

**Práctica Empresarial Como Auxiliar Residente En La Supervisión Y Control De Obra
De Las Estructuras Del Acueducto Municipal De Pamplona En La Empresa
Empopamplona S.A. E.S.P**

Tatiana Boyacá Sánchez

Director
Msc. Oscar Johany Hernández Parada
Maestría en Obras Hidráulicas
Ingeniero Civil

Universidad de Pamplona
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Departamento de Ingeniería Ambiental, Civil y Química
Programa Ingeniería Civil
Pamplona

**Práctica Empresarial Como Auxiliar Residente En La Supervisión Y Control De Obra
De Las Estructuras Del Acueducto Municipal De Pamplona En La Empresa
Empopamplona S.A. E.S.P**

Tatiana Boyacá Sánchez

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director
Msc. Oscar Johany Hernández Parada
Maestría en Obras Hidráulicas
Ingeniero Civil

Universidad de Pamplona
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Departamento de Ingeniería Ambiental, Civil y Química
Programa Ingeniería Civil
Pamplona
2025

Dedicatoria

Primeramente, a Dios, por acompañarme en cada paso y permitirme avanzar incluso cuando el camino se hacía difícil, por darme la serenidad para continuar, la fortaleza y la luz para no perderme del propósito.

A mi madre, Nidya Patricia Sánchez Dosantos, quien ha sido mi mayor impulso y la razón fundamental por la que hoy llego a esta meta. Gracias mamá, por tu amor incansable, por tu lucha diaria, por ser mi sostén, mi ejemplo y mi motivo de perseverancia. Este logro nace de tu esfuerzo tanto como del mío.

A mis abuelos, Anastasio Sánchez y Alba Dosantos, que han sido para mí un segundo hogar, un abrazo seguro y un apoyo incondicional. Gracias por su cariño, sus consejos y por enseñarme que la familia siempre es abrigo y fortaleza.

A mi hermano, Johan Smeiler Boyacá Sánchez, compañero de vida, cómplice y apoyo permanente. Gracias por escucharme y motivarme siempre.

A mi tío Jhon, a Rosita, y a mis pequeños Shaira Mariana y Jhonny Adrián Sánchez, quienes han llenado nuestras vidas de alegría y unión. Su luz espontánea y sincera ha sido un recordatorio constante de que siempre hay motivos para seguir adelante.

A cada uno de ustedes, con todo mi amor y mi gratitud, dedico este triunfo. Porque detrás de cada página, cada desvelo y cada esfuerzo, está su compañía, su fe en mí y el cariño que sostiene mi vida.

Agradecimientos

A Dios, por acompañarme en cada etapa de este proceso, por darme la fortaleza necesaria para superar los desafíos y por permitirme llegar hasta este momento con sabiduría, salud y propósito.

A mi familia, por ser mi soporte más grande, por su amor incondicional, por sus palabras de ánimo y por creer en mí incluso en los momentos en los que yo misma dudé. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y por ser la motivación que impulsa cada uno de mis logros.

Al ingeniero Oscar Johany Hernández Parada, por compartir generosamente sus conocimientos, por su pedagogía, su orientación constante y su compromiso con nuestra formación profesional. Su guía como director ha sido fundamental para avanzar con claridad en este camino académico.

A mis compañeros, aquellos que tuve la fortuna de encontrar en el trayecto, con quienes empezamos desde cero y con quienes hoy, después de esfuerzo, risas, caídas y levantadas, culminamos esta etapa “invictos”. Gracias por la amistad, la paciencia, el trabajo en equipo y por demostrar que los procesos compartidos siempre son más valiosos.

A todas las personas que aportaron a este proceso con un consejo, una mano amiga, un aprendizaje o simplemente con su presencia, gracias. Cada uno dejó una enseñanza significativa en este logro.

Tabla de Contenido

Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Resumen	11
Abstrac	12
Introducción	13
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos.....	14
Marco Referencial.....	15
Marco de antecedentes o estado del arte	15
Antecedentes Internacionales	15
Antecedentes Nacionales.....	17
Antecedentes Regionales.....	20
Marco teórico	22
Supervisión y Control de Obras en Ingeniería Civil	22
Componentes de un Sistema de Acueducto	23
Rol del Auxiliar Residente en la Supervisión y Control de Obras.....	24
Importancia de la Supervisión y Control en Proyectos de Acueducto.....	25
Marco Legal	25
Decreto 926 de 2010 - NSR-10	25

Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) de Pamplona.....	25
Decreto 330 de 2017.....	25
Resolución 0799 del 2021	26
Decreto 1077 de 2015.....	26
Ley 400 de 1997 y Ley 1229 de 2008	26
Resolución 2400 de 1979 y Ley 1562 de 2012	26
NTC – Normas Técnicas Colombianas	26
Marco Contextual.....	27
Descripción del Tramo de Rehabilitación del Acueducto.....	29
Metodología	31
Fase 1. Recolección y análisis de información técnica y contractual del proyecto	32
Fase 2. Seguimiento al cronograma de obra y análisis de rendimientos reales	32
Fase 3: Supervisión de la ejecución de actividades constructivas y control de calidad de materiales	33
Fase 4: Verificación del cumplimiento de las normas de seguridad y uso de EPP	33
Resultados	34
5. Revisión técnica del diseño del paso elevado para tubería de 2.5”	70
Aportes ingenieriles	87
Conclusiones	89
Recomendaciones.....	91
Referencias	92

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Ubicación Pamplona, Norte de Santander</i>	27
Figura 2. <i>Tramo de rehabilitación del acueducto</i>	30
Figura 3. <i>Esquema metodológico</i>	31
Figura 4. <i>Plano en AUTOCAD-Topografía acueducto Pamplona después de replanteo</i>	36
Figura 5. <i>Planta Y Corte Desarenador Tomado De Plano Estructural</i>	38
Figura 6. <i>Información contractual</i>	39
Figura 7. <i>Presupuesto Rehabilitación de acueducto</i>	40
Figura 8. <i>Acta de visita de obra N° 1</i>	45
Figura 9. <i>Acta de visita de obra N° 2</i>	46
Figura 10. <i>Acta de visita de obra N° 3</i>	47
Figura 11. <i>Registro topográfico en campo</i>	48
Figura 12. <i>Estado inicial de la vía</i>	49
Figura 13. <i>Adecuación y mejoramiento de vías</i>	49
Figura 14. <i>Medición de profundidades y tubería</i>	50
Figura 15. <i>Acta de visita de obra N° 4</i>	52
Figura 16. <i>Acta de visita de obra N° 5</i>	53
Figura 17. <i>Acta de visita de obra N° 6</i>	54
Figura 18. <i>Acta de visita de obra N° 7</i>	55
Figura 19. <i>Excavaciones para la instalación de la línea de conducción</i>	56
Figura 20. <i>Carga y transporte de materiales hacia zonas de difícil acceso</i>	57

Figura 21. <i>Disposición temporal de insumos en los puntos de acopio, sector Boquerón y planta de tratamiento</i>	58
Figura 22. <i>Estirado y posicionamiento de la manguera</i>	59
Figura 23. <i>Unión de los tramos de manguera mediante termofusión</i>	60
Figura 24. <i>Encofrado y refuerzo del desarenador No. 1</i>	61
Figura 25. <i>Vaciado del concreto</i>	62
Figura 26. <i>Ajuste de ubicación del desarenador No. 2</i>	63
Figura 27. <i>Zona del paso elevado</i>	63
Figura 28. <i>Ensayo de asentamiento (Slump)</i>	64
Figura 29. <i>Aditivos utilizados en obra</i>	65
Figura 30. <i>Supervisión del uso obligatorio de elementos de protección personal</i>	66
Figura 31. <i>Matriz de riesgos</i>	68
Figura 32. <i>Formato básico de verificación en campo</i>	69
Figura 33. <i>Diseño de cable</i>	71
Figura 34. <i>Parámetros de diseño</i>	71
Figura 35. <i>Diseño del muerto ó macizo de anclaje</i>	72
Figura 36. <i>Diseño del gancho de anclaje</i>	73
Figura 37. <i>Diseño del pendolón</i>	73
Figura 38. <i>Perfil Paso Elevado</i>	74
Figura 39. <i>Desarenador Para Acueducto Las Tomas 1 _Corte Transversal</i>	75
Figura 40. <i>Desarenador Para Acueducto Las Tomas 2 _Corte Transversal</i>	77
Figura 41. <i>Resultados hidráulicos en las secciones del cauce</i>	79

Figura 42. Calado de la sección aguas arriba de la estructura en los diferentes periodos de retorno.....	80
Figura 43. Calado de la sección aguas debajo de la estructura en los diferentes periodos de retorno.....	80
Figura 44. Calado del cauce en la sección donde se encuentra la bocatoma	81
Figura 45. Perfil del cauce para los diferentes periodos de retorno	81
Figura 46. Resultados hidráulicos en las secciones del cauce.....	82
Figura 47. Calado de la sección aguas arriba de la estructura en los diferentes periodos de retorno.....	83
Figura 48. Calado de la sección aguas debajo de la estructura en los diferentes periodos de retorno.....	83
Figura 49. Calado del cauce en la sección donde se encuentra la bocatoma.	84
Figura 50. Perfil del cauce para los diferentes periodos de retorno	84
Figura 51. Parámetros solicitados por supervisor en obra	85
Figura 52. Datos de Entrada para el Análisis Hidráulico y Golpe de Ariete	86
Figura 53. Resultados del Análisis de Golpe de Ariete.....	86

Lista de Apéndices

Apéndice A. ACAD-topo acueducto pamplona después de replanteo-Model

Apéndice B. Pamplona Acueducto Accesorios.kmz

Apéndice C. Componente Estructural

Apéndice D. Resolución 062 Adjudicación De Contrato

Apéndice E. Contrato Obra 056-2025

Apéndice F. Solicitud De Registro Presupuestal

Apéndice G. Registro Presupuestal Empopamplona

Apéndice H. Póliza De Seguro De Cumplimiento Y Clausulado

Apéndice I. Acta De Inicio

Apéndice J. Matriz de riesgos

Apéndice K. Resultados modelo hidraulico_Datos de red

Apéndice L. Parámetros desarenador las tomas 1

Apéndice M. Parámetros desarenador las tomas 2

Apéndice N. Desarenador Las Tomas 1 Y 2.dwg

Nota: El listado de apéndices se puede visualizar en el siguiente enlace adjunto:

<https://drive.google.com/drive/folders/1bI2xfbwdvfqOhCrdexkfP04Rz-OyJxRD?usp=sharing>

Resumen

El acceso al agua potable continúa siendo un desafío para las comunidades rurales, por lo que la rehabilitación del sistema de acueducto del municipio de Pamplona constituye una intervención prioritaria ante los daños generados por la temporada de lluvias y la declaratoria de calamidad pública. La presente práctica empresarial se desarrolló en la vereda García en apoyo a EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. con el propósito de contribuir a la supervisión y el control técnico de las actividades de captación, conducción y construcción de estructuras hidráulicas.

La metodología se basó en la recopilación y análisis de la información técnica y contractual; el seguimiento al cronograma mediante mediciones, registros y comparación entre lo programado y lo ejecutado; la supervisión directa de excavaciones, instalación de tubería PEAD y obras de captación y desarenado; y el control de la calidad de los materiales junto con la verificación del uso adecuado de los Elementos de Protección Personal.

Entre los principales resultados se obtuvo la actualización y organización del soporte documental del proyecto, la identificación de inconsistencias entre el diseño y la topografía real que motivaron replanteos y ajustes técnicos, la determinación de los rendimientos reales de obra y la verificación del cumplimiento de las especificaciones constructivas en los diferentes frentes. Asimismo, se fortalecieron las prácticas de seguridad en campo y se generaron recomendaciones operativas para mejorar la eficiencia en la ejecución.

En conjunto, el desarrollo del proyecto permitió aplicar conocimientos de ingeniería civil en un contexto real de obra, aportando al avance seguro y técnico de la rehabilitación del sistema de acueducto y contribuyendo al mejoramiento del abastecimiento de agua para la comunidad beneficiaria.

Abstrac

Access to potable water remains a challenge for rural communities, making the rehabilitation of the Pamplona municipality's aqueduct system a priority intervention given the damage caused by the rainy season and the declaration of a state of public emergency. This business practice was carried out in the García district in support of EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., with the aim of contributing to the supervision and technical control of water intake, conveyance, and hydraulic structure construction activities.

The methodology was based on the collection and analysis of technical and contractual information; monitoring the schedule through measurements, records, and comparison between planned and executed work; direct supervision of excavations, HDPE pipe installation, and intake and desilting works; and quality control of materials along with verification of the proper use of Personal Protective Equipment.

Key results included the updating and organization of project documentation, the identification of discrepancies between the design and the actual topography that necessitated re-establishment and technical adjustments, the determination of actual construction productivity, and the verification of compliance with construction specifications across different work fronts. Furthermore, field safety practices were strengthened, and operational recommendations were generated to improve execution efficiency.

Overall, the project's development allowed for the application of civil engineering knowledge in a real-world construction context, contributing to the safe and technical progress of the aqueduct system rehabilitation and improving the water supply for the beneficiary community.

