad del proyecto para avanzar de manera ordenada y con apoyo de las partes interesadas, aumentando así sus posibilidades de éxito a lo largo de su ciclo de vida.

3. La fase de planificación estableció una estructura sólida que guía el desarrollo del proyecto. A través de la definición detallada del alcance, el cronograma y los costos, se establecieron las líneas base que orientarán la ejecución, el monitoreo y el control. Esta planificación proporciona una hoja de ruta clara y transparente, que facilita la toma de decisiones informadas. Asimismo, la integración de herramientas como la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), el cronograma base, el presupuesto estimado, la matriz de trazabilidad de requisitos, entre otros, garantiza que cada actividad esté alineada con los objetivos estratégicos, los requerimientos institucionales y los estándares regulatorios. Esta visión integral permite que el proyecto avance de manera ordenada, eficiente y resiliente, asegurando la entrega de valor sostenible y el cumplimiento de los compromisos establecidos con las partes interesadas.
4. Se desarrollaron procedimientos operativos y se diseñaron plantillas de herramientas aplicables a los grupos de procesos de ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto. Estas herramientas estandarizadas permiten una implementación ordenada y coherente del plan de gestión, reduciendo la variabilidad en la ejecución y facilitando el seguimiento del desempeño. Además, contribuyen a la documentación adecuada de los resultados, fortalecen la trazabilidad institucional y promueven la transferencia de lecciones aprendidas hacia futuros proyectos. Este enfoque, alineado con los principios de sostenibilidad y entrega de valor, asegura que cada etapa del proyecto se ejecute con eficiencia, transparencia y orientación estratégica. Al fortalecer la capacidad institucional para dar seguimiento al cumplimiento de los objetivos, se incrementa

significativamente la probabilidad de éxito del proyecto y se garantiza una gestión más resiliente y replicable en contextos similares.

6 Recomendaciones

Las siguientes recomendaciones buscan garantizar la sostenibilidad y el impacto a largo plazo del proyecto. Al implementarlas, la organización consolidará los logros alcanzados, mejorará la gestión del recurso hídrico y sentará las bases para futuras iniciativas, lo que maximizará el valor público y la eficiencia institucional.

1. Se recomienda a la Gerencia General priorizar e integrar el plan de gestión de este proyecto en el portafolio institucional. Para maximizar el impacto y la eficiencia, se aconseja una implementación progresiva, comenzando por las regiones con menor cobertura de macromedición (Chorotega y Brunca). Este enfoque por fases permitirá una asignación óptima de recursos (financieros, humanos y técnicos), validando el modelo de gestión. Al abordar las áreas más críticas de forma inicial, se demuestra el compromiso con el valor público esperado, como la eficiencia y la sostenibilidad. Además, al considerar el proyecto como un piloto estratégico, la institución no solo mejorará la gestión hídrica a corto plazo, sino que también sienta las bases para futuras iniciativas, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la visión a largo plazo de la organización.
2. Se recomienda a la Gerencia General profundizar en el análisis financiero del proyecto para asegurar su viabilidad a largo plazo. Esto implica ir más allá del presupuesto de inversión inicial para incluir la previsión de costos recurrentes de mantenimiento. Asimismo, es crucial explorar fuentes de financiamiento externas (como la cooperación internacional o alianzas público-privadas) que no dependan únicamente del presupuesto institucional. Este enfoque estratégico

permitirá garantizar la sostenibilidad económica y la prosperidad del proyecto en el tiempo, lo cual es fundamental para el éxito sostenido de la iniciativa.

3. Se recomienda al Director del Proyecto velar por el desarrollo e implementación de una estrategia de comunicación robusta y transparente con los interesados. Esto es clave para involucrarlos de forma proactiva, generar confianza y asegurar la aceptación social del proyecto. Una comunicación clara y consistente no solo facilita la gobernanza, sino que también fomenta la participación, lo cual es fundamental para el éxito y la sostenibilidad a largo plazo de la iniciativa.
4. Se recomienda a la Gerencia General y al Director del Proyecto debido a sus roles en la planificación estratégica y la ejecución de iniciativas de desarrollo de personal, establecer programas de capacitación continua para el personal a cargo de la instalación, operación y mantenimiento de los macromedidores. El objetivo es fortalecer las competencias técnicas locales y reducir la dependencia de servicios externos, lo que es vital para la sostenibilidad a largo plazo del proyecto. La inversión en formación no solo asegura la viabilidad operativa, sino que también contribuye al desarrollo de un equipo capacitado y independiente.
5. . Se recomienda al Director del Proyecto y a la PMO establecer un sistema de gestión del conocimiento que capture y documente de manera sistemática las lecciones aprendidas durante la ejecución del proyecto. La implementación de repositorios digitales y la formalización de sesiones de cierre al finalizar cada fase son pasos cruciales para conservar el conocimiento técnico y las buenas prácticas. Este enfoque proactivo permitirá a la institución evitar la repetición de errores en proyectos futuros.

6. Se recomienda al Director del Proyecto y a la Dirección de Planificación fortalecer la gestión del proyecto mediante el uso de herramientas como la EDT y mantener las líneas base de alcance, cronograma y costos actualizadas. Asimismo, es crucial adoptar de manera progresiva las plantillas y procedimientos diseñados para la ejecución, monitoreo y cierre. La integración de estas herramientas en la PMO de la institución permitirá estandarizar los procesos, facilitar la documentación y asegurar una gestión más efectiva y consistente.
7. Se recomienda a la Gerencia General, en coordinación con la Dirección de TI, avanzar en la integración de los datos generados por los sistemas de macromedición en plataformas digitales de gestión inteligente del agua, como sistemas SCADA y SIG. Este paso es decisivo para facilitar la gestión basada en evidencia, optimizar la toma de decisiones y mejorar la trazabilidad del recurso hídrico. Al lograr esta integración, la institución podrá evolucionar de una cultura de gestión reactiva a una proactiva, lo cual es un principio fundamental para una dirección de proyectos moderna y eficiente.
8. Se recomienda al Director del Proyecto y al equipo técnico incorporar criterios de sostenibilidad en la fase de diseño y durante la operación de los sistemas de macromedición. Esto incluye la integración de medidas de restauración ecológica, la búsqueda de eficiencia energética y la protección de las fuentes hídricas. Al adoptar este enfoque, se asegura que el proyecto no solo cumpla con sus objetivos técnicos, sino que también contribuya positivamente al medio ambiente y a la sostenibilidad a largo plazo.

7 Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo y/o sostenible

El desarrollo sostenible y el desarrollo regenerativo son conceptos fundamentales en la gestión de proyectos modernos. El desarrollo sostenible se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Este enfoque busca un equilibrio entre el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente, y ha sido ampliamente adoptado como marco de referencia para políticas públicas y proyectos de infraestructura en todo el mundo (Ren, 2025).

Por otro lado, el desarrollo regenerativo va más allá del enfoque sostenible, proponiendo la restauración y regeneración de los sistemas naturales y sociales. En lugar de simplemente minimizar el impacto negativo, el desarrollo regenerativo busca crear un impacto positivo, restaurando y revitalizando los ecosistemas y comunidades. Según Mang & Haggard, (2016), el desarrollo regenerativo se basa en principios de diseño ecológico y holístico, que consideran la interdependencia de todos los elementos del sistema y promueven la regeneración de los recursos y la resiliencia comunitaria.

Ambos enfoques son cruciales para la vida en la Tierra, ya que promueven la resiliencia, la equidad y la salud del planeta, además de abordar los desafíos ambientales y sociales de manera integral, promoviendo la salud del ecosistema y el bienestar humano. En la gestión de proyectos, considerar estos principios es esencial para garantizar que las iniciativas no solo sean viables a corto plazo, sino que también contribuyan a un futuro más justo y sostenible. Su incorporación desde la fase de diseño hasta la ejecución permite anticipar impactos, optimizar recursos y generar beneficios que trascienden los objetivos inmediatos del proyecto. Por ejemplo, un proyecto que integra criterios regenerativos no solo busca minimizar su huella ambiental, sino que también puede restaurar ecosistemas degradados, fortalecer el tejido social y generar capacidades locales. Esto se traduce en proyectos más resilientes ante crisis

climáticas, más aceptados por las comunidades y con mayor retorno social y ambiental.

Además, al alinear los proyectos con marcos internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se incrementa su legitimidad, se facilita el acceso a financiamiento y se promueve una cultura organizacional orientada al valor a largo plazo. Por lo que la ejecución de proyectos bajo estos enfoques no es solo una opción ética, sino una estrategia inteligente para asegurar su éxito y relevancia en un mundo cada vez más interconectado y exigente en términos de sostenibilidad.

El proyecto de incremento de la cobertura de macromedición del AyA tiene una relación directa con los principios del desarrollo sostenible y regenerativo. La implementación de sistemas de macromedición permite un uso más eficiente y responsable del recurso hídrico, reduciendo las pérdidas de agua y mejorando la gestión operativa. Esto contribuye a la sostenibilidad del servicio, asegurando que las futuras generaciones también puedan acceder a agua potable de calidad. Además, al optimizar el uso del agua, se reduce la presión sobre las fuentes hídricas, lo que favorece la regeneración de los ecosistemas acuáticos. El proyecto también promueve la transparencia y la rendición de cuentas, al proporcionar datos precisos sobre el consumo y la distribución del agua, lo que fortalece la confianza de la ciudadanía en la gestión del recurso.

Entre los efectos positivos del proyecto se encuentran la reducción del agua no contabilizada, la mejora en la eficiencia operativa y la protección de las fuentes hídricas. Estos beneficios contribuyen directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular al ODS 6, que promueve el acceso universal al agua potable y la gestión sostenible del recurso. Sin embargo, también existen posibles efectos negativos, como el costo inicial de la implementación y la necesidad de capacitación del personal.

Para asegurar que el proyecto favorezca tanto el desarrollo sostenible como el regenerativo, es importante implementar estrategias de mitigación para los posibles efectos

negativos. Esto incluye la búsqueda de financiamiento externo, como fondos internacionales y alianzas público-privadas, para cubrir los costos iniciales de implementación. Además, se deben desarrollar programas de capacitación continua para el personal del AyA, asegurando que estén preparados para operar y mantener los sistemas de macromedición. Finalmente, es crucial involucrar a las comunidades locales en el proceso, promoviendo la participación ciudadana y la educación sobre el uso responsable del agua. Estas acciones no solo mitigarán los efectos negativos, sino que también fortalecerán el impacto positivo del proyecto, alineándolo con los principios del desarrollo sostenible y regenerativo.

7.1 Relación del proyecto con los objetivos de Desarrollo Sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una iniciativa global adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015 como parte de la Agenda 2030. Esta agenda establece 17 objetivos interconectados que buscan erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todas las personas, sin dejar a nadie atrás (Naciones Unidas, 2015). Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse antes del año 2030, y todos ellos están diseñados para abordar los desafíos más urgentes del mundo, como el cambio climático, la desigualdad, la degradación ambiental, la paz y la justicia (Naciones Unidas Colombia, sf).

El proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) se relaciona de manera directa o indirecta con varios de estos objetivos:

- **ODS 1: Fin de la pobreza**

Aunque no es un objetivo central del proyecto, al mejorar el acceso al agua potable en comunidades periféricas, se contribuye indirectamente a reducir la vulnerabilidad económica de poblaciones en condición de pobreza.

- **ODS 2: Hambre cero**

No aplica directamente, ya que el proyecto no aborda temas de seguridad alimentaria. Sin embargo, el acceso confiable al agua puede beneficiar actividades agrícolas en zonas rurales.

- **ODS 3: Salud y bienestar**

Se relaciona indirectamente, ya que una mejor gestión del agua reduce riesgos sanitarios asociados a pérdidas, contaminación o interrupciones del servicio.

- **ODS 4: Educación de calidad**

No tiene una relación directa. Sin embargo, el fortalecimiento institucional y la capacitación técnica del personal pueden contribuir a la mejora de capacidades en el sector hídrico.

- **ODS 5: Igualdad de género**

El proyecto no tiene un enfoque explícito de género, pero puede incorporar acciones afirmativas en la participación de mujeres en procesos técnicos y comunitarios.

- **ODS 6: Agua limpia y saneamiento**

Es el objetivo más directamente relacionado. El proyecto busca mejorar la eficiencia en la gestión del recurso hídrico, reducir el agua no contabilizada y garantizar un suministro más confiable y sostenible. La macromedición permite monitorear con precisión los volúmenes de agua captados y distribuidos, lo que contribuye a una mejor planificación y uso del recurso.

- **ODS 7: Energía asequible y no contaminante**

Tiene una relación indirecta, ya que al reducir pérdidas de agua se disminuye el uso de energía en procesos de bombeo y tratamiento.

- **ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico**

Se relaciona mediante la generación de empleo técnico y la contratación de servicios para la instalación y mantenimiento de sistemas de macromedición.

- **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura**

Se vincula directamente al incorporar tecnologías modernas de medición y control que fortalecen la infraestructura hídrica del país. Este tipo de innovación no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también promueve la resiliencia de los sistemas frente a eventos climáticos extremos o fallas técnicas.

- **ODS 10: Reducción de las desigualdades**

Tiene un impacto indirecto al mejorar el acceso al agua en zonas periféricas, tradicionalmente menos atendidas, promoviendo la equidad territorial.

- **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles**

Contribuye a mejorar el acceso y la calidad del agua en comunidades periféricas, fortaleciendo su capacidad para enfrentar desafíos ambientales y sociales. Además, promueve una mayor equidad territorial y eleva la calidad de vida en zonas que históricamente han estado en desventaja.

- **ODS 12: Producción y consumo responsables**

El proyecto promueve una cultura institucional y ciudadana más consciente del uso del agua, fomentando prácticas responsables en la operación y el consumo.

- **ODS 13: Acción por el clima**

Se vincula indirectamente al reducir la presión sobre fuentes naturales y el consumo energético asociado al bombeo y tratamiento del agua, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

- **ODS 14: Vida submarina**

No se relaciona directamente, ya que el proyecto no interviene en ecosistemas marinos. Sin embargo, al reducir la extracción innecesaria de agua, puede tener un efecto positivo indirecto sobre cuerpos de agua conectados.

- **ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres**

Tiene una relación indirecta. Al mejorar la eficiencia del sistema y reducir la sobreexplotación de fuentes hídricas, se contribuye a la conservación de ecosistemas terrestres.

- **ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas**

Se relaciona mediante el fortalecimiento de la transparencia institucional, la rendición de cuentas y la mejora en la gestión pública del recurso hídrico.

- **ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos**

El proyecto puede fomentar alianzas estratégicas entre el AyA, gobiernos locales, comunidades y organismos internacionales para su implementación y sostenibilidad.

Este proyecto no solo responde a una necesidad técnica y operativa del AyA, sino que también se convierte en una herramienta estratégica para avanzar en el cumplimiento de múltiples ODS. Su impacto va más allá de la instalación de equipos de medición: representa un paso hacia una gestión hídrica más justa, eficiente y sostenible, alineada con los compromisos globales asumidos por Costa Rica y por la comunidad internacional.

7.2 Análisis del proyecto de acuerdo con el Estándar P5

El Estándar P5 es una guía muy útil que ayuda a entender cómo un proyecto puede influir en distintos aspectos clave de la sociedad y el entorno. Este enfoque propone analizar los proyectos desde cinco dimensiones fundamentales: personas, planeta, prosperidad, paz y alianzas. Lo interesante de este modelo es que está completamente alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, lo que lo convierte



en una herramienta poderosa para quienes buscan que sus proyectos generen un impacto positivo más allá de los resultados inmediatos.




Aplicar este estándar al proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA permite ver mucho más que el cumplimiento de metas técnicas. Da la oportunidad de reflexionar sobre cómo esta iniciativa afecta a las comunidades, al medio ambiente, a la economía local, a la forma en que se toman decisiones dentro de la institución y a la colaboración con otros actores. Evaluarlo desde esta perspectiva no solo refuerza su compromiso con la sostenibilidad, sino que también abre la puerta a mejoras, ayuda a prevenir impactos negativos y potencia el valor que el proyecto puede aportar a la sociedad.



