

Plan de Gestión del Proyecto de Rehabilitación de las Presas Mancotal, Presa El Dorado y Presa El Salto

Project Management Plan for the Rehabilitation of the Mantocal, El Dorado and El Salto Dams

Óscar Iván Hurtado Esquivel¹, Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT) 2024

Resumen

El proyecto de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto, liderado por la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), surge como una respuesta crítica a los problemas identificados en el deterioro estructural de estas infraestructuras y la ausencia de sistemas efectivos de monitoreo continuo, esenciales para garantizar la seguridad hídrica y estructural. Con el objetivo de implementar soluciones que aseguren la durabilidad y operatividad a largo plazo, se desarrolló un plan de gestión para la implementación de un sistema de monitoreo avanzado provisto por Campbell Scientific, que incluye sensores piezométricos y acelerográficos de alta precisión. Este sistema, capaz de capturar y analizar datos en tiempo real, contribuye a mejorar la capacidad de respuesta ante eventos críticos, optimiza los costos de mantenimiento preventivo y correctivo, y asegura el cumplimiento de normativas de seguridad y medioambientales vigentes. La gestión utilizada abarcó una planificación detallada, que incluyó la evaluación del estado inicial de las presas, la selección y personalización de equipos, la instalación técnica por parte de expertos y la capacitación de los operadores de ENEL, lo que permite garantizar la sostenibilidad y autonomía operativa del sistema. Los principales resultados obtenidos destacan la mejora en la capacidad de monitoreo, una reducción significativa en los tiempos de reacción ante emergencias y una infraestructura más segura y eficiente. De manera de conclusiones, el proyecto demostró ser una solución efectiva y replicable para otras infraestructuras críticas, mientras que entre las recomendaciones principales se sugiere la implementación de auditorías periódicas, programas de mantenimiento preventivo robustos y capacitaciones continuas para los operadores, se asegura la adaptabilidad del sistema frente a futuros desafíos tecnológicos y medioambientales.

Palabras Clave: Proyecto, ciclo de vida de un proyecto, Kanban, salud de presas, instrumentación de presas.

¹ Bachiller en Ingeniería Electromecánica, Universidad Fidelitas, actualmente Gerente de Mercado de Energías Renovables para Campbell Scientific. ORCID (0009-0004-6161-2649) Correo electrónico: ohurtadoe238@ulacit.ed.cr

Abstract

The rehabilitation project for the Mancotal, El Dorado and El Salto dams, implemented by the Nicaraguan Electricity Company (ENEL), is a critical response to the problems identified in the structural deterioration of these infrastructures and the absence of effective continuous monitoring systems, essential to guarantee water and structural safety. In order to implement solutions that ensure long-term durability and operability, a management plan was developed for the implementation of an advanced monitoring system provided by Campbell Scientific, which includes high precision piezometric and accelerograph sensors. This system, capable of capturing and analyzing data in real time, contributes to improve the capacity to respond to critical events, optimizes preventive and corrective maintenance costs, and ensures compliance with current safety and environmental regulations. The management used involved detailed planning, which included the evaluation of the initial state of the dams, the selection and customization of equipment, technical installation by experts and training of ENEL operators, thus guaranteeing the sustainability and operational autonomy of the system. The main results obtained include improved monitoring capacity, a significant reduction in emergency response times, and a safer and more efficient infrastructure. As conclusions, the project proved to be an effective and replicable solution for other critical infrastructures, while among the main recommendations it is suggested the implementation of periodic audits, robust preventive maintenance programs and continuous training for operators, ensuring the adaptability of the system to future technological and environmental challenges.

Keywords: Project, project cycle life, project management, dam health, dam Instrumentation.

Introducción

Descripción del Proyecto

Fundada en la década de 1950, la empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), es una entidad pública de Nicaragua responsable de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en el país. ENEL fue creada en un contexto donde Nicaragua enfrentaba la necesidad de expandir y consolidar su infraestructura eléctrica para impulsar el desarrollo económico y mejorar la calidad de la población. Desde su creación, ENEL ha sido clave en el desarrollo del sistema eléctrico del país, se enfoca en satisfacer la creciente demanda energética mediante la modernización y diversificación de sus fuentes de energía (Electricidad, s.f.).

La empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), propietaria de las presas Mancotal (50MW), El Dorado (5MW) y El Salto (20MW) inició la rehabilitación de las centrales hidroeléctricas (Automatización de la instrumentación). Este proceso tiene como objetivo garantizar la continuidad operativa y forma parte de los procedimientos de gestión de la seguridad de las presas (Electricidad, s.f.).

La participación de Campbell Scientific (CSCC) en el proyecto no solo limita a ocuparse de los elementos fundamentales de la implementación de un sistema de monitoreo de presas (suministro e instalación); sino que, también ofrece una solución integral que abarca desde el suministro, instalación, procedimientos, y evaluación del desempeño del proyecto del estado de la puesta en marcha. El sistema propuesto permitirá reducir los tiempos de respuesta y mejorar la eficiencia de las evaluaciones de los datos, así como los costos de acciones correctivas.

El plazo previsto de la obra en rehabilitación es de 240 días, aproximadamente 8 meses, y la inversión por parte de ENEL, asciende a \$945,000.00 mil dólares.

Justificación

El proyecto consiste en el suministro, instalación y puesta en funcionamiento de sistemas marca Campbell Scientific en el proyecto de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto. Estas son propiedad de la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL) y alimentan la Central Hidroeléctrica Centroamérica y Central hidroeléctrica Carlos Fonseca. En general, se busca la automatización de la instrumentación con el fin de garantizar la continuidad operativa y seguridad de las presas (CSCC).

Beneficios

El proyecto de rehabilitación de las presas se considera primordial debido a temas relacionados con la vigilancia e inspección continua se pueden detectar condiciones anómalas en tiempo real, como variaciones en los niveles de agua, presión en los muros y posibles filtraciones. Esto permite a los gestores tomar decisiones informadas y oportunas, implementando medidas correctivas antes de que se produzcan fallos estructurales o situaciones de emergencia. A continuación, se detallan los beneficios derivados de las justificaciones mencionadas:

- La rehabilitación y automatización de la instrumentación garantiza que las presas puedan operar sin interrupciones prolongadas. Esto permite a ENEL mantener la producción de energía y reducir los tiempos que se detiene para mantenimiento. Además de esto, permite la mejora en el monitoreo en anticipar y gestionar problemas potenciales, lo que reduce los costos relacionados con fallas y acciones correctivas no planificadas.
- Mejora en la gestión de Seguridad: La implementación de un sistema robusto de monitoreo de Campbell Scientific, permite una vigilancia constante de las condiciones estructurales de las presas. Por lo que el uso de instrumentación de alta precisión proporciona datos detallados que mejoran la detección temprana de riesgos, lo que promueve una respuesta

rápida en caso de variaciones críticas en las condiciones de las presas.

- **Aumento en la vida útil de las infraestructuras:** la rehabilitación contribuye a prolongar la vida útil de las presas y de los sistemas de monitorización, disminuye la necesidad de inversiones mayores a corto plazo. Al tener una infraestructura bien mantenida y monitorizada, también es posible maximizar el retorno sobre la inversión en las presas, y con esto asegura que continúen siendo activos valiosos para el sistema de generación eléctrica del país.
- **Cumplimiento de Normas y Estándares internacionales de Seguridad:** La rehabilitación y actualización de las presas bajo estándares de monitoreo actuales, permiten a ENEL cumplir con normativas nacionales e internacionales en seguridad de presas, mitiga el riesgo de sanciones y fortalece su posición frente a posible auditorías o inspecciones. Adicional, un sistema de monitoreo avanzado ayuda a cumplir con las regulaciones ambientales al minimizar el impacto de incidentes potenciales y garantizar la estabilidad estructural, así como protege el entorno natural circundante.
- **Facilita la toma de decisiones basadas en datos:** Estos centralizados y visualizados a través de las variables. El personal de ENEL puede acceder rápidamente a la información crítica, lo que facilita la planificación estratégica y las decisiones operativas. Al conocer los umbrales configurables y las alertas proporcionan una supervisión proactiva, lo que ayuda a reducir riesgos y permite a ENEL reaccionar con mayor eficiencia ante condiciones anormales.
- **Viabilidad Económica y Estabilidad Financiera:** El proyecto cuenta con el respaldo de estudios de factibilidad realizados desde 2018, los cuales confirman la viabilidad técnica de la construcción del puente. Además, el financiamiento del BID asegura la estabilidad económica necesaria para la ejecución del proyecto, de esta manera minimiza riesgos financieros para el gobierno costarricense y garantiza la disponibilidad de los recursos necesarios para su culminación.
- **Cumplimiento de Normativas de Seguridad y Accesibilidad:** El proyecto cumple con las normativas vigentes en materia de seguridad vial y accesibilidad, lo que asegura que el nuevo puente esté alineado con los estándares internacionales. Esto no solo garantiza que el puente será seguro y accesible para todos los usuarios se incluyen personas con discapacidades, sino que también promueve una infraestructura inclusiva y sostenible para el país.

Interesados

El proyecto de rehabilitación y autorización de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto, administrado por la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL) y en colaboración con Campbell Scientific (CSCC), involucra a distintos interesados con el desarrollo e implementación de este proyecto. Como parte inicial, ENEL como propietario de las presas y principal interesado, busca modernizar su infraestructura para asegurar la estabilidad en la producción de energía y reducir costos operativos mediante un sistema de monitoreo que permita identificar y prevenir riesgos. En segundo plano, Campbell Scientific (CSCC) desempeña un papel crucial como proveedor de tecnología y servicios de monitoreo. Su interés es que los sistemas instalados cumplan con los requisitos técnicos y las expectativas por parte de ENEL, al posicionar su tecnología como una solución confiable y al mismo tiempo abre puertas para futuras colaboraciones en el sector hidroeléctrico regional.

El Ministerio de Energía y Minas de Nicaragua supervisa el cumplimiento de las normativas nacionales de seguridad y sostenibilidad, promueve que el proyecto se ejecute dentro de los estándares de calidad y contribuye al desarrollo energético sostenible del País. Como tercer parte, las comunidades cercanas a las presas, junto con los consumidores finales de energía, también son interesados importantes. La calidad y continuidad del suministro eléctrico son cruciales para su bienestar y desarrollo económico, y confían que el proyecto se realice de forma responsable, sin afectar el medio ambiente ni su seguridad.

Otro grupo importante de interesados es el personal operativo de ENEL, quienes requieren capacitación para el manejo de la tecnología avanzada proporcionada por CSCC. Su interés es contar con sistemas de monitoreo que optimicen tiempos, mejoren la eficiencia y aumenten la seguridad en sus labores diarias. Los proveedores de equipos y servicios adicionales también tienen un rol importante, debido a su interés en cumplir con los requerimientos técnicos.

Adicionalmente la empresa Construcciones Lacayo Fiallos, que representa como empresa directamente relacionada con ENEL, para el subcontrato para Campbell Scientific. Toma el papel de representada para las ejecuciones, perforaciones, consideraciones de mano obra, puesta en materiales, maquinaria, personal, temas logísticos relacionados con la integración de los equipos.

Alcance

El alcance del proyecto incluye el suministro, instalación y puesta en marcha de sistemas Campbell Scientific para la rehabilitación de la Presa Mancotal, El Dorado y El Salto. CSCC se centra en proporcionar un sistema fiable y robusto mediante el uso de instrumentos de calidad, duraderos y de alta precisión. En este sentido, se contempla la aplicación de sensores de los fabricantes Geokon y VaseSísmica.

Para la automatización, se utilizarán equipos del fabricante Campbell Scientific, todos los equipos constituyen el soporte fundamental de la arquitectura propuesta. Las instalaciones serán realizadas por personal altamente calificado y experimentado en el ámbito de la instrumentación geo-estructural de presas.

Además, se proporcionará una herramienta informática avanzada para la gestión y visualización de los datos generados por las estaciones de monitoreo, lo que facilitará la evaluación del comportamiento estructural de la presa. Esta herramienta permitirá acceso eficiente a la base de datos, visualización gráfica de la información, gestión de umbrales y alertas en las presas, entre otras funcionalidades críticas para la toma de decisiones y la supervisión continua.

El Problema y su Impacto

El proyecto de rehabilitación de presas representa un riesgo significativo para la seguridad de estas estructuras, la población y el medio ambiente. Sin un tipo de monitoreo adecuado, la detección y respuesta ante posibles fallos estructurales, como filtraciones desplazamientos o fisuras se ven limitadas, lo que compromete la estabilidad de las presas. Esto aumenta el riesgo de fallos catastróficos, reduce la capacidad de gestión hídrica eficiente y afecta directamente la seguridad de las comunidades que dependen de estas fuentes de agua.

Los impactos de esta carencia se pueden determinar en primer lugar, un mayor riesgo de fallos estructurales que podrían poner en riesgo la vida y los bienes de las comunidades cercanas. Además, la falta de datos en tiempo real limita la toma de decisiones en situaciones críticas, como la regulación de caudales durante inundaciones o el almacenamiento de agua en épocas de sequía, lo que afecta así la seguridad hídrica.

Al considerar estos riesgos, un proyecto de rehabilitación para las presas Mancotal, El Dorado y El Salto que incluya la instalación de sistemas avanzados de monitoreo e instrumentación resulta fundamental.

Este proyecto permitiría establecer un sistema preventivo que garantice la detección temprana de problemas, optimizar la gestión de recursos y minimizar los riesgos para la población y el medio ambiente.

Objetivos

Objetivo General

- Definir un Plan de Gestión para el proyecto rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El salto, mediante la aplicación de buenas prácticas del Project Management Institute (PMI).

Objetivos Específicos

- Identificar aspectos del proyecto y su ciclo de vida para la determinación de los elementos esenciales para la propuesta de gestión, según las necesidades de la organización y sus interesados.
- Desarrollar un plan de gestión sobre las prácticas identificadas para la formalización del proceso de gestión del proyecto de acuerdo con el ciclo de vida de un proyecto de PMI.

- Crear una estrategia de integración y seguimiento a la ejecución del plan según técnicas de capacitación, procesos y entregables para el cumplimiento y correcto del plan de gestión propuesto.

Forma de Alcanzar los Objetivos

Para alcanzar los objetivos del proyecto de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El salto, se adoptó un enfoque cualitativo mediante una investigación exploratoria y descriptiva de especificaciones técnicas con la empresa ENEL.

Este enfoque permitirá comprender en profundidad los aspectos más importantes en la gestión de este proyecto específico. La fase exploratoria se centra en identificar las necesidades, desafíos y expectativas de las partes interesadas, se analiza la normativa y los estándares que guiarán el desarrollo y la implementación del sistema de monitoreo para las presas.

Durante esta fase, se identificarán las principales causas que pueden afectar la ejecución del proyecto, se incluyen factores técnicos, administrativos y socioeconómicos que influyen en la operatividad y seguridad de las presas. La sección descriptiva, por su parte, contextualiza el proyecto en relación con las políticas de infraestructura de Nicaragua, garantiza así el alineamiento con los objetivos estratégicos de seguridad de presas del país.

Las fuentes consultadas incluyen documentos de la Empresa Nicaragüense de Electricidad (Electricidad, s.f.) estudios de casos en infraestructura hídrica, y normativas específicas que regulan la construcción y rehabilitación de presas. Se ha empleado, además, la sexta y séptima edición de la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK®) para alinear los procesos con las mejores prácticas en gestión de proyectos (PMI, 2017). La recopilación y análisis de estos documentos se llevó a cabo entre el 20 de diciembre de 2023 y el 20 de febrero de 2024, se garantiza que el desarrollo del proyecto de rehabilitación esté basado en criterios actualizados y pertinentes.

Marco Teórico

En esta sección se da a conocer los conceptos relevantes que nutren la implementación del proyecto de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto, con un enfoque directamente en la planificación de su gestión. Se cubren conceptos de vital importancia como la definición de proyecto, su gestión correspondiente y el ciclo de vida que corresponden al marco definitivo para la adecuada gestión de los recursos y tiempos asignados para el desarrollo del plan.

La cobertura de estos conceptos permite contextualizar los detalles de gestión para la correcta aplicación del proyecto en las diversas presas, se toma en consideración la planificación y alineación con los objetivos establecidos por ENEL.

¿Qué es un Proyecto?

En esencia, un proyecto puede definirse ampliamente como “un esfuerzo temporal con el objetivo de crear un producto, servicio o resultado único” (PMI, 2017, p. 4), esta definición centraliza dos características esenciales: la temporalidad, que implica un inicio y un fin claramente definidos, y la unicidad, que indica que los resultados del proyecto son distintivos, se diferencia de las operaciones cotidianas y repetitivas en una organización. Kerzner (2022) compartía que los proyectos son el “vehículo mediante el cual las organizaciones implementan sus estrategias” (p.18), al tomar en consideración su desenvolvimiento fundamental en la innovación y en la adaptación al mercado.

Los proyectos, a lo largo de la historia, han permitido a las civilizaciones lograr avances significativos en infraestructura y tecnología. Desde hace siglos desde la construcción de las pirámides de Egipto o la red ferroviaria transcontinental en Estados Unidos. Esos logros históricos son ejemplos de cómo los proyectos ayudan a coordinar recursos y habilidades para solucionar problemas y avanzar como sociedad (Mantel, 2012). Según (Wysocki, 2014), los proyectos nos permiten enfrentar y solucionar desafíos complejos, lo que los hace esenciales para el desarrollo humano.

En el mundo de hoy, un proyecto no solo es una herramienta para lograr objetivos inmediatos, sino también un medio para que las organizaciones respondan a cambios en el mercado y sean más competitivas (Gray, 2020), Los proyectos no solo traen beneficios económicos, sino que también contribuyen al crecimiento sostenible y a la resiliencia de las organizaciones (Lock, 2018). Además, (Crawford, 2020) enfatiza que los proyectos son una forma de combinar distintos conocimientos y gestionar riesgos en entornos de incertidumbre, especialmente en un mundo cada vez más globalizado.