Introducción

El acceso al agua potable continúa siendo un desafío para las comunidades rurales en Colombia, donde más de 2,6 millones de personas carecen de servicios seguros (DANE, 2023). En este contexto, diversos estudios han demostrado que la adecuada planificación, supervisión y control técnico de obras hidráulicas resulta fundamental para garantizar la calidad y eficiencia de los sistemas de abastecimiento. Autores como Teves y Melvin (2018) y Manoharan et al. (2023) destacan que la supervisión profesional optimiza recursos y mejora el desempeño constructivo, mientras que investigaciones regionales resaltan la importancia del acompañamiento técnico en proyectos de infraestructura rural.

En el municipio de Pamplona, Norte de Santander, la vereda García presenta deficiencias en su infraestructura hídrica, agravadas por la temporada de lluvias de 2024 que ocasionó afectaciones y la declaratoria de calamidad pública mediante los Decretos 001287 y 002406 de 2024. Ante esta situación surge la necesidad de rehabilitar el sistema de acueducto municipal, obra ejecutada por EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. bajo el proyecto BPIN 2025004540008.

El presente trabajo tuvo como propósito apoyar la supervisión y el control técnico de la rehabilitación del sistema de acueducto mediante actividades de revisión documental, seguimiento al cronograma, análisis de rendimientos, verificación de especificaciones de diseño y control de calidad de materiales. Estas actividades permitieron aportar al adecuado desarrollo del proyecto y fortalecer la formación profesional desde la práctica en campo. La ejecución de esta práctica se sustenta en la importancia social del proyecto, el cual contribuye al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (agua limpia y saneamiento), al mejorar las condiciones de captación y conducción de agua para la comunidad rural beneficiaria.

Objetivos

Objetivo General

Realizar la Práctica Empresarial Como Auxiliar Residente en La Supervisión y Control de Obra de las Estructuras del Acueducto Municipal De Pamplona En La Empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P

Objetivos Específicos

1. Recopilar la información técnica, contractual y de diseño del proyecto de obra con el fin de comprender sus especificaciones, condiciones de ejecución y requerimientos constructivos.
2. Hacer seguimiento al cronograma de obra y, con base en los rendimientos reales, comparar el avance con el fin de verificar el cumplimiento de las actividades y proponer ajustes que permitan optimizar la ejecución del proyecto.
3. Supervisar la ejecución de las actividades constructivas y verificar la calidad de los materiales utilizados, asegurando que se desarrollen conforme a los planos, procedimientos establecidos y especificaciones técnicas del diseño, garantizando resultados óptimos durante la ejecución del proyecto.
4. Promover y verificar el cumplimiento de las normas de seguridad en el área de trabajo, fomentando el uso adecuado de los Elementos de Protección Personal (EPP) y el mantenimiento de condiciones seguras durante la ejecución de las actividades de obra.

Marco Referencial

Marco de antecedentes o estado del arte

Antecedentes Internacionales

En la tesis de maestría titulada **“Supervisión y control de obras de edificación bajo los enfoques de Lean Construction y del PMI”** elaborada por Cary Teves y Walter Melvin en 2018 en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), se propuso una metodología de gestión aplicada para optimizar la supervisión y el control en obras de edificación integrando herramientas del Project Management Institute (PMI) y del sistema Lean Construction. El estudio se desarrolló mediante un caso práctico aplicado a la construcción de un hotel en Cusco (Perú) utilizando herramientas como el sistema de planificación Last Planner y el método del Valor Ganado (EVM) para evaluar el cumplimiento de cronograma, alcance y costos. Entre las conclusiones más importantes se destacó que la aplicación unida de estas metodologías permitió mejorar la coordinación entre los actores del proyecto, optimizar los recursos y lograr un control técnico más eficiente durante la ejecución de la obra, lo cual demuestra la utilidad de enfoques estructurados en contextos reales de supervisión profesional. (Cary Teves, 2018)

El artículo **"Prueba de los atributos de supervisión en la obra al aplicar prácticas ecológicas en las operaciones de construcción"**, publicado en 2023 en la revista International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology, evaluó las competencias de supervisores de obra en la implementación de prácticas verdes en Sri Lanka. A través de un programa de formación y evaluación de 59 supervisores, se identificaron características clave como la adaptabilidad, el conocimiento técnico y la capacidad de liderazgo como esenciales para la aplicación efectiva de prácticas sostenibles en el sitio de construcción. El estudio concluyó que

fortalecer estas competencias puede mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones constructivas (Kesavan Manoharan et al., 2023).

El artículo titulado **"Construction Supervision at the Facilities Renovation"**, elaborado por Azari Lapidus y Dmitry Topchiy en 2019 y publicado en la revista E3S Web of Conferences, analiza la importancia de implementar un enfoque sistemático en los procesos de supervisión durante la renovación de instalaciones industriales, considerando que una supervisión eficiente no debe representar una carga excesiva ni para el Estado ni para los desarrolladores. A través del análisis de factores que influyen en la seguridad y de diversas medidas de control aplicadas tanto en campo como en oficina por los especialistas encargados de la supervisión estatal, el estudio muestra que la normativa vigente en materia de supervisión presenta vacíos y contradicciones, lo que refuerza la necesidad de establecer un sistema organizativo y tecnológico jerárquico, estructurado científicamente, que permita garantizar un control objetivo y eficaz a lo largo del proceso constructivo. (Topchiy, 2019)

El artículo titulado **"Integrating sustainability into construction project management"**, elaborado por Renard Siew en 2022 y publicado por Springer, propone un marco metodológico para incorporar criterios de sostenibilidad en la gestión de carteras de proyectos de construcción, abordando las limitaciones de los enfoques tradicionales centrados únicamente en beneficios económicos. El estudio introduce un proceso en dos etapas: la primera consiste en una fase de evaluación que utiliza criterios de sostenibilidad y técnicas de análisis de incertidumbre para filtrar proyectos; la segunda emplea un modelo de frontera eficiente para seleccionar la combinación óptima de proyectos desde una perspectiva sostenible; este enfoque permite a las organizaciones priorizar proyectos que no solo sean financieramente viables, sino que también generen impactos positivos en los ámbitos ambiental y social. La investigación destaca la

necesidad de integrar herramientas cuantitativas y cualitativas en la toma de decisiones estratégicas, promoviendo una gestión de proyectos que equilibre objetivos económicos con principios de desarrollo sostenible (Siew, 2015).

El artículo titulado **"Implementation of green project management in the construction"**, elaborado por Kelvin Leo, Riri Nur Fadilah, Viridyansyah Nayuandika, Rachmat Kurnia Prayogo y Yudi Prastyo, publicado en septiembre de 2024 en la revista International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI), habla de la aplicación de la Gestión de Proyectos Verdes (Green Project Management - GPM) en la industria de la construcción como una estrategia clave para integrar la sostenibilidad en todas las etapas del ciclo de vida de los proyectos. A través de una revisión exhaustiva de literatura académica y estudios de caso, el estudio identifica prácticas fundamentales como el uso eficiente de los recursos, la reducción de impactos ambientales y la promoción de mejoras en la calidad de vida, demostrando que la implementación de GPM contribuye significativamente al desempeño ambiental, social y económico de los proyectos. Sin embargo, también reconoce desafíos importantes, como la limitada conciencia sobre el tema, la escasez de recursos y la falta de normativas que respalden este enfoque (Kelvin Leo et al., 2024).

Antecedentes Nacionales

El trabajo de grado titulado "Apoyo técnico en el seguimiento e inspección para la obra y control de los procesos de construcción del conjunto residencial Villarosa", realizado por Zilellys Lorena Freyle Gutiérrez en 2015 en la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Bucaramanga, documenta la experiencia de una práctica profesional como auxiliar del ingeniero residente en la construcción de un conjunto residencial en Riohacha, La Guajira. El objetivo principal fue brindar apoyo técnico en la supervisión y control de los procesos constructivos incluyendo la

planeación de actividades, control de materiales y seguimiento diario de las labores en obra. La metodología empleada consistió en visitas diarias al sitio de construcción, elaboración de informes de avance y registro fotográfico de las actividades realizadas. Como conclusión, el estudio resalta la importancia de la supervisión técnica en la garantía de la calidad y cumplimiento de los procesos constructivos, destacando la necesidad de una comunicación efectiva y una planificación adecuada para el éxito de los proyectos de construcción (Gutierrez, 2015).

El trabajo de grado titulado "Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería e inspector de obra en empresa contratista de obras civiles", elaborado por Juan Sebastián Pinzón-Amado en 2022 y presentado en la Universidad Católica de Colombia, tuvo como objetivo documentar la experiencia del autor como inspector de obra en una empresa contratista de Bogotá enfocándose en el desarrollo de competencias técnicas y de liderazgo durante la ejecución de proyectos civiles. La metodología consistió en una práctica empresarial en campo donde se aplicaron conocimientos adquiridos en la carrera para solucionar problemas constructivos, controlar presupuestos, coordinar personal y garantizar el cumplimiento de los cronogramas y especificaciones técnicas. Como conclusión, el autor destaca la importancia de la integración entre la teoría y la práctica, recalcando el papel del inspector de obra en el cumplimiento de estándares técnicos y en la eficiencia del proceso constructivo (Amado, 2022).

El trabajo de grado titulado "Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en la Secretaría de Planeación apoyando actividades técnico-administrativas de control y supervisión", elaborado por Diego Mauricio Herrera Pineda en 2020 y presentado en la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Villavicencio, tuvo como objetivo describir las labores de apoyo, control y supervisión realizadas en las actividades operativas de la Secretaría de Planeación del

municipio de Villavicencio durante el desarrollo de la pasantía como requisito para optar al título de Ingeniero Civil. La práctica se llevó a cabo desde el 15 de noviembre de 2020 hasta el 15 de mayo de 2021, cumpliendo un total de 320 horas, inicialmente de manera virtual debido a la contingencia sanitaria y posteriormente de forma presencial. Las actividades desarrolladas incluyeron visitas técnicas, elaboración de informes, fichas técnicas, registro fotográfico de predios, lectura e interpretación de planos, y socialización de temas con las comunidades. Además, se describen detalladamente las actividades realizadas por la Secretaría de Infraestructura del municipio, evidenciando la importancia del acompañamiento técnico y administrativo en la ejecución de proyectos de infraestructura (Pineda, 2020).

El trabajo de grado titulado "Diseño del sistema de limpieza y agitación en el área de bocatoma para la fluidización y dispersión de lodos del agua cruda en la empresa Gecelca 3 S.A.S E.S.P.", elaborado por Hernán Elías Fernández Sarmiento en 2022 y presentado en la Universidad de Córdoba, tuvo como objetivo principal diseñar un sistema que permitiera la limpieza y agitación eficiente en la zona de bocatoma de la empresa Gecelca 3 S.A.S E.S.P., con el fin de mejorar la fluidez y dispersión de los lodos presentes en el agua cruda. La metodología empleada consistió en un análisis técnico de las condiciones actuales de la bocatoma, seguido del diseño de un sistema mecánico que optimizara el proceso de limpieza y mantenimiento. Como resultado, se propuso un diseño que contribuye a la mejora de la disponibilidad y eficiencia del sistema de captación de agua, asegurando un funcionamiento más sostenible y reduciendo los costos operativos asociados al mantenimiento de la infraestructura (Sarmiento, 2022).

El trabajo de grado titulado "Diseño de bocatoma y línea de conducción para el sistema de riego de la vereda La Esperanza, municipio de Anapoima, Cundinamarca", elaborado por Daniel Sidney Martínez Herrera en 2020 y presentado en la Universidad Militar Nueva Granada,

tuvo como objetivo principal diseñar una bocatoma y su respectiva línea de conducción para optimizar el sistema de riego en la vereda La Esperanza. La metodología empleada incluyó estudios topográficos, hidrológicos y de suelos, así como el análisis de caudales y la selección de materiales adecuados para la construcción de la infraestructura hidráulica. Como resultado se propuso un diseño que mejora la eficiencia en la captación y distribución del recurso hídrico, contribuyendo al desarrollo agrícola sostenible de la región. (Herrera, 2020)

Antecedentes Regionales

El trabajo de grado titulado **"Propuesta de metodología para selección del tipo de bocatoma (lateral y de fondo) mediante el análisis de casos de estudios"**, elaborado por Carlos Alberto Castro Cabieles en 2021 y presentado en la Universidad Católica de Colombia, tuvo como objetivo desarrollar una metodología que permitiera elegir de manera adecuada el tipo de bocatoma en proyectos de captación de agua superficial. Para ello, se realizó un análisis de la normativa vigente, la revisión de varios casos prácticos y la aplicación de simulaciones hidráulicas que evaluaron la eficiencia y facilidad de mantenimiento de bocatomas laterales y de fondo. Como resultado, se presentó una metodología integral que ayuda a tomar decisiones basadas en las condiciones técnicas, ambientales y económicas, promoviendo la optimización y sostenibilidad de las obras hidráulicas, especialmente en la región andina donde las condiciones varían considerablemente (Cabieles, 2021)

El trabajo de grado titulado **"Registro de costos, supervisión de materiales y control de actividades complementarias para la ejecución de proyectos de infraestructura"**, elaborado por Sergio Andrés García Cristancho en 2019 y presentado en la Universidad Pontificia Bolivariana, tuvo como objetivo documentar las labores realizadas como auxiliar de residencia de obra en tres proyectos de infraestructura en Bucaramanga. La metodología incluyó

la supervisión de materiales de construcción, el control de costos y la coordinación de actividades complementarias, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas y optimizando los tiempos de ejecución. Como resultado, se evidenció la importancia de una

gestión integral en la residencia de obra para garantizar la calidad y eficiencia en los proyectos de infraestructura (Cristancho, 2019).