A continuación, se presenta un análisis del proyecto desde cada una de estas cinco dimensiones, con el objetivo de mostrar cómo contribuye al desarrollo sostenible y cómo se alinea con las mejores prácticas internacionales en la gestión de proyectos.




Figura 19




Análisis de impacto P5 en el proyecto


Impacto a las Personas											
Categoría	Prácticas Laborales y Trabajo Decente	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado	
Elemento	Definición										
 Empleo y Dotación de Personal	<p>Empleo y dotación de personal es el proceso de obtener el personal necesario para llevar a cabo el proyecto. Incluye identificar las habilidades requeridas para completar con éxito el proyecto, reclutar personas potenciales (interna o externamente), gestionar su tiempo y desempeño, capacitarlos cuando sea necesario y compensarlos en consecuencia.</p>	Vida Útil	Yes	La sostenibilidad del proyecto depende de contar con personal capacitado y disponible a lo largo del tiempo, lo cual requiere una estrategia clara de contratación y retención.	Asegura la continuidad operativa del sistema mediante la retención de talento humano calificado.	3	Implementar un plan de contratación y retención con enfoque en competencias técnicas y estabilidad laboral.	5	2	Se logró conformar un equipo técnico estable y capacitado, asegurando la continuidad del proyecto.	
		Mantenimiento	Yes	La operación continua de los macromedidores requiere personal técnico capacitado y disponible para realizar mantenimientos preventivos y correctivos.	Reduce fallas técnicas y prolonga la vida útil de los equipos instalados.	3	Establecer un programa de formación continua para técnicos en mantenimiento de macromedidores.	5	2	Se redujeron fallas técnicas y se mejoró la capacidad de respuesta ante averías.	
		Eficacia	Yes	La calidad del personal influye directamente en la correcta ejecución del proyecto y en el cumplimiento de sus objetivos técnicos.	Mejora el cumplimiento de objetivos técnicos y de servicio.	3	Vincular perfiles técnicos adecuados desde el inicio del proyecto.	5	2	Se alcanzaron los objetivos técnicos en los plazos establecidos.	
		Eficiencia	Yes	Una adecuada planificación de recursos humanos permite optimizar tiempos y costos, evitando sobrecargas o ineficiencias operativas.	Optimiza el uso de recursos financieros y operativos.	3	Diseñar cronogramas de trabajo y asignación de tareas optimizados.	4	1	Se redujeron tiempos muertos y se optimizó el uso de recursos humanos.	
		Imparcialidad	No							0	
		 Relaciones Laborales / Empresariales	<p>Relaciones laborales/empresariales en el contexto del proyecto significa generar confianza, comprensión y cooperación entre el proyecto y otros directores, el personal de la organización y los miembros del equipo de proyecto. Implica respetar las opiniones de los demás, resolver conflictos de manera proactiva, comunicarse con claridad y asegurar que todos conozcan sus roles y responsabilidades</p>	Vida Útil	Yes	Relaciones laborales saludables fortalecen el compromiso del equipo y reducen la rotación, lo que favorece la continuidad del proyecto.	Fomenta un entorno laboral estable que favorece la permanencia del personal.	3	Establecer canales de comunicación interna y espacios de retroalimentación periódica.	5	2
Mantenimiento	Yes			La colaboración efectiva entre equipos técnicos y administrativos es clave para una gestión fluida del mantenimiento.	Mejora la coordinación y respuesta ante necesidades técnicas.	3	Crear protocolos de coordinación entre áreas técnicas y administrativas.	4	1	Se mejoró la eficiencia en la ejecución de tareas de mantenimiento.	
Eficacia	Yes			La comunicación clara y la resolución de conflictos mejoran la coordinación y el cumplimiento de metas.	Aumenta la productividad y calidad del trabajo.	3	Capacitar en resolución de conflictos y trabajo colaborativo.	5	2	Se incrementó la productividad y se redujeron errores por malentendidos	
Eficiencia	Yes			Minimiza retrasos y errores derivados de malentendidos o tensiones internas.	Reduce costos operativos y mejora la gestión del tiempo.	3	Implementar reuniones de coordinación semanales con enfoque en resultados.	4	1	Se optimizó la gestión del tiempo y se redujeron retrasos.	
Imparcialidad	No									0	
	<p>Salud y seguridad del proyecto es la práctica de crear condiciones de trabajo seguras para el personal involucrado en el proyecto. Implica la implementación de medidas como la evaluación de peligros, la</p>	Vida Útil	Yes	La protección del personal garantiza su permanencia y	Disminuye la rotación y ausencias por accidentes,	3	Desarrollar e implementar un plan de salud	5	2	Se redujeron accidentes y se mantuvo la continuidad operativa.	


	reciban un trato justo y tengan las mismas oportunidades de participar de manera adecuada.	Eficiencia	No					0		
		Imparcialidad	Yes	Promover un entorno laboral inclusivo garantiza que todas las personas tengan acceso equitativo a oportunidades dentro del proyecto, sin discriminación por género, edad, etnia u otras condiciones.	Contribuye a la equidad social y al fortalecimiento de una cultura organizacional justa y diversa.	3	Establecer políticas de inclusión laboral y procesos de selección basados en méritos, con enfoque en diversidad.	5	2	Se garantizó un entorno laboral justo, con igualdad de acceso a oportunidades para todos los perfiles, fortaleciendo la equidad organizacional.
 <p>Desarrollo de Competencias Locales</p>	Desarrollo de competencias locales es el proceso de fomentar y expandir las habilidades, el conocimiento y la experiencia en las localidades en las que opera el proyecto. Puede implicar brindar capacitación o educación a las personas locales, así como alentar la colaboración y el intercambio de recursos entre la organización del proyecto y las organizaciones locales o las personas locales.	Vida Útil	Yes	Invertir en capacidades locales fortalece la sostenibilidad del proyecto al generar autonomía técnica en las comunidades.	Promueve la autosuficiencia de las comunidades y reduce la dependencia externa.	3	Implementar programas de formación técnica para comunidades locales.	5	2	Se fortaleció la autosuficiencia técnica en zonas periféricas, asegurando la sostenibilidad del proyecto.
		Mantenimiento	Yes	La disponibilidad de personal local capacitado facilita la atención oportuna de fallas y reduce la dependencia externa.	Mejora la capacidad de respuesta local ante emergencias.	3	Contratar personal local capacitado para tareas de mantenimiento.	5	2	Se mejoró la capacidad de respuesta ante fallas y se redujo la dependencia de personal externo.
		Eficacia	Yes	Mejora la apropiación del proyecto por parte de las comunidades, lo que favorece su éxito.	Aumenta la aceptación social y el compromiso comunitario.	3	Incluir a líderes comunitarios en la planificación y ejecución del proyecto.	5	2	Se incrementó la aceptación social y el compromiso de las comunidades.
		Eficiencia	Yes	Disminuye costos logísticos y tiempos de respuesta al contar con recursos humanos cercanos.	Mejora la eficiencia operativa y reduce tiempos de respuesta	3	Establecer alianzas con centros de formación técnica locales.	5	2	Se redujeron costos logísticos y se optimizó el tiempo de respuesta operativa.
		Imparcialidad	Yes	Contribuye a reducir brechas territoriales al generar oportunidades en zonas periféricas.	Fomenta el desarrollo equitativo en zonas periféricas.	3	Priorizar la contratación de personas de zonas periféricas.	5	2	Se promovió el desarrollo equitativo y se redujeron brechas territoriales.
		Vida Útil	Yes	El bienestar del personal es clave para su permanencia y compromiso a largo plazo.	Mejora la estabilidad del equipo y reduce la rotación.	3	Fomentar horarios flexibles y pausas activas.	5	2	Se mejoró la estabilidad del equipo y se redujo la rotación.
 <p>Armonía entre Trabajo, Vida y Salud Mental</p>	Armonía trabajo-vida y salud mental se refiere a la capacidad de las personas para lograr un equilibrio entre sus objetivos profesionales y los compromisos dentro de sus vidas personales. Esto implica tomar descansos regulares del trabajo, desarrollar hábitos de trabajo saludables y participar en actividades que brinden una sensación de alegría y satisfacción.	Mantenimiento	Yes	Un equipo equilibrado emocionalmente responde mejor ante situaciones de presión o emergencia.	Aumenta la resiliencia del equipo técnico.	3	Brindar apoyo psicológico y espacios de escucha al personal técnico.	5	2	Se fortaleció la resiliencia del equipo ante situaciones de presión.
		Eficacia	Yes	Mejora la concentración, la motivación y la calidad del trabajo.	Contribuye a un entorno laboral saludable y productivo.	3	Promover campañas internas sobre bienestar y autocuidado.	5	2	Se incrementó la motivación y la calidad del trabajo.
		Eficiencia	Yes	Reduce ausencias, rotación y errores derivados del estrés o agotamiento.	Mejora el rendimiento general del proyecto.	3	Implementar jornadas laborales equilibradas y monitoreo del estrés laboral.	5	2	Se redujeron errores, ausencias y se mejoró el rendimiento general.
		Imparcialidad	No						0	
Categoría	Sociedad y Clientes	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
Elemento	Descripción									
 <p>Participación de la Comunidad</p>	Participación de la comunidad es la práctica de tratar a los residentes locales como partes interesadas en el proyecto. Esto es esencial ya que asegura que las necesidades y perspectivas locales se tengan en cuenta al tomar cualquier acción que afecte a la comunidad. También requiere un intercambio bidireccional de información e ideas entre el equipo de proyecto y la comunidad para que el proyecto sea más eficaz, eficiente y beneficioso para todos los involucrados.	Vida Útil	Yes	Involucrar a la comunidad desde el inicio fortalece el sentido de pertenencia y compromiso, lo que favorece la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.	Aumenta la aceptación social del proyecto, lo que favorece su continuidad y protección comunitaria.	3	Establecer mesas de diálogo comunitario desde la fase de planificación, con representación diversa (género, edad, etnia).	5	2	Se logró una mayor apropiación del proyecto por parte de la comunidad, reduciendo actos de vandalismo y aumentando la colaboración.
		Mantenimiento	Yes	La comunidad puede colaborar en la vigilancia, reporte de fallas y protección de la infraestructura instalada.	Mejora la sostenibilidad operativa al contar con apoyo local para el cuidado de la infraestructura.	3	Capacitar a líderes comunitarios en vigilancia participativa y reporte de fallas mediante canales digitales.	5	2	Se estableció una red comunitaria de monitoreo que reporta fallas en menos de 48 horas.
		Eficacia	Yes	La inclusión de las necesidades locales mejora la pertinencia de las soluciones implementadas.	Asegura que el proyecto responda a necesidades reales, aumentando su efectividad.	3	Realizar diagnósticos participativos para identificar necesidades	5	2	Las soluciones implementadas fueron mejor recibidas y utilizadas por la población beneficiaria.


							locales antes del diseño técnico.			
	Eficiencia	Yes	Evita conflictos sociales y retrabajos derivados de la falta de consulta o aceptación.	Reduce costos y tiempos asociados a ajustes por falta de consulta.	3		Incluir consultas comunitarias en el cronograma del proyecto para evitar retrabajos.	5	2	Se evitó la reubicación de infraestructura por conflictos sociales, ahorrando tiempo y recursos.
	Imparcialidad	Yes	Garantiza que todas las voces, especialmente de grupos vulnerables o periféricos, sean escuchadas y consideradas.	Promueve la equidad social y la inclusión en la toma de decisiones.	3		Garantizar la participación de grupos vulnerables mediante convocatorias inclusivas y accesibles.	5	2	Se integraron voces de poblaciones históricamente excluidas, mejorando la equidad del proyecto.
 <p>Políticas Públicas y Cumplimiento</p>	Vida Útil	Yes	El cumplimiento normativo asegura la continuidad legal y operativa del proyecto a largo plazo.	Garantiza la permanencia del proyecto dentro del marco institucional y normativo.	3		Coordinar con entes reguladores desde el inicio para asegurar alineación normativa.	5	2	El proyecto obtuvo todos los permisos sin retrasos, asegurando su continuidad legal.
	Mantenimiento	Yes	Alinear las actividades con regulaciones ambientales y técnicas evita sanciones y facilita la operación continua.	Reduce riesgos legales que podrían afectar la operación técnica.	3		Implementar un sistema de control interno para verificar cumplimiento ambiental y técnico.	5	2	Se evitó la imposición de sanciones y se mantuvo la operación sin interrupciones.
	Eficacia	Yes	Cumplir con las políticas públicas refuerza la legitimidad institucional del proyecto.	Mejora la gobernanza del proyecto y su alineación con políticas nacionales.	3		Alinear los objetivos del proyecto con los planes nacionales de desarrollo y agua potable.	5	2	El proyecto fue reconocido como modelo de gobernanza hídrica.
	Eficiencia	Yes	Reduce riesgos legales y administrativos que podrían generar retrasos o costos adicionales.	Optimiza recursos al evitar multas, ajustes o retrasos por incumplimientos.	3		Incluir un asesor legal en el equipo de proyecto para prevenir incumplimientos.	5	2	Se redujeron los tiempos de respuesta ante requerimientos legales.
	Imparcialidad	Yes	Asegura que se respeten los derechos de todas las partes interesadas por igual, sin privilegios ni exclusiones.	Asegura que todas las partes interesadas sean tratadas con justicia.	3		Aplicar criterios normativos de forma equitativa a todas las comunidades beneficiadas.	5	2	Se evitó la percepción de favoritismo, fortaleciendo la confianza institucional.
	Vida Útil	Yes	El respeto a los derechos culturales y territoriales de estos pueblos fortalece la aceptación y sostenibilidad del proyecto.	Evita conflictos sociales y promueve la convivencia armónica con comunidades originarias.	3		Realizar consultas previas, libres e informadas conforme al Convenio 169 de la OIT.	5	2	Se obtuvo consentimiento informado y se fortalecieron relaciones interculturales.
 <p>Protección para Pueblos Indígenas y Tribales</p>	Mantenimiento	Yes	La colaboración con comunidades indígenas puede facilitar el acceso y la operación en territorios sensibles.	Mejora la logística y reduce barreras operativas en zonas indígenas.	3		Firmar acuerdos de colaboración con autoridades indígenas para el mantenimiento conjunto.	5	2	Se facilitó el acceso a zonas protegidas y se mejoró la operación técnica.
	Eficacia	Yes	Evita conflictos sociales y legales que podrían obstaculizar el desarrollo del proyecto.	Aumenta la viabilidad del proyecto en territorios culturalmente sensibles.	3		Incorporar saberes tradicionales en el diseño de soluciones hídricas.	5	2	Las soluciones fueron culturalmente apropiadas y mejor aceptadas.
	Eficiencia	Yes	Reduce costos asociados a litigios o bloqueos sociales.	Mejora la eficiencia operativa al evitar interrupciones.	3		Prever tiempos adicionales en el cronograma para procesos de consulta intercultural.	5	2	Se evitó la paralización del proyecto por conflictos sociales.
	Imparcialidad	Yes	Garantiza un trato justo y respetuoso hacia poblaciones históricamente marginadas.	Promueve la justicia social y el respeto a la diversidad cultural.	3		Asegurar representación indígena en los comités de seguimiento del proyecto.	5	2	Se garantizó un trato justo y se fortaleció la inclusión en la toma de decisiones.
	Vida Útil	Yes	El respeto a los derechos culturales y territoriales de estos pueblos fortalece la aceptación y sostenibilidad del proyecto.	Evita conflictos sociales y promueve la convivencia armónica con comunidades originarias.	3		Realizar consultas previas, libres e informadas conforme al Convenio 169 de la OIT.	5	2	Se obtuvo consentimiento informado y se fortalecieron relaciones interculturales.