Un aspecto importante de un proyecto es su estructura temporal, ya que se trata de un esfuerzo con un objetivo claro y un marco específico de tiempo y recursos. (Dinsmore, 2014) afirman que, al tener un fin determinado, los proyectos necesitan técnicas de planificación y gestión específicas para lograr resultados exitosos dentro de esos límites. El (PMI, 2017) sugiere un conjunto de prácticas que ayudan a los gestores de proyectos a organizar y coordinar todos los aspectos involucrados.

(Turner, 2016) describe los proyectos como “sistemas de cambio, porque no solo buscan un resultado final, sino también transformar ideas en realidades prácticas” (p. 15). Para esto, es crucial que el proyecto tenga objetivos claros y que haya buena comunicación y asignación de recursos (Andersen, 2021). Un proyecto necesita, por tanto, de una planificación cuidadosa y de una estructura que lo haga posible, convierte una visión en un resultado tangible y medible.

En conclusión, los proyectos son motores del cambio en nuestras sociedades y en las organizaciones. Permiten poner en práctica ideas y cuando se gestionan correctamente, son herramientas poderosas para avanzar, innovar y adaptarse (Heldman, 2021).

¿Qué es la Gestión de Proyectos?

La gestión de proyectos es el arte y la ciencia de organizar y dirigir los recursos, las actividades y los tiempos para llevar un proyecto de la idea a la realidad. La clave de la gestión de proyectos es tener un enfoque claro y estructurado para lograr los objetivos específicos del proyecto. Como explica el (PMI, 2021), la gestión de proyectos implica aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para alcanzar los objetivos de un proyecto de manera eficiente y efectiva. Según (Kerzner, 2022), esto incluye “planificar, organizar, dirigir y controlar los recursos para cumplir con las metas establecidas” (p. 14).

Desde la década de 1950, la gestión de proyectos ha evolucionado considerablemente, pasa de ser una simple técnica de planificación a una disciplina compleja que integra varios enfoques y metodologías (Wysocki, 2014). Hoy en día, existen metodologías diversas, como el enfoque ágil y el tradicional, que permiten adaptar la gestión de proyectos a diferentes tipos de industria y entornos de cambio constante. Según (Agile Alliance, 2017), los enfoques ágiles, como Scrum y Kanban, son especialmente útiles para proyectos donde los requisitos cambian con frecuencia, como en el desarrollo de software.

La metodología del Project Management Body of Knowledge (PMBOK) del PMI divide la gestión de proyectos en cinco fases: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y cierre (PMI, 2017). Estas fases ayudan a los gerentes a dividir el trabajo en pasos manejables, lo cual hace más fácil coordinar los recursos y evaluar el progreso. (Burke, 2013) sostiene que esta estructura ayuda a los gestores de proyectos a manejar el cambio y responder a los problemas que puedan surgir durante el proyecto, así se optimiza el uso de los recursos.

Pero no todo es técnica en la gestión de proyectos. (Crawford, 2020) señala que el éxito de un proyecto depende en gran medida de las habilidades de liderazgo y comunicación del gerente. Esta persona debe coordinar y comunicar efectivamente entre todos los involucrados (stakeholders), quienes a menudo tienen intereses y expectativas diferentes. Esto hace que habilidades interpersonales como el liderazgo y la negociación sean tan importantes como las técnicas de planificación (Kerzner, 2022).

Uno de los roles fundamentales de la gestión de proyectos es identificar y mitigar riesgos. Según (Heldman, 2021), un buen plan de gestión de riesgos permite prever problemas y minimizar su impacto, lo que asegura que el proyecto se mantenga en el camino correcto. Esta capacidad de anticipación es esencial en proyectos complejos y en entornos cambiantes, donde los riesgos son altos y la adaptación rápida es crucial (Lock, 2018).

El Project Management Professional (PMP), una certificación del PMI, ha ayudado a estandarizar las prácticas de gestión de proyectos y ha elevado el perfil de esta disciplina en todo el mundo. Esto ha permitido un mejor intercambio de conocimientos y mejores prácticas entre los profesionales, lo que ha contribuido a mejorar la eficiencia y el éxito de los proyectos en diferentes industrias (Heldman, 2021).

Ciclo de Vida de un Proyecto

El ciclo de vida de un proyecto representa el conjunto de fases que un proyecto atraviesa desde su inicio hasta su cierre, proporcionando una estructura definida que ayuda en planificar, ejecutar y cerrar el proyecto de manera organizada. Este concepto es fundamental para la gestión de proyectos, ya que dividir las actividades en etapas gestionables facilita la asignación de recurso y la medición de progreso (PMI, 2017).

De acuerdo con (Turner, 2016) el ciclo de vida de un proyecto permite a los gerentes dividir las tareas en bloques, se organizan los recursos y los esfuerzos de manera óptima. Estas fases no solo facilitan el control del trabajo, sino que también establecen un marco de referencia para que los interesados evalúen el progreso y el cumplimiento de objetivos específicos a lo largo del proyecto (Mantel, 2012).

Fase de Inicio

La fase de inicio representa la base sobre la cual se construye el proyecto. Aquí, los interesados determinan los objetivos principales y el propósito del proyecto, definiendo sus alcances, limitaciones y recursos iniciales (Burke, 2013). Un aspecto clave en esta fase es la elaboración del acta de constitución del proyecto, que oficializa la aprobación para proceder con el proyecto y define el papel de los principales participantes (PMI, 2017). Según (Kerzner, 2022) esta fase también permite identificar riesgos potenciales y analizar la viabilidad del proyecto, lo cual es fundamental para asegurar un desarrollo adecuado.

Fase de Planificación

La planificación es la etapa donde se diseña la hoja de ruta del proyecto. Este plan incluye los objetivos específicos, el cronograma, los recursos, los costos y el análisis de riesgos asociados (Gray, 2020). Durante esta fase, el equipo define las actividades necesarias para completar el proyecto y establece metas y plazos específicos, lo cual permite mantener el enfoque y optimizar la eficiencia (Wysocki, 2014). Para (Andersen, 2021), la fase de planificación es esencial para la gestión de recursos y la coordinación del equipo, ya que permite asignar tareas y establecer un sistema de seguimiento que mantiene al equipo alineado con los objetivos.

Un aspecto esencial de la planificación es la definición de los criterios de éxito, que permiten evaluar la calidad y la efectividad del trabajo realizado. Según (Heldman, 2021) el éxito de un proyecto depende en gran medida de una buena planificación, ya que permite a los gerentes prever desafíos y coordinar esfuerzos de manera proactiva.

Fase de Ejecución

En la fase de ejecución, se implementan las actividades establecidas en el plan y el proyecto cobra vida. Durante esta etapa, el equipo de trabajo lleva a cabo las tareas de acuerdo con el cronograma y los estándares de calidad previamente establecidos (Lock, 2018). (Mantel, 2012) destaca que la ejecución es la fase que consume más recursos del proyecto, pues se dedica a la realización de tareas específicas para cumplir con los objetivos del proyecto.

(Dinsmore y Cabanis-Brewin, 2014) señalan que, durante la ejecución, el rol del gerente de proyecto es fundamental para coordinar actividades, resolver problemas y realizar ajustes en caso de ser necesario. Este liderazgo es clave para mantener el enfoque del equipo en los objetivos y asegurar que el trabajo avance conforme al plan (PMI, 2021), la supervisión y el control de calidad también son esenciales en esta fase para garantizar que el proyecto cumpla con los estándares deseados.

Fase de Cierre

La fase de cierre marca la finalización del proyecto y es fundamental para asegurar que se haya cumplido con todos los objetivos definidos. Según (Burke, 2013), el cierre implica una revisión completa del proyecto para documentar logros, desafíos y lecciones aprendidas, lo cual es valioso para futuros proyectos. El cierre formaliza la entrega del proyecto a los interesados, y el equipo se asegura de que todos los productos y servicios cumplan con los requisitos iniciales.

La revisión de las lecciones aprendidas es una actividad clave en esta fase. El (PMI, 2017) sostiene que este análisis final permite a las organizaciones mejorar sus procesos, evita errores recurrentes y optimiza sus prácticas para futuros proyectos. Esta etapa también incluye la liberación de los recursos asignados, permite que el equipo participe en nuevos proyectos y aplicar el conocimiento adquirido en este (Kerzner, 2022).

Es por eso por lo que un ciclo de vida debidamente definido es de vital importancia para la organización, y el éxito de un proyecto. Para (Crawford, 2020), las fases de ciclo de vida permiten gestionar los recursos de una manera eficiente y mitigar riesgos potenciales, brinda a los gerentes un sistema de control efectivo que facilita el cumplimiento de los objetivos y optimiza el tiempo y los costos. Según (Andersen, 2021) esta estructura permite a las organizaciones tener una visión clara de cada fase del proyecto y anticiparse a las necesidades y retos, mejora la comunicación y la coordinación entre los interesados.

Instrumentación en Presas

La instrumentación en represas es un conjunto de técnicas y herramientas diseñadas para monitorear, evaluar y garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento adecuado de este tipo de estructuras. Este tipo de monitoreo les permite a los encargados detectar de manera temprana cualquier cambio o anomalía que podría comprometer la integridad de la presa o su funcionamiento (USSD, 2015), la instrumentación en represas incluye sensores, sistemas de recolección de datos y herramientas o modelos de análisis, todas enfocadas en medir variables tales como desplazamientos, deformaciones, presión de agua y filtraciones (Fernández, 2020).

La importancia del monitoreo constante en una presa es esencial para su seguridad, ya que permite a los ingenieros identificar problemas potenciales antes de que se conviertan en amenazas de gran envergadura. Según (Brito, 2018), el monitoreo permite garantizar que la presa opere bajo condiciones seguras, contribuye al bienestar de las comunidades aledañas y a la protección del medio ambiente.

Parte de las principales variables de monitoreo, la instrumentación en represas se centra en varias de estas importantes que permiten evaluar la estabilidad estructural y la salud de la presa. Se destacan entre ellas:

- **Desplazamientos y deformaciones:** Estos parámetros miden cómo se mueve o deforma la estructura de la presa con el tiempo. Según (Casagrande, 2021) este tipo de medición es esencial para que se pueda detectar cualquier movimiento inesperado que pueda indicar una falla en la estructura. Los dispositivos comunes incluyen inclinómetros, extensómetros y topografía de precisión (Casagrande, 2021).
- **Presión de agua en el terreno:** esta variable, es una de las principales fuerzas que afectan la estabilidad de una presa. Medir la presión del agua subterránea, es de vital importancia para prevenir fallos por deslizamiento o desestabilización de la base de presa. Para controlar esta presión, se utilizan sensores llamados piezómetros, que permiten ayudar a evaluar como el agua afecta las diferentes capas de suelo alrededor de la presa (Fernández, 2020).
- **Filtraciones:** Las fugas o filtraciones, a través de las estructuras de la presa o del terreno adyacente, representan un riesgo de erosión que puede comprometer la integridad de la presa. Técnicas como la medición de caudales en drenes y galerías internas del eje de presa, junto con el uso de válvulas de control, permiten detectar filtraciones a tiempo y tomar las medidas correctivas adecuadas (Zhang, 2019).
- **Vibraciones y Sismos:** Los sistemas de monitoreo de vibraciones y eventos sísmicos, permiten evaluar cómo responde la presa a eventos de alta energía, como terremotos. Mediante el uso de acelerómetros, los ingenieros pueden medir la intensidad y frecuencia de estas vibraciones, lo que es de vital importancia en represas ubicadas en zonas de actividad sísmica (Lee, 2018).

La tecnología utilizada en la instrumentación de represas ha avanzado significativamente en las últimas décadas. Los sistemas modernos incluyen sensores de alta precisión, sistemas de comunicación remota y análisis de datos en tiempo real. Gracias a la evolución de la tecnología de comunicación, los datos recolectados por los sensores pueden ser transmitidos a centros de monitoreo donde se analizan y procesan continuamente (USSD, 2015).

Una de las innovaciones más importantes en instrumentación de represas es el uso de tecnologías inalámbricas, que permiten monitorear incluso zonas de difícil acceso. Los sistemas de comunicación inalámbrica permiten que los datos de los sensores se transmitan sin necesidad de cables, se reducen costos y se mejora la eficiencia del sistema (Crawford, 2019). Además, la inteligencia artificial y el análisis predictivo se están integrando a la instrumentación de represas, lo que permite identificar patrones en los datos y anticipar problemas antes de que ocurran (Brito, 2018).

Marco Metodológico

Enfoque del Proyecto

Enfoque del proyecto se aplicó un enfoque cualitativo, el cual fue adecuado para comprender las percepciones y experiencias tanto del personal de ENEL en sus presas como también personal del equipo de infraestructura de Campbell Scientific, respecto al seguimiento de normas y buenas prácticas referente al cuidado o buen mantenimiento en las presas. (Hernández et al., 2014) consideran que las investigaciones cualitativas “se basan más en una lógica y proceso inductivo (explorar y describir, luego generar perspectiva teórica” (pág. 8).

Tipo de Investigación

La investigación se clasificó como exploratoria y descriptiva, con el objetivo general de obtener conocimientos en colaboración con especialistas relacionados con la operación de las presas, y así como con expertos relacionados con la salud de presas. Además, se buscó aprovechar la experiencia de estos profesionales en la correcta manera de instrumentación y rehabilitación de presas, para establecer prácticas adecuadas de monitoreo para este tipo de estructuras.

La investigación exploratoria, cuyo objetivo principal fue identificar y comprender las necesidades que se cuentan en presas tomando en consideración la vida útil de estos proyectos, para lo cual (Hernández et al., 2014) mencionan que: “los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes” (pág. 91). Este tipo de investigación fue idónea, ya que, permitió obtener una visión preliminar de la situación actual y sentar las bases para futuros estudios más exhaustivos.

La investigación se clasificó como descriptiva, ya que este tipo de investigación es adecuado, ya que proporcionó una imagen clara de las prácticas, retos y oportunidades dentro de la implementación del plan de gestión de la rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto, ya que (Hernández et al., 2014), indican que las investigaciones descriptivas corresponden a aquellas que “son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación” (pág. 92). Este enfoque fue útil para obtener un diagnóstico preciso que podría orientar intervenciones futuras en la mejora del entendimiento en pro de la correcta implementación de prácticas que beneficien la vida de cada una de las presas.

Fuentes

En este proyecto se utilizaron fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias según (Esteban y Fernández, 2014) “a es la que no existe antes de desarrollar una investigación y se crea específicamente para ella, a través de observaciones, encuestas, o entrevistas o experimentos. La información primaria puede obtenerse con técnicas cuantitativas o cualitativas” (p. 57), Las fuentes secundarias, según (Esteban y Fernández, 2014), indica son:

Es la que está disponible antes de que surja la necesidad de contar con ella para llevar a cabo la investigación que la necesita. Esta información puede haber sido generada por la propia empresa, o por terceros, y entonces recibe los nombres de información secundaria interna o externa, respectivamente. (p.57)

Contienen información sintetizada y organizada, y las terciarias, según (Esteban y Fernández, 2014) indica “se presentan como datos de investigaciones anteriores señalados en estudios” (p.58).

Este proyecto utiliza fuentes primarias mediante entrevistas, a través de la investigación bibliográfica para sustentar teóricamente el análisis. Las fuentes primarias de esta investigación correspondieron a los testimonios de expertos, de los cuales se recolectaron datos directamente en las entrevistas aplicados a los sujetos interesados en el desarrollo e implementación del proyecto. Además, estaba la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMI, 2017) que, con referencia principal de este trabajo, sirvió como fuente primaria de información.

También como fuentes primarias de información, corresponden a los datos que se obtuvieron para la aplicación de las revisiones documentales, para estas técnicas se solicitaron documentos internos de lo relacionado, por ejemplo, herramientas y formatos del departamento de Infraestructura, reporte del contrato, reportes administrativos, específicamente los que generan datos que permitan desarrollar lo relacionado a la implantación de rehabilitación de las presas. Estos datos colaboraron con la creación de indicadores, de las líneas base, de los requerimientos y de los planes para el Plan del proyecto.

Por otro lado, como fuentes secundarias se contó con los datos externos de propuestas técnico-económicas, reportes de agendas de reuniones previas, así como los datos de informes, presentaciones y documentos del proyecto en el departamento

de infraestructura. Los cuales ofrecieron la perspectiva principal sobre lo que era y se necesitaba para implementar en el proyecto de rehabilitación de presas.

También como fuentes primarias de información, corresponden a los datos que se obtuvieron para la aplicación de las revisiones documentales, para estas técnicas se solicitaron documentos internos de Campbell Scientific, por ejemplo, herramientas y formatos de la Oficina de Proyectos, formulario de presentación de oferta, invitación de participación al proyecto. Estos datos colaboraron con la creación de indicadores, de las líneas base, de los requerimientos, y de los planes subsidiarios para el Plan del Proyecto.

Por otro lado, como parte de las fuentes secundarias se contó con los datos externos de cada una de las presas, como los datos de informes, presentaciones y documentos del proyecto de evaluaciones de integridad estructural, registros de eventos debido a la ausencia de instrumentación, así como también estudios de casos de instrumentación en otras represas, los cuales ofrecieron la perspectiva principal sobre lo que era y se necesitaba para implementar en el proyecto de rehabilitación de las presas.

Tamaño de Población, Muestra y Tipo de Muestreo

Dentro del marco del estudio, se empleó un modelo de muestreo por conveniencia para seleccionar a los participantes.

El tipo de muestreo utilizado fue no probabilístico por conveniencia, ya que cada individuo de una población tiene la posibilidad de ser elegido al azar mediante la estadística para participar en una muestra. Además, es por conveniencia porque es el investigador quien decide con qué muestra trabajar. (Editorial Grudemi, 2019, p. 18)

En el 2023, se da la implementación de participación del proyecto de rehabilitación de presas, donde los primeros sujetos que se consideraron para fortalecer este plan de gestión fueron tres profesionales clave, seleccionados estratégicamente mediante un muestreo dirigido al departamento de infraestructura, en Campbell Scientific.

Estos sujetos de información seleccionados fueron los referentes para la implementación del proyecto, lo que se obtuvo la comprensión de puntos de vista en cuestión de calidad de su desempeño en el mercado, ya que son los encargados de velar por la funcionalidad y correcta ejecución de los proyectos del departamento.