El trabajo de grado titulado **"Metodología para el control de calidad en la construcción de elementos estructurales de edificaciones verticales, aplicada al caso de estudio del edificio laboratorios de física de la Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta"**, elaborado por Mario Rafael De Jesús Fonseca Mejía en 2023 y presentado en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, tuvo como objetivo desarrollar una metodología que permitiera garantizar la calidad en la ejecución de elementos estructurales en edificaciones verticales. Para ello, se realizó una evaluación detallada del proceso constructivo del edificio de laboratorios de física, identificando fallas estructurales comunes y proponiendo mejoras basadas en la normatividad vigente. La metodología se centró en observación técnica, entrevistas a profesionales de obra y análisis documental. Como conclusión, se determinó que un adecuado control de calidad desde el inicio del proyecto reduce la probabilidad de errores constructivos, mejora la eficiencia del proceso y garantiza mayor seguridad en la infraestructura. (Mejía, 2023)

El trabajo de grado titulado **"Análisis del control de calidad en la construcción de vivienda en la ciudad de Pamplona"**, elaborado por José Del Carmen Arias Quintero y María Alejandra Pardo Reyes en 2015 y presentado en la Universidad Santo Tomás, tuvo como objetivo analizar el grado de cumplimiento de los lineamientos legales en cuanto al control de calidad que deben ejercer los entes de inspección y vigilancia sobre las construcciones de

vivienda en Pamplona. La investigación utilizó una metodología basada en encuestas, entrevistas a trabajadores de obra y observación directa de proyectos en ejecución. Los resultados evidenciaron que, aunque existe una normatividad clara en la práctica no se cumple adecuadamente, lo que incrementa los riesgos estructurales para los futuros ocupantes. Se concluyó que es fundamental fortalecer la supervisión técnica y fomentar una cultura de cumplimiento para garantizar construcciones más seguras. (Jose Del Carmen et al., 2015)

El trabajo de grado titulado **"Seguimiento al proceso constructivo y control de calidad del material de la construcción de la torre de telecomunicaciones CQ La Fraguita"**, elaborado por Maury Alexander Peñaranda Villamizar en 2019 y presentado en la Universidad Francisco de Paula Santander, tuvo como propósito hacer seguimiento técnico a la construcción de una torre de telecomunicaciones en San José de Cúcuta, enfocándose en la verificación de especificaciones y la calidad de los materiales utilizados. La metodología incluyó visitas de obra, revisión de planos, análisis de mezclas de concreto y ensayos de laboratorio para evaluar la resistencia de los materiales. Como conclusión, se resaltó la importancia de la inspección continua y el control riguroso del suministro y aplicación de materiales, con el fin de cumplir con las normas técnicas y garantizar la durabilidad de la estructura. (Villamizar, 2019)

Marco teórico

Supervisión y Control de Obras en Ingeniería Civil

La supervisión y el control de obras son procesos fundamentales en la Ingeniería Civil, orientados a garantizar que los proyectos se ejecuten conforme a los diseños, especificaciones técnicas, normativas vigentes y dentro de los plazos y presupuestos establecidos. Estos procesos permiten asegurar la calidad, seguridad y funcionalidad de las infraestructuras construidas.

Según la Universidad Francisco de Paula Santander (2018), la supervisión técnica implica la verificación constante de los materiales, procedimientos constructivos y cumplimiento de las normas técnicas, mientras que el control de obra se enfoca en el seguimiento de los avances físicos y financieros del proyecto, permitiendo la toma de decisiones oportunas para corregir desviaciones. (Santander, 2018)

En el contexto de los sistemas de acueducto, la supervisión y control adquieren una relevancia especial debido a la necesidad de garantizar el suministro continuo y seguro de agua potable a la población. La complejidad de estos sistemas, que incluyen captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución, requiere una vigilancia técnica rigurosa para asegurar su correcto funcionamiento y sostenibilidad.

Componentes de un Sistema de Acueducto

Un sistema de acueducto está compuesto por varias etapas interconectadas:

Captación

Extracción del recurso hídrico desde fuentes superficiales o subterráneas.

Conducción

Transporte del agua cruda hacia las plantas de tratamiento mediante canales, tuberías o túneles.

Tratamiento

Procesos físicos, químicos y biológicos para potabilizar el agua, eliminando contaminantes y microorganismos patógenos.

Almacenamiento

Reservorios o tanques que permiten regular el suministro y mantener la presión en la red.

Distribución

Red de tuberías que lleva el agua tratada hasta los usuarios finales.

Cada uno de estos componentes requiere una supervisión técnica especializada para garantizar su eficiencia y durabilidad. Por ejemplo, en el diseño de acueductos para el municipio de Pamplona, se han considerado aspectos como la topografía montañosa, las condiciones climáticas y el crecimiento poblacional proyectado a 25 años, lo que implica desafíos técnicos significativos en la planificación y ejecución de las obras. (Calderón, 2019)

Rol del Auxiliar Residente en la Supervisión y Control de Obras

El auxiliar residente desempeña un papel crucial en la supervisión y control de obras, actuando como enlace entre la empresa contratista, la interventoría y la entidad contratante. Sus responsabilidades incluyen:

Seguimiento técnico

Verificar que los trabajos se realicen conforme a los planos, especificaciones y cronogramas establecidos.

Control de calidad

Supervisar la calidad de los materiales y procesos constructivos asegurando el cumplimiento de las normas técnicas.

Gestión documental

Elaborar informes, actas de avance y registros fotográficos que evidencien el progreso de la obra.

Coordinación

Facilitar la comunicación entre los diferentes actores del proyecto, resolviendo inconvenientes técnicos y administrativos que puedan surgir.

En el contexto de la práctica empresarial en EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., el auxiliar residente tiene la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica en Ingeniería Civil, enfrentando situaciones reales que fortalecen sus competencias profesionales y contribuyen al éxito de los proyectos de infraestructura hidráulica en el municipio.

Importancia de la Supervisión y Control en Proyectos de Acueducto

La supervisión y control efectivos en proyectos de acueducto son esenciales para garantizar la calidad, eficiencia y sostenibilidad de las obras. Una supervisión adecuada permite detectar y corregir desviaciones en tiempo real, evitando sobrecostos, retrasos y fallas estructurales que puedan comprometer el servicio de agua potable a la comunidad.

Marco Legal

Decreto 926 de 2010 - NSR-10

El Decreto 926 de 2010 contiene la NSR-10, la norma técnica obligatoria que regula el diseño y la construcción de obras civiles para garantizar su seguridad estructural frente a eventos sísmicos (Ministerio de Vivienda, 2020).

Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) de Pamplona

Establece las directrices para el desarrollo urbano y la infraestructura, incluyendo la planificación y expansión de los sistemas de acueducto, en relación con las necesidades actuales y futuras de la población (Pamplona, 2015)

Decreto 330 de 2017

Establecen el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), el cual define los criterios técnicos para diseños, construcciones y operaciones de proyectos de acueducto (Ministerio de Vivienda, 2020).

Resolución 0799 del 2021

La Resolución 0799 de 2021 modifica el decreto 0330 de 2017, que establece el RAS. Esta actualización busca alinear las normativas con las políticas de crecimiento verde y economía circular, promoviendo la sostenibilidad en la gestión de los servicios de agua y saneamiento. (Ministerio de Vivienda, 2021)

Decreto 1077 de 2015

Compila la normatividad técnica del sector vivienda incluyendo regulaciones sobre licencias urbanísticas y disposiciones del sector de agua potable (Ministerio de Vivienda, 2020).

Ley 400 de 1997 y Ley 1229 de 2008

Estas leyes complementan la NSR-10 en relación con el control de calidad de materiales en obra, estableciendo normativas para diseño estructural y supervisión técnica de obras (Funcion Pública, 1997)

Resolución 2400 de 1979 y Ley 1562 de 2012

Establecen condiciones de seguridad y salud en el trabajo para empleados y supervisores en obra (D.C., 2012).

NTC – Normas Técnicas Colombianas

Las Normas Técnicas Colombianas (NTC) son documentos elaborados y adoptados por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), que establecen especificaciones, procedimientos y criterios para garantizar la calidad, seguridad, desempeño y compatibilidad de productos, servicios y procesos en diversos sectores. En el ámbito de la construcción, las NTC son fundamentales para asegurar la correcta ejecución de ensayos de materiales, cumplimiento de estándares técnicos y verificación de especificaciones en obra.

(Nacional, 2006).

NTC 121 – Especificación de desempeño para cemento hidráulico

Establece los requisitos de desempeño para cementos hidráulicos destinados a usos generales y especiales, sin restricciones sobre su composición. Clasifica los cementos según propiedades como resistencia a sulfatos, calor de hidratación y reactividad con agregados y especifica métodos de ensayo, inspección y criterios de aceptación (icontec, 2021).

NTC 396 - Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto

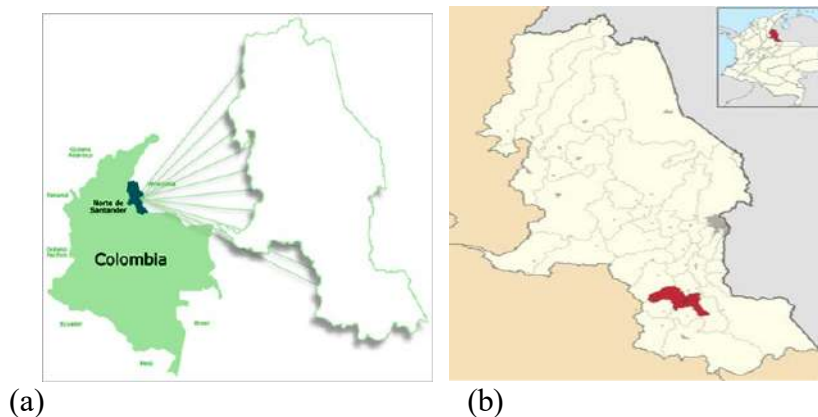
Esta norma establece el procedimiento para medir el asentamiento del concreto fresco mediante el uso del cono de Abrams, con el fin de evaluar su consistencia tanto en obra como en laboratorio. (icontec, 2021).

Marco Contextual

El presente proyecto se desarrolla en el municipio de Pamplona, ubicado en el departamento de Norte de Santander, en el nororiente colombiano, donde se realizó la práctica empresarial como Auxiliar Residente en la Supervisión y Control de Obra de las estructuras del acueducto municipal, bajo la dirección de la empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.

Figura 1.

Ubicación Pamplona, Norte de Santander



Nota. (a) Localización de Norte de Santander en Colombia, (b) Localización de Pamplona en Norte de Santander, Tomado de (Gobernación NDS, 2022)

Pamplona se encuentra a una altitud aproximada de 2.342 msnm, en la zona andina oriental de Colombia, sobre la cordillera oriental de los Andes. Está ubicada aproximadamente a 74 km de Cúcuta, capital del departamento. Su relieve es predominantemente montañoso lo que influye directamente en la complejidad de las obras de infraestructura, especialmente en lo relacionado con redes hidráulicas y saneamiento. El clima es frío con temperaturas promedio entre los 12 °C y 18 °C, y precipitaciones estacionales, lo que requiere una planificación adecuada en la ejecución de obras para evitar retrasos por factores climáticos.

Pamplona es reconocida como una ciudad universitaria y religiosa. Cuenta con instituciones educativas importantes como la Universidad de Pamplona, lo que ha convertido al municipio en un centro académico regional. La población es diversa con presencia estudiantil y un tejido social estructurado alrededor de las actividades educativas, el comercio y la prestación de servicios. Económicamente, Pamplona tiene una base sustentada en el comercio, los servicios públicos, la agricultura a pequeña escala y las transferencias del Estado. A pesar de su riqueza histórica y académica, enfrenta retos como el desempleo juvenil y la informalidad laboral.

La empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. es la entidad encargada de la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo en el municipio. Como empresa de carácter oficial tiene a su cargo la operación, mantenimiento y ampliación de las redes de distribución y captación de agua. Las obras de infraestructura que se desarrollan a través de esta entidad son fundamentales para garantizar la cobertura y continuidad del servicio, especialmente en un municipio con topografía compleja y una población en constante

crecimiento. La participación del estudiante en esta entidad permite integrarse a un entorno técnico real y aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil.

Fundada en 1549, Pamplona es una de las ciudades más antiguas de Colombia y tuvo un papel destacado en la independencia nacional. A lo largo del tiempo ha sido un referente en el oriente colombiano por su vocación educativa, religiosa y cultural. En cuanto a su organización política-administrativa el municipio está regido por un alcalde y un concejo municipal, y ha mantenido un interés constante en el mejoramiento de la infraestructura pública, particularmente en temas de agua potable y saneamiento, mediante inversión estatal y gestión con entidades públicas.