Categoría	Derechos Humanos	Imparcialidad	Yes	Garantiza que todos los usuarios tengan sus datos protegidos por igual, sin discriminación ni vulnerabilidad.	Promueve la equidad digital y la no discriminación en el acceso a servicios.	3	Asegurar que todos los usuarios, sin importar su ubicación o condición socioeconómica, tengan acceso a sus derechos de protección de datos.	5	2	Se promovió la equidad digital y se evitó la discriminación en el tratamiento de la información.	
Elemento	Descripción	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado	
 <p>Acoso y Discriminación</p>	<p>Acoso y discriminación implica las medidas adoptadas para asegurar un entorno laboral seguro, respetuoso y no discriminatorio. Esto incluye el desarrollo de políticas que protejan a los empleados del trato injusto, la creación de un entorno inclusivo, la implementación de procedimientos de denuncia efectivos para casos de comportamiento inapropiado y la capacitación suficiente para la gerencia sobre cómo manejar tales problemas.</p>	Vida Útil	Yes	Un entorno laboral libre de acoso y discriminación promueve la permanencia del personal y la sostenibilidad del equipo a lo largo del tiempo.	Fomenta un entorno laboral saludable y estable, clave para la continuidad del proyecto.	3	Implementar un código de conducta con políticas claras contra el acoso y la discriminación, acompañado de capacitaciones periódicas.	5	2	Se fortaleció la cultura organizacional, reduciendo la rotación de personal y mejorando la estabilidad del equipo.	
		Mantenimiento	Yes	Equipos que se sienten respetados y valorados trabajan con mayor compromiso y estabilidad, lo que favorece la continuidad operativa.	Asegura la disponibilidad de personal técnico motivado y confiable.	3	Establecer canales confidenciales y accesibles para denuncias, con seguimiento garantizado.	5	2	Se generó un ambiente de confianza y respeto, mejorando el compromiso del personal técnico.	
		Eficacia	Yes	La inclusión y el respeto mutuo mejoran la colaboración y el desempeño del equipo.	Aumenta la productividad y calidad del trabajo en todas las fases del proyecto.	3	Realizar talleres de sensibilización sobre diversidad e inclusión para todos los niveles del equipo.	5	2	Se mejoró la colaboración y el desempeño del equipo, reflejándose en una ejecución más fluida del proyecto.	
		Eficiencia	Yes	Se reducen conflictos internos, ausencias y rotación de personal, optimizando recursos.	Optimiza recursos humanos y reduce costos asociados a reemplazos y ausencias.	3	Integrar indicadores de clima laboral en la gestión del proyecto para detectar y corregir problemas a tiempo.	5	2	Se redujeron ausencias y conflictos internos, optimizando el uso de recursos humanos.	
		Imparcialidad	Yes	Garantiza que todas las personas sean tratadas con equidad, sin importar su género, etnia, edad u orientación.	Promueve la justicia social y la inclusión, fortaleciendo la reputación institucional.	3	Garantizar igualdad de oportunidades en procesos de contratación, promoción y participación.	5	2	Se promovió un entorno justo y equitativo, mejorando la reputación institucional.	
		Vida Útil	No							0	
 <p>Trabajo Apropriado a la Edad</p>	<p>Trabajo apropiado a la edad significa garantizar que los niños no se encuentren en situaciones peligrosas o de explotación y, al mismo tiempo, permitirles desarrollar habilidades laborales esenciales. Se utiliza para describir el trabajo adecuado para el nivel de habilidad y madurez de una persona.</p>	Mantenimiento	No						0		
		Eficacia	No							0	
		Eficiencia	No							0	
		Imparcialidad	No							0	
		Vida Útil	Yes	Asegurar condiciones laborales justas y voluntarias fortalece la legitimidad y sostenibilidad del proyecto.	Asegura que el proyecto se mantenga alineado con estándares éticos y legales.	3	Exigir cláusulas contractuales que prohíban el trabajo forzado en toda la cadena de suministro.	5	2	Se garantizó la alineación ética del proyecto con estándares internacionales, fortaleciendo su legitimidad.	
 <p>Trabajo Forzado e Involuntario</p>	<p>Trabajo forzado e involuntario significa cualquier trabajo o servicio que se obtiene de una persona bajo la amenaza de una acción punitiva contra ella o sus familias. Incluye trabajo donde el pago está por debajo de los niveles de subsistencia, o donde el pago es en bienes que no son deseables. El trabajo forzado e involuntario puede adoptar muchas formas, como la trata de personas, la servidumbre por deudas, la esclavitud y jornadas laborales injustamente largas</p>	Mantenimiento	Yes	Personal que trabaja en condiciones dignas es más confiable y comprometido con las tareas de operación y soporte.	Mejora la continuidad operativa y reduce riesgos laborales.	3	Realizar auditorías laborales periódicas para verificar condiciones de trabajo dignas.	5	2	Se mantuvo un equipo técnico motivado y comprometido, reduciendo riesgos operativos.	
		Eficacia	Yes	Mejora el clima laboral y la calidad del trabajo, reduciendo errores y negligencias.	Aumenta la eficiencia y calidad del trabajo técnico.	3	Establecer mecanismos de denuncia anónima para trabajadores.	5	2	Se detectaron y corrigieron prácticas inadecuadas, mejorando la calidad del trabajo.	
		Eficiencia	Yes	Evita sanciones legales y costos derivados de prácticas laborales inadecuadas.	Protege la viabilidad financiera y reputacional del proyecto.	3	Incluir criterios laborales en la evaluación de proveedores y contratistas.	5	2	Se evitaron sanciones legales y se protegió la imagen del proyecto.	

		Imparcialidad	Yes	Protege los derechos fundamentales de todos los trabajadores, sin distinción.	Refuerza el compromiso con los derechos humanos y la equidad.	3	Asegurar que todos los trabajadores, sin importar su origen o condición, tengan acceso a condiciones laborales justas.	5	2	Se reforzó el compromiso con los derechos humanos y la equidad.
 <p>Dignidad, Diversidad, Equidad, e Inclusión</p>	<p>Dignidad, diversidad, equidad e inclusión (DDEI) es un conjunto de valores, principios y prácticas que crean un entorno en el que todos los involucrados en el proyecto se sienten respetados, seguros y valorados. También implica brindar oportunidades para que todos participen en los procesos de toma de decisiones relevantes sin enfrentar discriminación o ser objeto de un trato injusto.</p>	Vida Útil	Yes	Un entorno inclusivo y respetuoso fomenta la permanencia del talento humano y la cohesión del equipo.	Mejora la retención del talento humano y la resiliencia organizacional.	3	Crear un comité de diversidad e inclusión dentro del equipo del proyecto.	5	2	Se fortaleció la cohesión del equipo y se mejoró la retención del talento humano.
		Mantenimiento	Yes	Equipos diversos aportan distintas perspectivas que enriquecen la resolución de problemas técnicos.	Enriquece las soluciones técnicas y operativas.	3	Promover la participación de personas de distintos orígenes en roles técnicos y de liderazgo.	5	2	Se enriqueció la toma de decisiones y se mejoró la resolución de problemas técnicos.
		Eficacia	Yes	La participación equitativa en la toma de decisiones mejora la calidad de las soluciones implementadas.	Aumenta la efectividad del proyecto al integrar múltiples perspectivas.	3	Incluir criterios de equidad en la planificación y ejecución del proyecto.	5	2	Se implementaron soluciones más integrales y representativas.
		Eficiencia	Yes	Se optimizan procesos al aprovechar al máximo las capacidades de todos los miembros del equipo.	Mejora el rendimiento general del equipo y reduce ineficiencias.	3	Aprovechar las capacidades diversas del equipo para optimizar procesos.	5	2	Se mejoró el rendimiento general del equipo y se redujeron ineficiencias.
		Imparcialidad	Yes	Promueve un entorno justo donde todas las personas tienen las mismas oportunidades de contribuir y desarrollarse.	Fortalece la equidad organizacional y la justicia social.	3	Garantizar que todas las personas tengan las mismas oportunidades de desarrollo y participación.	5	2	Se fortaleció la equidad organizacional y la justicia social.
Categoría	Comportamiento Ético	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
Elemento	Descripción									
 <p>Adquisiciones y Contratos Sostenibles</p>  <p>Anti-Corrupción</p>	<p>Prácticas y contratos de adquisiciones sostenibles incluye prácticas para obtener bienes, materias primas y servicios que toman en cuenta los impactos ambientales, económicos y sociales. Significa contratar recursos de manera ética. Requiere establecer acuerdos que respeten estándares ambientales, sociales y de derechos humanos.</p>	Vida Útil	Yes	La selección de proveedores que cumplen con estándares éticos y sostenibles fortalece la reputación y continuidad del proyecto a largo plazo.	Promueve relaciones comerciales duraderas y responsables, alineadas con principios de sostenibilidad.	3	Incluir criterios de sostenibilidad (ambientales, sociales y éticos) en los pliegos de licitación y evaluación de proveedores.	5	2	Se establecieron relaciones comerciales duraderas con proveedores responsables, fortaleciendo la reputación del proyecto.
		Mantenimiento	Yes	Proveedores responsables aseguran la disponibilidad de insumos y servicios de calidad para el soporte continuo del sistema.	Mejora la confiabilidad operativa y reduce interrupciones por fallas en la cadena de suministro.	3	Establecer contratos con cláusulas de cumplimiento ambiental y social, con auditorías periódicas.	5	2	Se garantizó la continuidad del suministro sin interrupciones por incumplimientos.
		Eficacia	Yes	La contratación ética mejora la calidad de los bienes y servicios adquiridos, lo que impacta directamente en el desempeño del proyecto.	Aumenta el desempeño técnico y ambiental del proyecto.	3	Priorizar proveedores certificados en sostenibilidad y buenas prácticas laborales.	5	2	Se mejoró la calidad de los bienes y servicios adquiridos, elevando el desempeño del proyecto.
		Eficiencia	Yes	Reduce riesgos de incumplimientos contractuales, conflictos legales o interrupciones por prácticas inadecuadas.	Optimiza recursos y evita pérdidas por incumplimientos o conflictos.	3	Implementar un sistema de evaluación de desempeño de proveedores para prevenir riesgos contractuales.	5	2	Se redujeron conflictos legales y se optimizó el uso de recursos.
		Imparcialidad	Yes	Garantiza que todos los proveedores tengan igualdad de condiciones y que se respeten los derechos humanos y laborales en toda la cadena de suministro.	Fomenta un entorno de contratación justo y transparente, fortaleciendo la equidad económica.	3	Garantizar procesos de contratación abiertos, transparentes y accesibles para proveedores de distintas regiones y tamaños.	5	2	Se promovió la equidad económica y la inclusión de proveedores locales.
	Anticorrupción es la práctica de rechazar tanto las ofertas como las solicitudes de obsequios, pagos u otras formas de beneficios para influir en las actividades, los productos o los resultados del proyecto. Implica asegurar que el proyecto esté libre de prácticas no éticas como soborno, lavado de dinero, fraude y malversación.	Vida Útil	Yes	La transparencia en la gestión del proyecto fortalece la confianza institucional y la sostenibilidad a largo plazo.	Asegura la legitimidad del proyecto y su aceptación social a largo plazo.	3	Establecer una política anticorrupción clara, firmada por todos los actores del proyecto.	5	2	Se fortaleció la confianza institucional y la aceptación social del proyecto.

		Mantenimiento	Yes	Evita prácticas corruptas que puedan comprometer la calidad o continuidad de los servicios técnicos.	Garantiza que los recursos se utilicen de forma ética y eficiente.	3	Implementar controles internos y auditorías independientes para prevenir prácticas corruptas.	5	2	Se garantizó el uso ético y eficiente de los recursos durante la operación.
		Eficacia	Yes	Mejora la toma de decisiones basada en criterios técnicos y no en intereses particulares.	Aumenta la transparencia y la efectividad en la ejecución del proyecto.	3	Capacitar al personal en ética pública y mecanismos de denuncia segura.	5	2	Se mejoró la toma de decisiones y se redujeron los riesgos de manipulación.
		Eficiencia	Yes	Minimiza pérdidas económicas y retrasos derivados de prácticas fraudulentas.	Reduce costos ocultos y mejora la gestión financiera.	3	Crear un canal de denuncias anónimas y seguimiento transparente.	5	2	Se minimizaron pérdidas económicas y se mejoró la gestión financiera.
		Imparcialidad	Yes	Asegura que todos los actores involucrados sean tratados con justicia, sin privilegios indebidos.	Refuerza la equidad y la justicia institucional.	3	Asegurar que todas las decisiones se tomen con base en criterios técnicos y no en intereses particulares.	5	2	Se reforzó la equidad institucional y la justicia en la gestión del proyecto.
 <p>Competencia Justa</p>	<p>Competencia justa es la práctica de garantizar que todas las partes que deseen proporcionar productos o servicios al proyecto tengan las mismas oportunidades de competir y ganar. Requiere tomar medidas para asegurar que ninguna parte individual tenga una ventaja injusta debido al tamaño, la riqueza, la influencia o cualquier otro factor. Esto incluye hacer cumplir las leyes y regulaciones contra el comportamiento anticompetitivo, como la fijación de precios y la manipulación del mercado. Además, la competencia justa requiere la creación de procesos transparentes para licitaciones y adjudicaciones de contratos para garantizar oportunidades justas para empresas de todos los tamaños y tipos.</p>	Vida Útil	Yes	Fomentar la competencia equitativa fortalece el ecosistema de proveedores y la sostenibilidad del proyecto.	Estimula el desarrollo económico local y la innovación sostenible.	3	Diseñar procesos de licitación abiertos y públicos, con criterios claros y objetivos.	5	2	Se fortaleció el ecosistema de proveedores y la sostenibilidad del proyecto.
		Mantenimiento	Yes	Permite contar con múltiples opciones de proveedores calificados para garantizar la continuidad operativa.	Aumenta la resiliencia operativa ante fallas o escasez.	3	Mantener un registro actualizado de proveedores calificados para asegurar alternativas en caso de fallas.	5	2	Se aumentó la resiliencia operativa y se evitaron interrupciones.
		Eficacia	Yes	Mejora la calidad de los servicios contratados al incentivar la mejora continua entre oferentes.	Mejora la calidad de los servicios y productos adquiridos.	3	Evaluar propuestas con base en calidad, sostenibilidad y precio justo, no solo en el costo más bajo.	5	2	Se mejoró la calidad de los servicios contratados.
		Eficiencia	Yes	Promueve precios justos y evita prácticas anticompetitivas que encarecen el proyecto.	Optimiza el uso de recursos públicos y mejora la competitividad.	3	Fomentar la participación de empresas locales y PYMEs mediante simplificación de requisitos.	5	2	Se optimizó el uso de recursos y se promovió el desarrollo económico local.
		Imparcialidad	Yes	Asegura que empresas de todos los tamaños y regiones tengan acceso equitativo a oportunidades de contratación.	Fomenta la inclusión de empresas pequeñas y regionales, reduciendo desigualdades.	3	Garantizar igualdad de condiciones para todos los oferentes, sin privilegios por tamaño o influencia.	5	2	Se redujeron desigualdades y se promovió la inclusión económica
 <p>Tecnología Responsable</p>	<p>Tecnología responsable es la práctica de tener en cuenta las implicancias éticas, legales y sociales al ejecutar proyectos que involucran tecnologías nuevas o emergentes. Esto incluye el desarrollo y la adhesión a marcos y políticas relacionados con la privacidad de datos, los derechos de propiedad intelectual, el impacto ambiental, la diversidad y la inclusión. La tecnología responsable también requiere garantizar que la tecnología se utilice de manera segura y responsable.</p>	Vida Útil	Yes	El uso ético y seguro de tecnologías garantiza su aceptación y sostenibilidad en el tiempo.	Aumenta la aceptación social y la durabilidad del sistema tecnológico.	3	Desarrollar e implementar una política de uso ético de tecnologías, incluyendo principios de privacidad, seguridad y accesibilidad.	5	2	Se incrementó la aceptación social del sistema tecnológico y su uso sostenido por parte de la comunidad.
		Mantenimiento	Yes	Tecnologías bien implementadas y reguladas son más fáciles de mantener y actualizar.	Facilita actualizaciones y reduce fallas técnicas.	3	Seleccionar tecnologías abiertas, escalables y con soporte técnico local para facilitar actualizaciones.	5	2	Se redujeron los tiempos de inactividad y se facilitó el mantenimiento técnico.
		Eficacia	Yes	Mejora la calidad del monitoreo, análisis y toma de decisiones del proyecto.	Aumenta la precisión en la gestión del recurso hídrico.	3	Integrar herramientas de análisis de datos y monitoreo en tiempo real para la gestión hídrica.	5	2	Se mejoró la precisión en la toma de decisiones y la eficiencia en la distribución del recurso.
		Eficiencia	Yes	Reduce errores y costos asociados a fallas tecnológicas o mal uso de datos.	Mejora la eficiencia operativa y la toma de decisiones.	3	Capacitar al personal en el uso responsable de tecnologías y manejo de datos.	5	2	Se redujeron errores operativos y se optimizó el uso de recursos tecnológicos.
		Imparcialidad	Yes	Asegura que la tecnología no excluya ni discrimine a ningún grupo, promoviendo la equidad digital.	Asegura que todos los grupos sociales se beneficien del uso de la tecnología.	3	Asegurar que las soluciones tecnológicas sean accesibles para todas las comunidades, incluyendo zonas rurales o con baja conectividad.	5	2	Se garantizó la equidad digital y el acceso inclusivo a los beneficios del proyecto.