Hipótesis

Para el proyecto de rehabilitación y automatización de las presas Mancotal, El Dorado, y El Salto, estas administradas por la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL) en colaboración con Campbell Scientific (CSCC), se plantea algunas hipótesis que funcionan como parte de la implementación de la gestión de este proyecto, ya que nos permitirá respuestas tentativas a los inconvenientes relacionados con la eficiencia operativa, la seguridad de las presas, el control de los costos, vida útil de la estructura y el cumplimiento de normativas de gestión de proyectos.

Parte de los puntos por considerar es que se propone un plan de implementación de un sistema de monitoreo automatizado en las presas, donde permitirá la reducción de tiempo de respuesta y visualización de algún dato o valor en respuesta ante incidentes críticos. Esto permitirá la mejora en la operatividad y agilidad en respuesta operativa a la situación, ya que la automatización permitirá a ENEL identificar escenarios anómalos de una manera más sencilla y con esto ejecutar acciones que permitan corregir situaciones con mayor precisión.

Además, como parte del planteamiento y buenas prácticas de la gestión e implementación del proyecto, se cuenta con que podría considerarse una reducción en costos para ENEL relacionado con operaciones y mantenimientos, ya que se podría establecer que el uso adecuado de la tecnología en sistemas de monitoreo traería una disminución en los costos de mantenimiento no programados, lo que se podría beneficiar anticipando fallas o definición de planes que permitan minimizar los gastos asociados.

Asimismo, en cuanto a la vida útil de las estructuras, se propone que la correcta gestión en implementación de este tipo de proyectos relacionados a la rehabilitación y automatización extenderá la vida útil de las presas, sin necesidad de intervenciones de gran tamaño. Las modernizaciones respecto a la instrumentación año con año, permitirá un control más detallado y oportuno de las condiciones estructurales, así como preservar el buen estado de las presas.

Instrumentos

En este proyecto, se adoptó un enfoque cualitativo para la recolección de datos. Acorde con (Hernández et al., 2014) “en la recolección de datos cualitativos es conveniente tener varias fuentes de información” (pág. 460). En este contexto, se diseñó una entrevista como el principal instrumento de recolección de datos cualitativos, con el fin de medir las variables contenidas en la hipótesis, así como otras variables de interés relacionadas con la seguridad y rehabilitación de presas hidroeléctricas.

La entrevista fue aplicada a una muestra de tres ingenieros relacionados con temas de infraestructura y salud de represas, seleccionados a través de un muestreo por conveniencia. Las entrevistas fueron semiestructuradas, de esta manera permite tanto la exploración de temas predefinidos, como la profundización de temas emergentes durante la conversación. Este enfoque facilitó la obtención de datos profundos y pertinentes, esenciales para el análisis cualitativo de la información.

Fases del Proyecto de Rehabilitación de las Presas Mancotal, El Dorado y El Salto

Fase de Planificación y Diseño del Proyecto

La gestión óptima del proyecto de plan de gestión del Proyecto de Rehabilitación de las Presas Mancotal, El Dorado y El Salto, es de vital importancia para la implementación de tecnología que permita la correcta interpretación de mediciones en las presas. Por lo que un punto de gran importancia de este proyecto es el Plan que se encargará de guiar, con el objetivo de contar con el éxito en el proyecto y minimizar todo riesgo que se pueda enfrentar la inversión definida y todos los detalles relacionados.

El alcance del proyecto, Plan de Gestión del Proyecto de Rehabilitación de las Presas Mancotal, El Dorado y El Salto incluye la planificación, el diseño, desarrollo, pruebas y la puesta en marcha del sistema de monitoreo de taludes como meteorológicos en cada una de las presas. Esta rehabilitación de presas cumplirá con los requerimientos solicitados por ENEL, dueño del proyecto, establecidos en el contrato inicial. El alcance de este proyecto de igual manera también incluye la elaboración y entrega de fichas y reportes de instalación, implementación de un software de monitoreo de los equipos instalados en sitio y finalmente una capacitación del personal de ENEL en sus oficinas. La finalización de este proyecto se dará en el momento en el que se completa la instalación, puesta en marcha del software y la debida capacitación del personal y se entregue la documentación correspondiente así refleja la ejecución con éxito.

Plan de Gestión del Alcance. La gestión del alcance del proyecto de Rehabilitación de las Presas Mancotal, Presa El Dorado y Presa El Salto será responsabilidad el personal de Campbell Scientific, empresa encargada de realizar la implementación y puesta en marcha de los equipos de monitoreo e implementación de la plataforma de monitoreo y capacitación del personal de ENEL.

El gerente del proyecto, junto al patrocinador y las partes interesadas establecieron y aprobaron la documentación para llevar la disposición de medición del proyecto. Esta documentación incluirá listas de verificación de calidad de los entregables y métricas de desempeño del trabajo, como la instalación de los instrumentos de monitoreo, los sistemas de implementación de las estaciones meteorológicos y la implementación de la plataforma correspondiente.

Los cambios del alcance propuestos podrán ser iniciados por el personal relacionado directamente con el proyecto por parte de ENEL, las partes interesadas o cualquier miembro del equipo del proyecto. Todas las solicitudes de cambio se debieron enviar al gerente de proyecto, quien evaluará el impacto técnico, financiero y temporal del cambio que se solicitará. Una vez que fue evaluada la solicitud, el gerente del proyecto lo compartió con el grupo relacionado con la implementación del proyecto y al patrocinador del proyecto para su debida aprobación.

Tras haberse aprobado los cambios de alcance, el Gerente del Proyecto procedió a actualizar todos los documentos relacionados, como el cronograma, el presupuesto y

la EDT, y debió comunicar los cambios a todas las partes interesadas. Esta comunicación aseguró que todos los involucrados comprendan las modificaciones y los nuevos requisitos para la rehabilitación de las presas.

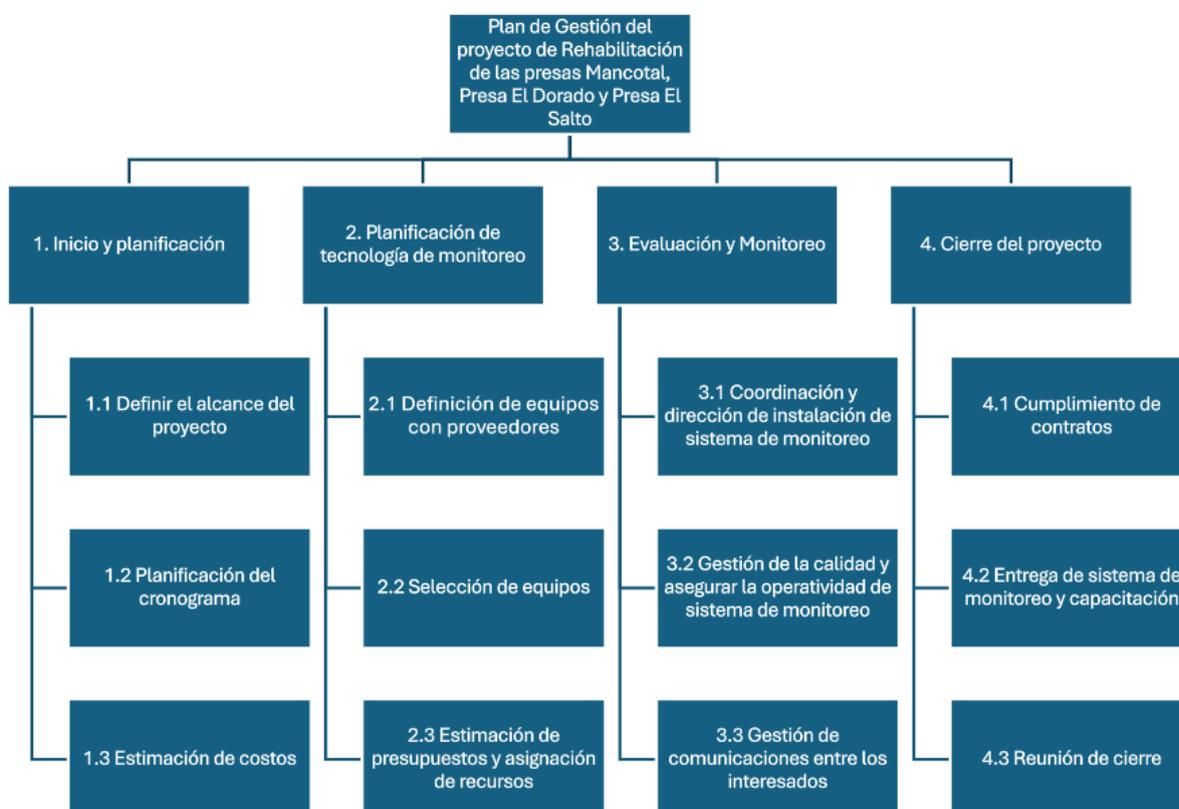
ENEL fue el responsable de aceptar formalmente los entregables finales del proyecto. Esta aceptación se basó en:

- Revisión completa de toda la documentación del proyecto
- Resultados de las pruebas de funcionalidad y puesta en marcha de los instrumentos instalados
- Validación de la plataforma para la captura y visualización de datos.
- Confirmación final de todas las tareas y paquetes de trabajo realizadas con la rehabilitación de las presas.

Finalmente, la aceptación formal del proyecto garantizó que el alcance definido inicialmente se haya cumplido de manera exitosa, contribuye al fortalecimiento de la seguridad y la operatividad de las presas rehabilitadas.

La gestión del alcance del proyecto se realiza mediante la realización de la Estructura de Desglose de Trabajo, EDT por sus siglas en inglés, la cual se presenta a continuación.

Figura 1
EDT del plan de gestión del proyecto de rehabilitación de las presas



Plan de Gestión del Cronograma. Como se observa en el Anexo 4, se gestionó el cronograma del proyecto rehabilitación de presas, donde se creó en MS Project, a partir de los entregables identificados y definidos en la estructura de trabajo (EDT) del proyecto. La definición de las actividades se identificaron las tareas de trabajo específicos que debieron realizarse para completar el proyecto. El consecutivo de actividades se utilizó para determinar el orden de los paquetes de trabajo y asignar relaciones entre las actividades del proyecto. La estimación de la duración de la actividad se utilizó para calcular el número de periodos de trabajo necesario para completar las asignaciones del proyecto y por ende la estimación de recurso se utilizó para asignar recurso a los paquetes de trabajo con el fin de completar el desarrollo de la programación.

Una vez se desarrolló el cronograma inicial, fue revisado por el equipo del desarrollo del proyecto, además de cualquier recurso asignado tentativamente a las tareas del proyecto. El equipo relacionado con el proyecto y los recursos debieron de estar de acuerdo con las asignaciones, tiempo estimado por tarea y cronograma de la asignación de trabajo definido. Una vez que esto se había logrado, ENEL procede a revisar y con esto la aprobación del cronograma para que finalmente se defina el modo en el que se basará la ejecución del proyecto.

Las funciones y responsabilidades para el desarrollo del cronograma son las siguientes:

En donde se definió la responsabilidad por cada una de las tareas, la secuencia y la estimación en la duración y los recursos con el resto del equipo del proyecto. Además, se definió un cronograma para cada una de las presas con sus tareas correspondientes, utilizando MS Project 2019 y así se verificará que el cronograma cumpla con las expectativas y tiempos estimados por las partes interesadas, y con esto la recepción por parte de ENEL como línea base del cronograma

El equipo de trabajo de Campbell Scientific, fue el responsable de participar en la definición del paquete de trabajo, el seguimiento, la duración y la estimación óptima de los recursos. Además, el equipo del proyecto también revisaba y validaba el cronograma propuesto y así verificaba la ejecución de las actividades asignadas una vez que se aprobara su ejecución.

ENEL como patrocinador del proyecto, participaba en las reuniones de seguimiento del cronograma para conocer el avance general del proyecto.

Plan de Gestión de Costos. En el Anexo 5, se presenta la estrategia para administrar e informar de manera efectiva el costo del proyecto durante su totalidad. El gerente de proyecto compartió de manera regular y proactiva el desempeño de costos en las reuniones mensuales de estado del proyecto, se utilizan cálculos de valor ganado. Además, se monitorearon de cerca las desviaciones de costos, se le proporciona al patrocinador del proyecto opciones que permitieron mantener este dentro del presupuesto establecido.

La gestión presupuestaria y la toma de decisiones sobre cambios potenciales fueron supervisadas por el patrocinador del proyecto ENEL, lo que asegura una dirección clara y alineada con los objetivos.

Se presentó de manera mensual al ENEL el índice de desempeño de costos (CPI) y el índice de desempeño del cronograma (SPI), lo que proporciona una visión precisa de las variaciones en el rendimiento de los costos y cronogramas. Esta información permitió evaluar el estado del proyecto, se identifican oportunidades para mantener los costos bajo control y asegurar la alineación con la línea base del cronograma, lo que facilita acciones correctivas cuando fue necesario.

Los cálculos de valor ganado se recopilaron de manera sistemática y se compartieron en las reuniones de estado del proyecto. Cualquier tendencia que indicara que los valores se acercaban o superaban las etapas críticas se comunicó de forma inmediata al ENEL, lo cual permite tomar decisiones rápidas y oportunas para mantener el proyecto en el buen camino

Plan de Gestión de la Calidad. Como se observa en el Anexo 6, para el proyecto de rehabilitación de presas, el personal involucrado en desempeñar la ejecución del proyecto contaba con un papel importante en la gestión de la calidad. Con esto se aseguraba que todo el equipo de trabajo ejecutara y terminara con un nivel adecuado de calidad en todas sus fases. Esto implicó no solo los entregables por cada fase del proyecto debieron cumplirse con los estándares de calidad, si no que cada tarea o asignación, debieron mantenerse al mismo nivel de calidad. Por lo que cada avance del proyecto debió ser realizado para que al final, el resultado fuese exitoso y se haya cumplido con los requisitos definidos.

Los siguientes roles fueron los responsables de la calidad para el proyecto:

ENEL como patrocinador del proyecto, se definió como el responsable de las aprobaciones de todos los estándares de calidad del proyecto de rehabilitación de presas. ENEL se encargaba de verificar las tareas y entregables del proyecto para así garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos y definidos. Además, al final se firma un acta de aceptación final del entregable del proyecto.

Además, se nombró como responsable el gerente de proyecto para la gestión de la calidad durante la ejecución del mismo. En este caso el gerente de proyecto fue el responsable de implementar que todos los estándares en las tareas, procesos y documentación cumplieran con el plan. Además, fue el responsable en comunicar y dar seguimiento a todos los estándares de calidad al equipo del proyecto y a las partes interesadas.

Para cumplir con los requisitos y expectativas de entrega, se debió implementar un proceso formal en el que se midieran y aceptaran los estándares de calidad. El Gerente de Proyecto se aseguró de que se cumplan todos los estándares de calidad y las actividades de control de calidad durante todo el proyecto. Si el Patrocinador del Proyecto y el CCB proponen y aprueban algún cambio, el Gerente del Proyecto es responsable de comunicar los cambios al equipo del proyecto y actualizar todos los planes y documentación del proyecto.

La garantía de calidad para el Proyecto de rehabilitación de presas aseguró que todos los procesos utilizados en la finalización del proyecto cumplieran con los estándares de calidad aceptables. Estos estándares de proceso están en su lugar para maximizar la eficiencia del proyecto.

Plan de Gestión de los Recursos. En el Anexo 4, el Calendario de Recursos fue desarrollado para garantizar la disponibilidad y asignación adecuada de los recursos necesarios para la rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto. Este calendario identificó los recursos clave, detalla los períodos específicos y las duraciones durante las cuales se requerirían, considera tanto las etapas críticas como las tareas especializadas del proyecto.

La planificación de los recursos fue acordada en conjunto con el Patrocinador del Proyecto, los Gerentes Funcionales y los equipos técnicos antes del inicio del proyecto. Esta colaboración permitió prever la disponibilidad de los recursos y minimizar interrupciones en las actividades planificadas.

El proyecto requirió una combinación de recursos humanos y técnicos, asignados según la naturaleza de las actividades. Los recursos clave incluyeron:

- Especialistas técnicos en instrumentación para la instalación y calibración de los equipos, como piezómetros, Dataloggers y acelerógrafos.
- Ingenieros civiles y expertos en estructuras hidráulicas para evaluar las condiciones de las presas y supervisar las obras de rehabilitación.
- Proveedores externos para suministrar los equipos especializados, garantizando entregas dentro de los plazos establecidos.
- Equipos de monitoreo y maquinaria pesada disponibles según el cronograma específico de cada presa.

El calendario fue diseñado para reflejar las siguientes asignaciones:

1. Fase de planificación y adquisición:
 - Involucró principalmente a los equipos de planificación, adquisiciones y proveedores para coordinar la entrega de los equipos.
2. Fase de instalación y calibración:
 - Requirió la participación intensiva de especialistas técnicos y el uso de maquinaria para realizar trabajos en sitio.
3. Fase de pruebas y ajuste:
 - Los especialistas técnicos trabajaron en conjunto con los ingenieros civiles para verificar la funcionalidad de los sistemas instalados.
4. Fase de cierre y entrega final:
 - Incluyó al equipo de proyecto completo para la revisión de los entregables, documentación final y transferencias operativas.

Aunque algunos recursos fueron necesarios durante toda la duración del proyecto, como el Gerente de Proyecto y el equipo de supervisión, otros recursos fueron requeridos de manera intermitente, depende de la etapa del proyecto. Para garantizar eficiencia, los recursos disponibles en tiempos de baja demanda fueron reasignados temporalmente a otros proyectos según las indicaciones de sus Gerentes Funcionales.

El proyecto operó bajo semanas laborales estándar de 40 horas, con ajustes ocasionales para atender actividades críticas en el sitio. Cualquier desviación de este horario fue planificada y comunicada con anticipación al equipo y a las partes interesadas.

Este enfoque detallado en la planificación y gestión de los recursos fue fundamental para el éxito del proyecto, se asegura que los equipos y materiales necesarios estuvieran disponibles en el momento oportuno y maximizar la eficiencia durante todas las fases de la rehabilitación de las presas.