Actualmente, Pamplona enfrenta retos en su infraestructura hidráulica debido al crecimiento poblacional, la presión sobre los recursos naturales y la necesidad de optimizar los sistemas de captación y distribución de agua. EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. ha venido ejecutando proyectos para fortalecer la infraestructura del acueducto municipal, dentro de los cuales se encuentra la obra en la vereda García donde se desarrollará esta práctica empresarial. Esta situación ofrece un entorno real y desafiante para aplicar conocimientos de supervisión, control de cantidades de obra, calidad de materiales y seguimiento de cronogramas en tiempo real, en un contexto técnico y geográfico exigente. (Santander, 2025)

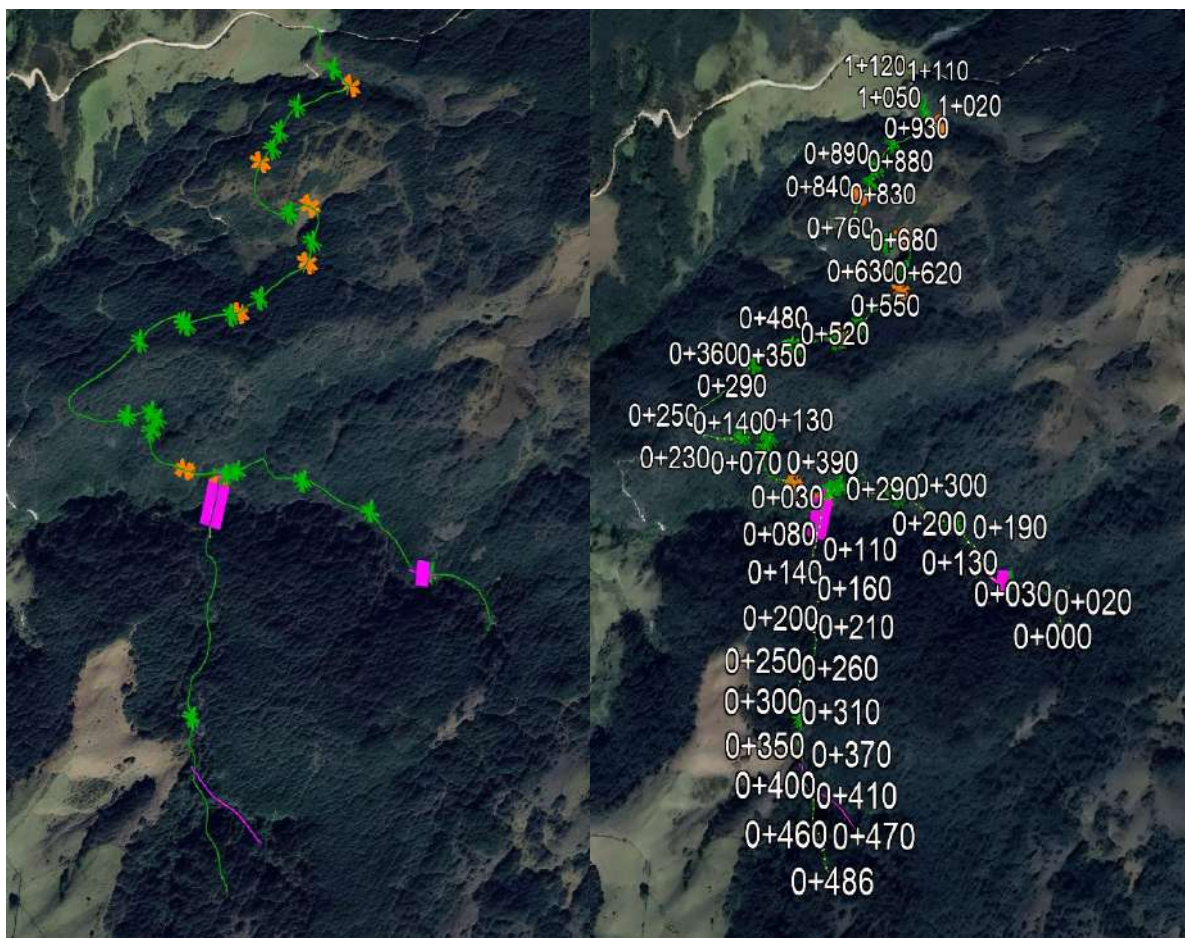
Descripción del Tramo de Rehabilitación del Acueducto

El proyecto se desarrolla en una zona rural de topografía montañosa y difícil acceso, caracterizada por pendientes pronunciadas y vegetación densa. El tramo inicia en el PR 0+000, donde se encuentra la primera captación (aprox. 7°19'16" N, 72°40'11" W; 3173 m), y continúa hasta el PR 0+486, punto de la segunda captación (7°19'07" N, 72°40'16" W; 3171 m).

El recorrido finaliza en el PR 1+154, sector conocido como el Boquerón, que sirve como conexión con la vía principal García-Monteadentro ($7^{\circ}19'37''$ N, $72^{\circ}40'29''$ W; 3079 m). En total, el tramo intervenido comprende 1,154 metros y se encuentra en un entorno natural donde las labores requieren métodos adaptados por la ausencia de acceso vehicular.

Figura 2.

Tramo de rehabilitación del acueducto



Nota. La figura muestra el trazado del proyecto de rehabilitación del sistema de acueducto entre los PR 0+000 y 1+154. Fuente: Google Earth Pro (2023).

Metodología

La práctica empresarial se desarrolló mediante la ejecución de cuatro fases, como se presenta en la **Figura 3**, orientadas al cumplimiento del objetivo principal: apoyar la supervisión y el control técnico de las actividades constructivas asociadas a las estructuras del acueducto municipal de Pamplona, Norte de Santander. Estas actividades se ejecutaron en el marco del proyecto “Rehabilitación del Sistema de Acueducto del Municipio de Pamplona como respuesta a la emergencia presentada y en el marco de la declaratoria de calamidad pública por temporada de lluvias, según Decreto No. 001287 de 2024, prorrogado mediante Decreto No. 002406 de 2024 del Departamento de Norte de Santander, identificado con Código BPIN 2025004540008”, adelantado por EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.

Figura 3.

Esquema metodológico



Nota: Elaborado por la autora para este trabajo

Fase 1. Recolección y análisis de información técnica y contractual del proyecto

En esta fase se recopiló, organizó y analizó toda la documentación técnica y contractual correspondiente al proyecto de rehabilitación del sistema de acueducto del municipio de Pamplona. Se revisó el contrato de obra, pólizas, presupuesto, estudio de conveniencia, certificaciones presupuestales, propuestas económicas, acta de inicio y documentos complementarios entregados por EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.

Asimismo, se realizó la verificación detallada de los planos topográficos y de diseño asegurando coherencia entre la información técnica recibida y las condiciones reales del terreno, para ello se contrastaron puntos de instalación de ventosas, purgas y empalmes utilizando datos obtenidos en campo con RTK; ésta revisión permitió identificar sectores donde fue necesario ajustar replanteos debido a inestabilidades del terreno asociadas a movimientos en masa generados durante la emergencia, aportando insumos fundamentales para una correcta planeación de la ejecución.

Fase 2. Seguimiento al cronograma de obra y análisis de rendimientos reales

Durante esta fase se llevó a cabo el seguimiento continuo al cronograma de obra verificando las actividades programadas con los avances reales registrados en campo. Se llevaron a cabo mediciones periódicas para determinar rendimientos de excavación, transporte, instalación de manguera y adecuación de vías, permitiendo evaluar la productividad y el cumplimiento de la obra.

Para las fechas de julio y agosto debido a los deslizamientos y asentamientos que afectaron las rutas de acceso, se optó por realizar obras de mejoramiento vial y la apertura de un paso alternativo autorizado por la Alcaldía Municipal, garantizando la movilidad de personal y materiales, dando como resultado unos retrasos y un reacomodo en el cronograma inicial.

De igual forma se supervisó la nivelación y compactación del afirmado utilizado, comprobando que cumpliera con las especificaciones técnicas y ajustando las programaciones en función del comportamiento del terreno y las condiciones climáticas presentes durante el desarrollo del proyecto.

Fase 3: Supervisión de la ejecución de actividades constructivas y control de calidad de materiales

En esta fase se realizó el acompañamiento directo en campo durante la instalación, empalme y aseguramiento de las mangueras de conducción, verificando que los procedimientos constructivos se ejecutaran conforme a los planos, especificaciones técnicas y secuencia prevista.

Se controló la calidad de los materiales mediante inspección visual, revisión de condiciones de almacenamiento y verificación de certificados técnicos. Asimismo, se supervisaron actividades como excavaciones, rellenos, construcción de captaciones y desarenadores, comprobando alineación, profundidades y estabilidad del terreno; estas acciones garantizaron la correcta ejecución del proyecto y la funcionalidad de cada estructura.

Fase 4: Verificación del cumplimiento de las normas de seguridad y uso de EPP

En esta última fase se verificó el cumplimiento de los protocolos de seguridad promoviendo el uso adecuado de los elementos de protección personal (EPP) por parte del personal de obra.

Se realizaron observaciones sobre el uso de casco, guantes, botas y la correcta señalización de áreas de trabajo. Además, se supervisó el manejo seguro de materiales, herramientas y elementos estructurales como varillas, encofrados y concreto reduciendo los riesgos asociados a las condiciones topográficas irregulares; estas actividades fortalecieron la

cultura de seguridad y se garantizó un entorno de trabajo seguro durante la ejecución del proyecto.

Resultados

Como producto del desarrollo de la práctica empresarial en la rehabilitación del sistema de acueducto del municipio de Pamplona, se obtuvieron resultados significativos que evidencian el cumplimiento de los objetivos planteados y la participación activa en los procesos técnicos, constructivos y administrativos del proyecto. A lo largo del periodo de ejecución se generó información verificable mediante registros fotográficos, bitácoras, mediciones en campo y documentación oficial suministrada por EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.

1. Recopilación y análisis de información técnica, contractual y de diseño

El desarrollo del primer objetivo representó una fase fundamental al inicio de la práctica, pues permitió comprender de manera integral el alcance técnico, administrativo y constructivo del proyecto de rehabilitación del acueducto del municipio de Pamplona. Esta etapa no se limitó únicamente a reunir documentos, sino que consistió en un proceso de clasificación, análisis, interpretación y verificación de la información suministrada por la empresa.

Se inició con la revisión del Contrato de Obra 056-2025 que establecía claramente el alcance de las actividades, los compromisos del contratista, los plazos establecidos y las condiciones de supervisión. También se analizaron las pólizas de cumplimiento, calidad y estabilidad, documentos esenciales para garantizar que la ejecución de la obra se desarrollara conforme a los estándares técnicos y legales exigidos.

Posteriormente, se organizó la documentación de soporte administrativo: solicitudes de disponibilidad presupuestal, estudios previos, análisis de conveniencia y oportunidad,

comunicaciones internas entre interventoría y contratista, y actas oficiales del proceso. Esta información permitió comprender la trazabilidad administrativa del proyecto y las condiciones bajo las cuales se había contratado su ejecución. Dentro de esta revisión también se analizó el presupuesto oficial del proyecto verificando las cantidades de obra, los ítems definidos y la estructura económica prevista para cada actividad. Durante este análisis se identificó que el presupuesto inicial no contemplaba adecuadamente algunos costos asociados al transporte de materiales, especialmente en los tramos donde el acceso era limitado y se requería el uso de mulas. Por ello, fue necesario realizar una observación con el ingeniero quien se encargó del ajuste de ciertos ítems para obtener un presupuesto coherente con las condiciones reales del terreno y garantizar que los recursos asignados fueran suficientes para cubrir la ejecución completa de la obra.

En cuanto a la información técnica, se estudiaron de manera detallada los planos topográficos, los perfiles longitudinales, los planos estructurales y los planos hidráulicos de las estructuras como desarenadores, captaciones y pasos elevados. La interpretación de estos planos permitió identificar áreas donde el diseño original presentaba diferencias con la topografía real, especialmente en zonas con inestabilidad geológica y sectores donde el terreno o las condiciones de acceso requerían ajustes o replanteos.

Los hallazgos revelaron tramos donde el diseño debía adaptarse debido al terreno, lo que justificó posteriormente la revisión de estructuras como el paso elevado. Como aporte ingenieril se realizó un análisis comparativo entre el diseño y las condiciones reales, lo que permitió anticipar necesidades de ajuste, evitar incompatibilidades y mejorar la eficiencia del proceso constructivo.