 <p>Afirmaciones Ecológicas y de Greenwashing</p>	<p>Afirmaciones Ecológicas son declaraciones realizadas por una organización para indicar que un producto o servicio ha sido diseñado y producido de una manera que se considera ambientalmente responsable. Estas afirmaciones generalmente se relacionan con los esfuerzos de la organización para reducir su impacto ambiental, como el uso de materiales reciclados, fuentes de energía renovables y procesos de producción eficientes.</p>	Vida Útil	Yes	La comunicación honesta sobre el desempeño ambiental del proyecto fortalece su legitimidad y aceptación social.	Mejora la reputación ambiental del proyecto y su alineación con los ODS.	3	Validar todas las afirmaciones ambientales mediante certificaciones reconocidas (ej. ISO 14001, etiquetas ecológicas).	5	2	Se fortaleció la legitimidad ambiental del proyecto y su alineación con los ODS.
	<p>Greenwashing es la práctica de hacer afirmaciones falsas o engañosas para engañar a los consumidores haciéndoles creer que un producto o servicio es más ecológico de lo que realmente es. Esto se puede hacer a través de lenguaje engañoso, exageraciones u omisión de información relevante sobre las verdaderas prácticas ambientales de una organización</p>	Mantenimiento	No							0
		Eficacia	Yes	Evita la desinformación y mejora la percepción pública del proyecto, facilitando su implementación.	Aumenta la confianza de la ciudadanía y de los entes reguladores.	3	Comunicar de forma clara, verificable y transparente los logros ambientales del proyecto.	5	2	Se aumentó la confianza de la ciudadanía y de los entes reguladores.
		Eficiencia	No						0	
		Imparcialidad	Yes	Protege a los usuarios y comunidades de ser engañados con información ambiental falsa o exagerada, promoviendo la transparencia.	Protege a los usuarios de prácticas engañosas y fomenta la rendición de cuentas.	3	Establecer un protocolo de revisión de comunicaciones ambientales para evitar exageraciones o afirmaciones engañosas.	5	2	Se protegió a los usuarios de prácticas engañosas y se promovió la rendición de cuentas institucional.

 Logística	<p>Logística es la planificación y ejecución de actividades relacionadas con el transporte de bienes, materias primas y servicios para uso del proyecto. La logística incluye actividades como la programación del transporte, la estimación de costos, la coordinación del personal y asegurarse de que todos los procedimientos necesarios se completen a tiempo.</p>	Vida Útil	Yes	Una logística sostenible reduce el impacto ambiental durante todo el ciclo de vida del proyecto.	Mejora la sostenibilidad del proyecto al minimizar emisiones y residuos logísticos.	3	Diseñar un plan logístico sostenible que minimice distancias, tiempos y emisiones.	5	2	Se mejoró la sostenibilidad general del proyecto al reducir residuos y emisiones.
		Mantenimiento	Yes	Mejora la eficiencia en la entrega de insumos y equipos necesarios para el soporte técnico.	Asegura la continuidad operativa con menor impacto ambiental.	3	Establecer centros logísticos regionales para facilitar la entrega de insumos.	5	2	Se garantizó la continuidad operativa con menor impacto ambiental.
		Eficacia	Yes	Asegura que los materiales lleguen en tiempo y forma, evitando retrasos.	Aumenta la eficiencia del proyecto y reduce desperdicios.	3	Implementar sistemas de trazabilidad para monitorear entregas y anticipar retrasos.	5	2	Se redujeron desperdicios y se mejoró la eficiencia del proyecto.
		Eficiencia	Yes	Reduce emisiones y costos mediante la optimización de rutas y cargas.	Disminuye el uso de recursos energéticos y mejora la eficiencia del transporte.	3	Optimizar cargas y rutas mediante software de gestión logística.	5	2	Se disminuyó el uso de recursos energéticos y se mejoró la eficiencia del transporte.
		Imparcialidad	No							0
Categoría	Energía	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
Elemento	Descripción									
 Consumo de Energía	<p>Consumo de energía es la cantidad de energía utilizada por el proyecto a lo largo de su duración. Abarca todos los aspectos del uso de la energía, desde la iluminación de las oficinas hasta la energía necesaria para el transporte</p>	Vida Útil	Yes	El uso eficiente de energía contribuye a la sostenibilidad del sistema a largo plazo.	Reduce la huella ambiental del proyecto y mejora su viabilidad operativa en el tiempo.	3	Implementar un plan de eficiencia energética que incluya iluminación LED, sensores de movimiento y equipos de bajo consumo.	5	2	Se redujo significativamente el consumo energético del proyecto, mejorando su sostenibilidad operativa.
		Mantenimiento	Yes	Equipos energéticamente eficientes reducen la demanda energética durante su operación.	Disminuye el consumo continuo de energía, lo que contribuye a una operación más limpia y económica.	3	Adquirir equipos con certificación de eficiencia energética (ej. Energy Star) y establecer rutinas de mantenimiento preventivo.	5	2	Se disminuyó el consumo continuo de energía y se redujeron los costos operativos.
		Eficacia	Yes	Mejora el desempeño ambiental del proyecto.	Aumenta la coherencia del proyecto con los objetivos de sostenibilidad institucional.	3	Monitorear el consumo energético mediante sistemas inteligentes para identificar oportunidades de mejora.	5	2	Se mejoró el desempeño ambiental del proyecto y se alineó con los objetivos institucionales de sostenibilidad.
		Eficiencia	Yes	Disminuye costos operativos y emisiones.	Optimiza el uso de recursos energéticos, reduciendo el impacto ambiental y financiero.	3	Optimizar el uso de energía en oficinas, transporte y operación técnica mediante buenas prácticas y automatización.	5	2	Se redujeron costos operativos y emisiones, mejorando la rentabilidad ambiental.
		Imparcialidad	No							0
 Emisiones de GEI	<p>Emisiones de gases de efecto invernadero son gases (principalmente dióxido de carbono y metano) liberados a la atmósfera como resultado directo de las actividades asociadas con el proyecto. Esto incluye las emisiones como resultado directo del consumo de energía del proyecto, así como las emisiones del transporte de bienes, materias primas y servicios adquiridos. También incluye las emisiones de GEI causadas por la distribución, operación y disposición del producto del proyecto</p>	Vida Útil	Yes	Las emisiones acumuladas afectan la salud ambiental del entorno.	Disminuir las emisiones mejora la resiliencia ambiental del proyecto y su aceptación social.	3	Calcular la huella de carbono del proyecto y establecer metas de reducción progresiva.	5	2	Se mejoró la resiliencia ambiental del proyecto y su aceptación social.
		Mantenimiento	Yes	Actividades técnicas pueden generar emisiones si no se controlan adecuadamente.	Controlarlas reduce el impacto ambiental continuo del sistema.	3	Utilizar vehículos de bajas emisiones y optimizar rutas de mantenimiento.	5	2	Se redujo el impacto ambiental continuo del sistema.

		Eficacia	Yes	Minimizar emisiones mejora la aceptación social y ambiental del proyecto.	Refuerza la imagen institucional como entidad responsable con el ambiente.	3	Comunicar públicamente las acciones de mitigación de GEI para fortalecer la imagen institucional.	5	2	Se reforzó la percepción del proyecto como ambientalmente responsable.
		Eficiencia	Yes	Optimiza procesos y reduce costos asociados a mitigación.	Disminuye gastos asociados a compensaciones o mitigación ambiental.	3	Implementar medidas de eficiencia energética y compensación de emisiones (ej. reforestación).	5	2	Se redujeron gastos asociados a mitigación y se mejoró la eficiencia ambiental.
		Imparcialidad	Yes	Las comunidades vulnerables pueden verse más afectadas por los efectos del cambio climático.	Contribuye a la justicia ambiental al proteger a poblaciones más expuestas al cambio climático.	3	Priorizar acciones de mitigación en zonas vulnerables al cambio climático.	5	2	Se protegió a comunidades más expuestas, promoviendo la justicia ambiental.
		Vida Útil	Yes	Incorporar fuentes renovables mejora la sostenibilidad del proyecto.	Reduce la dependencia de fuentes fósiles y fortalece la resiliencia energética del sistema.	3	Instalar paneles solares en instalaciones del proyecto y evaluar otras fuentes renovables viables.	5	2	Se redujo la dependencia de fuentes fósiles y se fortaleció la resiliencia energética.
		Mantenimiento	No						0	
		Eficacia	Yes	Aumenta el valor ambiental del proyecto y su alineación con políticas verdes.	Mejora la reputación ambiental del proyecto y su alineación con compromisos climáticos.	3	Integrar el uso de energía renovable en la narrativa institucional del proyecto.	5	2	Se mejoró la reputación ambiental y la alineación con compromisos climáticos.
		Eficiencia	Yes	Puede reducir costos energéticos a largo plazo.	Aumenta la rentabilidad operativa y reduce la volatilidad de costos.	3	Evaluar el retorno de energía limpia (CER) y su potencial para reducir costos a largo plazo.	5	2	Se aumentó la rentabilidad operativa y se estabilizaron los costos energéticos.
		Imparcialidad	Yes	Promueve el acceso equitativo a tecnologías limpias si se implementa en zonas periféricas.	Promueve la equidad energética, especialmente en zonas periféricas o rurales.	3	Implementar soluciones renovables en comunidades rurales o periféricas con acceso limitado a energía.	5	2	Se promovió la equidad energética y el acceso justo a tecnologías limpias.
Categoría	Tierra, Aire y Agua	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
Elemento	Descripción									
		Vida Útil	Yes	La instalación de infraestructura puede afectar hábitats naturales si no se gestiona adecuadamente.	Preservar la biodiversidad garantiza la estabilidad ecológica a largo plazo.	3	Realizar estudios de impacto ambiental previos y ajustar el diseño del proyecto para evitar zonas de alta biodiversidad.	5	2	Se protegieron hábitats sensibles, asegurando la estabilidad ecológica a largo plazo.
		Mantenimiento	Yes	Las actividades de campo pueden interferir con ecosistemas locales.	Minimiza alteraciones a la fauna y flora local durante la operación.	3	Establecer protocolos para minimizar la perturbación de flora y fauna durante actividades técnicas.	5	2	Se redujo la alteración de ecosistemas locales durante la operación.
		Eficacia	Yes	La protección de la biodiversidad mejora la aceptación ambiental del proyecto.	Aumenta la legitimidad del proyecto ante comunidades y entes reguladores.	3	Incluir medidas de conservación y restauración ecológica como parte del plan del proyecto.	5	2	Se fortaleció la legitimidad ambiental del proyecto ante comunidades y entes reguladores.
		Eficiencia	No						0	
		Imparcialidad	Yes	Comunidades que dependen de ecosistemas locales	Protege medios de vida y cultura de poblaciones vulnerables.	3	Consultar a comunidades locales sobre el valor ecológico y cultural de los ecosistemas afectados.	5	2	Se protegieron medios de vida y se respetaron valores culturales de poblaciones vulnerables.








Retorno de energías renovables y limpias






Diversidad Biológica

				pueden verse más afectadas.						
 Calidad del Aire y del Agua	Calidad del aire y el agua implica medidas de contaminación en el aire y las fuentes de agua.	Vida Útil	Yes	La protección de fuentes hídricas es central al objetivo del proyecto.	Asegura la disponibilidad de agua limpia para generaciones futuras.	3	Implementar barreras de protección y sistemas de tratamiento para evitar contaminación de fuentes hídricas.	5	2	Se garantizó la disponibilidad de agua limpia para las generaciones futuras.
		Mantenimiento	Yes	Actividades técnicas pueden generar emisiones o vertidos si no se controlan.	Reduce impactos negativos en la salud ambiental y humana.	3	Controlar emisiones y vertidos mediante protocolos técnicos y monitoreo continuo.	5	2	Se redujeron los impactos negativos en la salud ambiental y humana.
		Eficacia	Yes	Mejora la percepción pública y la sostenibilidad del proyecto.	Fortalece la aceptación social y reputación institucional.	3	Comunicar públicamente las acciones de protección ambiental del proyecto.	5	2	Se fortaleció la aceptación social y la reputación institucional.
		Eficiencia	Yes	Evita costos por mitigación de impactos ambientales.	Reduce gastos por remediación ambiental.	3	Prevenir la contaminación para evitar costos de remediación y sanciones.	5	2	Se redujeron gastos por mitigación ambiental.
		Imparcialidad	Yes	Las comunidades periféricas pueden ser más vulnerables a la contaminación.	Promueve justicia ambiental y equidad territorial.	3	Priorizar acciones de protección en zonas vulnerables a la contaminación.	5	2	Se promovió la justicia ambiental y la equidad territorial.
 Consumo de Agua	Consumo de agua es el uso de agua durante las actividades del proyecto. Aunque los proyectos de construcción, manufactura y agricultura son probablemente los principales usuarios de agua, en alguna medida todos los proyectos utilizan agua.	Vida Útil	Yes	El uso eficiente del agua es coherente con los objetivos del proyecto.	Contribuye a la conservación del recurso hídrico.	3	Diseñar sistemas de captación y uso eficiente del agua en todas las fases del proyecto.	5	2	Se contribuyó a la conservación del recurso hídrico.
		Mantenimiento	Yes	Las operaciones deben minimizar el uso innecesario de agua.	Reduce presión sobre fuentes locales de agua.	3	Implementar tecnologías de bajo consumo y prácticas de reutilización de agua.	5	2	Se redujo la presión sobre fuentes locales de agua.
		Eficacia	Yes	Refuerza la coherencia del proyecto con la gestión sostenible del recurso.	Refuerza el enfoque integral del proyecto.	3	Integrar indicadores de eficiencia hídrica en la gestión del proyecto.	5	2	Se reforzó el enfoque integral y sostenible del proyecto.
		Eficiencia	Yes	Reduce costos y mejora la sostenibilidad operativa.	Mejora la rentabilidad y sostenibilidad del sistema.	3	Monitorear el uso de agua y ajustar procesos para minimizar el desperdicio.	5	2	Se mejoró la rentabilidad y sostenibilidad del sistema.
		Imparcialidad	No							0
 Desplazamiento de Agua	Desplazamiento de agua es la práctica de desviar las fuentes de agua que han sido interrumpidas por el proyecto lejos de las áreas que son propensas a inundaciones y contaminación. Los métodos incluyen la construcción de represas, el desvío del flujo de agua, la construcción de humedales artificiales, el paisajismo con jardines infiltrantes (rain gardens) y la instalación de barreras contra inundaciones. El desplazamiento de agua es principalmente un problema con los proyectos de construcción, manufactura y agricultura	Vida Útil	No						0	
		Mantenimiento	No						0	
		Eficacia	No						0	
		Eficiencia	No						0	
		Imparcialidad	No						0	
 Erosión y Regeneración de Suelos	Erosión del suelo es la pérdida de la capa superior del suelo debido a actividades humanas como la construcción en general, la construcción de carreteras o las prácticas agrícolas. Puede verse exacerbado por cambios en la cobertura natural del suelo y puede tener efectos negativos significativos en los ecosistemas locales. Al igual que con el desplazamiento del agua, la erosión del suelo es principalmente un problema con los proyectos de construcción, manufactura y agricultura.	Vida Útil	Yes	La instalación de infraestructura puede alterar la cobertura vegetal y provocar erosión.	Preservar el suelo evita degradación ambiental y pérdida de productividad.	3	Aplicar técnicas de bioingeniería (barreras vivas, revegetación, terrazas) en zonas intervenidas por el proyecto.	5	2	Se evitó la degradación del suelo y se preservó la cobertura vegetal, mejorando la estabilidad ecológica.
		Mantenimiento	Yes	Accesos y obras menores pueden generar erosión si no se controlan.	Reduce impactos negativos en zonas rurales y agrícolas.	3	Establecer rutas de acceso con control de escorrentías y cobertura vegetal permanente.	5	2	Se redujo la erosión en zonas rurales y agrícolas, protegiendo la