Plan de Gestión de Comunicaciones. Este plan de gestión de comunicaciones estableció el marco de comunicaciones para el proyecto de rehabilitación de las presas de Mancotal, El Dorado y El Salto. El Anexo 7, funcionó como guía para las interacciones a lo largo de la vida del proyecto y se actualizaba según evolucionaba los requerimientos de comunicación. Con este plan se identificó y se definió los roles de los miembros del equipo del proyecto en relación con las interacciones, además de incluir una matriz de comunicaciones que mostró los requisitos de información, los canales de comunicación y las conductas esperadas en reuniones y otros medios. Además, se incluyó un directorio de equipo del proyecto para proporcionar información de contacto a todas las partes interesadas directamente involucradas.

- **Roles y Responsabilidades**
El Gerente del Proyecto desempeñó un papel central en garantizar comunicaciones efectivas. Se sigue la Matriz de Comunicaciones y se determinó:
 - Qué información debía ser compartida.
 - Quién era responsable de transmitirla.
 - En qué momento debía ser comunicada.
 - A quién debía dirigirse la información.

Gracias a este enfoque estructurado, se logró una comunicación clara entre el equipo, los patrocinadores y otras partes interesadas.

Reuniones del Proyecto. Antes de cada reunión programada, el Gerente del Proyecto se aseguraba de enviar una agenda con dos días de anticipación, permitiendo que los participantes tuvieran tiempo suficiente para prepararse. Durante las reuniones:

- Un especialista técnico, mantenía el enfoque en los tiempos establecidos, esto para evitar retrasos.
- Un registrador tomaba notas detalladas para garantizar que todas las decisiones y acuerdos quedaran documentados. Estas actas eran compartidas con el equipo dentro de las 24 horas posteriores.

Además, la puntualidad fue un elemento clave, y se pidió a todos minimizar distracciones, como apagar o silenciar los teléfonos móviles.

Uso del Correo Electrónico. El correo electrónico fue una herramienta fundamental para mantener la comunicación formal durante el proyecto. Nos aseguramos de que todos los mensajes fueran claros, profesionales y enviados a los destinatarios

correctos. Cuando surgían problemas, los correos incluían:

- Una descripción breve y directa del problema
- Información relevante para entender el contexto
- Recomendaciones para su resolución

En todo momento, el Gerente del Proyecto fue incluido en copia para garantizar un seguimiento adecuado y mantener un registro claro de las comunicaciones.

Comunicaciones Informales. Se reconoció que las interacciones informales son importancia en cualquier fase del proyecto. Sin embargo, para garantizar un manejo adecuado, cualquier inquietud, actualización o problema que surgiera en estas conversaciones estas fueron reportadas al gerente del proyecto. De esta forma, se pudieron tomar acciones formales y adecuadas cuando fue necesario.

Gracias a este enfoque organizado, logramos mantener una comunicación efectiva y constante entre todos los involucrados. Esto fue fundamental para el éxito del proyecto, ya que permitió alinear expectativas, resolver problemas de manera oportuna y asegurar que las decisiones tomadas beneficiaran la rehabilitación de las presas.

Plan de Gestión de los Riesgos. El plan de gestión de riesgos en el Anexo 8, fue diseñado para abordar de manera efectiva los desafíos asociados con el proyecto de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto. Durante su desarrollo, el equipo implementó estrategias cuidadosamente planificadas para identificar, evaluar y gestionar los riesgos potenciales, se prioriza la seguridad y la continuidad del proyecto. Este enfoque no solo permitió anticiparse a posibles problemas, sino también asegurar la correcta ejecución de actividades clave como la instalación de sistemas de monitoreo avanzados y la adquisición de equipos especializados.

El equipo del proyecto adoptó un enfoque proactivo y estructurado para gestionar los riesgos. Se comenzó con un análisis detallado para identificar y clasificar los riesgos asociados, se centra especialmente en áreas críticas como:

- La adquisición e instalación de equipos especializados, incluidos piezómetros, dataloggers y acelerógrafos.
- Los posibles factores ambientales que podrían haber afectado la instalación y operación en los sitios de las presas.
- Los retrasos logísticos relacionados con el suministro de materiales clave.

Los riesgos con mayor probabilidad e impacto fueron priorizados e integrados al cronograma del proyecto, lo que permitió la preparación y ejecución oportuna de medidas de mitigación. Por ejemplo, se realizaron evaluaciones técnicas previas para garantizar la compatibilidad de los equipos con las condiciones específicas de cada presa y se firmaron acuerdos con proveedores alternativos para minimizar el impacto de posibles retrasos.

Durante la ejecución del proyecto, cada riesgo identificado fue asignado a un responsable específico, quien monitoreó su evolución y ejecutó las respuestas planificadas. Estos responsables presentaron actualizaciones periódicas en reuniones

quincenales, donde el equipo discutió el estado de los riesgos y ajustó las estrategias según las circunstancias.

Algunas de las acciones implementadas incluyeron:

- **Prevención:** Se validaron todos los equipos adquiridos para garantizar que cumplieran con los requerimientos técnicos del proyecto y se aseguraron certificaciones de calidad por parte de los proveedores.
- **Mitigación:** Se establecieron rutas logísticas alternativas para el transporte de materiales críticos, reduciendo el impacto de posibles interrupciones.
- **Aceptación:** Para riesgos menores, se decidió monitorearlos sin destinar recursos adicionales, lo que permite concentrarse en los aspectos más críticos.

Una vez concluidas las actividades principales del proyecto, el equipo realizó una revisión exhaustiva de cada riesgo identificado y de las estrategias utilizadas para su manejo. Este análisis fue clave para documentar las lecciones aprendidas, que destacaron, por ejemplo, la importancia de involucrar a expertos técnicos en la selección de los acelerógrafos y piezómetros, así como la necesidad de mejorar los tiempos de respuesta en la logística de adquisiciones.

Como parte del cierre, el equipo también identificó oportunidades de mejora para futuros proyectos, se incluye:

- Optimizar la coordinación con los proveedores para reducir retrasos.
- Realizar simulacros previos en las instalaciones para prever desafíos técnicos.
- Reforzar la capacitación del personal en el uso de los sistemas instalados.

Estas lecciones aprendidas no solo enriquecieron la base de conocimiento de la organización, sino que también fortalecieron la capacidad del equipo para gestionar proyectos similares en el futuro, se asegura un enfoque más eficiente y humano en la gestión de riesgos.

Plan de Gestión de las Adquisiciones. Durante la ejecución del proyecto de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto, se gestionaron las adquisiciones necesarias para garantizar la implementación adecuada de los sistemas de monitoreo, recolección y visualización de datos, como en el Anexo 9 se detalla.

Se supervisa y gestionó las actividades relacionadas con las adquisiciones en el marco del proyecto. Punto importante se consideró que se tenía autorizado en aprobar todas las acciones necesarias de adquisición de hasta \$50,000.00, ya que cualquier adquisición o compra que haya sobrepasado esta cantidad debió ser aprobada por ENEL.

Para este proyecto se requirió la adquisición de diferentes componentes de vital importancia para el desarrollo del proyecto, (tal como se muestra en los anexos) en coordinación con el equipo de desarrollo de trabajo, se identificó cada uno de los artículos y servicios requeridos.

Todos los equipos necesarios se identificaron, se gestionaron y se documentaron para conocer su capacidad técnica para posteriormente se hiciera la solicitud de equipos a

cada una de las fábricas a través de los grupos de compras de Campbell Scientific.

Previamente, se evaluó diferentes opciones de equipos y proveedores (revisar), así como diferentes maneras en las que se implementarían para el desarrollo del proyecto, y con esta gestión se logró las adquisiciones necesarias en tiempo requerido, lo cual permite la instalación de los sistemas de monitoreo y visualización de funcionalidad, lo cual representa un pilar importante en la operatividad de los sistemas.

Plan de Gestión de los Interesados. Durante la planificación del proyecto de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto, se identificaron los interesados clave, se considera su grado de cobertura en el proyecto y el impacto que este podría tener sobre cada una de las tareas y el entregable final.

Como se detalla en el Anexo 10, el equipo del proyecto realizó un análisis exhaustivo para determinar las necesidades específicas de participación y comunicación de cada interesado clave. Este análisis permitió anticipar posibles conflictos, abordar preocupaciones específicas y alinear intereses hacia los objetivos del proyecto.

Entre los interesados se incluyeron actores con un alto grado de poder de decisorio, como los representantes de ingeniería, empresas fabricantes como Geokon, Campbell Scientific, así como el patrocinador como lo es ENEL. Este análisis también permitió anticipar y abordar posibles resistencias lo que resultó fundamental para alinear intereses y generar confianza.

El análisis de interesados se realizó mediante una matriz de poder e interés, lo que facilitó la categorización de los actores en función de su nivel de influencia y su grado de interés en el proyecto. Los resultados de este análisis sirvieron para diseñar estrategias de comunicación y participación específicas, ajustadas a las necesidades de cada grupo.

Por ejemplo, los representantes de ENEL, debido a su papel regulador, fueron considerados críticos para el éxito del proyecto. Para garantizar su apoyo y participación, se les integró en el comité directivo del proyecto, donde colaboraron en la toma de decisiones clave. Por otro lado, las comunidades locales, que enfrentaban preocupaciones sobre el impacto en el suministro de agua y la seguridad de las obras, fueron incluidas en un programa de comunicación que consistió en reuniones mensuales para compartir avances y resolver inquietudes directamente.

En el caso de los proveedores de equipos especializados, como piezómetros y acelerógrafos, se estableció un canal de comunicación regular para monitorear el cumplimiento de los cronogramas de entrega y evitar retrasos que pudieran comprometer las actividades programadas. De manera similar, los contratistas de obra civil, aunque con un menor nivel de interés, desempeñaron un papel crucial en la ejecución de tareas específicas. Por ello, se les proporcionó información técnica clara y constante para garantizar su desempeño adecuado.

A lo largo del proyecto, se llevaron a cabo reuniones periódicas tanto con los interesados clave como con otros grupos de apoyo. Estas reuniones no solo ayudaron a mantener a todos informados sobre los avances, sino que también facilitaron la

resolución de problemas de manera oportuna. Las inquietudes relacionadas con los tiempos de instalación y maneras de instalación, por ejemplo, se abordaron mediante la presentación de fichas técnicas que respaldaron la seguridad y sostenibilidad del proyecto.

El plan de gestión de interesados fue un documento que se actualizó continuamente en función de las dinámicas del proyecto y la aparición de nuevos actores relevantes. Al concluir el proyecto, se realizó un análisis detallado sobre la efectividad de las estrategias implementadas, se identifican oportunidades de mejora que se documentaron como parte de las lecciones aprendidas.

Este enfoque permitió establecer una relación sólida y efectiva con los interesados, contribuyendo al éxito del proyecto de rehabilitación de las presas y asegurando el cumplimiento de sus objetivos de manera colaborativa y transparente.

Fase de Ejecución del Proyecto

La fase de ejecución del proyecto de gestión de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto, representa los detalles de las implementaciones de los distintos planes considerados para el diseño de la gestión del proyecto.

Durante el proceso de dirección y gestión se supervisaron las actividades del equipo del proyecto a través del cronograma, para así asegurar que las tareas se llevarán a cabo de la mejor manera según lo planificado en el plan de gestión del proyecto. Esto conllevó la dirección constante del personal para la ejecución y cada una de las tareas, así como también el recurso necesario para cumplirlos.

Como equipo de gestión de proyecto, se utilizó la herramienta MS Project para monitorear los hitos logrados y así tener el control del progreso de avance. Además, se conciliaron reuniones semanales de seguimiento, donde se verificaban cada uno de los hitos completados y se analizaban los posibles retrasos y sus consecuencias, ya que fueron fundamentales para el ajuste de cada una de las actividades y así, asegurar el cumplimiento del cronograma.

Parte de la gestión de calidad en el proyecto fueron las prioridades, ya que se implementaron procedimientos que incluyeron las inspecciones regulares, con esto también revisión y gestión de reportes e informes de progreso y la utilización de metodologías ágiles que permitieron abordar cualquier desviación presentada.

Gestión de Comunicación. Parte de las gestiones de comunicaciones, fue de gran importancia asegurar que todos los miembros del equipos y parte de los interesados estuvieran completamente alineados durante todas las fases, en especial en la de ejecución del proyecto. Esto implicó un sistema de asignaciones integral que forman parte múltiples vías para compartir información, como, por ejemplo, archivos en la nube, correos electrónicos y plataformas de gestión de proyectos como Share Point y OneDrive. Parte de la información se enviaron mensualmente a las partes interesadas, además se realizaban reuniones de coordinación del grupo, de manera semanal para verificar avances, retos y soluciones

La implementación de una comunicación abierta permitió que todos los involucrados

estuvieran informados de las decisiones críticas y de las acciones que podrían afectar el avance del proyecto

Gestión de los Interesados. Una de las gestiones que permitieron el éxito en la ejecución del proyecto fue el involucramiento de las partes interesadas, ya que permitieron identificar todas las partes de mayor importancia como los pormenores que pudieron afectar el proyecto. A través de un plan de gestión de partes interesadas, se realizó un análisis detallado de sus puntos de vista, que permitió la creación de estrategias tipificadas para cada una de las tareas.

Parte del plan de organizar reuniones periódicas que permitieron conocer los avances del proyecto y así abarcar cualquier necesidad que se deba cumplir, porque ayudó en prevenir posibles conflictos y así mitigar los posibles retrasos causados por algún tema en específico. La colaboración constante con el grupo de interesados, en este caso el grupo de trabajo de Campbell Scientific y ENEL, fue de vital importancia para así garantizar que cada una las obras se pudieran realizar con éxito.

Gestión de Calidad. La gestión de calidad en el proyecto en la fase de ejecución formó parte de una de las mayores prioridades dado que se trataba de un proyecto de infraestructura y su vital importancia lo hacía crítico respecto a la seguridad de las presas a nivel hídrico.

Parte de los criterios evaluados fueron seleccionados como la durabilidad del sistema implementado para la obtención de los datos, calidad en la ejecución del sistema de monitoreo, así como también la calidad del producto y calidad de la instalación de cada uno de los sensores.

Gestión de los Recursos. La gestión de los recursos fue clave para mantener el proyecto en los márgenes del presupuesto y así garantizar su ejecución eficiente, así que se realizó la asignación a cada una de las tareas, y recursos humanos correspondientes de acuerdo con las necesidades que se tenían para cada una de las fases del proyecto, lo que permitió evitar o mitigar sobrecargas de trabajo y con esto garantizar que en el proyecto se contara tanto con el material o equipos así como también con el recurso humano necesario para realizar las tareas asignadas.

Además, la gestión de los recursos humanos, disponibilidad y su costo, fue de gran importancia, ya que el proyecto a un equipo de diversas capacidades, como técnicos instrumentistas, ingenieros en informática e ingenieros civiles, así como personal administrativo, lo cual permitió una ejecución continua para garantizar que todos los miembros del equipo estuvieran actualizados sobre cada una de las tareas ejecutadas.

Adquisiciones y Contratos. La fase de ejecución también implicó la adquisición de equipos y servicios necesarios para la rehabilitación de las presas. Se siguió el plan de adquisiciones previamente establecido, que especificaba cada uno de los procedimientos para realizar la adquisición de los equipos necesarios para la ejecución, así como equipos especializados relacionados con los servicios de ingeniería.

El proceso de adquisición fue de manera directa hacia los proveedores de equipos de

las cuales se requerirían para el desarrollo del proyecto, ya que, a partir de diferentes parámetros técnicos, los proveedores de los equipos reúnen características significativas que les permite el cumplimiento.

Gestión de Riesgos. El monitoreo continuo de los riesgos en cada una de las tareas asignadas fue de gran importancia durante la fase de ejecución, dado que el proyecto implicaba trabajar en lugares remoto, políticamente Nicaragua presenta ciertos requisitos de ingreso, además se considera la disponibilidad de los equipos en cada uno de los sitios, así como contar con una estructura en la red de comunicación robusta que permitiera la integración del sistema sin inconvenientes.

Los riesgos considerados, fueron monitoreados, así como considerados a través de reuniones de revisión de riesgos mensuales y así que permitieran ajustar los planes de ejecución en caso de ser necesario. Parte del plan de gestión de riesgos permitió minimizar el posible impacto que hubiese podido afectar algún evento y haya podido causar algún cambio, lo que afectó directamente tanto el cronograma como los costos de ejecución.

Gestión de Cambios. Durante la ejecución del proyecto, se enumeraron cambios en el sector que requerirían cambios en sus tecnologías, así como en la necesidad de ajustar posibles intervenciones en las presas en cuanto se identificaban, para así realizar notificaciones al personal de patrocinador del proyecto.

Cualquier solicitud de cambio fue evaluada en términos del posible impacto que podría tener en el cronograma costos directamente y consecuente con la calidad de proyecto, además para cada cambio efectuado, la aprobación debía ser comunicada, actualizada y aprobada por los interesados del proyecto.

Ejecución de Tareas y Actividades. La ejecución de cada una de las tareas definidas para el proyecto de rehabilitación de presas fue un trabajo detallado en donde se enfocó en la reestructuración de sistemas de monitoreo para un óptimo funcionamiento de las presas. Estas actividades abarcaron una serie de preámbulo que permitieron conocer lo necesario para su implementación, tales como: movimiento en taludes, movimiento de bloques en el eje de presa, así como también filtraciones de agua en bloques de la presa.

Cada una de estas actividades, fue llevada a cabo acorde a las tareas establecidas en el cronograma, bajo los estándares de definidos en el plan de Gestión de Proyectos, ya que se siguió un enfoque estructurado para dividir las actividades por realizar en fases específicas, como la inspección inicial, diseño de las soluciones técnicas a implementar, posibles reparaciones y consecuente con las pruebas finales. Permitted así una ejecución de las tareas de una manera eficiente, que disminuyera toda afectación o interrupción (PMI, 2021).

El monitoreo de las actividades por parte de los interesados del proyecto permitió que cada una las tareas se cumplieran con las especificaciones estipuladas, y así estas revisiones permitieron en su momento identificar y corregir posibles desviaciones en el tiempo ideal. Además, los reportes de avances permitieron considerar un cumplimiento en cada una de las tareas en el momento en que se realizaron.