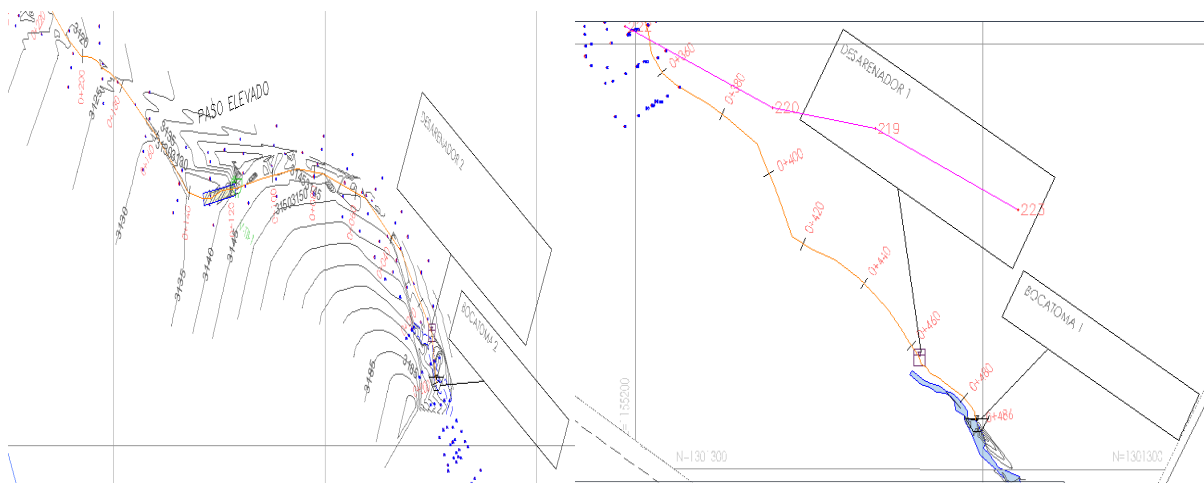
Finalmente, toda la documentación fue organizada en carpetas digitales y físicas. Esta organización facilitó el acceso eficiente a la información y sirvió como base para la toma de decisiones durante la ejecución del proyecto.

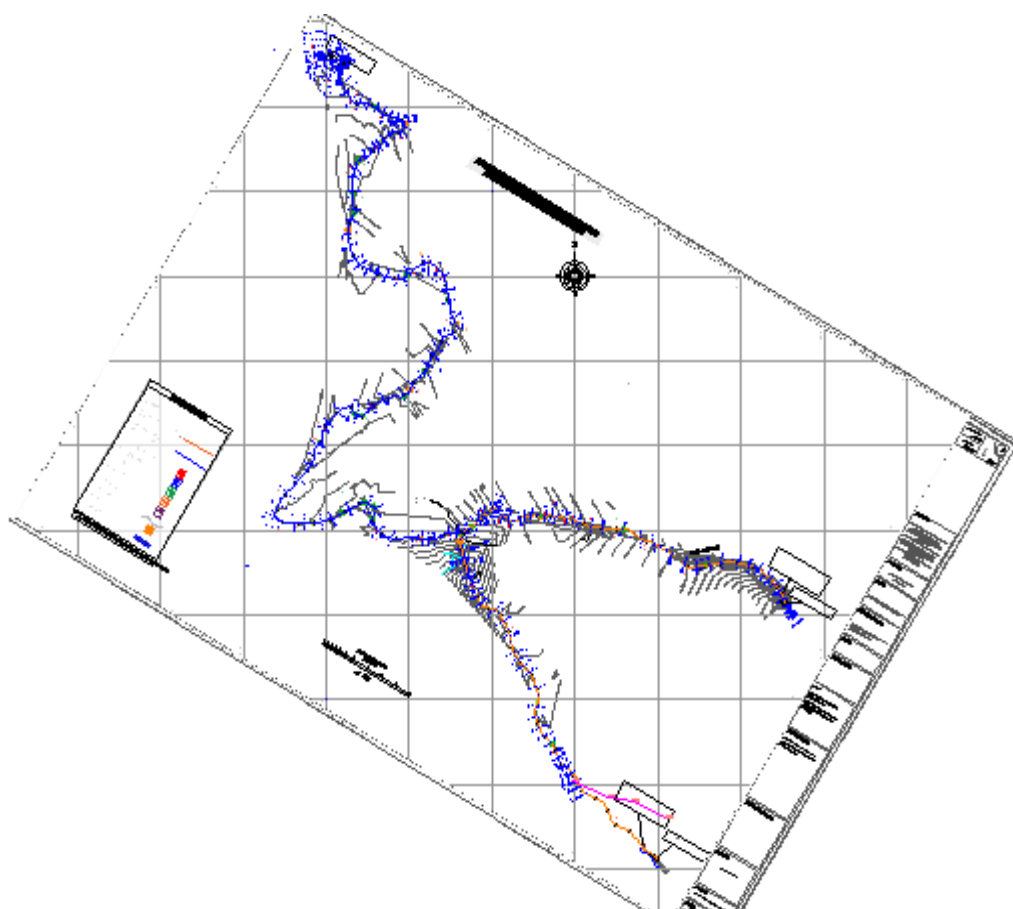
A continuación, se presentan algunas evidencias fotográficas correspondientes al proceso de recopilación y análisis de la información técnica, contractual y de diseño del proyecto, las cuales respaldan las actividades ejecutadas durante esta fase:

La **Figura 4** corresponde a una sección del plano topográfico utilizado durante el replanteo de la línea de conducción del acueducto. En este material se observan las curvas de nivel, el trazado proyectado y la ubicación preliminar de estructuras como pasos elevados, captaciones y desarenadores. Este plano fue fundamental para verificar las condiciones reales de la topografía con lo establecido en el diseño, permitiendo identificar zonas críticas donde fue necesario ajustar distancias, pendientes y puntos de apoyo.

Figura 4.

Plano en AUTOCAD-Topografía acueducto Pamplona después de replanteo





Nota. La versión completa del plano en formato DWG se encuentran disponible en el **Apéndice A**. Tomado de (EMPOPAMPLONA S.A E.S.P., 2025)

La **Figura 5** presenta la planta y el corte estructural del desarenador incluido en el proyecto. Este plano permitió analizar las dimensiones, espesores, niveles, distribución interna y disposición del refuerzo del sistema de desarenado. Su revisión fue esencial para verificar la correspondencia entre los elementos estructurales proyectados y las condiciones del terreno, así como para coordinar en campo la construcción de las formaletas, el armado del acero y la secuencia de fundidas.

oportunidad, cotizaciones a proveedores, constancias de inexistencia, observaciones a propuestas, actas del comité asesor de contratación, resolución de adjudicación, pólizas aprobadas y el acta de inicio. Esta documentación permitió comprender la trazabilidad administrativa del proyecto y la estructura jurídica que soporta su ejecución.

Figura 6.

Información contractual

Nombre del documento
02 COMUNICACION INTERNA.pdf
03 SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL.pdf
04 CERTIFICADO DE DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL EMPOPAMPLONA.pdf
05 CERTIFICADO DE DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL DEL SISTEMA DE REGALIAS.pdf
07 SOPORTE INVITACION A PRESENTAR PROPUESTA.pdf
08 ESTUDIO DE CONVENIENCIA Y OPORTUNIDAD.pdf
08 SOLICITUD DE COTIZACION A PROVEEDORES.pdf
09 ANEXO SOLICITUD DE COTIZACION- RESOLUCION DE APERTURA- CRONOGRAMA.pdf
10 CONSTANCIA D EINEXISTENCIA DE OBSERVACIONES EN EL PROCESO.pdf
12. RECEPCION SOBRE 1 IVM CONSTRUCTORES.pdf
13. RECEPCION SOBRE 1 CONSTRUCTORA ICORNOT S.A.S.pdf
14. SOBRE 2 PROPUESTA ECONOMICA INCORNOT S.A.S.pdf
15. SOBRE 2 PROPUESTA ECONOMICA IVM CONSTRUCCIONES.pdf
16. SOBRE 1 OFERTA ECONOMICA CONSTRUCTORA INCORNOT S.A.S - RADICADA EL DIA 20 DE JUNIO DE 2025 A LAS 04-02 PM.pdf
17. SOBRE 1 OFERTA ECONOMICA IVM CONSTRUCCIONES- RADICADA EL DIA 20 DE JUNIO DE 2025 A LAS 03-38 PM.pdf
18 ANEXO-RAICADO LLAMADA COLOMBIACOPRAEFICIENTE.pdf
17. COMUNICACION INTERNA- SOPORTE DE PROBLEMAS EN PLATAFORMA.pdf
11 ACTAS DE COMITE ASESOR DE CONTRATACION- SOPORT DE VERIFICACION DE REQUISITOS HABILITANTES- EVALUACION Y PUNTAJE DE PROPUESTAS ECONOMICAS.pdf
0. RESOLUCION 062 ADJUDICACION DE CONTRATO.pdf
20. SOLICITUD DE REGISTRO PRESUPUESTAL.pdf
19. CONTRATO OBRA 056-2025.pdf
21. REGISTRO PRESUPUESTAL EMPOPAMPLONA.pdf
22. REGISTRO PRESUPUESTAL SGR.pdf
23. POLIZA DE SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRA CONTRACTUAL Y CLAUSULADO.pdf
24. POLIZA DE SEGURO DE CUMPLIMIENTO Y CLAUSULADO.pdf
25. COMPROBANTES DE PAGO POLIZAS.pdf
26. APROBACION DE POLIZAS- RESOLUCION N°067.pdf
27. ACTA DE INICIO.pdf

Nota. La figura muestra un extracto del archivo de recopilación documental del proyecto, donde se relacionan los principales documentos técnicos, contractuales y administrativos, para consultar cada documento en su versión completa, estos se encuentran en los **Apéndices D al I**.

La **Figura 7** corresponde al presupuesto oficial del proyecto de rehabilitación del acueducto, donde se detallan los ítems y capítulos que conforman la obra. En este documento se incluyen actividades como línea principal de conducción, ventosas, purgas, macromedidor, excavaciones, tanque de unificación, bocatomas, desarenadores y pasos elevados. La revisión de este presupuesto permitió entender la distribución económica del proyecto y la relación entre las cantidades de obra programadas y las estructuras hidráulicas contempladas en el diseño.

Figura 7.

Presupuesto Rehabilitación de acueducto

ITEM	DESCRIPCION	Cant	UND	V/Unitario	V/total
1.0	Lineas Principales				
1.1	Localizacion, Nivelación y Replanteo	2.085,69	m2	\$ 13.782,02	\$ 28.745.011,80
1.2	Suministro e Instalación Tuberia Polietileno Alta Densidad (PE100) PN10 DN 3" Union a tope termofusión	923,54	ml	\$ 108.824,20	\$ 100.503.501,74
1.3	Suministro e Instalación Tuberia Polietileno Alta Densidad (PE100) PN10 DN 4" Union a tope termofusión	1.162,15	ml	\$ 126.314,12	\$ 146.795.957,86
1.4	Suministro e Instalación Valvula de Cheque DN 3" Union Brida x Brida	3,00	Und	\$ 1.786.974,00	\$ 5.360.921,99
1.5	Suministro e Instalación Adaptador Brida x Garra de tigre HD 3"	4,00	Und	\$ 556.666,72	\$ 2.226.666,86
1.6	Suministro e Instalación Adaptador Brida x Garra de tigre HD 4"	2,00	Und	\$ 597.561,93	\$ 1.195.123,87
1.7	Suministro e Instalación Reducción Concentrica PEAD DN 4" x 3" Union a tope termofusion	2,00	Und	\$ 190.256,16	\$ 380.512,32
1.8	Suministro e Instalación Tee HD DN 4" Extremo Brida x Brida	1,00	Und	\$ 183.673,48	\$ 183.673,48
1.9	desmonte vegetal H:1,5	3.128,54	m2	\$ 33.700,85	\$ 105.434.275,93
1.10	descapote de material vegetal H:0,4	3.128,54	m2	\$ 41.045,16	\$ 128.411.231,10
2.0	VENTOSAS				
2.1	Excavación en Material Comun	25,92	m3	\$ 53.359,51	\$ 1.383.078,43
2.2	Suministro e Instalación Adaptador Brida por Garra de Tigre 4"	14,00	Und	\$ 558.797,72	\$ 7.823.168,08
2.3	Suministro e Instalación Tee HD Brida x Brida 4" x 2"	7,00	Und	\$ 617.223,57	\$ 4.320.565,02
2.4	Suministro e Instalación Válvulas Compuerta Elástica Vástago NO ascendente HD 2" Brida x Brida	15,00	Und	\$ 816.278,82	\$ 12.244.182,24
2.5	Suministro e Instalación Valvula Ventosa Doble Camara - Triple Efecto HD 2" Extremo Bridado	15,00	Und	\$ 1.481.873,00	\$ 22.228.095,07
2.6	Suministro e Instalación Adaptador Brida por Garra de Tigre 3"	16,00	Und	\$ 452.189,92	\$ 7.235.038,76
2.7	Suministro e Instalación Tee HD Brida x Brida 3" x 2"	8,00	Und	\$ 576.691,80	\$ 4.613.534,39
2.8	Caja en Concreto 1.0 m x 1,0 m Profundidad Variable (1,0m - 1,6m) Espesor 0,12 m - Incluye Aro Tapa Hierro Concreto	15,00	Und	\$ 1.805.594,96	\$ 27.083.924,42