	Diseño regenerativo es una práctica que se basa en la comprensión de cómo funcionan los ecosistemas para que el proyecto regenere los recursos en lugar de agotarlos.									infraestructura y el entorno.
		Eficacia	Yes	Incorporar diseño regenerativo mejora la sostenibilidad del proyecto.	Restaura ecosistemas y mejora la resiliencia del entorno.	3	Incorporar principios de diseño regenerativo en la planificación del proyecto (restauración de suelos, reforestación, uso de especies nativas).	5	2	Se restauraron ecosistemas locales y se mejoró la resiliencia del entorno natural.
		Eficiencia	Yes	Previene daños a infraestructura y reduce costos de reparación.	Minimiza gastos en reparaciones y mitigación.	3	Prevenir la erosión desde el diseño para evitar daños a la infraestructura y costos de reparación.	5	2	Se minimizaron gastos en mitigación y se prolongó la vida útil de las obras.
		Imparcialidad	Yes	Comunidades rurales pueden ser más afectadas por la degradación del suelo.	Protege medios de vida y promueve equidad territorial.	3	Priorizar acciones de conservación del suelo en comunidades rurales dependientes de la agricultura.	5	2	Se protegieron medios de vida y se promovió la equidad territorial y ambiental.
 Contaminación Acústica	Contaminación acústica es la creación de sonidos excesivos, desagradables o perturbadores que pueden disminuir la calidad de vida. La contaminación acústica puede ser causada por actividades tales como voladuras (blasting), tráfico de vehículos pesados, embotellamientos y operación de maquinaria o equipo.	Vida Útil	No						0	
		Mantenimiento	No						0	
		Eficacia	No						0	
		Eficiencia	No						0	
		Imparcialidad	No						0	
Categoría	Consumo	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado
Elemento	Descripción									
 Reciclado y Reuso	Reciclaje implica transformar un elemento de desecho en uno útil. Los artículos que se pueden reciclar van desde botellas de agua de plástico hasta computadoras y generadores eléctricos. Reutilización implica usar el mismo artículo una y otra vez o encontrarle un nuevo propósito	Vida Útil	Yes	Promueve la sostenibilidad del proyecto al reducir la demanda de nuevos recursos.	Disminuye la presión sobre recursos naturales y prolonga la vida útil del sistema.	3	Establecer un plan de gestión de residuos que priorice la reutilización de materiales y el reciclaje en todas las fases del proyecto.	5	2	Se redujo la demanda de nuevos recursos y se prolongó la vida útil de materiales e infraestructura.
		Mantenimiento	Yes	Reutilizar materiales puede reducir costos y residuos durante el mantenimiento.	Mejora la eficiencia operativa y reduce impactos ambientales.	3	Reutilizar componentes funcionales y reciclar materiales obsoletos durante las labores de mantenimiento.	5	2	Se mejoró la eficiencia operativa y se redujo el volumen de residuos generados.
		Eficacia	Yes	Mejora la percepción ambiental del proyecto.	Refuerza la imagen institucional como entidad responsable.	3	Comunicar públicamente las prácticas de reciclaje y reutilización implementadas.	5	2	Se reforzó la imagen institucional como entidad ambientalmente responsable.
		Eficiencia	Yes	Reduce costos operativos y de disposición de materiales.	Optimiza el uso de materiales y recursos.	3	Implementar estaciones de separación de residuos y reutilización en sitio.	5	2	Se optimizó el uso de materiales y se redujeron costos de disposición.
		Imparcialidad	No							0
 Disposición / Eliminación	Eliminación de bienes y materiales es la práctica de deshacerse de elementos que ya no se necesitan o no se desean para el proyecto. Esto incluye la eliminación de residuos peligrosos y no peligrosos de acuerdo con las leyes y regulaciones pertinentes. Disposición de activos es el proceso de deshacerse de un elemento que ha llegado al final de su vida útil. Esto incluye todo, desde productos electrónicos de consumo hasta	Vida Útil	Yes	Una eliminación adecuada evita impactos ambientales a largo plazo.	Previene contaminación y mejora la gestión del ciclo de vida del proyecto.	3	Diseñar un protocolo de disposición final de activos que cumpla con normativas ambientales y de salud pública.	5	2	Se evitó la contaminación y se mejoró la gestión del ciclo de vida del proyecto.
		Mantenimiento	Yes	La disposición responsable de equipos obsoletos es clave para evitar contaminación.	Reduce riesgos de contaminación por residuos peligrosos.	3	Clasificar y disponer adecuadamente los equipos obsoletos, incluyendo residuos peligrosos.	5	2	Se redujeron riesgos de contaminación y se cumplió con la normativa ambiental.

 <p>Flexibilidad Opcionalidad</p>	<p>Flexibilidad es la capacidad de adaptarse a circunstancias o situaciones cambiantes. Requiere la capacidad de modificar planes o enfoques ante desafíos inesperados.</p> <p>Opcionalidad significa tener múltiples soluciones u opciones disponibles. Significa que el proyecto no está restringido por un solo enfoque. Opcionalidad significa que el proyecto es capaz de soportar diferentes resultados con diferentes productos sin tener que empezar de nuevo.</p>	Vida Útil	Yes	La capacidad de adaptación permite que el proyecto se mantenga vigente ante cambios tecnológicos o regulatorios.	Aumenta la resiliencia del proyecto frente a contextos dinámicos.	3	Diseñar el proyecto con estructuras modulares y escalables que permitan adaptaciones futuras.	5	2	Se aumentó la resiliencia del proyecto frente a cambios tecnológicos y regulatorios.
		Mantenimiento	Yes	Facilita ajustes en los procesos técnicos sin comprometer la operación.	Mejora la capacidad de respuesta ante imprevistos.	3	Establecer protocolos flexibles para ajustes técnicos sin afectar la operación.	5	2	Se mejoró la capacidad de respuesta ante imprevistos operativos.
		Eficacia	Yes	Mejora la capacidad del proyecto para cumplir sus objetivos en contextos cambiantes.	Aumenta la efectividad del proyecto en escenarios variables.	3	Incorporar análisis de escenarios y planes alternativos desde la planificación.	5	2	Se aumentó la efectividad del proyecto en contextos cambiantes
		Eficiencia	Yes	Reduce tiempos y costos al permitir ajustes sin rehacer procesos.	Mejora la eficiencia operativa y financiera.	3	Utilizar metodologías ágiles que permitan iteraciones sin rehacer procesos completos.	5	2	Se redujeron tiempos y costos operativos, mejorando la eficiencia.
		Imparcialidad	No						0	
 <p>Resiliencia</p>	<p>Resiliencia es la capacidad del proyecto para recuperarse o adaptarse fácilmente a condiciones adversas, como fluctuaciones extremas del mercado, inestabilidad política o económica, desastres naturales o emergencias de salud. La resiliencia no hace que los problemas desaparezcan: significa tener la capacidad de hacerles frente a pesar del estrés inesperado.</p>	Vida Útil	Yes	Aumenta la capacidad del proyecto para mantenerse operativo ante crisis o desastres.	Asegura la continuidad del servicio en condiciones adversas.	3	Incluir estrategias de continuidad operativa y gestión de riesgos ante desastres.	5	2	Se aseguró la continuidad del servicio en condiciones adversas.
		Mantenimiento	Yes	Mejora la capacidad de respuesta ante fallas o eventos externos.	Reduce interrupciones y mejora la estabilidad operativa.	3	Capacitar al personal en protocolos de emergencia y recuperación.	5	2	Se redujeron interrupciones y se mejoró la estabilidad operativa.
		Eficacia	Yes	Asegura continuidad del servicio en condiciones adversas.	Fortalece la confianza institucional y la seguridad del sistema.	3	Establecer alianzas con instituciones locales para respuesta rápida ante crisis.	5	2	Se fortaleció la confianza institucional y la seguridad del sistema.
		Eficiencia	Yes	Minimiza interrupciones y pérdidas operativas.	Mejora la rentabilidad y reduce impactos negativos.	3	Implementar sistemas redundantes y de respaldo para servicios críticos.	5	2	Se mejoró la rentabilidad y se redujeron impactos negativos.
		Imparcialidad	Yes	Garantiza que todos los usuarios, incluso en zonas vulnerables, sigan recibiendo el servicio.	Promueve la equidad en el acceso al agua y saneamiento.	3	Priorizar la continuidad del servicio en comunidades vulnerables.	5	2	Se promovió la equidad en el acceso al agua y saneamiento.
Categoría	Estimulación Económica y del Mercado									
Elemento	Descripción	Lente	¿Calificado?	Descripción (Causa)	Impacto Potencial en la Sostenibilidad	Puntaje Inicial del Impacto (Antes)	Respuesta Propuesta	Nuevo Puntaje del Impacto (Después)	Cambio	Resultado

 <p>Impacto Económico Local</p>	<p>Impacto económico local incluye los efectos directos e indirectos que el proyecto tiene sobre la economía de su área local. Esto puede incluir la creación de empleo, un mayor gasto en la economía local o un mayor desarrollo regional.</p>	Vida Útil	Yes	El fortalecimiento económico local puede sostener el apoyo comunitario al proyecto a largo plazo.	Fortalece la legitimidad y respaldo social del proyecto.	3	Priorizar la contratación de mano de obra y proveedores locales.	5	2	Se fortaleció el respaldo social y la legitimidad del proyecto.
		Mantenimiento	Yes	La contratación de servicios locales puede facilitar el mantenimiento continuo.	Mejora la eficiencia operativa con proveedores locales.	3	Establecer convenios con proveedores locales para servicios técnicos.	4	1	Se mejoró la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta.
		Eficacia	Yes	Mejora la aceptación social y la colaboración con actores locales.	Aumenta la colaboración y compromiso de actores locales.	3	Involucrar a actores económicos locales en la planificación del proyecto.	4	1	Se aumentó la colaboración y el compromiso comunitario.
		Eficiencia	Yes	Reduce costos logísticos y tiempos de respuesta al trabajar con proveedores cercanos.	Mejora la eficiencia económica y ambiental.	3	Optimizar la logística mediante proveedores cercanos.	5	2	Se redujeron costos logísticos y se mejoró la eficiencia ambiental.
		Imparcialidad	Yes	Promueve oportunidades económicas en zonas periféricas, reduciendo desigualdades.	Promueve el desarrollo económico inclusivo.	3	Diseñar procesos inclusivos para empresas de zonas periféricas.	5	2	Se promovió el desarrollo económico inclusivo y la equidad territorial.
 <p>Beneficios Indirectos</p>	<p>Beneficios indirectos son los impactos positivos que van más allá de los resultados inmediatos del proyecto y pueden no ser siempre visibles inmediatamente. Estos beneficios pueden incluir una mejor calidad de vida, una mayor actividad económica en el área local y mejoras ambientales como aire o agua más limpios.</p>	Vida Útil	Yes	Los beneficios sociales y ambientales fortalecen la sostenibilidad del proyecto.	Aumenta el valor social y ambiental del sistema.	3	Identificar y comunicar los beneficios sociales y ambientales del proyecto.	5	2	Se aumentó el valor social y ambiental del sistema.
		Mantenimiento	Yes	Una comunidad beneficiada indirectamente puede colaborar más activamente en el cuidado del sistema.	Mejora la conservación de la infraestructura.	3	Fomentar la participación comunitaria en el cuidado del sistema.	4	1	Se mejoró la conservación de la infraestructura.
		Eficacia	Yes	Aumenta el valor percibido del proyecto más allá de sus objetivos técnicos.	Refuerza la legitimidad y el impacto positivo del proyecto.	3	Medir y reportar beneficios indirectos como parte del monitoreo del proyecto.	4	1	Se reforzó la legitimidad y el impacto positivo del proyecto.
		Eficiencia	Yes	Mejora la relación costo-beneficio al considerar impactos positivos no financieros.	Integra beneficios no financieros en la evaluación del proyecto.	3	Incluir beneficios no financieros en la evaluación de desempeño.	5	2	Se mejoró la relación costo-beneficio del proyecto.
		Imparcialidad	Yes	Puede beneficiar especialmente a comunidades vulnerables o históricamente excluidas.	Promueve inclusión y equidad social.	3	Priorizar acciones que beneficien a comunidades históricamente excluidas.	5	2	Se promovió la inclusión y la equidad social.
	<p>Divulgaciones ESG son información sobre el desempeño y las prácticas de una organización relacionadas con cuestiones ambientales, sociales y de gobierno. La información del proyecto se utiliza como entrada para las divulgaciones ESG de la(s) organización(es) patrocinadora(s)</p>	Vida Útil	Yes	Contribuye a la reputación y continuidad del AyA como institución responsable.	Fortalece la transparencia y la rendición de cuentas a largo plazo.	3	Integrar indicadores ESG en el sistema de monitoreo del proyecto.	5	2	Se fortaleció la transparencia y la rendición de cuentas institucional.

 <p>Divulgaciones ESG e Informes de Sostenibilidad</p>	Informes de sostenibilidad proporciona información sobre las políticas, las prácticas y el desempeño de una organización en relación con la sostenibilidad. Comprende una amplia gama de temas como la eficiencia energética, las emisiones de carbono, la conservación de recursos, los derechos humanos, las prácticas laborales y la participación comunitaria. La información del proyecto se utiliza como entrada para los informes de sostenibilidad de la(s) organización(es) patrocinadora(s)	Mantenimiento	No						0	
		Eficacia	Yes	Mejora la transparencia y la rendición de cuentas del proyecto.	Aumenta la confianza de partes interesadas y entes reguladores.	3	Publicar informes de sostenibilidad con datos verificables y accesibles.	4	1	Se aumentó la confianza de partes interesadas y entes reguladores.
		Eficiencia	No						0	
		Imparcialidad	Yes	Asegura que se visibilicen impactos positivos y negativos en todos los grupos sociales.	Promueve la equidad y la justicia social en la gestión del proyecto.	3	Asegurar que los informes reflejen impactos en todos los grupos sociales.	5	2	Se promovió la equidad y la justicia social en la gestión del proyecto.