Gestión de Integración del Proyecto. La integración del proyecto fue un proceso constante buscando coordinar diferentes actividades o tareas y con esto la ejecución de una manera eficiente para así alcanzar cada uno de los objetivos propuestos. Esto permitió evitar desviaciones que hubiesen podido perjudicar el rendimiento del equipo en cuestión de implantación de tareas como con los equipos necesarios para la implementación del sistema de monitoreo.

El rol del gerente de proyectos fue suma importancia para unificar la toma de decisiones y verificar el seguimiento e implementación de cada una de las estrategias. Esto incluyó reuniones regulares para asegurarse del progreso de las actividades y resolver problemas emergentes que se hayan tenido que abarcar.

Un aspecto clave fue la utilización de tecnologías de gestión de proyectos, como software de planificación y monitoreo, que facilitó la integración de datos y permitió una visión consolidada del progreso.

Fase de Monitoreo y Control del Proyecto

Monitoreo del Plan de Proyecto. El monitoreo del plan del proyecto de rehabilitación de presas fue un proceso esencial para garantizar que el cronograma y los recursos se gestionaran adecuadamente. Se utilizó el método de la ruta crítica (CPM) para identificar y priorizar los hitos esenciales, como el reforzamiento estructural de las compuertas y la instalación de nuevos sistemas hidráulicos. Esta técnica permitió al equipo de gestión determinar las actividades críticas que debían completarse a tiempo para evitar impactos negativos en el cronograma general.

Además, se implementaron revisiones periódicas del plan para evaluar su vigencia frente a los cambios en las condiciones del proyecto, como las limitaciones climáticas o logísticas que podían surgir. Estas evaluaciones incluyeron la creación de simulaciones al utilizar herramientas de software de gestión de proyectos avanzadas, lo que permitió prever retrasos potenciales y ajustar los cronogramas proactivamente. Este enfoque fue clave para garantizar que el proyecto permaneciera alineado con los objetivos iniciales y entregara los beneficios esperados según lo planificado (PMI, 2021).

Evaluación del Progreso. La evaluación del progreso fue un proceso continuo que se basó en comparaciones regulares entre el avance real del proyecto y el plan establecido. Se llevaron a cabo reuniones semanales de seguimiento, en las que se presentaron informes detallados de las actividades realizadas, los resultados alcanzados y las desviaciones identificadas. Los indicadores clave de desempeño (KPIs), como el índice de desempeño del cronograma (SPI) y el índice de desempeño del costo (CPI), fueron esenciales para medir la eficiencia y la eficacia del proyecto. Por ejemplo, cuando el SPI indicaba un retraso, se implementaban planes de recuperación específicos, como la reasignación de personal o la extensión de turnos laborales.

Esta metodología no solo permitió identificar problemas de manera temprana, sino que también ayudó a mantener informadas a las partes interesadas sobre el progreso del proyecto y las medidas correctivas aplicadas (Lock, 2020).

Gestión del Recurso. La gestión eficiente de los recursos fue fundamental para el éxito de la rehabilitación de presas. Esto incluyó la asignación adecuada de personal técnico, la disponibilidad de maquinaria especializada y la optimización del presupuesto asignado. Se utilizó un enfoque dinámico para reasignar recursos en función de las necesidades cambiantes del proyecto, asegura que las áreas críticas, como el mantenimiento de las estructuras principales y la modernización de los sistemas de monitoreo, recibieran la atención necesaria.

Además, se establecieron controles financieros estrictos para evitar sobrecostos y garantizar que los fondos disponibles se utilizaran de manera eficiente. Estos controles se complementaron con el uso de herramientas digitales para generar reportes de gasto en tiempo real y permitir ajustes oportunos en la gestión de recursos (Kerzner, 2022).

Gestión de Riesgo. El control de riesgos fue un proceso iterativo que se enfocó en identificar y mitigar riesgos asociados con la ejecución del proyecto. Se actualizó continuamente el registro de riesgos, se incorporan nuevos desafíos como condiciones climáticas adversas o problemas en la cadena de suministro. Para cada riesgo identificado, se desarrollaron estrategias de mitigación específicas. Por ejemplo, en el caso de retrasos por lluvias intensas, se instalaron estructuras temporales para proteger las áreas de trabajo.

Asimismo, se asignaron fondos de contingencia para cubrir gastos imprevistos, garantiza que las operaciones críticas pudieran continuar sin interrupciones significativas (PMI, 2021).

Control de la Comunicación. La comunicación efectiva entre los equipos y las partes interesadas fue clave para el monitoreo y control del proyecto. Se implementaron canales de comunicación digital que permitieron la transmisión en tiempo real de informes de estado, avances y problemas. Esto garantizó que todas las partes relevantes estuvieran informadas y pudieran participar en la toma de decisiones. Los reportes semanales incluían detalles sobre el progreso físico y financiero del proyecto, lo que mejoró la transparencia y fomentó la confianza entre los interesados. Además, se realizaron reuniones virtuales y presenciales para abordar inquietudes específicas y coordinar esfuerzos entre los diferentes equipos (Heldman, 2021).

Medición del Desempeño. La medición del desempeño se centró en el uso de métricas clave como el SPI y el CPI, que permitieron monitorear la eficiencia del proyecto en términos de tiempo y costos. Estas métricas proporcionaron una visión clara de las áreas donde se requerían mejoras. Por ejemplo, cuando el SPI mostró un retraso en la instalación de ciertos componentes hidráulicos, se tomaron medidas para aumentar la productividad en esas áreas. El monitoreo continuo de estas métricas aseguró que el proyecto se mantuviera dentro del alcance y presupuesto establecidos, lo que minimiza las desviaciones (Kerzner, 2022).

Gestión de Cambios. La gestión de cambios fue un aspecto crítico para mantener el control del proyecto. Todas las solicitudes de cambio se evaluaron mediante un comité especializado que analizó su impacto en el alcance, el cronograma y el presupuesto. Un ejemplo destacado fue la incorporación de nuevos materiales más duraderos para ciertas estructuras, lo que implicó ajustes en los costos, pero ofreció beneficios a largo plazo. Este enfoque estructurado para gestionar cambios ayudó a minimizar los riesgos y asegurar la aceptación de las partes interesadas (PMI, 2021).

Documentación. La documentación detallada fue esencial para garantizar la trazabilidad y el aprendizaje organizacional, como se detalla en el Anexo 13 de Lecciones Aprendidas. Se mantuvieron registros exhaustivos de incidentes, lecciones aprendidas e hitos alcanzados. Además, se elaboraron informes periódicos de riesgos y pronósticos actualizados del cronograma. Estos documentos no solo apoyaron la gestión del proyecto en curso, sino que también sirvieron como referencia para futuros proyectos similares en la región, además fortalece las capacidades de gestión de la organización (Lock, 2020).

Fase de Cierre

Procedimientos de Cierre del Proyecto. La fase de cierre del proyecto de rehabilitación de presas inició con la ejecución de procedimientos estructurados para garantizar un cierre formal y documentado, como se muestra en el Anexo 12 del Acta del Cierre. Estos procedimientos incluyeron la revisión exhaustiva del cumplimiento de los objetivos planteados, la validación de los entregables y la confirmación de que se cumplían los requisitos de las partes interesadas. Se realizó una auditoría final que abarcó todos los aspectos del proyecto, desde la calidad de los resultados hasta la adherencia al presupuesto y el cronograma. La implementación de un checklist de cierre permitió verificar que todos los contratos, autorizaciones y actividades administrativas estuvieran concluidos. Este enfoque sistemático aseguró una transición fluida hacia las operaciones regulares y minimizó los riesgos asociados al cierre del proyecto (Kerzner, 2022).

Cierre del Proyecto con la Entrega del Producto Final y Aceptación del Entregable. La entrega del producto final, consistente en las presas rehabilitadas y los sistemas modernizados, se realizó en presencia de las principales partes interesadas, incluidas las autoridades gubernamentales y las comunidades locales. Se llevaron a cabo inspecciones conjuntas para verificar que todos los elementos cumplieran con las especificaciones técnicas establecidas y los estándares de calidad requeridos.

Además, se elaboró un acta de aceptación formal que documentó la conformidad de los entregables con los objetivos iniciales del proyecto. Este proceso también incluyó sesiones de capacitación para los operadores de las presas, garantiza que las mejoras fueran utilizadas de manera efectiva y segura. Este enfoque permitió no solo cumplir con los requisitos del contrato, sino también fortalecer la confianza y satisfacción de las partes interesadas (Lock, 2020).

Recopilación de Lecciones Aprendidas con el Equipo y Reunión de Retrospectiva. El equipo del proyecto llevó a cabo una reunión de retrospectiva final para analizar los aspectos positivos y las áreas de mejora identificadas durante la ejecución del proyecto. Se recopilaron lecciones aprendidas relacionadas con la gestión de riesgos, la comunicación interdepartamental y la coordinación logística. Por ejemplo, se destacó la importancia de establecer protocolos más estrictos para la gestión de cambios, ya que algunos ajustes inesperados generaron sobrecostos.

Estas lecciones se documentaron en un informe detallado que servirá como referencia para proyectos futuros, lo que promueve la mejora continua en la gestión de proyectos de infraestructura (PMI, 2021).

Liberación de Recursos. Una vez completadas las actividades del proyecto, se procedió a la liberación gradual de los recursos asignados. El personal técnico y administrativo fue reasignado a otros proyectos, mientras que los equipos y materiales restantes se devolvieron al inventario o se dispusieron según los procedimientos establecidos.

Además, se verificó que todos los costos asociados con los recursos fueran debidamente contabilizados y que no existieran compromisos financieros pendientes. Este proceso ayudó a optimizar el uso de recursos organizacionales y a cerrar el proyecto de manera eficiente (Kerzner, 2022).

Documentación de Cierre de Contratos. El cierre de contratos fue una actividad crítica en esta fase, que implicó revisar y archivar toda la documentación contractual. Esto incluyó la verificación de pagos finales, la recepción de bienes y servicios pendientes, y la resolución de cualquier disputa o reclamo abierto. Se utilizó un sistema de gestión documental para centralizar toda la información relevante, se asegura que estuviera disponible para auditorías futuras y referencias legales.

Además, se realizó una evaluación del desempeño de los proveedores y contratistas, generando informes que destacaron sus fortalezas y áreas de mejora. Este enfoque garantizó un cierre contractual transparente y bien documentado, lo que contribuyó a fortalecer las relaciones con los socios comerciales (PMI, 2021).

Conclusiones

El proyecto de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto se concluyó con éxito, se logra cumplir con los objetivos tanto general como específicos planteados a través de la gestión inicial organizada y el uso de buenas prácticas del PMI, como se definió en el Plan de Gestión del Proyecto. Con lo que respecta al ciclo de vida del proyecto, se consideraron los aspectos críticos para abordar las necesidades actuales del patrocinador del proyecto y de las partes interesadas, se enfatiza la importancia de comprender a profundidad las condiciones en las que se encuentran de las presas y las expectativas de los beneficiarios planteados en el plan de gestión del proyecto.

Este análisis inicial permitió disponer de un plan general que incluyó prácticas basadas en el *PMBOK*, y así garantizar la alineación y necesidad del proyecto con los objetivos estratégicos y operativos definidos. En la planificación, se incorporaron

metodologías necesarias para la gestión de calidad, gestión de recursos y adquisiciones, permitió así una distribución adecuada de los materiales y una elección apropiada de los proveedores. La ejecución del plan se determinó por una supervisión práctica y una comunicación clara entre los equipos de trabajo y las partes interesadas, y con esto habilitada por tácticas de capacitación y el uso de herramientas tecnológicas modernas que facilitaron el alcance del progreso y la resolución a posibles diferencias en un tiempo determinado.

Se dio mayor importancia a la ejecución de estrategias específicas para la mitigación de riesgos, como la identificación temprana de posibles fallos estructurales en los sistemas de comunicación o limitaciones presupuestarias, se considera que el proyecto fue en el extranjero. Estos riesgos fueron monitoreados de manera constante, y se aplicaron medidas preventivas y correctivas para garantizar la sostenibilidad del proyecto. Asimismo, la gestión del cambio desempeñó un rol importante, permitiendo la consideración de ajustes necesarios sin comprometer el cronograma, el presupuesto ni el alcance del proyecto.

Durante la ejecución, se propuso una orientación colaborativa entre las partes interesadas, tomando en consideración que todas las decisiones fueran tomadas de manera consensuada y alineadas con las expectativas del proyecto. Esto resultó en la entrega a tiempo y en la aceptación del producto final por parte de los interesados, se cumplió con los estándares de calidad definidos y se garantizó la funcionalidad de los sistemas de monitoreo en cada una de las presas rehabilitadas, en el marco de visualización de datos de importancia para la salud de las presas.

En la etapa final, el cierre del proyecto se realizó de manera fluida, aseguró que todas las tareas fueran documentadas apropiadamente. Se elaboraron informes detallados de cierre, que incluyeron lecciones aprendidas, registros de posibles incidentes en el momento de la ejecución del proyecto y una evaluación conjunta del desempeño del equipo. La liberación de recursos se efectuó de manera estratégica, permitió su redistribución hacia otras tareas por desarrollar de manera estratégica. Este proceso detallado destacó la importancia de la planificación y la gestión eficaz como pilares de gran importancia para el éxito de proyectos complejos de infraestructura.

En conclusión, el proyecto no solo cumplió sus objetivos específicos, sino que también generó aprendizajes valiosos que servirán como referencia para futuros proyectos en el sector, se subrayó la relevancia de aplicar estándares internacionales y fomentar la colaboración entre todos los actores involucrados.

Recomendaciones

Es de gran importancia fortalecer el plan de gestión del proyecto al usar su documentación y revisión continua, se incluye lecciones aprendidas y riesgos conforme al avance de la ejecución, lo que dará una mejor capacitación para futuros proyectos similares y así se optimizará la gestión de recursos y el cronograma. Además, como parte de otro proceso, se debe enfatizar en la implementación de sistemas de monitoreo actualizado, se consideran sensores piezométricos y acelerógrafos, para garantizar la seguridad de operación de cada una de las presas y así contar con una mejor capacidad de respuesta ante posibles emergencias.

Paralelamente, es recomendable definir un programa continuo de capacitación técnica para el personal de ENEL, que se enfoque en el uso del software que se ha implementado para el monitoreo de los equipos, además considerar un mantenimiento a cada uno de los equipos y el análisis de los datos y con esto, asegura así una continua operatividad y sostenibilidad del sistema. Además, se recomienda incorporar auditorías y planes de mantenimientos preventivos regulares que permitan las inspecciones detalladas y análisis de datos históricos, se considera garantizar el adecuado funcionamiento de los sistemas incorporados en las presas, y así lograr detectar posibles fallos antes de que sucedan situaciones de alto riesgo. Estas acciones ayudarán en maximizar los beneficios del proyecto, y con esto asegurar la seguridad, operación del sistema y sostenibilidad de las presas rehabilitadas y así, definir mejores prácticas para proyectos futuros de infraestructura.

Discusión

El proyecto de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto, liderado por ENEL, ha representado un ejemplo sobresaliente de cómo la planificación estratégica y la implementación de tecnología avanzada pueden generar un impacto significativo en la seguridad y sostenibilidad de infraestructuras críticas. A través de la incorporación de sistemas de monitoreo de Campbell Scientific, se ha logrado no solo modernizar el seguimiento del estado de estas presas, sino también establecer un marco para la gestión de riesgos más eficiente y proactiva.

Un factor determinante para el éxito del proyecto ha sido el enfoque en la capacitación del personal de ENEL, se asegura que puedan operar y mantener el sistema de manera autónoma. Esto no solo refuerza la sostenibilidad del proyecto a largo plazo, sino que también contribuye al fortalecimiento de capacidades locales en la gestión de recursos de monitoreo de información local en cada una de las presas.

Desde una perspectiva de gestión de proyectos, se ha puesto en evidencia la importancia de seguir un ciclo de vida riguroso, apoyado en las buenas prácticas recomendadas por el PMI. Cada fase del proyecto, desde la planificación hasta la ejecución, ha sido cuidadosamente diseñada para maximizar la eficiencia operativa y minimizar riesgos.

Una lección clave aprendida durante el proceso es la relevancia del liderazgo del gestor de proyectos, cuya capacidad de mediación y resolución de problemas fue fundamental para superar los desafíos presentados, como la logística en la instalación de equipos y la gestión de las expectativas de los interesados. Además, se resalta la necesidad de involucrar activamente a todos los interesados desde el inicio del proyecto, se fomenta un ambiente de colaboración y de compromiso hacia los objetivos comunes.

Como visión a futuro, es crucial que ENEL continúe explorando maneras de integrar tecnologías adicionales que puedan complementar los sistemas de monitoreo actuales, como herramientas de análisis predictivo basadas en inteligencia artificial. Asimismo, se recomienda centralizar los datos recopilados en una plataforma de monitoreo único que permita una supervisión más ágil y remota de las operaciones.

Este proyecto no solo ha sentado las bases para mejorar la seguridad de las presas

rehabilitadas, sino que también ha creado un modelo replicable para futuras iniciativas de infraestructura en la región.