3.0	PURGAS				
3.1	Excavación en Material Comun	15,55	m3	\$ 53.359,51	\$ 829.847,06
3.2	Suministro e Instalación Adaptador Brida por Garra de Tigre 4"	8,00	Und	\$ 558.797,72	\$ 4.470.381,76
3.3	Suministro e Instalación Tee HD Brida x Brida 4" x 2"	4,00	Und	\$ 617.223,57	\$ 2.468.894,30
3.4	Suministro e Instalación Válvulas Compuerta Elástica Vástago NO ascendente HD 2" Brida x Brida	4,00	Und	\$ 816.278,82	\$ 3.265.115,26
3.5	Suministro e Instalación Niple HD Brida x Brida 2" L=0,4 mt	4,00	Und	\$ 483.318,87	\$ 1.933.275,47
3.6	Suministro e Instalación Adaptador Brida x Garra de tigre HD 3"	10,00	Und	\$ 556.666,72	\$ 5.566.667,16
3.7	Suministro e Instalación Tee HD Brida x Brida 3" x 2"	5,00	Und	\$ 589.445,05	\$ 2.947.225,27
3.8	Suministro e Instalación Charnela HD 2"	9,00	Und	\$ 1.655.698,79	\$ 14.901.289,08
3.9	Caja en Concreto 1.0 m x 1,0 m Profundidad Variable (1,0m - 1,6m) Espesor 0,12 m - Incluye Aro Tapa Hierro Concreto	9,00	Und	\$ 1.805.594,96	\$ 16.250.354,65
4.0	MACROMEDIDOR				
4.1	Caja en Concreto 1.4 m x 1,2 m Profundidad 1,4m - Espesor 0,12 m - Incluye Aro Tapa Hierro Concreto	3,00	Und	\$ 2.526.351,97	\$ 7.579.055,90
4.2	Suministro e Instalación Valvula de Compuerta Vastago ascendente DN 4" Extremo Brida	3,00	Und	\$ 2.365.919,93	\$ 7.097.759,80
4.3	Suministro e Instalación Filtro en "Y" DN 4" Extremo Brida x Brida	3,00	Und	\$ 2.132.263,18	\$ 6.396.789,55
4.4	Suministro e Instalación Macromedidor de velocidad DN 4" Union Brida x Brida	3,00	Und	\$ 3.102.086,50	\$ 9.306.259,51
5.0	EXCAVACIONES				
5.1	Arena para Cimentación Tubería H=20 cm	250,00	m3	\$ 102.579,15	\$ 25.644.786,69
5.2	Excavación en Material Comun	1.334,84	m3	\$ 53.359,51	\$ 71.226.404,55
5.3	Relleno con Material Seleccionado Proveniente de Excavacion	1.001,13	m3	\$ 63.552,78	\$ 63.624.591,39
6.0	TANQUE DE UNIFICACIÓN				
6.1	Caja en Concreto 1.4 m x 1,2 m Profundidad 1,4m - Espesor 0,12 m - Incluye Aro Tapa Hierro Concreto	1,00	Und	\$ 2.526.351,97	\$ 2.526.351,97
6.2	Suministro e Instalación Valvula de Cheque DN 3" Union Brida x Brida	2,00	Und	\$ 1.786.974,00	\$ 3.573.948,00
7.0	BOCATOMA 01				
7.1	Localizacion, Nivelación y Replanteo	18,00	m2	\$ 13.782,02	\$ 248.076,28
7.2	Suministro e Instalación Tubería 3" PVC-P RDE 21	6,00	ml	\$ 74.679,48	\$ 448.076,87
7.3	Suministro e instalacion adaptador de limpieza 3" PVC	3,00	und	\$ 29.457,71	\$ 88.373,12
7.4	Suministro e Instalación Valvula de Compuerta Vastago ascendente DN 3" Extremo Brida x Brida	2,00	und	\$ 1.947.039,61	\$ 3.894.079,22
7.5	Suministro e Instalación Codo 90° 3" PVC-P	2,00	und	\$ 144.246,93	\$ 288.493,86
7.6	Suministro e Instalación Tee 3" PVC-P	1,00	und	\$ 206.405,52	\$ 206.405,52
7.7	Rejilla en angulo según detalle	1,00	und	\$ 1.515.123,02	\$ 1.515.123,02
7.8	Concreto 28 MPa - (4000 PSI) Impermeabilizado	4,78	m3	\$ 2.491.355,24	\$ 11.908.678,05
7.9	Suministro figurada y amarre de acero 60000 PSI 420 Mpa	1.704,86	kg	\$ 11.848,62	\$ 20.200.239,69
8.0	BOCATOMA 02				
8.1	Localizacion, Nivelación y Replanteo	18,00	m2	\$ 13.782,02	\$ 248.076,28
8.2	Suministro e Instalación Tubería 3" PVC-P RDE 21	6,00	m	\$ 74.679,48	\$ 448.076,87
8.3	Suministro e instalacion adaptador de limpieza 3" PVC	3,00	und	\$ 29.457,71	\$ 88.373,12
8.4	Suministro e Instalación Valvula de Compuerta Vastago ascendente DN 3" Extremo Brida x Brida	2,00	und	\$ 1.947.039,61	\$ 3.894.079,22
8.5	Suministro e Instalación Codo 90° 3" PVC-P	2,00	und	\$ 144.246,93	\$ 288.493,86
8.6	Suministro e Instalación Tee 3" PVC-P	1,00	und	\$ 206.405,52	\$ 206.405,52

8.7	Rejilla en angulo según detalle	1,00	und	\$ 1.515.123,02	\$ 1.515.123,02
8.8	Concreto 28 MPa - (4000 PSI) Impermeabilizado	4,78	m3	\$ 2.491.355,24	\$ 11.908.678,05
8.9	Suministro figurada y amarre de acero 60000 PSI 420 Mpa	1.704,86	kg	\$ 11.848,62	\$ 20.200.239,69
9.0	DESARENADOR 01				
9.1	Localizacion, Nivelación y Replanteo	74,40	m2	\$ 13.782,02	\$ 1.025.381,95
9.2	Suministro e Instalación Tubería 2 1/2" PVC-P RDE 21	18,00	m	\$ 46.062,85	\$ 829.131,37
9.3	Suministro e Instalación Tubería 3" PVC-P RDE 21	12,00	m	\$ 74.679,48	\$ 896.153,73
9.4	Suministro e Instalación Tee 2 1/2" PVC-P	2,00	und	\$ 128.758,92	\$ 257.517,84
9.5	Suministro e Instalación Codo 90° 2 1/2" PVC-P	3,00	und	\$ 131.484,74	\$ 394.454,21
9.6	Suministro e Instalación Tee 3" PVC-P	1,00	und	\$ 206.405,52	\$ 206.405,52
9.7	Suministro e Instalación Codo 90° 3" PVC-P	3,00	und	\$ 144.246,93	\$ 432.740,79
9.8	Suministro e Instalación Registro corte 2 1/2"	3,00	und	\$ 266.048,80	\$ 798.146,41
9.9	Suministro e Instalación Registro corte 3"	1,00	und	\$ 331.041,45	\$ 331.041,45
9.10	Tapa escotilla en lámina alfajor 35x100cm, marco y contra marco 2" x 1/8"	18,00	und	\$ 334.567,64	\$ 6.022.217,43
9.11	Tapa escotilla en lámina alfajor 100x100cm marco y contra marco 2" x 1/8"	3,00	und	\$ 544.358,33	\$ 1.633.074,99
9.12	Concreto simple de 28 MPa - (4000 PSI) Impermeabilizado	21,42	m3	\$ 2.491.355,24	\$ 53.364.829,26
9.13	Suministro figurada y amarre de acero 60000 PSI 420 Mpa	2.766,49	kg	\$ 11.848,62	\$ 32.779.091,00
9.14	Cerramiento de alambre de Puas 5 Filas (Poste en Concreto 0,1*0,1*1,8metros)	38,48	ml	\$ 151.146,38	\$ 5.816.112,60
9.15	Pasos o escaleras de acceso	2,00	Und	\$ 420.497,94	\$ 840.995,88
10.0	DESARENADOR 02				
10.1	Localizacion y replanteo	74,40	m2	\$ 13.782,02	\$ 1.025.381,95
10.2	Suministro e Instalación Tubería 2 1/2" PVC-P RDE 21	18,00	m	\$ 46.062,85	\$ 829.131,37
10.3	Suministro e Instalación Tubería 3" PVC-P RDE 21	12,00	m	\$ 74.679,48	\$ 896.153,73
10.4	Suministro e Instalación Tee 2 1/2" PVC-P	2,00	und	\$ 128.758,92	\$ 257.517,84
10.5	Suministro e Instalación Codo 90° 2 1/2" PVC-P	3,00	und	\$ 131.484,74	\$ 394.454,21
10.6	Suministro e Instalación Tee 3" PVC-P	1,00	und	\$ 206.405,52	\$ 206.405,52
10.7	Suministro e Instalación Codo 90° 3" PVC-P	3,00	und	\$ 144.246,93	\$ 432.740,79
10.8	Suministro e Instalación Registro corte 2 1/2"	3,00	und	\$ 266.048,80	\$ 798.146,41
10.9	Suministro e Instalación Registro corte 3"	1,00	und	\$ 331.041,45	\$ 331.041,45
10.10	Tapa escotilla en lámina alfajor 35x100cm, marco y contra marco 2" x 1/8"	18,00	und	\$ 334.567,64	\$ 6.022.217,43
10.11	Tapa escotilla en lámina alfajor 100x100cm marco y contra marco 2" x 1/8"	3,00	und	\$ 544.358,33	\$ 1.633.074,99
10.12	Concreto simple de 28 MPa - (4000 PSI) Impermeabilizado	24,42	m3	\$ 2.491.355,24	\$ 60.838.894,98
10.13	Suministro figurada y amarre de acero 60000 PSI 420 Mpa	3.270,83	kg	\$ 11.848,62	\$ 38.754.824,43
10.14	Cerramiento de alambre de Puas 5 Filas (Poste en Concreto 0,1*0,1*1,8metros)	38,48	ml	\$ 151.146,38	\$ 5.816.112,60
10.15	Pasos o escaleras de acceso	2,00	Und	\$ 420.497,94	\$ 840.995,88

10.14	Cerramiento de alambre de Puas 5 Filas (Poste en Concreto 0,1*0,1*1,8metros)	38,48	ml	\$ 151.146,38	\$ 5.816.112,60
10.15	Pasos o escaleras de acceso	2,00	Und	\$ 420.497,94	\$ 840.995,88
11.0	PASOS ELEVADOS				
11.1	Excavación en Material Comun	31,57	m3	\$ 53.359,51	\$ 1.684.559,64
11.2	Solado concreto espesor e=0.05mts 17,5 mpa (2500psi)	1,75	m3	\$ 1.776.395,44	\$ 3.108.692,02
11.3	Relleno con material seleccionado proveniente de excavación compactado con plancha vibradora	23,58	m3	\$ 99.899,01	\$ 2.355.618,58
11.4	Suministro figurada y amarre de acero 60000 PSI 420MPa	1.770,21	kg	\$ 11.848,62	\$ 20.974.547,06
11.5	Concreto simple de 28 MPa - (4000 PSI) Impermeabilizado	12,25	m3	\$ 2.491.355,24	\$ 30.519.101,70
11.6	Acero astm a572 para torres incluye elementos de fijación	1.243,32	kg	\$ 90.104,93	\$ 112.029.259,43
11.7	Suministro e instalacion de Concreto de 3000 Psi	10,10	m3	\$ 2.114.118,87	\$ 21.352.600,56
11.8	guaya acerada d: 3/4"	550,00	ml	\$ 78.528,39	\$ 43.190.616,04
11.9	abrazaderas metalicas, platina 3/4" x 1/8"	184,00	und	\$ 74.222,69	\$ 13.656.975,36
11,10	Suministro e instalacion de Concreto Ciclopeo	10,00	m3	\$ 1.784.811,22	\$ 17.848.112,17
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 1.424.797.022,52
	ADMINISTRACIÓN		30,00%		\$ 427.439.106,76
	UTILIDAD		5,00%		\$ 71.239.851,13
	IVA / UTILIDAD		19,00%		\$ 13.535.571,71
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 512.214.529,60
	COSTO TOTAL DE OBRA				\$ 1.937.011.552,12
	PLAN DE GESTION INTEGRAL DE OBRA (PMA)				\$ 16.000.000,00
	VALOR TOTAL				\$ 1.953.011.552,12

Nota. La figura muestra el presupuesto oficial del proyecto, incluyendo la distribución de costos y cantidades establecidas en la fase contractual. Para mayor información ver **apéndice E**. Tomado de (EMPOPAMPLONA S.A E.S.P., 2025)

2. Seguimiento al cronograma y análisis de rendimientos reales

El cumplimiento del segundo objetivo implicó realizar un acompañamiento continuo a la ejecución de la obra, garantizando el seguimiento del cronograma oficial y la evaluación de los rendimientos obtenidos en campo. Este proceso se llevó a cabo mediante visitas periódicas, inspecciones directas, registros fotográficos, actas y mediciones diarias de avance en los diferentes frentes de trabajo.