Impactos a las Personas	Puntaje Inicial	Nuevo Puntaje	Cambio
Prácticas Laborales y Trabajo Decente	3	4.9	-1.9
Sociedad y Clientes	3	5	-2
Derechos Humanos	3	5	-2
Comportamiento Ético	3	5	-2

Puntaje General de los Impactos a las Personas	5
---	----------

Impactos al Planeta	Puntaje Inicial	Nuevo Puntaje	Cambio
Transporte	3	5	-2
Energía	3	5	-2
Tierra, Aire y Agua	3	5	-2
Consumo	3	5	-2

Puntaje General de los Impactos al Planeta	5
---	----------

Impactos a la Prosperidad	Puntaje Inicial	Nuevo Puntaje	Cambio
Factibilidad del Proyecto	3	5	-2
Agilidad Empresarial	3	5	-2
Estimulación Económica y del Mercado	3	4.615384615	1.6153846

Puntaje General de los Impactos a la Prosperidad	4.9
---	------------

Puntaje P5 General del Proyecto	4.9
--	------------

Lente	Puntaje Inicial	Nuevo Puntaje	Cambio
Vida Útil	3.0	3.5	-0.5
Mantenimiento	3.0	3.6	-0.6
Eficacia	3.0	3.5	-0.5
Eficiencia	3.0	3.5	-0.5
Imparcialidad	3.0	3.5	-0.5

Nota: La muestra la relación de desarrollo sostenible con el proyecto y sus entregables, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.
 Léase la valoración con la siguiente escala 5 = Totalmente de acuerdo 4 = De acuerdo 3 = Neutral 2 = En desacuerdo 1 = Totalmente en desacuerdo

Después de aplicar la matriz de impacto P5 del Green Project Management al proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en sistemas periféricos del AyA, se muestra una evolución muy positiva en todas las dimensiones evaluadas del proyecto.

En la categoría de Impactos a las Personas, alcanzo el puntaje de 5.0. Este cambio se explica por la incorporación de prácticas laborales más inclusivas, el fortalecimiento de la relación con las comunidades beneficiarias, la promoción activa de los derechos humanos y la implementación de mecanismos de ética institucional. El proyecto no solo mejoró las condiciones laborales y técnicas del personal involucrado, sino que también generó confianza en los usuarios del servicio, promoviendo una cultura de transparencia y participación.

En cuanto a los Impactos al Planeta, alcanzó el puntaje máximo posible: 5.0. Esto indica que el proyecto tiene un impacto altamente positivo en la sostenibilidad del entorno con la reducción del agua no contabilizada, la mejora en la eficiencia energética y la disminución de la presión sobre fuentes hídricas contribuyen directamente a la protección de los ecosistemas. Además, el uso de tecnologías de medición más precisas permite una gestión más responsable del recurso hídrico.

La dimensión de Impactos a la Prosperidad también muestra avances importantes. alcanzó el puntaje de 4.9. Esta mejora refleja el fortalecimiento de la viabilidad financiera del proyecto, su capacidad de adaptación institucional y su contribución al desarrollo económico local. La planificación detallada, el enfoque predictivo y la integración de herramientas de gestión permitieron optimizar recursos y reducir riesgos.

El puntaje P5 general del proyecto alcanzó un sobresaliente 4.95, lo cual indica que es un modelo de gestión sostenible, integral y transformadora. Este resultado valida la importancia de aplicar marcos como el P5 en la planificación y evaluación de proyectos públicos, especialmente en sectores estratégicos como el agua.

7.3 Relación del proyecto con las dimensiones del Desarrollo Regenerativo

El desarrollo regenerativo es un enfoque que trasciende la sostenibilidad tradicional, proponiendo no solo la conservación de los recursos, sino su restauración activa. Este paradigma busca revitalizar los sistemas naturales, sociales y culturales, promoviendo una relación armónica entre las personas y su entorno. En lugar de limitarse a reducir impactos negativos, el desarrollo regenerativo se enfoca en generar impactos positivos, fortaleciendo la resiliencia de los ecosistemas y las comunidades.

El proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en los sistemas periféricos del AyA se alinea de manera integral con este enfoque.

- Dimensión ambiental, la instalación de sistemas de medición permite una gestión más eficiente del recurso hídrico, reduciendo pérdidas y optimizando el uso del agua. Esto contribuye directamente a la protección de las fuentes hídricas y a la restauración de ecosistemas acuáticos, disminuyendo la presión sobre los límites planetarios relacionados con el agua dulce, el cambio climático y la biodiversidad. Para asegurar que no se generen impactos negativos, se recomienda realizar estudios de impacto ambiental previos a la instalación de infraestructura y optar por tecnologías de bajo consumo energético.
- Dimensión social, el proyecto mejora el acceso al agua potable en comunidades tradicionalmente excluidas, promoviendo una vida digna y equitativa. Esta mejora en la calidad del servicio fortalece la salud pública, reduce desigualdades y contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente el ODS 6. Además, la participación comunitaria en el diseño y ejecución del proyecto refuerza la gobernanza local y la apropiación social de la infraestructura.

- Dimensión económica, el proyecto genera empleo local y fortalece las capacidades técnicas en zonas rurales, lo que impulsa el desarrollo económico territorial. Al priorizar la contratación de mano de obra local y fomentar la formación técnica, se reduce la brecha económica y se promueve la inclusión. Aunque no se utilizan medios de intercambio alternativos a la moneda, se fomenta el capital social a través del intercambio de conocimientos y la colaboración comunitaria.
- Dimensión espiritual, el proyecto propicia una conexión más consciente con la naturaleza al promover el uso responsable del agua y la protección de las fuentes. Asimismo, fomenta espacios de encuentro comunitario y participación equitativa, donde se valoran la escucha activa y el respeto mutuo. Al reducir el estrés asociado a la escasez de agua, también contribuye al bienestar emocional de las personas.
- Dimensión cultural, el proyecto respeta las costumbres locales y promueve la inclusión de saberes tradicionales, especialmente en comunidades indígenas. Se recomienda involucrar a personas adultas mayores en los procesos de consulta, reconociendo su conocimiento sobre el manejo del agua. Además, la infraestructura propuesta tiene un bajo impacto visual y auditivo, lo que preserva el entorno cultural y paisajístico de las comunidades.
- Dimensión política, el proyecto fortalece la participación ciudadana al incluir a las comunidades en la toma de decisiones desde la fase de planificación. Se promueve el liderazgo de mujeres y jóvenes mediante procesos de capacitación y representación equitativa. Asimismo, se garantiza la inclusión activa de pueblos indígenas, respetando sus derechos y conocimientos, lo que refuerza la justicia social y la equidad territorial.

La validación del proyecto desde la perspectiva del desarrollo regenerativo permite asegurar que los beneficios trasciendan lo técnico y económico, generando impactos positivos en lo social, ambiental y cultural. Este enfoque fortalece la legitimidad institucional, mejora la aceptación social y garantiza que el proyecto no solo sea viable, sino también justo, resiliente y transformador. Además, al estar alineado con el análisis P5, se evidencia una coherencia entre los objetivos del proyecto y los principios del desarrollo regenerativo, lo que refuerza su valor público y su contribución al bienestar colectivo.

Lista de Referencias

- American Water Works Association. (2012). *Water meters—Selection, installation, testing, and maintenance (Manual M6)*. AWWA. Obtenido de <https://www.awwa.org/Store/Product-Details/productId/21694>
- Asamblea Legislativa de Costa Rica. (sf de sf de sf). *Ley No. 2726. Crea el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados*. Recuperado el 7 de 5 de 2025, de <https://www.pgrweb.go.cr>
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2008). *Ley 7593: Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos*. Obtenido de <https://aresep.go.cr/>
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2008). *Norma técnica: Hidrómetros para el servicio de acueducto AR-HSA-2008*. Obtenido de <https://www.aya.go.cr/ASADAS/Leyes%20y%20reglamentos/NORMA%20TECNICA%20HIDROMETROS%20PARA%20EL%20SERVICIO%20DE%20ACUEDUCTO%20AR-HSA-2008.pdf>
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2020). *Política regulatoria sobre acceso al agua potable y saneamiento de aguas residuales (Resolución RE-0231-JD-2020)*. Obtenido de <https://aresep.go.cr/publicaciones/politicas/politica-regulatoria-acceso-agua-potable-saneamiento/>
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2020). *Política regulatoria sobre acceso al agua potable y saneamiento de aguas residuales (Resolución RE-0231-JD-2020)*. Obtenido de <https://aresep.go.cr/publicaciones/politicas/politica-regulatoria-acceso-agua-potable-saneamiento/>
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2021). *Reglamento de calidad para la prestación de los servicios públicos de abastecimiento de agua potable y alcantarillado*

sanitario. Obtenido de

<https://www.aya.go.cr/ASADAS/Leyes%20y%20reglamentos/REGLAMENTO%20PARA%20LA%20CALIDAD%20DE%20AGUA%20POTABLE.pdf>

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2021). *Reglamento de calidad para la prestación de los servicios públicos de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario (RE-006-IA-2021)*. Obtenido de

<https://www.aya.go.cr/ASADAS/Leyes%20y%20reglamentos/RE-0006-IA-2021%20ARESEP.pdf>

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2023). *Abastecimiento de agua potable y saneamiento*. Obtenido de [https://aresep.go.cr/wp-](https://aresep.go.cr/wp-content/uploads/2023/04/Abastecimiento_de_agua_potable_y_saneamiento.pdf)

[content/uploads/2023/04/Abastecimiento_de_agua_potable_y_saneamiento.pdf](https://aresep.go.cr/wp-content/uploads/2023/04/Abastecimiento_de_agua_potable_y_saneamiento.pdf)

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2024). *Normativa de agua potable*. Obtenido de <https://aresep.go.cr/agua-potable/normativa/>

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (2024). *Normativa de agua potable*. . Obtenido de <https://aresep.go.cr/agua-potable/normativa/>

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos. (s.f). *Calidad del agua potable*. Obtenido de <https://aresep.go.cr/agua-potable/calidad/>

Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Grupo Editorial Patria:

<https://www.editorialpatria.com.mx/p/baena-paz-metodologia-de-la-investigacion>

Balestrini, M. (2006). *Cómo se elabora el proyecto de investigación*. Obtenido de

https://www.academia.edu/41498651/C%C3%B3mo_se_elabora_el_proyecto_de_investigaci%C3%B3n_Mar%C3%ADa_Balestrini

Bernal, C. (2016). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. (P. Hall, Editor) Obtenido de [https://abacoenred.com/wp-](https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf)

[content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf](https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf)

- Bernal, C. A. (2016). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Pearson Educación:
<https://www.pearson.com/store/p/metodologia-de-la-investigacion/P100000693271>
- Bonilla-del-Río, M. (2022). *La escuela en la era digital: Smartphones, apps y programación en Educación Primaria y su repercusión en la competencia mediática del alumnado*. Obtenido de Universidad de Cantabria:
<https://www.researchgate.net/publication/330678789>
- Cabarcos, M. (2010). *Fuentes de información secundaria*. Obtenido de Universidad de San Martín de Porres: https://www.ucipfg.com/Repositorio/MAP/MAPD-12/BLOQUE_ACADEMICO/UNIDAD_4/004.pdf
- Echeagaray, M. (2023). *Metodología de la investigación científica: Guía práctica*. Obtenido de Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar:
<https://www.researchgate.net/publication/374249362>
- Gasca Tolentino, J. C. (2010). *Tesis de licenciatura: Macro y micromedición de agua potable en redes hidráulicas*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México:
https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000662177/3/0662177_A1.pdf
- Hart, C. (1998). *Doing a literature review: Releasing the research imagination*. Obtenido de https://books.google.com/books/about/Doing_a_Literature_Review.html?id=ff1BDwAAQBAJ
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2008). *Metodología de la investigación*. Obtenido de https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/981/Investigacion_sampieri_6a_ED.pdf
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Obtenido de McGraw-Hill Education:
<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448186869.pdf>

- ICONTEC. (2015). *NTC 5660: Medidores ultrasónicos de caudal para líquidos conductores y no conductores—Requisitos y métodos de ensayo*. Obtenido de <https://tienda.icontec.org/>
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2017). *Política Nacional de Agua Potable 2017–2030*. . Obtenido de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Paginas/Politica-Nacional-de-Agua-Potable-2017-2030.aspx>
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2021). *Informe de fin de gestión de la Subgerencia de Sistemas Periféricos*. . Obtenido de https://www.aya.go.cr/transparencialnst/rendicion_cuentas/InfoFinalGestion2/Informes%20de%20fin%20de%20gesti%C3%B3n/INFORME%20DE%20FIN%20DE%20GESTI%C3%93N%20-%20ING.%20NATHALIE%20MONTIEL%20ULLOA.pdf
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2021). *Plan de Inversiones en Agua Potable 2021–2025*. Obtenido de https://www.aya.go.cr/Portafolio_PIIP/PIAguaPotable/2021-03-19%20Plan%20de%20Inversiones%20Acueducto%202021%20-%202025.pdf
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2023). *Informe sobre avances en infraestructura de macromedición en la Región Central*.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2023). *Informe sobre avances en infraestructura de macromedición en la Región Central*. Obtenido de https://www.aya.go.cr/transparencialnst/rendicion_cuentas/Paginas/Informes-anuales.aspx
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2024). *AyA establece ruta para reducir agua no contabilizada*. Obtenido de <https://websolutionss.aya.go.cr/WebNoticiasAYA/TNotNoticias/DetalleTitulo/AyA-establece-ruta-para-reducir-agua-no-contabilizada-1>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2025). *Dashboard de indicadores de la Subgerencia de Sistemas Periféricos*. Obtenido de

<https://app.powerbi.com/groups/me/reports/dcf3dc3c-b3fe-4cf1-a527-cf89eb1680ac/ReportSectionb85c7831f89eb67dd25a?ctid=5b9077e3-6977-4611-b3a5-ea70e9610e8b&experience=power-bi>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2025). *Plan Estratégico Institucional 2025–2029*. Obtenido de

https://www.aya.go.cr/transparencialnst/rendicion_cuentas/PlanesInstitucionales/Plan%20Operativo%20Institucional/Plan%20Operativo%20Institucional-POI%202025.pdf

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (05 de Marzo de 2025). *Planes*

institucionales: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Recuperado el 08 de Mayo de 2025, de Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.:

https://www.aya.go.cr/transparencialnst/rendicion_cuentas/PlanesInstitucionales/Plan%20Estrat%C3%A9gico%20Institucional/Plan%20Estrat%C3%A9gico%20Institucional%202025-2029.pdf

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2025). *Transparencia institucional: Organización y funciones*. . Recuperado el 7 de 5 de 2025, de

https://www.aya.go.cr/transparencialnst/acceso_informacion/Paginas/OrganizacionFunciones.aspx

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2022). *Informe de gestión institucional 2021-2022*. Recuperado el 7 de 5 de 2025, de <https://www.aya.go.cr>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2023). *Aprobación de la nueva estructura organizativa institucional*. Recuperado el 7 de 5 de 205, de

<https://www.aya.go.cr>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (sf de sf de sf). *Nuestra historia*.

Recuperado el 7 de 5 de 2025, de

<https://www.aya.go.cr/conozcanos/SitePages/Nuestra%20Historia.aspx>

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2026). *Hidráulica de canales: Principios básicos*.

Obtenido de https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/riego-drenaje/Hidraulica-de-canales.pdf

Integrador WT. (s. f). *Medidor de flujo electromagnético tipo inserción. Integrador WT*. Obtenido

de <https://integradorwt.com/product/medidor-de-flujo-electromagnetico-tipo-insercion/>

Jurado, F. (2002). *Metodología de la investigación: Un enfoque práctico*. Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://www.zaragoza.unam.mx/wp-](https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/MetodologiadelainvestigacionUnenfoquepractico.pdf)

content/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/Metodologiadelainvestigacion

Unenfoquepractico.pdf

Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and*

controlling (Decimosegunda ed.). Wiley.

Lledó, P. (2017). *Administración de proyectos: El ABC para un director de proyectos exitoso*.

Obtenido de

https://books.google.com/books/about/Administración_de_Proyectos_Sexta_Edici.html?id=TsOxswEACAAJ

Mang, P., & Haggard, B. (2016). *Regenerative development and design: A framework for evolving sustainabilit*. Obtenido de

https://books.google.com/books/about/Regenerative_Development_and_Design.html?id=qa6uDAAAQBAJ

Medina, M. A., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R. M., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Obtenido de Instituto

Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología:

https://www.academia.edu/99788500/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_T%C3%A9cnicas_e_instrumentos_de_investigaci%C3%B3n

Ministerio de Salud. (2005). *Decreto Ejecutivo No. 32529-S: Reglamento para las ASADAS*.