Referencias

- Agile Alliance. (2017). *Agile Practice Guide*. Project Management Institute.
- Andersen, E. (2021). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. John Wiley & Sons.
- Brito, M. y Blanco, J. (2018). *Monitoreo y seguridad de estructuras de presas*. Elsevier.
- Burke, R. (2013). *Project Management: Planning and Control Techniques*. Wiley.
- Cabanis-Brewin, C. (2014). *The AMA Handbook of Project Management*. AMACOM.
- Casagrande, L. (2021). *Geotécnica aplicada a presas: medición y monitoreo*. McGraw-Hill Education.
- Crawford. (2019). *Wireless Technology in Dam Instrumentation*. IEEE Press.
- Crawford, L. (2020). *Project Management and Sustainable Development Principles*. Project Management Institute.
- CSCC. (2024). *Measurement and Control Instrumentation for any application*. CSCC. Retrieved from <https://www.campbellsci.com/>
- Dinsmore, P. y Cabanis-Brewin. (2014). *The AMA Handbook of Project Management*. AMACOM.
- Editorial Grudemi. (2019). En *Enciclopedia de Historia*, recuperado el 11 de diciembre de 2024, <https://enciclopediaiberoamericana.com/>
- Electricidad, E. n. (s.f.). *Plantas Hidroelectricas*. Obtenido de <https://enel.gob.ni/>
- Esteban, I. G., y Fernández, E. A. (2014). *Fundamentos y Técnicas de Investigación Comercial*. Madrid: ESIC.
- Fernández, P. (2020). *Instrumentación geotécnica para estructuras civiles*. Ediciones Técnicas.
- Gray, C. F. (2020). *Project Management: The Managerial Process*. McGraw-Hill Education.
- Heldman, K. (2021). *PMP: Project Management Professional Exam Study Guide*. Sybex.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Kerzner, H. (2022). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. Wiley.
- Lee, C. y. (2018). *Journal of Structural Engineering*. 144, 1-15.
- Lock, D. (2018). *Project Management*. Routledge.
- Mantel, J. R. (2012). *Project Management: A Managerial Approach*. Wiley.
- PMI. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. PMI.
- PMI. (2021). *The Standard for Project Management*. PMI.
- Turner, J. R. (2016). *The Handbook of Project-Based Management*. McGraw-Hill.
- USSD. (2015). *Monitoring and Instrumentation of Dam Structures*. USSD.
- Wysocki, R. K. (2014). *Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme*. Wiley.
- Zhang, H. W. (2019). Advances in dam monitoring technology. *Water Science and Technology*, 79, 1987-1998.

Anexos

Anexo 1. Caso de Negocio

Definición del Problema

Planteamiento

La infraestructura de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto, operadas por la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), enfrenta retos significativos debido a la falta de sistemas modernos de monitoreo y análisis en tiempo real que permitan evaluar y gestionar su estado estructural y operativo.

La ausencia de estos sistemas limita la capacidad de respuesta ante situaciones de riesgo, como movimientos estructurales o eventos sísmicos, lo cual incrementa los riesgos de seguridad para las personas y bienes aguas abajo y compromete la estabilidad operativa y la disponibilidad de agua y energía.

En el contexto actual, donde las variaciones climáticas y la necesidad de preservar recursos son cruciales, esta situación plantea un riesgo significativo para la continuidad del suministro y para la implementación de medidas preventivas y correctivas de mantenimiento.

Por lo tanto, la rehabilitación mediante la adquisición, instalación y puesta en marcha de un sistema de monitoreo avanzado se hace necesaria para garantizar la seguridad, mejorar la eficiencia y asegurar la sostenibilidad de estas presas, se cumplen además con los estándares de seguridad y gestión de riesgos exigidos para infraestructuras estratégicas de este tipo. (Ramírez et al., 2023)

Descripción General del Proyecto

El proyecto consiste en el suministro, instalación y puesta en funcionamiento de sistemas de monitoreo, como rehabilitación de las presas Mancotal, presa El Dorado y presa El Salto. El presupuesto estimado es de \$945,000.00 y la duración del proyecto es de ocho meses.

Objetivos

Objetivo General

- Proveer el suministro, instalación, puesta en marcha y capacitación especializada para el personal de ENEL, en conformidad con los sistemas de Campbell Scientific seleccionados, con el propósito de la rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El salto.

Objetivos Específicos

- Realizar la instalación de instrumentos de monitoreo como piezómetro de cielo abierto y piezómetro de cuerda vibrante, junto con todos los materiales y accesorios necesarios, en conexión con sondas de lecturas manuales y otros elementos complementarios.
- Proveer una instalación de los Dataloggers modelo CRW3 y la estación tipo "máster" receptora, así como del software necesario para la captura y visualización de los datos obtenidos.
- Proveer una instalación de los acelerógrafos, junto con el software necesario para la interpretación de los resultados obtenidos.

Desempeño del Proyecto

El desempeño del proyecto será medido en función de los sistemas de monitoreo instalados y la implementación de los sistemas en cada una de las presas.

Supuestos del Proyecto

- Contar con la estructura necesaria, realizada y aprobada para la implementación de los sistemas de monitoreo
- Las condiciones climáticas podrían afectar de forma relevante el cronograma de trabajo.
- En caso de cualquier retraso consecuencia de la obra civil para una presa en particular, se podrán utilizar días de ejecución proyectados para otras presas en la presa fuera de plazo. Esto, siempre y cuando los días ejecutados totales no superen el total presupuestado
- Se contará con los permisos pertinente o necesarios para la ejecución de las labores, tanto en la presa con

ingreso al país.

Limitaciones del Proyecto

- Aplazamientos en el Cronograma: Los retrasos en los tiempos o jornadas de ejecución, pueden afectar de manera directa varias etapas del proyecto, desde la planificación de personal y sus debidos ingresos, hasta la ejecución. Esto tiene una afectación en tiempos de entrega y costes.
- Gastos adicionales: sobrepasar el presupuesto asignado debido a incurrencias no consideradas como adicionales en componentes, jornadas o mano de obra, cambios y/o modificaciones al alcance final del proyecto.
- Capacidad de personal en periodos específicos: incluir personal de instalación y puesta en marcha se limitará a visitas previamente establecidas. Cualquier cambio en el cronograma puede impactar el tiempo efectivo de trabajo.
- Retroalimentación continua: La comunicación será canalizada a través de puntos de contacto designados por cada organización (ENEL, CLF y CSCC). Cualquier ausencia o falta de respuesta de estas partes, podrá afectar la correcta continuidad de la comunicación y restar la resolución de asuntos e incluso avance del proyecto.

Principales Hitos del Proyecto

Aprobación del financiamiento: enero 2024. Inicio de la instalación: abril 2024.
Finalización del proyecto: enero 2025.

Alineamiento Estratégico

ENEL como dueño del proyecto, incluirá las partes interesadas para el desarrollo del proyecto, con el objetivo de contar con todas las coordinaciones envueltas en sus cumplimientos de roles y tiempos, esto con el fin de mantener y asegurar el adecuado manejo de las partes incluye la comunicación directa y así implantar una apropiada línea de intercambio de información conjunta. Además, asegurar el adecuado uso de los recursos que permita el desenvolvimiento correcto de las ejecuciones para cada una de las presas y así optar por una correcta integración al software.

Por lo que, a partir de los alineamientos estratégicos obtenidos se realiza el referente análisis FODA, con el objetivo de visualizar y considerar cuáles son los aspectos que se consideran primordiales para poder alcanzar el objetivo de la rehabilitación de las presas, propiedad de ENEL.

Fortalezas

- Implementación de sistema automático para el monitoreo de presas.

Debilidad

- Posibles desviaciones en cuestión de cumplimientos, cambio de alcances, entregables para cada una de las presas, y esto afecta directamente los tiempos para ejecución y costos.

Oportunidad

- Fortalecimiento de capacidades para el personal de ENEL para el correcto uso del sistema automático para el monitoreo de las presas

Amenazas

- Al considerarse un proyecto en un país fuera del país en donde se encuentra la oficina de Campbell Scientific, podría considerarse problemas en temas de acceso a Nicaragua o imposibilidades de viajar.

Análisis de Costos y Beneficios

Costo Total de la Inversión

El costo total estimado para el proyecto es de \$945,000.00.

Beneficios

- Control de cada una de las presas y sus sistemas de monitoreo.
- Mejora en la seguridad y salud de presas para la correcta toma de decisiones para intervenciones en sus estructuras.
- Aumento en la durabilidad y mejora de la seguridad de las presas al finalizar las intervenciones, asegura el

cumplimiento de los estándares de seguridad.

Retorno de la Inversión (ROI)

Se proyecta un retorno de la inversión positivo en los primeros cinco años, con un ahorro estimado de \$250,000 debido a la correcta gestión en etapas de ejecución, eficiencia operativa y la sostenibilidad en el plazo de elaboración de los trabajos.

Análisis de Alternativas

Sistema de monitoreo Tradicional: implementar un sistema de monitoreo basado en tecnología convencionales, como instrumentos manuales y registros en papel, tomaría mayor tiempo y esfuerzo tanto en la redacción de datos, como mayor probabilidad en errores humanos, lo que tendría una implicación de eventos incorrectos y limita la capacidad de respuesta inmediata ante eventos críticos, aumentando el riesgo de fallas en la infraestructura.

Subcontratación de servicios de monitoreo: la subcontratación de servicios de monitoreo incurriría en contratar a una empresa especializada para gestionar todos los sistemas, lo que traería un aumento en costos recurrentes.

Aprobaciones

El proyecto ha sido aprobado y cuenta con la autorización por la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL) así como con el visto bueno de la Ley General de Higiene y Seguridad el trabajo, cumple lo establecido en los artículos 33, 34, 35 de la LEY No. 618.

Anexo 2. Acta de Constitución del Proyecto

Acta de Constitución del Proyecto

Fecha de elaboración	Nombre del Proyecto
1 Dic-23	Rehabilitación de la Presa Mancotal, El Dorado y El Salto
Fecha Inicio del Proyecto	Fecha Prevista Finalización del Proyecto
Abr-24	Ene.-25
Antecedentes y Justificación del Proyecto	
<p>Antecedentes Construcciones Lacayo Fiallos S.A firmó el 1 de diciembre de 2023, contrato DGL No 109-12-2023 "Rehabilitación de las presas Mancotal, Presa El Dorado y Presa El Salto. Que en cumplimiento de los establecido en dicho contrato Construcciones Lacayo Fiallos está subcontratando a Campbell Scientific, para el Suministro, transporte, instalación y puesta en funcionamiento de sistemas marca Campbell Scientific para el proyecto Rehabilitación de las presas Mancotal, Presa El Dorado y Presa El Salto.</p> <p>Justificación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de la seguridad hídrica y estructural: La instalación de sistemas avanzados de monitoreo permite una supervisión continua y precisa de la salud estructural de las presas, detectando con anticipación problemas como filtraciones y desplazamientos. Esto minimiza el riesgo de fallos estructurales protege tanto a la infraestructura como a las comunidades aledañas. - Optimización en gestión: Los datos en tiempo real mejoran la toma de decisiones y la respuesta ante emergencias. - Reducción de costos: Favorece el mantenimiento preventivo, disminuye gastos por reparaciones y prolonga la vida útil de las presas - Cumplimiento normativo: Alínea la operación con los estándares de seguridad y sostenibilidad de ENEL - Fortalecimiento de capacidades: Capacita al personal de ENEL para un manejo autónomo, promoviendo la correcta gestión de las presas. 	
Descripción del Proyecto	
<p>El proyecto consiste en el suministro, instalación y puesta en funcionamiento de sistemas marca Campbell Scientific en el proyecto de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto. Estas son propiedad de la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL) y alimentan la Central Hidroeléctrica Centroamérica y Central Hidroeléctrica Carlos Fonseca. En general, se busca la automatización de la instrumentación, con el fin de garantizar la continuidad operativa y seguridad de las presas.</p>	
Objetivo del Proyecto	
<p>Realizar la adquisición, suministro, instalación, puesta en marcha y capacitación de personal de ENEL en los sistemas Campbell Scientific para la rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto.</p>	
Supuestos del Proyecto	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Contar con la estructura necesaria, realizada y aprobada para la implementación de los sistemas de monitoreo 2. Las condiciones climáticas podrían afectar de forma relevante el cronograma de trabajo. 3. En caso de cualquier retraso consecuencia de la obra civil para una presa en particular, se podrán utilizar días de ejecución proyectados para otras presas en la presa fuera de plazo. Esto, siempre y cuando los días ejecutados totales no superen el total presupuestado 4. Se contará con los permisos pertinente o necesarios para la ejecución de las labores, tanto en la presa con ingreso al país. 	
Factores Críticos de Éxito	
<p>Planificación y Gestión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asegurar que todas las fases del proyecto se ejecuten según lo planeado. - Elaborar un cronograma específico, implementar sistemas de monitoreo y realizar evaluaciones. 	
Financiamiento y Recursos	
<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar la disponibilidad de recursos y materiales. - Asegurar la asignación de fondos eficiente. 	

Gestión de Riesgos	
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar y gestionar riesgos para evitar impactos negativos que repercutan en los costes del proyecto. - Implementar medidas de contingencia. 	
Comunicación y Coordinación	
<ul style="list-style-type: none"> - Mantener la comunicación y coordinación entre los medios de interés. - Realizar reuniones periódicas, y fomentar la transparencia a nivel vertical. 	
Descripción de los Productos Intermedios y Finales	
Productos / Servicios	Descripción
Planos As Built	Planos de integración del sistema de monitoreo
Diseño de conexión del sistema	Plano de conexionado
Diseño de montajes	Plano de montaje de estructuras
Arquitectura del sistema	Plano técnico para las distribuciones de las comunicaciones de los sistemas
Documentación técnica	Levantamiento de aspectos técnicos a usar en cada uno de los sistemas de monitoreo (especificaciones, hojas de calibración)
Manuales de operación y mantenimiento	Creación de documentos oficiales que permitan a los operarios conocer la funcionalidad del sistema
Procedimientos de instalación ejecutados	Documentación de fichas técnicas de instalación
Partidas de nacimiento de instalaciones	Toma de datos relacionados con la información de cada instalación
Hojas de calibración	Documentos por cada sensor
Configuración y programas	Creación de códigos de programación para la lectura de cada sensor
Capacitación del personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema	implementación de capacitación al cumplir con la rehabilitación de las presas
Exclusiones	
<ul style="list-style-type: none"> - Perforaciones: La empresa Construcciones Lacayo Fiallos (CFL), se encarga de realizar las perforaciones y mano de obras correspondientes - Permisos para laborar en las Presas: ENEL será el encargado de tramitar la documentación necesaria para los ingresos correspondientes - Retenciones por transferencias bancarias: los precios proporcionados por Campbell Scientific, no cubren retenciones por transferencias internacionales, este gasto será asumido por Lacayo. - Oficina en obra: CLF será la encargada de proporcionar una oficina en la obra con las condiciones adecuadas para laborar y otras condiciones necesarias. 	
Interesados del Proyecto:	
<ul style="list-style-type: none"> - ENEL: Cliente y dueño de las presas - Construcciones Lacayo Fiallos S.A: Responsables del control de las obras a realizar - Campbell Scientific: Responsable de la implementación de los sistemas de monitoreo en cada una de las presas 	
Oportunidades o Resultados Esperados del Proyecto:	
<ul style="list-style-type: none"> - Mejora importante en el manejo de los sistemas de seguridad de presas - Integración de sistema de monitoreo de represas - Software para visualización de datos obtenidos 	
Principales Amenazas del Proyecto:	
<p>1. Retrasos en el Cronograma Los retrasos pueden afectar varias etapas del proyecto, desde la planificación, control y hasta los momentos de ejecución, afectando tiempos de ejecución y con esto costos correspondientes.</p> <p>2. Sobrecostos Exceder el presupuesto asignado debido a desviaciones en los tiempos de ejecución, necesidades en los sitios de ejecución o modificaciones en fechas de ejecución</p> <p>3. Problemas de Coordinación y Comunicación La falta de una comunicación y la pobre coordinación entre las partes pueden generar confusión y retrasos.</p>	
Tiempo Estimado del Proyecto	Costo del Proyecto
240 días.	\$945,000.00. mil
Autorización del Proyecto	

	Campbell Scientific
Administración del Proyecto	Patrocinador del Proyecto

Anexo 3. Entrevista Sobre las Buenas Prácticas de Gestión de Proyectos en Sistemas de Automatización de Presas

Introducción

Estimado ingeniero, agradeciendo de antemano su tiempo y participación en la entrevista sobre las buenas prácticas de gestiones de proyectos en sistemas de automatización de presas. Su opinión es de gran ayuda para el desarrollo de este proyecto, ya que permitirá conocer las principales prácticas en las que se pueden gestionar este tipo de proyectos, tipo o vías actuales, tipo de automatización, sus beneficios de uso. Además de detallar el nivel de conocimiento y recomendaciones como estrategias básicas de mejor para la gestión de proyectos de automatización en presas. Esta investigación es parte de los requisitos que realizo para la obtención de mi Maestría en Gerencia de Proyectos de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología ULACIT, por lo tanto, la encuesta es anónima y confidencial. Sus respuestas serán utilizadas únicamente para fines de investigación. Muchas gracias por su amable cooperación para mejorar la comprensión de este tema tanto para las comunidades involucradas como en general para el tema de sostenibilidad en nuestro país

Desarrollo

¿De qué manera evaluará la efectividad de los nuevos sistemas de monitoreo y con esto mejorar y garantizar la salud estructural de las presas a lo largo del tiempo?

¿Qué procedimientos específicos se seguirán para calibrar y mantener regularmente los piezómetros y acelerógrafos, asegurando así la precisión y confiabilidad de los datos?

¿Cómo se incorporará la información de monitoreo en el plan de gestión de la salud de las presas, y cómo ayudará estos datos a la toma de decisiones sobre intervenciones y mantenimiento preventivo?

¿Qué métodos de respuesta ante emergencias se definirán para actuar ante variaciones críticas en las condiciones de las presas detectadas por el sistema de monitoreo?

¿Con qué frecuencia se emitirán los informes sobre el estado estructural de cada presa y cómo se comunicarán los hallazgos relevantes a los equipos de mantenimiento y a los ejecutivos de ENEL?

Agradecimiento

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento por haberse tomado el tiempo para participar en esta entrevista. Su opinión es muy valiosa para nosotros y juega un papel fundamental en el desarrollo de estrategias efectivas para el proyecto Plan de Gestión de Rehabilitación de las presas de Mancotal, El Dorado y El Salto. Gracias a su punto de vista, se podrá optimizar la seguridad y el funcionamiento de estas infraestructuras, lo que fortalecerá no solo el proyecto, sino también el sistema de gestión y la sostenibilidad a largo plazo de nuestras operaciones. Apreciamos profundamente su colaboración y compromiso.