Las tareas ejecutadas incluyeron el acompañamiento en la adecuación de vías alternas; verificación de excavaciones, cortes y conformación de zanjas; la supervisión de la instalación de tuberías PEAD; el control de profundidades, alineaciones y pendientes; y la revisión del ritmo de

ejecución en comparación con lo programado. Durante esta etapa se analizaron los factores que incidían directamente en los tiempos reales de ejecución. Se identificaron condiciones determinantes como la topografía altamente irregular, la incidencia de lluvias constantes, la inestabilidad del terreno y las limitaciones propias del acceso a los frentes de obra. Adicionalmente, se evaluó el impacto logístico asociado al transporte de materiales, el cual requería tres etapas: inicialmente hasta la planta de tratamiento, posteriormente desde la planta hasta el alto ubicado en el sector del Boquerón y finalmente desde este punto hasta el sitio de trabajo. A ello se sumaba un sobre transporte obligado para el traslado hacia los puntos de disposición, el cual debía realizarse a lomo de mula debido a que los sectores intervenidos presentan caminos angostos, pendientes pronunciadas y condiciones de difícil acceso.

Se elaboraron informes comparativos entre el avance programado y el avance real en los cuales se evidenciaron retrasos asociados principalmente a la logística de transporte. La comunidad, al ser propietaria de la vía de acceso, autorizaba el paso de materiales únicamente en días específicos, lo que reducía los rendimientos y prolongaba los tiempos de traslado. Como consecuencia, fue necesario reorganizar actividades priorizando los tramos más críticos, ajustar rutas de ingreso y replantear la programación de excavaciones y fundidas para optimizar los procesos constructivos. Este seguimiento también permitió realizar una evaluación realista de los rendimientos del personal y de la maquinaria liviana utilizada lo que facilitó la toma de decisiones orientadas a mejorar la eficiencia operativa. El análisis constante del cronograma fortaleció el control del proyecto y garantizó que las actividades ejecutadas se mantuvieran dentro de los márgenes establecidos.

Como parte del **seguimiento al cronograma y la validación de los tiempos reales de ejecución**, se realizaron varias visitas técnicas a campo con el fin de contrastar el avance

programado con el ejecutado en obra. Estas visitas permitieron identificar afectaciones relacionadas con la topografía, las condiciones climáticas y la logística del transporte, factores que influyeron directamente en el rendimiento de las actividades. Las Actas N° 1, N° 2 y N° 3 documentan los hallazgos obtenidos durante esta etapa, tal como se muestra en las figuras correspondientes.

La **Figura 8** presenta el Acta de Visita a Campo del 15 de agosto, correspondiente al recorrido inicial para evaluar accesos, zonas inestables y condiciones del terreno, información fundamental para determinar los tiempos reales de inicio y prever retrasos por topografía y geología.

Figura 8.

Acta de visita de obra N° 1

	ACTA DE VISITA A CAMPO	Versión	01
		Página	1 de 1

SEGUIMIENTO CONTRATO DE OBRA N° 56 DE 2025

ACTA DE VISITA A CAMPO

DATOS DE LA OBRA		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación del Sistema de Acueducto del Municipio de Pamplona – Emergencia 2024	
CONTRATO:	Contrato de Obra 056–2025	
BPIN:	2025004540008	
ACTA DE INICIO:	29/07/2025	
LUGAR DE LA VISITA:	Vereda García – Municipio de Pamplona	
FECHA DE VISITA:	15/08/2025	
DATOS DEL CONTRATISTA/INTERVENTORIA		
CONTRATISTA:	I/M Construcciones SAS	
INTERVENTORIA:	Vivas & Rivera Ingeniería y Construcción SAS	
PERSONAL EN OBRA:	Supervisor técnico residente, 2 maestros, 3 obreros	
CLIMA:	Soleado ☐ Nublado ☐ Lluvioso ☒ Otro: _____	
DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES		
Se realizó recorrido inicial por la zona del proyecto, verificando accesos, estado del terreno y sectores afectados por deslizamientos. Se revisaron los puntos de replanteo para la línea de conducción y se constató la ubicación de accesos proyectados. Se validaron condiciones de seguridad del frente de trabajo y el uso de EPP por parte del personal.		
OBSERVACIONES		
- Algunos accesos requieren adecuación por pérdida de material. - Algunas cotas deberán replantearse en campo debido a diferencias con los planos. - Se recomienda señalización preventiva en zonas inestables.		
RESPONSABLES DE LA VISITA		
	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO
PROFESIONALES QUE REALIZAN LA VISITA:	Luis Núñez	Supervisor técnico residente
	Tatiana Boyacá Sánchez	Auxiliar residente-Práctica empresarial

Nota. El acta registra las primeras verificaciones de replanteo, las afectaciones por deslizamientos y la necesidad de ajustar accesos, lo cual impactó el rendimiento inicial y permitió anticipar modificaciones al cronograma.

En la **Figura 9**, se presenta el Acta de Visita del 31 de agosto, donde se evaluó el avance del replanteo y la identificación de sectores con inestabilidad geológica, así como restricciones logísticas que afectaban el transporte de materiales.

Figura 9.

Acta de visita de obra N° 2

	ACTA DE VISITA A CAMPO	Versión	01
		Página	1 de 1

SEGUIMIENTO CONTRATO DE OBRA N° 56 DE 2025

ACTA DE VISITA A CAMPO

DATOS DE LA OBRA		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación del Sistema de Acueducto del Municipio de Pamplona – Emergencia 2024	
CONTRATO:	Contrato de Obra 056–2025	
BPIN:	2025004540008	
ACTA DE INICIO:	29/07/2025	
LUGAR DE LA VISITA:	Vereda García – Municipio de Pamplona	
FECHA DE VISITA:	31/08/2025	
DATOS DEL CONTRATISTA/INTERVENTORIA		
CONTRATISTA:	IVM Construcciones SAS	
INTERVENTORIA:	Vivas & Rivera Ingeniería y Construcción SAS	
PERSONAL EN OBRA:	Supervisor técnico residente, 2 maestros, 3 obreros	
CLIMA:	Soleado ☒ Nublado ☐ Lluvioso ☐ Otro: _____	
DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES		
Se verificó la continuidad del proceso de replanteo topográfico y la ubicación de ventosas, purgas y empalmes. Se revisaron zonas con afectación geológica y se evaluó la necesidad de ajustes por inestabilidad del terreno. Se hizo seguimiento a la adecuación de vías alternas para el acceso de materiales y maquinaria liviana.		
OBSERVACIONES		
- Se evidencian retrasos en transporte de materiales por restricciones de acceso. - Sectores con movimiento en masa requieren monitoreo continuo y posible ajuste del trazado. - Se solicita actualizar el cronograma de acuerdo con los rendimientos reales observados.		
RESPONSABLES DE LA VISITA		
	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO
PROFESIONALES QUE REALIZAN LA VISITA:	Luis Núñez	Supervisor técnico residente
	Tatiana Boyacá Sánchez	Auxiliar residente-Práctica empresarial

Nota. Esta visita evidenció retrasos por dificultades de acceso, recomendando la actualización del cronograma según el rendimiento real y el monitoreo de zonas con movimientos en masa.

La **Figura 10** muestra el Acta de Visita del 15 de septiembre, donde se verificó la logística de transporte y los registros de materiales, aspectos directamente relacionados con los tiempos de ejecución del proyecto.

Figura 10.

Acta de visita de obra N° 3

	ACTA DE VISITA A CAMPO	Versión	01
		Página	1 de 1

SEGUIMIENTO CONTRATO DE OBRA N° 58 DE 2025

ACTA DE VISITA A CAMPO

DATOS DE LA OBRA		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación del Sistema de Acueducto del Municipio de Pamplona – Emergencia 2024	
CONTRATO:	Contrato de Obra 056–2025	
BPIN:	2025004540008	
ACTA DE INICIO:	29/07/2025	
LUGAR DE LA VISITA:	Vereda Garcia – Municipio de Pamplona	
FECHA DE VISITA:	15/09/2025	
DATOS DEL CONTRATISTA/INTERVENTORIA		
CONTRATISTA:	IVM Construcciones SAS	
INTERVENTORIA:	Vivas & Rivera Ingeniería y Construcción SAS	
PERSONAL EN OBRA:	Supervisor técnico residente, 2 maestros, 8 obreros	
CLIMA:	Soleado ☒ Nublado ☐ Lluvioso ☐ Otro: _____	
DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES		
Durante la visita se realizó la verificación del transporte y recepción de materiales, asegurando que coincidieran con los registros. Se observaron las rutas de acceso y la logística de transporte, coordinando con la comunidad para garantizar la movilidad de los vehículos hasta el boquerón. Además, se revisó la estabilidad de los sectores y adecuación de vías intervenidas, evaluando medidas preventivas por los movimientos en masa existentes. La visita permitió complementar el seguimiento al cronograma, observando los retrasos en transporte y la necesidad de ajustes para mantener el proyecto dentro de los tiempos planificados.		
OBSERVACIONES		
- Se recomienda mantener monitoreo constante en zonas con inestabilidad y coordinar las actividades logísticas de transporte y almacenamiento según las condiciones reales de la obra.		
RESPONSABLES DE LA VISITA		
	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO
PROFESIONALES QUE REALIZAN LA VISITA:	Luis Núñez	Supervisor técnico residente
	Tatiana Boyacá Sánchez	Auxiliar residente-Práctica empresarial

Nota. Se observó la necesidad de coordinar con la comunidad para permitir el ingreso de vehículos, situación que afectó el rendimiento y obligó a reorganizar actividades críticas.

Durante las actividades de replanteo y verificación topográfica, se registraron diferentes puntos del trazado de la línea de conducción, así como la revisión de cotas y pendientes reales en campo. Estas inspecciones permitieron confirmar la correspondencia entre los planos y la topografía existente, tal como se evidencia en la **Figura 11**, donde se observa la labor del personal topográfico en terreno.

Figura 11.

Registro topográfico en campo



Como parte de las actividades de acceso y logística del proyecto, se realizó la adecuación de las vías de ingreso hacia los frentes de trabajo, eliminando material suelto, ampliando pasos estrechos y mejorando la transitabilidad. En la **Figura 12** se aprecia el estado inicial de la vía, mientras que en la **Figura 13** se observa la condición posterior a la intervención realizada.

Figura 12.

Estado inicial de la vía



Figura 13.

Adecuación y mejoramiento de vías



La verificación dimensional en campo fue una actividad recurrente durante la ejecución del proyecto ya que permitió confirmar que las excavaciones, cotas de diseño y longitudes de la tubería coincidieran con los parámetros establecidos en los planos. En este proceso se realizaron mediciones directas de profundidades de zanja y comprobación del alineamiento de la tubería instalada, actividades indispensables para garantizar la correcta funcionalidad hidráulica de la línea de conducción. Como se observa en la **Figura 14**, estas mediciones se llevaron a cabo en diferentes sectores, incluyendo zonas con presencia de agua acumulada y puntos donde se debía verificar la continuidad del trazado.

Figura 14.

Medición de profundidades y tubería



3. Supervisión de actividades constructivas y control de calidad de materiales

La supervisión de actividades constructivas constituyó una de las responsabilidades centrales durante la práctica. Este objetivo implicó trabajar directamente en campo, verificando que cada procedimiento se ejecutara conforme a los planos, normas técnicas y especificaciones del diseño.

Las actividades supervisadas incluyeron la excavación y adecuación de zanjas, instalación y termofusión de tubería PEAD de 3" y 4", fundida de bases, construcción de estructuras hidráulicas como captaciones, desarenadores y anclajes. Se verificaron parámetros esenciales como profundidad de excavación, alineación, compactación, pendiente y correcta ubicación de accesorios y uniones.

En cuanto a control de calidad, se revisaron fichas técnicas y certificados de conformidad de los materiales, tales como tubería PEAD, acero de refuerzo, cemento, aditivos e impermeabilizantes. Se supervisó el almacenamiento adecuado del cemento, evitando exposición a humedad mediante cubiertas y lonas protectoras durante el transporte en mula. Además, se efectuó el ensayo de asentamiento slump previo a la fundida, asegurando la trabajabilidad y cumplimiento de las recomendaciones del diseño estructural.

Asimismo, se verificó el cumplimiento de la NSR-10 Título C, garantizando recubrimientos mínimos, resistencia del concreto $f'c$ 4000 psi, tamaño máximo del agregado (15 mm), fundidas monolíticas, uso de juntas Sika PVC y aplicación de Sika y Mapelatex Mortero en superficies internas de los desarenadores, cemento marca argos, acero de fy 4200, manguera marca Pavco RDE 17 y válvulas marca Apolo. Este proceso permitió asegurar la calidad del sistema constructivo, reducir errores, prevenir retrabajos y garantizar la durabilidad de las estructuras proyectadas.

Para el cumplimiento del **tercer objetivo**, se efectuó el seguimiento técnico y constructivo de todas las actividades realizadas en campo, incluyendo excavaciones, instalación de tubería, verificación de estructuras hidráulicas y control de calidad en obra. Las Actas N°4, N°5, N°6 y N°7 documentan los avances y hallazgos obtenidos durante esta etapa, evidenciando el progreso de las estructuras, la estabilidad de los frentes de trabajo y la identificación temprana de inconsistencias constructivas que requerían ajustes. A continuación, se presentan las figuras correspondientes a cada visita, junto con su descripción técnica.

La **Figura 15** presenta el Acta del 25 de octubre, donde se verificó la instalación de la manguera de conducción y la revisión de cotas y profundidades de zanja antes del relleno.