Recuperado el 7 de 5 de 2025, de <https://www.pgrweb.go.cr>

Moore, M. H. (1995). *Creating public value: Strategic management in government*. Harvard University Press. Obtenido de <https://www.hup.harvard.edu/books/9780674175587>

Musorodzata, T. (2016). *Project management tools and techniques*. . Obtenido de

https://www.academia.edu/76629929/Project_Management_Tools_and_Techniques

Naciones Unidas. (2015). *Objetivo de Desarrollo Sostenible 6: Agua limpia y saneamiento*.

Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 7 de 5 de 2025,

de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: 17 objetivos para transformar nuestro mundo*. . Obtenido de

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

Naciones Unidas Colombia. (sf). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de

<https://colombia.un.org/es/sdgs>

Picado, J. (2020). *¿Qué es el análisis de datos? Disruptiva*. Obtenido de

<https://www.disruptiva.media/que-es-el-análisis-de-datos/>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2017). *Guía básica para la reducción del agua no contabilizada*.

Obtenido de <https://pnud-conocimiento.cr/wp-content/uploads/2021/07/Guia-medicion-y-reduccion-ANC.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2021). *Estrategia para la implementación de la plataforma de aliados*

de la gestión comunitaria del agua y saneamiento 2021–2023. Obtenido de <https://pnud-conocimiento.cr/wp-content/uploads/2021/07/3.-Plataforma-de-aliados-GCA-2021-23-Sistematizacion-PAG-12.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2021). *Guía para la medición y reducción del agua no contabilizada*. Obtenido de <https://pnud-conocimiento.cr/wp-content/uploads/2021/07/Guia-medicion-y-reduccion-ANC.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2021). *Proyectos de infraestructura: Experiencias del AyA en la gestión de inversiones públicas*. . Obtenido de https://pnud-conocimiento.cr/wp-content/uploads/2021/07/Libro-AyA-Proyect-infraestructura_V2.pdf

Project Management Institute. (2021). *El estándar para la dirección de proyectos e Guía de los fundamentos para la dirección* (Séptima ed.). Project Management Institute, Inc.

Project Management Institute. (2021). *Measuring What Matters: How PMOs Drive Value Through Metrics*. Obtenido de https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/measuring_what_matters_report.pdf?v=8b8a3c39-6a41-431a-98ea-5c2d5c15439d&s_lang_temp=es-419

QuestionPro. (2023). *¿Qué es Desk Research o Investigación de Escritorio?* Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/desk-research/>

Real Academia Española. (2025). *Entregable*. En *Diccionario de la lengua española (versión en línea)*. Obtenido de <https://dle.rae.es/entregable>

Ren, J. (2025). *Environment, Development and Sustainability*. Obtenido de <https://link.springer.com/journal/10668>

- Rodríguez Torres, J., Pérez, M., & Gómez, L. (2022). *Sistemas de información gerencial y su impacto en la toma de decisiones empresariales*.
- Ruiz, D. (sf). *La planificación estratégica en las organizaciones*. . Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/planificacion-estrategica-en-las-organizaciones/>
- Sabino, C. (2006). *El proceso de investigación*. Obtenido de https://archive.org/details/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino
- Sánchez Bracho, M., Fernández, M., & Díaz, J. (2021). *Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo*. Obtenido de Revista Científica UISRAE: <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/400>
- Sensus. (2020). *Electromagnetic flow measurement: Principles and applications*. Obtenido de <https://sensus.com>
- Serrador, P., & Pinto, J. K. (2015). Obtenido de Does Agile work? — A quantitative analysis of agile project success: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.006>
- Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Obtenido de https://www.academia.edu/13603028/El_Proceso_de_la_Investigacion_Cientifica_4_ED_Mario_Tamayo_Tamayo
- Técnicas de Investigación. (2013). *Fuentes de información secundaria*. Universidad de San Martín de Porres. (U. d. Porres, Editor) Obtenido de https://www.ucipfg.com/Repositorio/MAP/MAPD-12/BLOQUE_ACADEMICO/UNIDAD_4/004.pdf
- Turner, J. R. (2014). *Handbook of Project-Based Management: Leading Strategic Change in Organizations* (Cuarta ed.). McGraw-Hill Education.

Anexos

Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG**ACTA DE LA PROPUESTA DE****PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)**

1. Nombre del (de la) estudiante

Ana Liz Castro Porras

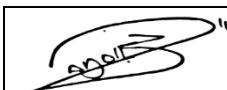
2. Nombre del PFG

Plan de gestión para el proyecto de incremento de la cobertura de macro medición en las fuentes hídricas del Sistemas Periféricos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

3. Área temática del sector o actividad

Ingeniería / Agua potable

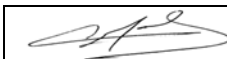
4. Firma de la persona estudiante



5. Nombre de la persona docente SG

Álvaro Mata

6. Firma de la persona docente



7. Fecha de la aprobación del Acta:

27 de mayo de 2025

8. Fecha de inicio y fin del proyecto

21/04/2025

24/10/2025

9. Pregunta de investigación

¿Cómo debe estructurarse un plan de gestión de proyecto para incrementar la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los Sistemas Periféricos del AyA?

10. Hipótesis de investigación

Es posible desarrollar un plan de gestión de proyecto que permita incrementar la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los Sistemas Periféricos del AyA.

11. Objetivo general

Desarrollar el plan de gestión para el proyecto de incremento de la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del AyA, aplicando las buenas prácticas de gestión de proyectos según el PMI, para definir los procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre, con el fin de orientar la formulación de un estudio de factibilidad alineado con los requerimientos regulatorios y la mejora en la eficiencia operativa.

12. Objetivos específicos

1. Analizar los antecedentes que originan la necesidad de mejorar la cobertura de macromedición de la producción de agua en las fuentes utilizadas por los Sistemas Periféricos del AyA, con el fin de identificar las principales brechas, limitaciones y oportunidades que fundamenten la formulación del plan de gestión.
2. Diseñar los procesos del grupo de inicio del proyecto, incluyendo la elaboración del acta de constitución y el análisis de los interesados clave, con el propósito de establecer una descripción de alto nivel del proyecto y una identificación clara de los involucrados.
3. Estructurar los procesos del grupo de planificación, con el objetivo de definir el alcance, cronograma, costos y otros componentes clave del plan para establecer las líneas base que servirán de referencia durante la ejecución y el control del proyecto.
4. Desarrollar procedimientos, así como diseñar plantillas de herramientas aplicables a los grupos de procesos de ejecución, control y cierre, con el fin de asegurar la implementación efectiva de los planes establecidos y contribuir al logro de los objetivos del proyecto.

13. Justificación del PFG

El incremento de la cobertura de macromedición en las fuentes hídricas de los sistemas periféricos del AyA es fundamental para cumplir con los requisitos de eficiencia y control establecidos por ARESEP. Actualmente, la baja cobertura limita la capacidad de monitorear la producción de agua de manera precisa, afectando la aprobación de tarifas y la sostenibilidad operativa de los sistemas.

Con este proyecto se busca elevar la cobertura de macromedición, permitiendo obtener datos confiables y reducir el margen de error en la medición de caudales. Esto fortalecerá los procesos de gestión del recurso hídrico, facilitará la planificación estratégica y respaldará técnicamente los ajustes tarifarios requeridos ante el ente regulador.

Entre los beneficios esperados se encuentran la mejora en la eficiencia operativa, el cumplimiento de las normativas regulatorias y la optimización del uso del recurso hídrico, contribuyendo al fortalecimiento financiero y ambiental de los sistemas periféricos del AyA.

14. Estructura de desglose de trabajo (EDT). En forma tabular, que describa el entregable principal y los secundarios -productos o servicios que generará el PFG.

1. PFG

1.1 Perfil del PFG

1.1.1 Acta de Proyecto-Investigación bibliográfica preliminar

1.1.2 Acta de Proyecto-EDT-Cronograma

1.1.3 Marco Teórico I Parte

1.1.4 Marco Teórico II Parte

1.1.5 Marco Metodológico

1.1.6 Introducción

1.1.7 Documento integrado

1.1.8 Revisión documento integrado

1.1.9 Seminario de graduación aprobado

1.2 Desarrollo del PFG

1.2.1 Revisión de la situación actual de la cobertura de macromedición

1.2.2 Procesos de inicio

1.2.2.1 Acta constitutiva del proyecto

1.2.2.2 Identificación y análisis de interesados

1.2.3 Procesos de planificación

1.2.4 Procesos de ejecución

1.2.4.1 Desarrollo de propuesta de procedimiento para ejecución

1.2.4.2 Diseño de plantillas de herramientas a emplear durante la
ejecución

1.2.5 Procesos de monitoreo y control

1.2.5.1 Desarrollo de propuesta de procedimiento para control

1.2.5.2 Diseño de plantillas de herramientas a emplear durante el control

1.2.6 Procesos de Cierre

1.2.6.1 Desarrollo de propuesta de procedimiento para cierre

1.2.6.2 Diseño de plantillas de herramientas a emplear durante el cierre

1.2.7 Conclusiones

1.2.8 Recomendaciones

1.2.9 Listas de referencias

1.2.10 Anexos

1.2.11 Aprobación del tutor para lectura

1.3 Revisión de lectores

1.3.1 Asignación de lectores

1.3.2 Revisión de PFG por parte de lectores

1.3.3 Informe de lectores y mejoras al PFG

1.3.4 Segunda revisión de lectores

1.3.5 Aprobación de lectores

1.4 Evaluación

1.4.1 Calificación del tribunal

1.4.2 Aprobación final del PFG

15. Presupuesto del PFG

El desarrollo del presente PFG no incurre en gastos para la elaboración de este. Es relevante tomar en cuenta que el proyecto puede contemplar de forma general gastos de recursos en equipo y material como se muestran en la siguiente tabla:

Rubro	Monto	Porcentaje
Equipo técnico y material	\$ 785.00	
Licencia Ms Project®	\$ 260.00	67.85%
Licencia Visio®	\$ 75.00	
Internet	\$ 200.00	
Electricidad	\$ 100.00	
Materiales de Oficina	\$ 150.00	
Recurso humano		
Seminario PFG	\$ 372.00	32.15%
Total	\$ 1,157.00	100%

16. Supuestos para la elaboración del PFG

Para el desarrollo de este proyecto se identificaron los siguientes supuestos:

1. Tiempo que investigadora asigna al PFG será de 10 horas semanales en el proceso de la tutoría.
2. Se garantiza el acceso a información institucional relevante del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).
3. El personal administrativo y técnico de la institución colaborará proporcionando fuentes de información necesarias para el desarrollo del PFG.
4. Se cuenta con autorización del Director de la UEN Producción y Distribución de Sistemas Periféricos para utilizar información institucional en el presente PFG.

17. Restricciones para la elaboración del PFG

Factores que pueden limitar el PFG:

- 1) Los registros de fuentes hídricas pueden estar desactualizados, incompletos o sin georreferenciar.
- 2) La falta de recursos asignados para estudios previos o levantamientos impide avanzar en la etapa de formulación.
- 3) Ausencia de inventario consolidado de macromedidores existentes, ya que, sin un diagnóstico preciso del estado actual, es complejo establecer metas o definir estrategias.
- 4) Dificultades en el acceso a ciertas fuentes hídricas por razones geográficas o de propiedad privada.
- 5) Tiempo limitado para levantar información de campo debido a condiciones climáticas o cargas operativas pueden restringir la ejecución del diagnóstico.

18. Descripción de riesgos de la elaboración del PFG

En el PFG se identifican los siguientes riesgos principales:

1. Si existe falta de disponibilidad de tiempo en los encargados de las fuentes de información de la administración, debido a las responsabilidades de tareas en el puesto a cargo, puede causar falta de información a tiempo para el presente PFG.
2. Sí existe un eventual accidente de trabajo que impidan la captura de los insumos para el desarrollo del PFG, puede provocar atrasos en los entregables.
3. Sí el Director de la UEN Producción y Distribución de Sistemas Periféricos se atrasa en el otorgamiento de todos los permisos a tiempo, se puede afectar la planificación del proyecto como captura de información que impidan el análisis de la información y la entrega de la nueva propuesta.
4. Sí suceden incidentes ajenos al control como revisiones tardías de tutor, se puede afectar el suficiente tiempo para elaborar los productos propuestos ya que deja poco tiempo para las debidas correcciones.

19. Principales hitos del PFG

Entregable	Fecha estimada de finalización
1.1 Perfil del PFG	lun 16/06/25
1.1.1 Acta de Proyecto-Investigación bibliográfica preliminar	vie 25/04/25
1.1.2 Acta de Proyecto-EDT-Cronograma	vie 02/05/25
1.1.3 Marco Teórico I Parte	vie 09/05/25
1.1.4 Marco Teórico II Parte	vie 16/05/25
1.1.5 Marco Metodológico	vie 23/05/25
1.1.6 Introducción	vie 30/05/25
1.1.7 Documento integrado	vie 06/06/25
1.1.8 Revisión documento integrado	vie 13/06/25
1.1.9 Seminario de graduación aprobado	lun 16/06/25
1.2 Desarrollo del PFG	lun 15/09/25
1.2.1 Revisión de la situación actual de la cobertura de macromedición	lun 23/06/25
1.2.2 Procesos de inicio	lun 30/06/25
1.2.3 Procesos de planificación	lun 04/08/25
1.2.4 Procesos de ejecución	lun 11/08/25
1.2.5 Procesos de monitoreo y control	jue 14/08/25
1.2.6 Procesos de cierre	lun 18/08/25
1.2.7 Conclusiones	jue 21/08/25
1.2.8 Recomendaciones	jue 21/08/25
1.2.9 Listas de referencias	lun 25/08/25
1.2.10 Anexos	lun 01/09/25
1.2.11 Aprobación del tutor para lectura	lun 15/09/25
1.3 Revisión de lectores	mié 15/10/25
1.3.1 Asignación de lectores	mar 16/09/25
1.3.2 Revisión de PFG por parte de lectores	mar 30/09/25
1.3.3 Informe de lectores y mejoras al PFG	mar 07/10/25
1.3.4 Segunda revisión de lectores	lun 13/10/25
1.3.5 Aprobación de lectores	mié 15/10/25
1.4 Evaluación	jue 16/10/25
1.4.1 Calificación del tribunal	jue 16/10/25
1.4.2 Aprobación final del PFG	jue 16/10/25
1.5 FIN	jue 16/10/25