Anexo 4. Cronograma del proyecto y Diagrama de Gantt

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
1		CSCC + CLF = Rehab. ENEL	106.5 días	1/22/2024	5/7/2024		
2		Inicio de Proyecto	0 días	1/22/2024	1/22/2024		
3		Suministro de equipos	84 días	1/22/2024	4/15/2024		
4		CSCC - 01	42 días	1/22/2024	3/4/2024		
5		CSCC	26 días	1/22/2024	2/17/2024	2	
6		GEOKON	26 días	1/22/2024	2/17/2024	2	
7		Aduanas - MGA	16 días	2/17/2024	3/4/2024	5,6	
8		CSCC - 02	84 días	1/22/2024	4/15/2024		
9		CSCC	77 días	1/22/2024	4/8/2024	2	
10		Aduanas - MGA	7 días	4/8/2024	4/15/2024	9	
11		VASESÍSMICA	42 días	1/22/2024	3/4/2024		
12		VASESÍSMICA	28 días	1/22/2024	2/19/2024	2	
13		Aduanas - MGA	14 días	2/19/2024	3/4/2024	12	
14		Otros	36.7 días	1/22/2024	2/27/2024		
15		GEMBUS	25 días	1/22/2024	2/16/2024	2	
16		TELTRON	14 días	1/22/2024	2/5/2024	2	
17		CSCC - Express	28 días	1/31/2024	2/27/2024	2	
18		Visita 02	0 días	2/27/2024	2/27/2024	15,16,17	
19		Presa Mancotal	61.5 días	3/7/2024	5/7/2024		
20		Instalació de Piezómetros	52.5 días	3/7/2024	4/28/2024		
21		PERF.01-Perforación: PZ.O-08	3 días	3/7/2024	3/10/2024	7FC+3 días	
22		Instalación: PZ.O-08	1.5 días	3/10/2024	3/11/2024	21,18FC+2 días	

Proyecto: Rehab 3 Dams
 Fecha: 12/2/2024

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha limite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

Página 1

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
23		PERF.02-Perforación: PZ.O-09	3 días	3/8/2024	3/11/2024	22FF,7	
24		Instalación: PZ.O-09	1.5 días	3/11/2024	3/13/2024	23	
25		PERF.03-Perforación: PZ.O-10	3 días	3/10/2024	3/13/2024	24FF,7	
26		Instalación: PZ.O-10	1.5 días	3/13/2024	3/14/2024	25	
27		PERF.01-Perforación: PZ-VW-06	4 días	3/12/2024	3/16/2024	22FC+0.5 días	
28		Instalación: PZ-VW-06	2 días	3/16/2024	3/18/2024	27	
29		PERF.02-Perforación: PZ-VW-07	4 días	3/14/2024	3/18/2024	28FF,24FC+0.5 días	
30		Instalación: PZ-VW-07	2 días	3/18/2024	3/20/2024	29	
31		PERF.03-Perforación: PZ-VW-08	4 días	3/16/2024	3/20/2024	30FF,26FC+0.5 días	
32		Instalación: PZ-VW-08	2 días	3/20/2024	3/22/2024	31	
33		PERF.02-Perforación: PZ-VW-04	5 días	3/21/2024	3/26/2024	30FC+1 día,32FF	
34		Instalación: PZ-VW-04	2.5 días	3/26/2024	3/28/2024	33	
35		PERF.03-Perforación: PZ-VW-05	5 días	3/23/2024	3/28/2024	34FF,32FC+1 día	
36		Instalación: PZ-VW-05	2.5 días	3/28/2024	3/31/2024	35	
37		PERF.01-Perforación: PZ.O-04	5 días	3/26/2024	3/31/2024	28FC+1.5 días,36FF	
38		Instalación: PZ.O-04	2 días	3/31/2024	4/2/2024	37	
39		PERF.02-Perforación: PZ.O-06	4 días	3/29/2024	4/2/2024	34FC+0.5 días,38FF	
40		Instalación: PZ.O-06	2 días	4/2/2024	4/4/2024	39	
41		PERF.03-Perforación: PZ.O-07	4 días	3/31/2024	4/4/2024	40FF,36FC+0.5 días	
42		Instalación: PZ.O-07	2 días	4/4/2024	4/6/2024	41	
43		PERF.01-Perforación: PZ.O-05	5 días	4/2/2024	4/7/2024	38FC+0.5 días,42FF	
44		Instalación: PZ.O-05	2 días	4/7/2024	4/9/2024	43	

Proyecto: Rehab 3 Dams
 Fecha: 12/2/2024

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha limite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

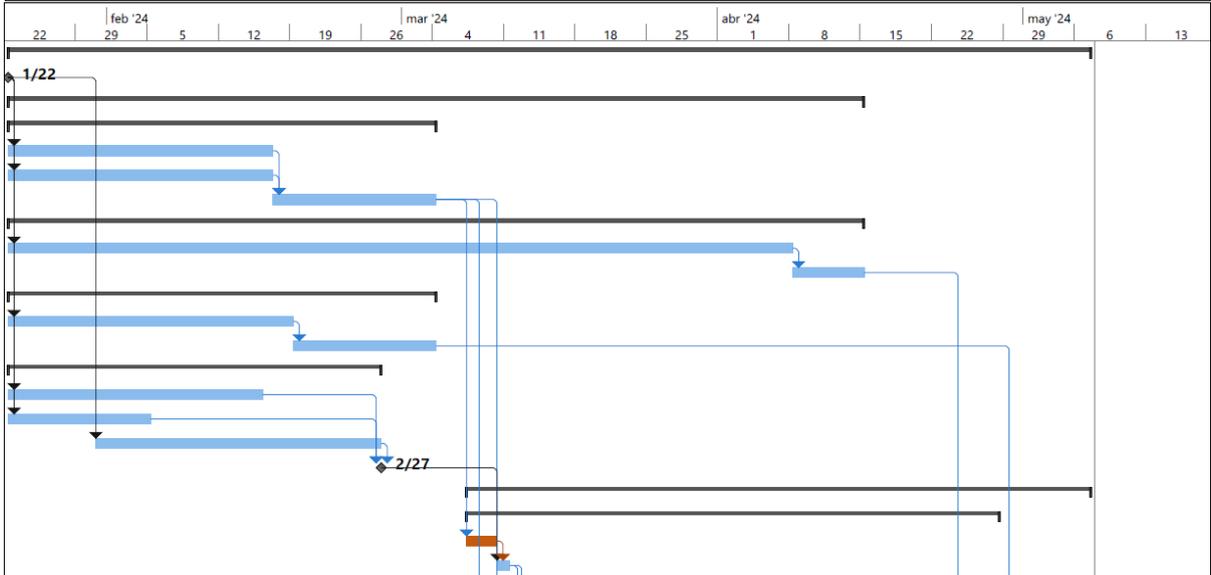
Página 2

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
45		PERF.02-Perforación: PZ-VW-01	4 días	4/5/2024	4/9/2024	40FC+1.5 días,44FF	
46		Instalación: PZ-VW-01	2 días	4/9/2024	4/11/2024	45	
47		PERF.03-Perforación: PZ-VW-03	7 días	4/8/2024	4/15/2024	46FF,42FC+1.5 días	
48		Instalación: PZ-VW-03	3 días	4/15/2024	4/18/2024	47	
49		PERF.01-Perforación: PZ-VW-02	7 días	4/11/2024	4/18/2024	48FF,44FC+1.5 días	
50		Instalación: PZ-VW-02	3 días	4/18/2024	4/21/2024	49	
51		PERF.02-Perforación: PZ-O-01	2 días	4/19/2024	4/21/2024	50FF,46FC+0.5 días	
52		Instalación: PZ-O-01	1 día	4/21/2024	4/22/2024	51	
53		PERF.03-Perforación: PZ-O-03	4 días	4/18/2024	4/22/2024	52FF,48FC+0.5 días	
54		Instalación: PZ-O-03	2 días	4/22/2024	4/24/2024	53	
55		PERF.01-Perforación: PZ-O-02	4 días	4/21/2024	4/25/2024	54FF,50FC+0.5 días	
56		Instalación: PZ-O-02	2 días	4/26/2024	4/28/2024	55,58	
57		Lab3	1 día	4/24/2024	4/25/2024	10,54	
58		Estación CRVW3	1 día	4/25/2024	4/26/2024	57	
59		MET	0.5 días	4/28/2024	4/29/2024	56	
60		SNE	0.5 días	4/29/2024	4/29/2024	59	
61		AC	0.5 días	4/29/2024	4/30/2024	60,13	
62		Master	0.5 días	4/30/2024	4/30/2024	61	
63		Puestas a tierra	1 día	4/30/2024	5/1/2024	62	
64		Puesta en marcha	3 días	5/1/2024	5/4/2024	63	
65		Commissioning del Sistema	3 días	5/4/2024	5/7/2024	64	

Proyecto: Rehab 3 Dams
Fecha: 12/2/2024

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

Página 3

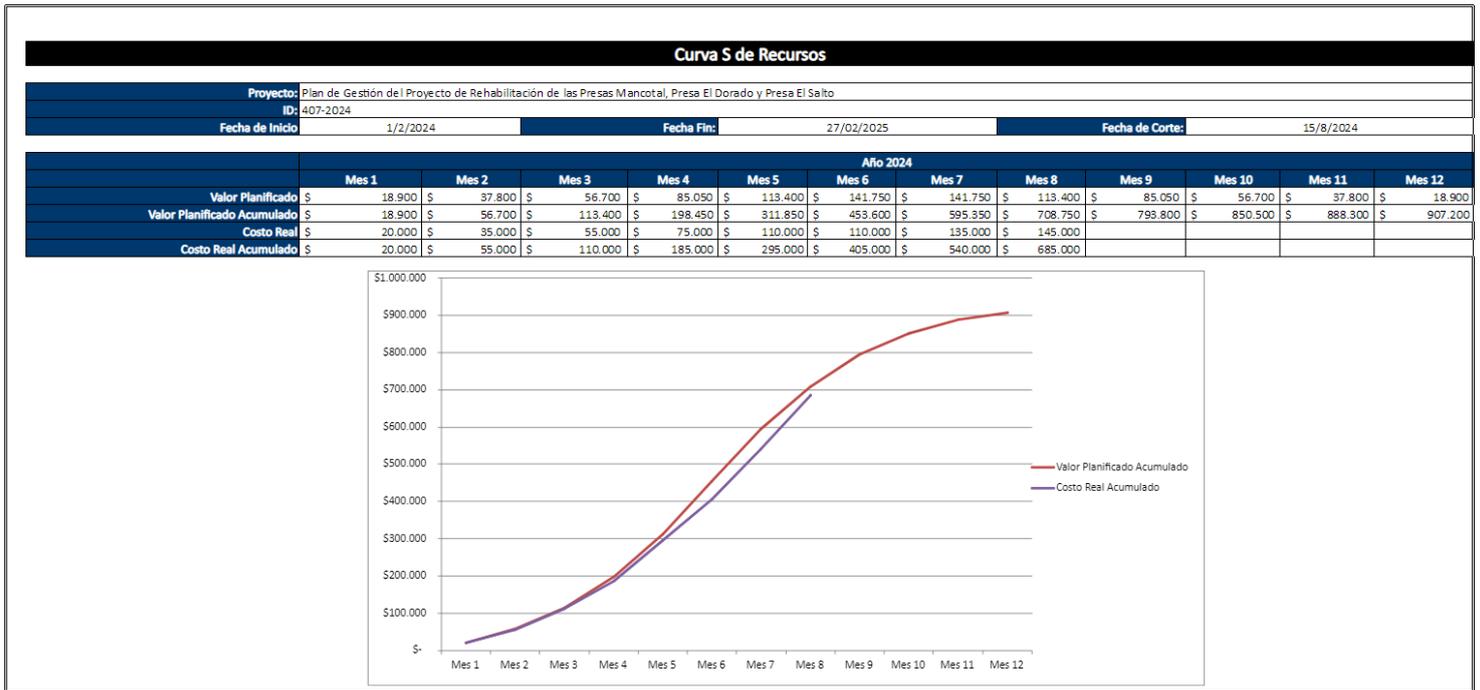


Proyecto: Rehab 3 Dams
Fecha: 12/2/2024

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

Página 4

Anexo 5. Curva "S" Costos



Anexo 6. Métricas de Calidad

Campbell Scientific
San José
San Pedro

30 de noviembre 2024

Introducción

Este documento se detallan las métricas vitales que permitieron evaluar y garantizar la calidad del proyecto de rehabilitación de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto. Estas métricas reúnen los parámetros para el monitoreo continuo de los procesos, asegurando el cumplimiento de los estándares establecidos y la conformidad con los objetivos del proyecto.

Métricas

Con base en los objetivos operacionales y técnicos de ENEL, se establecieron las siguientes métricas para evaluar y garantizar el éxito de la rehabilitación de las presas:

- Tiempo de rehabilitación de la presa:** Se midió el tiempo promedio requerido para completar cada fase de la rehabilitación, desde la inspección hasta la puesta en marcha. El objetivo fue reducir el tiempo de rehabilitación en comparación con los plazos establecidos en el plan inicial del proyecto.
- Eficiencia en la capacidad de generación:** Se midió la mejora en la capacidad de generación hidroeléctrica después de la rehabilitación. La meta fue incrementar al menos un 10% la capacidad de generación de la presa rehabilitada, en comparación con los valores anteriores.
- Cumplimiento de los estándares de seguridad:** Se evaluó la seguridad estructural y operativa de las presas, se garantiza un 100% de cumplimiento con las normativas de seguridad estructural y de operación, basados en el requerimiento de ENEL.
- Disponibilidad operativa:** Se midió la mejora en la disponibilidad operativa de las presas rehabilitadas, con la meta de reducir los tiempos de inactividad en un 20% en comparación con el estado previo a la rehabilitación.
- Satisfacción de las partes interesadas:** A través de encuestas, se midió la satisfacción de las partes interesadas (ENEL, autoridades ambientales, comunidades cercanas y operarios). El objetivo fue alcanzar una puntuación superior a 8/10 en términos de satisfacción con las actividades de rehabilitación.

Métrica	Estándar	Frecuencia	Informe
Durabilidad del sistema implementado	Vida útil conforme a los estándares técnicos, con un tiempo medio entre fallos (MTBF) aceptable.	Trimestral durante ejecución y anual posterior.	Reporte técnico de pruebas de durabilidad.
Calidad en la ejecución del sistema	Instalación y calibración correcta de todos los equipos en la primera inspección.	Por cada fase de instalación.	Registro de aceptación tras las pruebas.
Calidad del producto	Cumplimiento con estándares ISO y certificados de calidad emitidos por los proveedores.	Al recibir los equipos y al final del proyecto.	Informe de inspección de calidad del proveedor.
Calidad de la instalación de sensores	Instalación precisa con una desviación estándar mínima respecto al diseño técnico.	Durante la instalación de cada sensor.	Reporte técnico de supervisión.

Medición de Métricas y Recolección de Datos

A lo largo del proyecto, se utilizó una plataforma de gestión de proyectos que permitió registrar y monitorear el progreso de cada fase de la rehabilitación. Se establecieron indicadores clave para medir el tiempo invertido en cada fase y se utilizaron sensores y equipos de monitoreo para capturar datos en tiempo real sobre el funcionamiento de las presas.

La capacidad de generación de energía se evaluó mediante la comparación de los datos históricos de producción con los datos obtenidos después de la rehabilitación. Esto permitió cuantificar el impacto directo de las mejoras en la infraestructura de las presas.

Para medir el cumplimiento de los estándares de seguridad estructural, se realizaron inspecciones periódicas y auditorías técnicas, se documentó cualquier desviación para aplicar medidas correctivas de inmediato.

La disponibilidad operativa se monitorizó utilizando los registros de tiempo de inactividad, y se definieron métricas específicas para reducir los tiempos de paradas no planificadas. Las métricas de satisfacción de las partes interesadas se midieron a través de encuestas periódicas para conocer su nivel de conformidad con los avances y resultados obtenidos.

Revisión de la Gestión de la Calidad

Las revisiones de gestión de calidad fueron programadas de forma mensual durante todo el ciclo de vida del proyecto. El Gerente del Proyecto, junto con el personal de ENEL, se coordinó estas reuniones, se aseguró la presencia del Equipo Técnico, y Representantes de las partes Interesadas.

En cada sesión, se presentaron las métricas definidas, se compararon los avances con los objetivos planteados, y se analizaron las áreas que requerían ajustes o mejoras. Además, se discutieron los informes sobre la capacidad de generación, la seguridad estructural y los tiempos de inactividad de las presas.

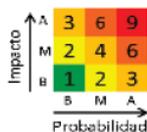
Cualquier desviación de los objetivos establecidos fue documentada y se implementaron las correcciones necesarias. Estas revisiones sirvieron también para actualizar la documentación del proyecto, revisar los procedimientos operativos y garantizar que todas las partes interesadas estuvieran alineadas con los avances y decisiones tomadas.

Anexo 7. Matriz de Comunicaciones

Matriz de Comunicaciones								
Proyecto:		Plan de Gestión del Proyecto de Rehabilitación de las Presas Mancotal, Presa El Dorado y Presa El Salto						
ID:		407-2023-ENEL NICARAGUA						
Elemento de la EDT	Objetivo		Usuario		Responsabilidad		Tiempo	
	¿Qué comunicamos?	¿Por qué?	Destinatario	Método de Comunicación	Preparación	Envío	Fecha inicial	Frecuencia
1.1 Definir el alcance del proyecto	Alcance definido y aprobado	Asegurar alineación entre los interesados	Equipo del proyecto	Reunión inicial y acta de acuerdos	Gerente de proyecto	Durante la reunión inicial	1/12/2023	Una vez
1.2 Planificación del cronograma	Cronograma preliminar	Garantizar fechas claras y ajustadas al plan	Equipo técnico y contratistas	Correo electrónico con anexos	Planner del proyecto	Envío por correo	22/1/2024	Una vez al inicio y actualizaciones mensuales
1.3 Estimación de costos	Estimación inicial del presupuesto	Informar y validar los recursos necesarios	Dirección financiera y cliente	Reporte de costos en formato digital	Gerente financiero	Correo electrónico	22/1/2024	Una vez y revisiones trimestrales
2.1 Definición de equipos con proveedores	Lista de equipos requeridos	Validar especificaciones técnicas y disponibilidad	Proveedores y equipo técnico	Reunión técnica	Líder técnico	Reunión y acta	22/1/2024	Cada dos semanas
2.2 Selección de equipos	Informe de evaluación de equipos seleccionados	Decidir las mejores opciones en tiempo y costo	Cliente y gerencia	Informe técnico	Equipo técnico	Informe enviado por correo	17/2/2024	Una vez
2.3 Estimación de presupuestos y asignación de recursos	Presupuesto detallado asignado	Asegurar recursos para la implementación	Dirección financiera y cliente	Reunión de presupuesto	Gerente financiero	Durante la reunión	22/1/2024	Una vez
3.1 Coordinación y dirección de instalación del sistema de monitoreo	Cronograma de instalación y asignación de tareas	Coordinar el inicio eficiente del montaje	Equipo técnico y contratistas	Reunión de arranque	Gerente de proyecto	En la reunión	17/2/2024	Cada semana durante la instalación
3.2 Gestión de la calidad y operatividad del sistema	Informe de resultados de calidad	Validar la conformidad con los estándares del proyecto	Cliente, equipo técnico y QA	Reporte en formato digital	Equipo de QA	Correo electrónico	7/3/2024	Mensual
3.3 Gestión de comunicaciones entre interesados	Actualizaciones del estado del proyecto	Mantener transparencia y alineación entre las partes	Cliente, contratistas, equipo técnico	Reunión y reporte semanal	Gerente de proyecto	Durante reuniones	7/3/2024	Semanal
4.1 Cumplimiento de contratos	Reporte de cumplimiento contractual	Verificar que los términos fueron cumplidos	Cliente y PMO	Informe final	Equipo de contratos	Informe enviado por correo	10/3/2024	Una vez
4.2 Entrega de sistema y capacitación	Plan de capacitación y manuales	Garantizar el uso correcto del sistema	Cliente y equipo técnico	Taller presencial y manuales físicos/digitales	Equipo técnico	Taller presencial	30/4/2024	Una vez
4.3 Reunión de cierre	Informe final del proyecto	Evaluar resultados y lecciones aprendidas	Cliente, contratistas y equipo del proyecto	Reunión final y acta	Gerente de proyecto	Reunión presencial	05/04/2024	Una vez

Anexo 8. Matriz de Riesgos

Matriz de Riesgos											
Proyecto: Plan de Gestión del Proyecto de Rehabilitación de las Presas Mancotal, Presa El Dorado y Presa El Salto											
ID: 407-2023-ENEL NICARAGUA											
Fecha de inicio: 22/1/2024											
Fecha de fin: 7/6/2024											
No. de Riesgo	Elemento de la EDT	Tipo de riesgo	Riesgo			Impacto (A/M/B)	Probabilidad (A/M/B)	Evaluación		Respuesta	Responsable de la acción de respuesta
			Fuente	Consecuencia	Síntoma			Valor (I al 9)	Nivel (A/M/B)		
1	1.1 Definir el alcance del proyecto	Técnico	Los equipos no están disponibles a tiempo y no se puede empezar la instalación	Retrasos iniciales que extienden el cronograma y aumentan los costos operativos.	Extensiones inesperadas del cronograma con inactividad en las tareas iniciales.	A	A	9	Alto	Establecer acuerdos contractuales con cláusulas de penalización para retrasos en entregas.	Gerente del proyecto
2	1.2 Planificación del cronograma	Gestión	Atraso en la instalación de equipo por retrasos en responsabilidades del contratista (obra civil requerida) o abandono de actividades	Interrupciones críticas que generan conflictos contractuales y sobrecostos.	Conflictos frecuentes con el contratista y solicitudes de órdenes de cambio.	A	M	6	Alto	Supervisar con visitas regulares al sitio y establecer reuniones semanales de avance. Incluir cláusulas de incentivos para cumplir con el cronograma.	Gerente del proyecto, personal técnico
3	3.3 Gestión de comunicaciones entre los interesados	Gestión	La histórica inestabilidad política en Nicaragua puede afectar la seguridad y continuidad del proyecto y los trabajadores.	Riesgo para trabajadores, pausas en actividades y retrasos en el proyecto.	Reportes de eventos que amenazan la seguridad o bloqueos en el área del proyecto.	A	M	6	Alto	Garantizar seguros de seguridad para el personal y monitorear los eventos políticos continuamente.	Gerente del proyecto
4	4.2 Entrega de sistema de monitoreo y capacitación	Gestión	Personal insuficiente (emergencia médica, otros proyectos ...)	Baja productividad y atrasos en tareas críticas, elevando los costos.	Acumulación de tareas no asignadas y mayores tasas de rotación.	M	M	4	Medio	Implementar una reserva de personal o un programa de capacitación cruzada. Subcontratar personal temporal en caso de urgencias.	Especialista en Obras Civiles
5	2.1 Definición de equipos con proveedores	Calidad	Equipos faltantes o defectuosos	Problemas de calidad, costos de reparación o compra urgente.	Disminución en la calidad de los datos o necesidad de reemplazos urgentes.	M	M	4	Medio	Trabajar con proveedores confiables y tener contratos con garantías claras	Gerente de producción
6	2.1 Definición de equipos con proveedores	Técnico	Daño de los equipos	Impacto en la continuidad de actividades y posibles fallos estructurales.	Incremento en los tiempos de inactividad debido a mantenimientos correctivos.	M	B	2	Bajo	Realizar mantenimiento preventivo regular y tener repuestos clave en el sitio.	Gerente de producción Gerente de proyecto
7	2.2 Selección de equipos	Técnico	Control de profundidades de instalación en los piezómetros	Afectación en precisión de datos clave y riesgos estructurales.	Datos inconsistentes o fuera de los rangos esperados.	M	B	2	Bajo	Monitorear las instalaciones con herramientas calibradas y registrar las profundidades adecuadas antes de completar.	Especialista en Obras Civiles
8	2.3 Estimación de presupuestos y asignación de recursos	Técnico	Dificultad de implementación de las radio frecuencias a utilizar en el proyecto	Problemas técnicos que limitan el monitoreo y control.	Fallos en la transmisión de datos y pérdida de conectividad intermitente.	M	M	4	Medio	Realizar pruebas previas y tener soporte técnico especializado durante la implementación.	Especialista en Instrumentación
9	2.3 Estimación de presupuestos y asignación de recursos	Técnico	Problemas en la red de comunicación existente del cliente	Fallos en la coordinación, reduciendo la agilidad en las decisiones.	Retrasos en la respuesta a solicitudes críticas y decisiones operativas lentas.	M	M	4	Medio	Planificar la integración de redes desde la fase inicial, y tener personal técnico para soporte.	Especialista en Instrumentación
10	4.1 Cumplimiento de contratos	Cronograma	Entradas/salidas y días de trabajo limitados	Jornadas limitadas, extendiendo plazos y costos.	Cronogramas rígidos y acumulación de tareas pendientes.	M	M	4	Medio	Ajustar el cronograma considerando restricciones locales. Negociar ampliaciones de horario de trabajo con permisos especiales.	Gerente de proyecto
11	1.2 Planificación del cronograma	Cronograma	Retrasos en la instalación de equipos por condiciones climatológicas extremas o emergencias sanitarias	Suspensiones temporales con incrementos en costos de operación.	Suspensiones imprevistas y costos logísticos adicionales.	A	M	6	Alto	Desarrollar un cronograma con márgenes de seguridad y seguros que cubran riesgos climáticos. Monitorear continuamente las condiciones climáticas.	Gerente de proyecto, Especialista en Instrumentación
12	4.1 Cumplimiento de contratos	Gestión	Suspensión del contrato	Riesgos legales, financieros y de reputación	Notificaciones legales o conflictos formales con las partes involucradas.	A	B	3	Medio	Asegurar contratos claros que incluyan términos de terminación justos.	Gerente de proyecto



VALOR	NIVEL DEL RIESGO
6 a 9	Alto
3 y 4	Medio
1 y 2	Bajo

Anexo 9. Matriz de Adquisiciones

Matriz de Adquisiciones						
Proyecto: Plan de Gestión del Proyecto de Rehabilitación de las Presas Mancotal, Presa El Dorado y Presa El Salto						
ID: 407-2023 ENEL NICARAGUA						
Código EDT	Estructura de la EDT	Tipo de Adquisición	Modalidad de Adquisición	Fechas Estimadas		Presupuesto Estimado
				Inicio	Fin	
PRESA EL DORADO						
1,3	Preliminares	Trabajo administrativo	Contratación Directa			\$ 28.420
1,3	Suministro de Sensores	Suministros de sensores para el sistema de monitoreo	Contratación Directa			\$ 52.763
1,3	Sistema de Adquisiciones de Datos	Adquisición de estaciones meteorológicas	Contratación Directa			\$ 78.198
1,3	Instalación y Puesta en Marcha	Perforaciones Inspecciones, puesta en marcha	Contratación Directa			\$ 128.733
1,3	Obras Cíviles	Puesta en marcha de sistemas de monitoreo	Contratación Directa			\$ -
EL SALTO						
1,3	Preliminares	Trabajo administrativo	Contratación Directa			\$ 27.405
1,3	Suministro de Sensores	Suministros de sensores para el sistema de monitoreo	Contratación Directa			\$ 59.516
1,3	Sistema de Adquisiciones de Datos	Adquisición de estaciones meteorológicas	Contratación Directa			\$ 88.412
1,3	Instalación y Puesta en Marcha	Perforaciones Inspecciones, puesta en marcha	Contratación Directa			\$ 97.944
1,3	Obras Cíviles	Puesta en marcha de sistemas de monitoreo	Contratación Directa			\$ -
MANCOTAL						
1,3	Preliminares	Trabajo administrativo	Contratación Directa			\$ 28.420
1,3	Suministro de Sensores	Suministros de sensores para el sistema de monitoreo	Contratación Directa			\$ 60.312
1,3	Sistema de Adquisiciones de Datos	Adquisición de estaciones meteorológicas	Contratación Directa			\$ 88.352
1,3	Instalación y Puesta en Marcha	Perforaciones Inspecciones, puesta en marcha	Contratación Directa			\$ 146.023
1,3	Obras Cíviles	Puesta en marcha de sistemas de monitoreo	Contratación Directa			\$ -
Total						\$ 884.498

Anexo 10. Matriz de Interesados

Matriz de Stakeholder						
Proyecto:		Plan de Gestión del Proyecto de Rehabilitación de las Presas Mancotal, Presa El Dorado y Presa El Salto				
Código:		407-2023 ENEL Nicaragua				
Fecha de Inicio:		22/1/2024				
Stakeholder	Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
				De impacto positivo	De impacto negativo	
ENEL	Patrocinar el proyecto	Alto	Alto	Compartir las necesidades que ENEL cuenta para el cumplimiento del proyecto	Presión para el éxito del proyecto	Velar por reunir la información pertinente del proyecto
Construcciones Lacayo Fiallos	Incorporar la mano de obra y perforaciones	Alto	Alto	Permite el avance de cada uno de los sitios para la instalación de sensores	Incumplimiento de la mano de obra en cada sitio	Planificar para conocer y coordinar tiempo de ejecución
Campbell Scientific	Instrumentar las presas Mancotal, El Dorado y El salto	Alto	Alto	Rehabilitación de sistema de monitoreo	Fallos en sus equipos electrónicos	Pruebas en la implementación de cada uno de los sistemas

Implicaciones de Recursos (materiales y capital humano)

--

Implicaciones para los Interesados

--

Implicaciones en la Documentación del Proyecto

--

Riesgos

--

Comentarios

--

Aprobación

--

Firmas del Comité de Cambios

Nombre	Rol / Cargo	Firma
<i>Oscar Hurtado</i>	<i>Gerente de Proyecto</i>	
<i>Oswaldo Cubero</i>	<i>Gerente de Mercado</i>	

Anexo 12. Acta de Cierre

Acta de Cierre del Proyecto

Proyecto:	Plan de Gestión del Proyecto de Rehabilitación de las Presas Mancotal, Presa El Dorado y Presa El Salto		
Código:	407-2023 ENEL NICARAGUA		
Financiado del Proyecto:	ENEL Nicaragua		
Gerente del Proyecto:	Oscar Hurtado		
Fecha Inicio:	2/1/2024	Fecha Fin:	27/02/2025

Descripción del Proyecto
Efectuar un plan de mantenimiento preventivo al sistema de auscultación con el fin de garantizar su adecuado funcionamiento y por ende una correcta gestión de la seguridad de la presa.

Objetivos del Proyecto	Criterio de Éxito	Resultados	Variación
Alcance			
Rehabilitar la instrumentación de las presas	Implementación exitosa de la automatización en las tres presas.	Completar la automatización de las presas Mancotal, El Dorado y El Salto.	Desviación en tiempo o costos si la instalación de los equipos se retrasa o supera el presupuesto asignado.
Mejorar la continuidad operativa y la seguridad	Funcionamiento continuo y estable del sistema de monitoreo.	- Reducción de interrupciones operativas. - Mejor control sobre los riesgos de seguridad.	Incremento en el tiempo de respuesta ante fallas, esto afecta la operatividad.
Reducir los tiempos de respuesta y mejorar las evaluaciones de datos	Respuesta rápida ante alertas y análisis precisos de los datos recolectados.	- Reducción del tiempo de respuesta a incidentes. - Evaluaciones más precisas de las condiciones de la presa.	Retraso en la capacidad de procesar datos de monitoreo o fallas en el sistema de alertas.
Optimizar los costos de acciones correctivas	Disminución en la necesidad de intervenciones correctivas.	- Mejora en la eficiencia de las intervenciones correctivas. - Menor número de fallos no planificados.	Incremento en costos por mantenimiento no previsto o por fallas en el sistema que requieran acciones correctivas costosas.
Instalar un sistema confiable y robusto	Sistema implementado de acuerdo con las especificaciones técnicas y de calidad.	- Equipos y sistemas de alta fiabilidad instalados correctamente. - Instrumentos de alta precisión funcionando sin fallos.	Equipos o sensores que no cumplan con las especificaciones de precisión o fiabilidad.

Proveer una herramienta informática para la gestión de datos	Acceso fácil y confiable a la base de datos con visualización de alertas y gráficas.	- Plataforma informática operativa, con visualización de datos y alertas. - Mejor acceso a información crítica para la toma de decisiones.	Errores en la visualización de los datos o falta de integración con las alertas críticas del sistema.
Tiempo			
	Cumplimiento de los plazos establecidos para cada fase del proyecto.	- Finalización de la rehabilitación de las tres presas en el tiempo acordado. - Instalación y puesta en marcha del sistema de monitoreo en el plazo determinado.	Retraso en la entrega de equipos o en la instalación de sistemas, afecta los plazos. Puede haber demoras por imprevistos o problemas logísticos.

Costo			
Cumplir cabalmente con el presupuesto asignado al proyecto.	Cumplimiento del presupuesto asignado para cada fase del proyecto.	- Finalización del proyecto dentro del presupuesto estimado de \$945,000.00 (o monto asignado). - Sin exceder los costos inicialmente establecidos para equipos, instalación y puesta en marcha.	Desviaciones en costos debido a compras imprevistas de equipos, costos de instalación adicionales o errores que requieran ajustes financieros.
Calidad			
Garantizar la continuidad operativa de las presas.	Implementación exitosa del sistema de monitoreo y automatización en el tiempo acordado.	Se instala y pone en marcha el sistema de monitoreo en las tres presas dentro del plazo estipulado.	Se cumple el plazo previsto; sin embargo, podrían existir pequeñas variaciones en las fechas de implementación de cada fase.
Suministrar e instalar equipos de calidad y precisión	Equipos de monitoreo y automatización que cumplan con los estándares de calidad requeridos.	Todos los equipos, incluyendo sensores de Geokon y VaseSísmica, se instalan correctamente y funcionan con alta precisión.	No se detectan problemas significativos, pero pueden surgir problemas menores con los equipos de integración.
Mejorar la eficiencia en la evaluación de datos	Implementación de una herramienta informática confiable para la gestión y visualización de los datos.	La herramienta para la gestión de datos está operativa, permitiendo el monitoreo en tiempo real de las presas.	No se presentan demoras significativas en la implementación del sistema, aunque algunos detalles podrían requerir ajustes finos.

Beneficios y/o Impactos del Proyecto en:	
Satisfacción Empleados	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora en las condiciones de trabajo: La implementación de sistemas automatizados reduce los riesgos operacionales, proporciona un entorno laboral más seguro y confiable. - Capacitación y Desarrollo: El proyecto involucra la capacitación de los empleados en nuevas tecnologías y procesos, lo que aumenta su nivel de satisfacción y motivación. - Estabilidad Operativa: Con la automatización, los empleados experimentan menos fallas y paradas, lo que se traduce en menos estrés laboral y mayor confianza en los procesos.
Crecimiento Económico	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la eficiencia operativa: La implementación de sistemas avanzados de monitoreo y automatización mejora la eficiencia en el manejo de las presas, reduce costos operativos y aumenta la rentabilidad. - Generación de energía más estable: La mejora en la continuidad operativa de las presas permite una generación de energía más constante, favorece la oferta energética y contribuye a la estabilidad económica de la empresa. - Impulso a la industria local: El proyecto fomenta la demanda de tecnología y servicios especializados, generando oportunidades de negocio para proveedores locales.
Desarrollo Social	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora de la seguridad comunitaria: La automatización y monitoreo continuo de las presas aumentan la seguridad en las áreas circundantes, minimiza el riesgo de desastres naturales como inundaciones. - Fortalecimiento de la infraestructura energética: El proyecto contribuye al desarrollo y fortalecimiento de la infraestructura energética del país, mejora el acceso a la electricidad y el bienestar de las comunidades. - Creación de empleo local: La fase de implementación y puesta en marcha del proyecto genera empleos directos e indirectos en las comunidades cercanas, promueve el desarrollo social y la calidad de vida en la región.

Información de Adquisiciones

* Las adquisiciones y contratos se llevaron a cabo satisfactoriamente documentando el proceso, términos y condiciones.

Patrocinador _____
 y Firma del Gerente del Proyecto
 Nombre y Firma del

_____ Nombre

UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
SITIO WEB DEL PORTAFOLIO DE EXPERIENCIAS

Enlace: <https://youtu.be/xgA6sZlkbzc>