20. Principales involucrados en el desarrollo del PFG

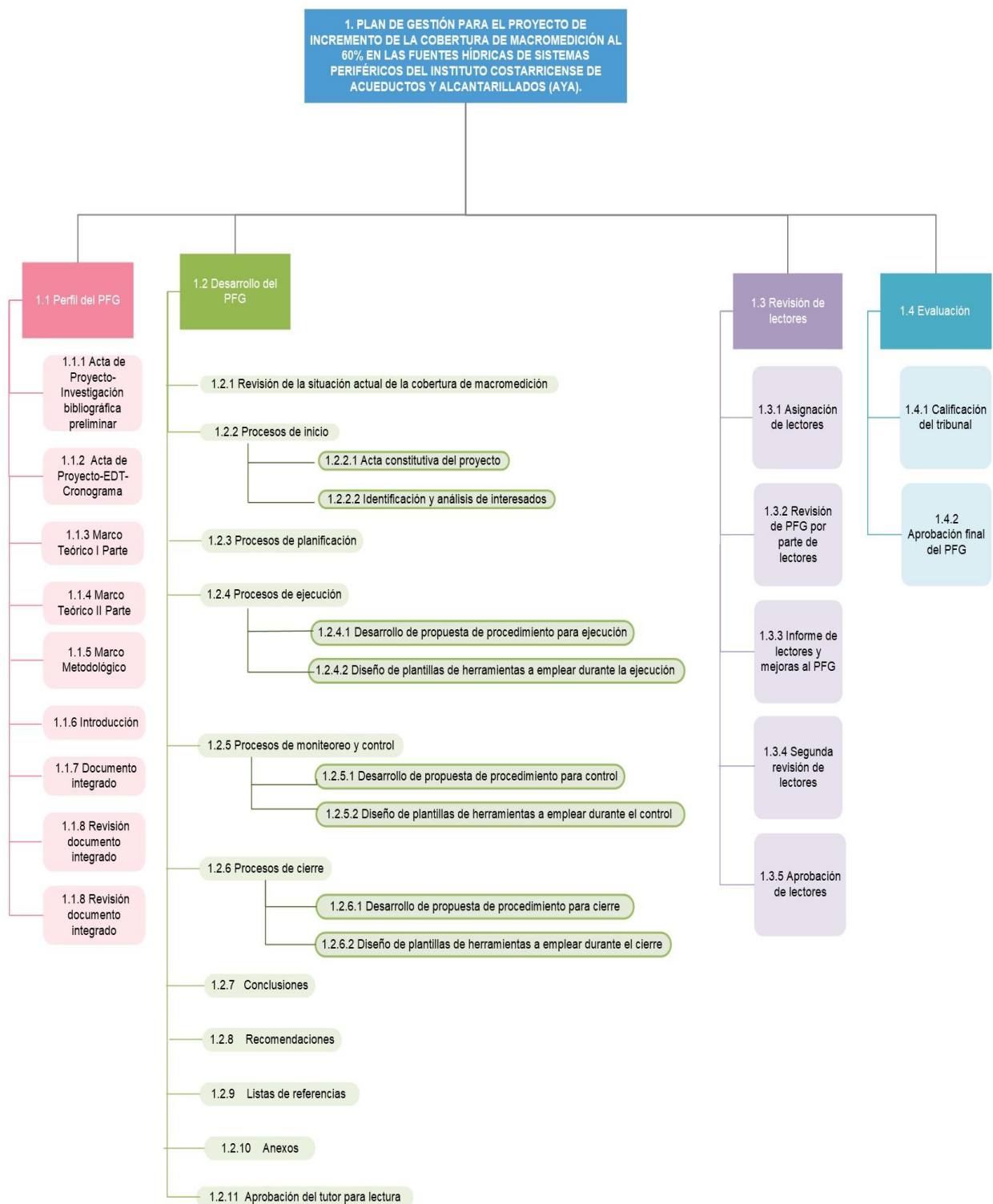
Involucrados directos:

1. UEN producción y Distribución Sistemas Periféricos AyA
2. Dirección Proveeduría
3. Dirección Planificación
4. Dirección de Legal
5. ARESEP
6. Proveedores de equipos de macromedición
7. Contratistas instaladores (obra civil e hidráulica)

Involucrados indirectos:

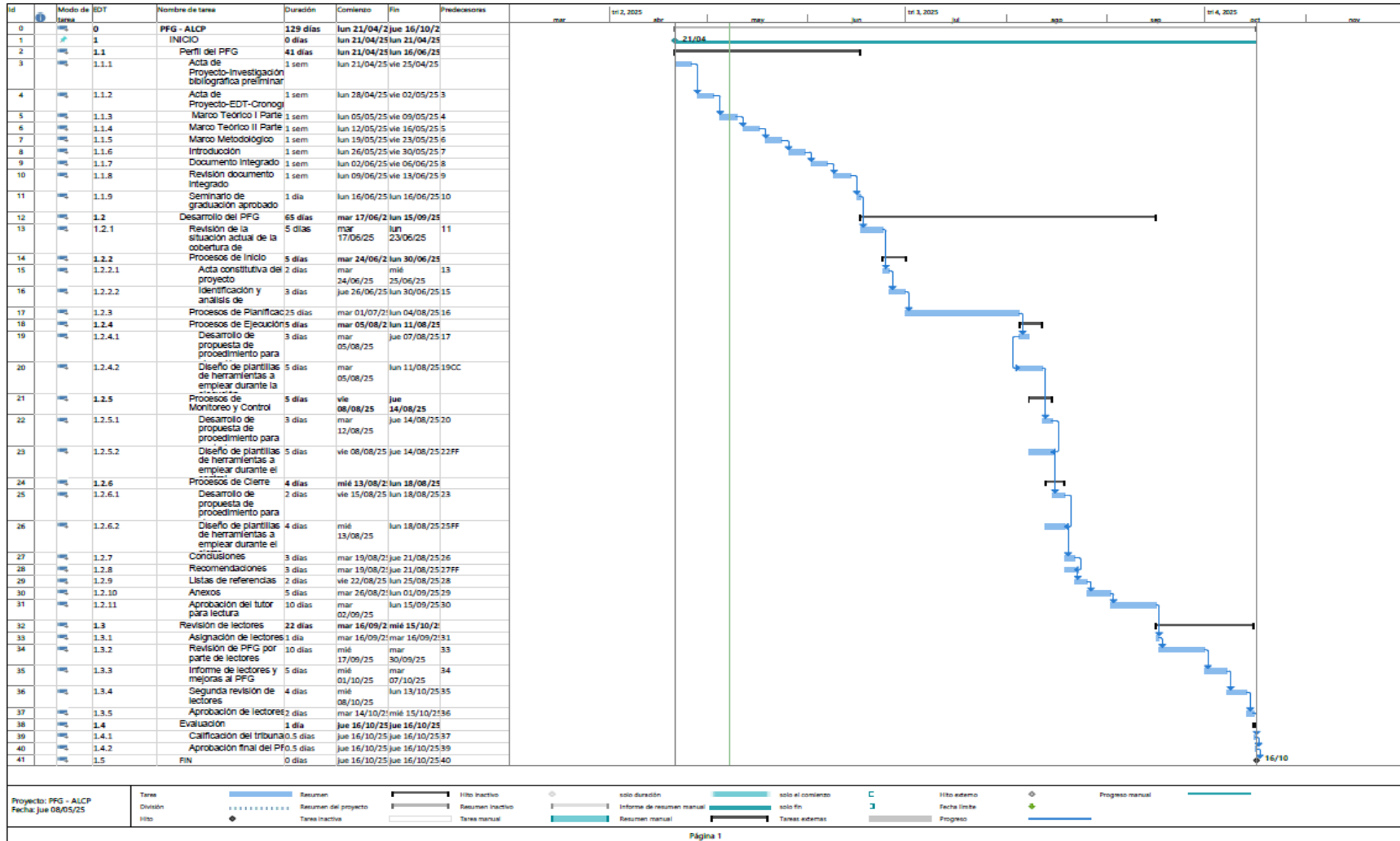
1. Usuarios finales de los sistemas periféricos (población abastecida)
2. Municipalidades locales (por permisos, colaboración o acceso a sitios)
3. Ministerio de Salud (vigilancia sanitaria del agua)
4. Proveedores de mantenimiento y calibración de medidores
5. Sindicatos o asociaciones de trabajadores del AyA

Anexo 2: EDT del PFG



Nota: Autoría propia.

Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG



Nota: Elaborado por la autora.

Para mejorar la visualización del contenido del cronograma, a continuación, se presenta una tabla con la información detallada de las tareas del proyecto.

Modo de tarea	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
Programada automáticamente	0	PFG - ALCP	129 días	lun 21/04/25	jue 16/10/25	
Programada automáticamente	1	INICIO	0 días	lun 21/04/25	lun 21/04/25	
Programada automáticamente	1.1	Perfil del PFG	41 días	lun 21/04/25	lun 16/06/25	
Programada automáticamente	1.1.1	Acta de Proyecto-Investigación bibliográfica preliminar	1 sem	lun 21/04/25	vie 25/04/25	
Programada automáticamente	1.1.2	Acta de Proyecto-EDT-Cronograma	1 sem	lun 28/04/25	vie 02/05/25	3
Programada automáticamente	1.1.3	Marco Teórico I Parte	1 sem	lun 05/05/25	vie 09/05/25	4
Programada automáticamente	1.1.4	Marco Teórico II Parte	1 sem	lun 12/05/25	vie 16/05/25	5
Programada automáticamente	1.1.5	Marco Metodológico	1 sem	lun 19/05/25	vie 23/05/25	6
Programada automáticamente	1.1.6	Introducción	1 sem	lun 26/05/25	vie 30/05/25	7
Programada automáticamente	1.1.7	Documento integrado	1 sem	lun 02/06/25	vie 06/06/25	8
Programada automáticamente	1.1.8	Revisión documento integrado	1 sem	lun 09/06/25	vie 13/06/25	9
Programada automáticamente	1.1.9	Seminario de graduación aprobado	1 día	lun 16/06/25	lun 16/06/25	10
Programada automáticamente	1.2	Desarrollo del PFG	65 días	mar 17/06/25	lun 15/09/25	
Programada automáticamente	1.2.1	Revisión de la situación actual de la cobertura de macromedición	5 días	mar 17/06/25	lun 23/06/25	11
Programada automáticamente	1.2.2	Procesos de Inicio	5 días	mar 24/06/25	lun 30/06/25	
Programada automáticamente	1.2.2.1	Acta constitutiva del proyecto	2 días	mar 24/06/25	mié 25/06/25	13
Programada automáticamente	1.2.2.2	Identificación y análisis de interesados	3 días	jue 26/06/25	lun 30/06/25	15
Programada automáticamente	1.2.3	Procesos de Planificación	25 días	mar 01/07/25	lun 04/08/25	16
Programada automáticamente	1.2.4	Procesos de Ejecución	5 días	mar 05/08/25	lun 11/08/25	
Programada automáticamente	1.2.4.1	Desarrollo de propuesta de procedimiento para ejecución	3 días	mar 05/08/25	jue 07/08/25	17
Programada automáticamente	1.2.4.2	Diseño de plantillas de herramientas a emplear durante la ejecución	5 días	mar 05/08/25	lun 11/08/25	19CC
Programada automáticamente	1.2.5	Procesos de Monitoreo y Control	5 días	vie 08/08/25	jue 14/08/25	
Programada automáticamente	1.2.5.1	Desarrollo de propuesta de procedimiento para control	3 días	mar 12/08/25	jue 14/08/25	20

Programada automáticamente	1.2.5.2	Diseño de plantillas de herramientas a emplear durante el control	5 días	vie 08/08/25	jue 14/08/25	22FF
Programada automáticamente	1.2.6	Procesos de Cierre	4 días	mié 13/08/25	lun 18/08/25	
Programada automáticamente	1.2.6.1	Desarrollo de propuesta de procedimiento para cierre	2 días	vie 15/08/25	lun 18/08/25	23
Programada automáticamente	1.2.6.2	Diseño de plantillas de herramientas a emplear durante el cierre	4 días	mié 13/08/25	lun 18/08/25	25FF
Programada automáticamente	1.2.7	Conclusiones	3 días	mar 19/08/25	jue 21/08/25	26
Programada automáticamente	1.2.8	Recomendaciones	3 días	mar 19/08/25	jue 21/08/25	27FF
Programada automáticamente	1.2.9	Listas de referencias	2 días	vie 22/08/25	lun 25/08/25	28
Programada automáticamente	1.2.10	Anexos	5 días	mar 26/08/25	lun 01/09/25	29
Programada automáticamente	1.2.11	Aprobación del tutor para lectura	10 días	mar 02/09/25	lun 15/09/25	30
Programada automáticamente	1.3	Revisión de lectores	22 días	mar 16/09/25	mié 15/10/25	
Programada automáticamente	1.3.1	Asignación de lectores	1 día	mar 16/09/25	mar 16/09/25	31
Programada automáticamente	1.3.2	Revisión de PFG por parte de lectores	10 días	mié 17/09/25	mar 30/09/25	33
Programada automáticamente	1.3.3	Informe de lectores y mejoras al PFG	5 días	mié 01/10/25	mar 07/10/25	34
Programada automáticamente	1.3.4	Segunda revisión de lectores	4 días	mié 08/10/25	lun 13/10/25	35
Programada automáticamente	1.3.5	Aprobación de lectores	2 días	mar 14/10/25	mié 15/10/25	36
Programada automáticamente	1.4	Evaluación	1 día	jue 16/10/25	jue 16/10/25	
Programada automáticamente	1.4.1	Calificación del tribunal	0.5 días	jue 16/10/25	jue 16/10/25	37
Programada automáticamente	1.4.2	Aprobación final del PFG	0.5 días	jue 16/10/25	jue 16/10/25	39
Programada automáticamente	1.5	FIN	0 días	jue 16/10/25	jue 16/10/25	40

Nota: La Tabla presenta la programación de actividades del proyecto tal como se elaboró en Microsoft Project.

Anexo 4: Investigación bibliográfica preliminar

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). (2020). *Política regulatoria sobre acceso al agua potable y saneamiento de aguas residuales (Resolución RE-0231-JD-2020)*. <https://aresep.go.cr/publicaciones/politicas/politica-regulatoria-acceso-agua-potable-saneamiento/>

Política que regula el acceso al agua potable y el saneamiento, proporcionando el marco normativo necesario para proyectos de infraestructura hídrica.

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). (2008). *Norma técnica: Hidrómetros para el servicio de acueducto (AR-HSA-2008)*. <https://www.aya.go.cr/contraloria/documentacionContraloria/3%20Norma%20T%C3%A9cnica%20ARESEP%20AR-HSA-2008.pdf>

Norma que establece las especificaciones técnicas para los hidrómetros, fundamentales para la implementación efectiva de sistemas de macromedición.

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). (s.f.). *Normativa de agua potable*. [https://aresep.go.cr/agua-potable/normativa/:contentReference\[oaicite:5\]{index=5}](https://aresep.go.cr/agua-potable/normativa/:contentReference[oaicite:5]{index=5})

Conjunto de normas que regulan los servicios de agua potable, esenciales para garantizar que los proyectos de macromedición cumplan con los estándares técnicos y de calidad.

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). (2024). *Resolución RE-0010-IA-2025 OT-013-2024: Acueducto y Alcantarillado. Simplificación y normalización de los*

lineamientos necesarios para la implementación del sello regulatorio de calidad.

[Resolución no publicada]. <https://aresep.go.cr>

Documento que establece los requisitos para la implementación del Sello Regulatorio de Calidad, aplicable a proyectos que buscan mejorar la eficiencia y calidad en la gestión del agua.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (s.f.). *Manual organizacional AyA.*

<https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Manual%20Organizacional%20AyA.pdf>

Este manual proporciona una visión detallada de la estructura organizativa y funcional del AyA, esencial para comprender los procesos internos y la asignación de responsabilidades en proyectos de infraestructura hídrica.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2017). *Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica 2017–2030.*

<https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/AyA%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Agua%20Potable%20de%20Costa%20Rica%202017-2030.pdf>

Documento que establece las políticas nacionales para el subsector de agua potable, orientando proyectos como la macromedición hacia objetivos sostenibles y eficientes.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2021). *Guía para la medición y reducción del Agua No Contabilizada (ANC).* <https://pnud-conocimiento.cr/wp-content/uploads/2021/06/Guia-medicion-y-reduccion-ANC-1.pdf>

Publicación que facilita a las ASADAS la comprensión de la importancia de la macromedición en la reducción de agua no contabilizada, ofreciendo herramientas para su implementación.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) & Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2021). *Proyectos de infraestructura: Experiencias del AyA en la gestión de inversiones públicas*. https://pnud-conocimiento.cr/wp-content/uploads/2021/07/Libro-AyA-Proyect-infraestructura_V2.pdf

Guía práctica que detalla los pasos necesarios para formular, evaluar y diseñar proyectos de infraestructura en acueductos, aplicable al contexto de macromedición en sistemas periféricos.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2024). *Plan estratégico institucional 2025–2029*. https://www.aya.go.cr/transparenciaInst/rendicion_cuentas/PlanesInstitucionales/Plan%20Estrat%C3%A9gico%20Institucional/Plan%20Estrat%C3%A9gico%20Institucional%202025-2029.pdf

Documento que establece las directrices estratégicas del AyA, alineando proyectos como la macromedición con los objetivos institucionales a largo plazo

NV Tecnologías. (s.f.). *¿Cómo funcionan los macromedidores de agua?* NV Tecnologías. <https://www.nvtecnologias.com/blog/blog-1/como-funcionan-los-macromedidores-de-agua-3>

Este artículo explica el funcionamiento de los macromedidores, destacando su importancia en la medición precisa del caudal y volumen de agua en sistemas de abastecimiento.