Figura 15.

Acta de visita de obra N° 4

	ACTA DE VISITA A CAMPO	Versión	01
		Página	1 de 1

SEGUIMIENTO CONTRATO DE OBRA N° 56 DE 2025

ACTA DE VISITA A CAMPO

DATOS DE LA OBRA		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación del Sistema de Acueducto del Municipio de Pamplona – Emergencia 2024	
CONTRATO:	Contrato de Obra 056–2025	
BPIN:	2025004540008	
ACTA DE INICIO:	29/07/2025	
LUGAR DE LA VISITA:	Vereda García – Municipio de Pamplona	
FECHA DE VISITA:	25/09/2025	
DATOS DEL CONTRATISTA/INTERVENTORIA		
CONTRATISTA:	IVM Construcciones SAS	
INTERVENTORIA:	Vivas & Rivera Ingeniería y Construcción SAS	
PERSONAL EN OBRA:	Supervisor técnico residente, 2 maestros, 8 obreros	
CLIMA:	Soleado ☐ Nublado ☒ Lluvioso ☐ Otro: _____	
DESCRIPCION ACTIVIDADES		
Durante la visita se verificó el avance de las excavaciones para la instalación de la línea de conducción, revisando que las dimensiones, cotas y pendientes cumplieran con los planos de diseño. Se confirmó el replanteo de los trazos topográficos y la correcta alineación de los puntos en campo. También se inspeccionó el fondo de zanja, comprobando su estabilidad y limpieza antes de la colocación de la manguera, y se revisaron los materiales disponibles en sitio, asegurando su conformidad con las especificaciones del proyecto.		
OBSERVACIONES		
- Se identificaron sectores con humedad en las paredes de la zanja, lo cual reducía la estabilidad del terreno. Se recomendó reforzar las medidas de seguridad y ajustar los tiempos de excavación según las condiciones climáticas y del suelo.		
RESPONSABLES DE LA VISITA		
	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO
PROFESIONALES QUE REALIZAN LA VISITA:	Luis Núñez	Supervisor técnico residente
	Tatiana Boyacá Sánchez	Auxiliar residente-Práctica empresarial

Nota. La visita permitió confirmar el adecuado avance de las instalaciones, aunque se identificaron sectores con inestabilidad que podrían afectar los rendimientos previstos.

En la **Figura 16**, se observa el Acta del 25 de septiembre, correspondiente a la revisión de excavaciones, alineaciones y pendientes para la instalación de la línea de conducción.

Figura 16.

Acta de visita de obra N° 5

	ACTA DE VISITA A CAMPO	Versión	01
		Página	1 de 1

SEGUIMIENTO CONTRATO DE OBRA N° 56 DE 2025

ACTA DE VISITA A CAMPO

DATOS DE LA OBRA		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación del Sistema de Acueducto del Municipio de Pamplona – Emergencia 2024	
CONTRATO:	Contrato de Obra 056–2025	
BPIN:	2025004540008	
ACTA DE INICIO:	29/07/2025	
LUGAR DE LA VISITA:	Vereda García – Municipio de Pamplona	
FECHA DE VISITA:	25/10/2025	
DATOS DEL CONTRATISTA/INTERVENTORIA		
CONTRATISTA:	IVM Construcciones SAS	
INTERVENTORIA:	Vivas & Rivera Ingeniería y Construcción SAS	
PERSONAL EN OBRA:	Supervisor técnico residente, 2 maestros, 8 obreros	
CLIMA:	Soleado ☐ Nublado ☒ Lluvioso ☐ Otro: _____	
DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES		
Durante la visita se verificó el avance correspondiente a la instalación de la manguera de conducción en diámetros de 4" y 3", confirmando que la excavación, alineación y tendido de los tramos coincidieran con los planos y las especificaciones técnicas. Se revisaron las profundidades y la uniformidad del fondo de zanja antes del relleno inicial, así como la identificación de los puntos destinados a ventosas y purgas. Se realizó además recorrido hacia la zona de captación para evaluar las condiciones del terreno y la viabilidad de los puntos inicialmente previstos para las estructuras de captación.		
OBSERVACIONES		
- Se evidenció que la instalación de la manguera se encuentra acorde a lo programado, aunque algunos sectores presentan inestabilidad debido a la topografía y características del terreno, lo que podría generar ajustes menores en el rendimiento. Los puntos destinados para accesorios quedaron señalados para evitar su taponamiento, y se identificó la necesidad de reconsiderar la ubicación inicial de una de las captaciones para garantizar mayor estabilidad y accesibilidad en la siguiente fase de obra.		
RESPONSABLES DE LA VISITA		
	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO
PROFESIONALES QUE REALIZAN LA VISITA:	Luis Núñez	Supervisor técnico residente
	Tatiana Boyacá Sánchez	Auxiliar residente-Práctica empresarial

Nota. Se identificaron zonas húmedas y se recomendó ajustar los procesos de excavación conforme a las condiciones climáticas y del terreno.

La **Figura 17** muestra el Acta del 10 de noviembre, donde se supervisó el avance en las estructuras de captación y desarenador No. 1, así como la termofusión de las tuberías.

Figura 17.

Acta de visita de obra N° 6

	ACTA DE VISITA A CAMPO	Versión	01
		Página	1 de 1

SEGUIMIENTO CONTRATO DE OBRA N° 56 DE 2025

ACTA DE VISITA A CAMPO

DATOS DE LA OBRA		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación del Sistema de Acueducto del Municipio de Pamplona – Emergencia 2024	
CONTRATO:	Contrato de Obra 056–2025	
BPIN:	2025004540008	
ACTA DE INICIO:	29/07/2025	
LUGAR DE LA VISITA:	Vereda Garcia – Municipio de Pamplona	
FECHA DE VISITA:	10/11/2025	
DATOS DEL CONTRATISTA/INTERVENTORIA		
CONTRATISTA:	IVM Construcciones SAS	
INTERVENTORIA:	Vivas & Rivera Ingenieria y Construcción SAS	
PERSONAL EN OBRA:	Supervisor técnico residente, 2 maestros, 8 obreros	
CLIMA:	Soleado ☐ Nublado ☒ Lluvioso ☐ Otro: _____	
DESCRIPCION ACTIVIDADES		
Durante la visita se verificó el avance correspondiente al cierre de excavaciones pendientes y la instalación de los tramos finales de la línea de conducción. Se observó el extendido y alineación de la manguera de 3" en zonas donde aún se realizaban empalmes iniciales, confirmando que las dimensiones, cotas y estabilidad del fondo de zanja se mantuvieran dentro de lo especificado. Asimismo, se supervisó el progreso en las estructuras de captación y del desarenador No. 1, revisando la preparación de la base en concreto, el armado del refuerzo y el montaje inicial de los encofrados, los cuales avanzaban de acuerdo con el cronograma actualizado. Durante el recorrido se acompañó el proceso de termofusión de las mangueras, verificando el traslape correspondiente, la medición previa de los tramos y la correcta operación del equipo utilizado por los operarios.		
OBSERVACIONES		
- Se evidenció cumplimiento de las actividades programadas, aunque el acceso continuó siendo limitado, requiriendo traslado de materiales en mula y protección adicional para cemento y acero debido a la humedad del terreno. El relleno se ejecutó con el mismo material excavado, distribuyéndolo adecuadamente para evitar vacíos sobre la tubería y dejando libres los puntos destinados a ventosas y purgas. Se reforzó el uso adecuado de los elementos de protección personal, especialmente en labores de termofusión, manipulación de acero y circulación en áreas de pendiente pronunciada. Se recomienda mantener vigilancia constante en los sectores inestables y actualizar los registros de avance para ajustar proyecciones según los rendimientos reales.		
RESPONSABLES DE LA VISITA		
	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO
PROFESIONALES QUE REALIZAN LA VISITA:	Luis Núñez	Supervisor técnico residente
	Tatiana Boyacá Sánchez	Auxiliar residente-Práctica empresarial

Nota. La visita confirmó el cumplimiento del cronograma y la necesidad de reforzar medidas de seguridad y protección de materiales en zonas de difícil acceso.

La **Figura 18** presenta el Acta de Visita del 25 de noviembre, en la cual se registró el avance en la construcción de la captación y del desarenador No. 1, incluyendo la verificación del armado de refuerzo y el montaje de formaletas. Asimismo, se revisaron los puntos proyectados para las estructuras del desarenador No. 2 y se evidenció una inconsistencia en la cota, aspecto fundamental para el control técnico del proyecto.

Figura 18.

Acta de visita de obra N° 7

	ACTA DE VISITA A CAMPO	Versión	01
		Página	1 de 1

SEGUIMIENTO CONTRATO DE OBRA N° 56 DE 2025

ACTA DE VISITA A CAMPO

DATOS DE LA OBRA		
NOMBRE DEL PROYECTO:	Rehabilitación del Sistema de Acueducto del Municipio de Pamplona – Emergencia 2024	
CONTRATO:	Contrato de Obra 056–2025	
BPIN:	2025004540008	
ACTA DE INICIO:	29/07/2025	
LUGAR DE LA VISITA:	Vereda García – Municipio de Pamplona	
FECHA DE VISITA:	25/11/2025	
DATOS DEL CONTRATISTA/INTERVENTORIA		
CONTRATISTA:	IVM Construcciones SAS	
INTERVENTORIA:	Vivas & Rivera Ingeniería y Construcción SAS	
PERSONAL EN OBRA:	Supervisor técnico residente, 2 maestros, 8 obreros	
CLIMA:	Soleado ☐ Nublado ☒ Lluvioso ☐ Otro: _____	
DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES		
Durante la visita se verificó el avance en la construcción de la captación y el desarenador No. 1, constatando el armado del refuerzo y el montaje de las formaletas, las cuales se encontraron listas para el vaciado de concreto una vez mejoraran las condiciones climáticas. Se revisaron los puntos proyectados para la captación y el desarenador No. 2, validando accesos, topografía y correspondencia con los planos. Así mismo, se inspeccionó el tramo destinado al paso elevado, confirmando alineamientos y estabilidad del talud para la programación de excavaciones. Se supervisó el transporte de materiales a zonas de difícil acceso y su adecuada protección ante la humedad mediante lonas dobles.		
OBSERVACIONES		
- El refuerzo y las formaletas instaladas en la captación y el desarenador No. 1 cumplieron con las dimensiones y disposiciones de los planos. En la revisión topográfica de la captación y el desarenador No. 2 se identificó una inconsistencia en la cota del desarenador, la cual se encontraba por encima de la captación, situación que fue registrada y comunicada de inmediato al supervisor residente para su respectivo ajuste, dado que esta condición afecta el funcionamiento hidráulico de la estructura. Se mantuvo el control de calidad del material transportado y el uso adecuado de los elementos de protección personal, reforzando precauciones por humedad y pendientes pronunciadas.		
RESPONSABLES DE LA VISITA		
PROFESIONALES QUE REALIZAN LA VISITA:	NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO
	Luis Núñez	Supervisor técnico residente
	Tatiana Boyacá Sánchez	Auxiliar residente-Práctica empresarial
	Marcos Velandia	Ingeniero a cargo de obra

Nota. La visita registrada en el Acta N° 7 permitió documentar avances significativos en la ejecución de las estructuras hidráulicas, particularmente en la captación y el desarenador No. 1, donde se verificó el armado del refuerzo y el montaje de las formaletas previo a las fundidas programadas. Asimismo, se evaluaron los puntos proyectados para la captación y el desarenador No. 2, encontrándose una inconsistencia en la cota del desarenador, la cual superaba la de la captación. Esta observación fue comunicada inmediatamente al supervisor residente debido a su impacto en el funcionamiento hidráulico del sistema. La información consignada evidencia el control técnico realizado en campo y la importancia de estas visitas para la detección temprana de ajustes necesarios durante la fase constructiva.

Las excavaciones para la instalación de la manguera de conducción fueron supervisadas en campo para verificar dimensiones, alineación y estabilidad del fondo de zanja. En la **Figura 19** se muestra la excavación correspondiente a unos de los tramos intervenidos, donde se evidencia el avance de las labores y las condiciones del terreno.

Figura 19.

Excavaciones para la instalación de la línea de conducción



La logística del proyecto incluyó la recepción y traslado de materiales desde la planta de tratamiento hasta el Boquerón y, posteriormente, hacia los frentes de trabajo mediante transporte en mula. En la **Figura 20** se observa el proceso de carga y transporte de materiales hacia zonas de difícil acceso, mientras que en la **Figura 21** se registra la disposición temporal de insumos en el punto de acopio.

Figura 20.

Carga y transporte de materiales hacia zonas de difícil acceso



Figura 21.

Disposición temporal de insumos en los puntos de acopio, sector Boquerón y planta de tratamiento



La instalación de la manguera de conducción requirió supervisión constante para garantizar la correcta alineación, temperatura de termofusión, profundidad y continuidad de los empalmes. Como se observa en la **Figura 22**, el personal realizó el estirado y posicionamiento

de la manguera sobre el fondo de zanja, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

Figura 22.

Estirado y posicionamiento de la manguera



La unión de los tramos de manguera mediante termofusión fue inspeccionada directamente en campo, verificando el proceso completo desde la preparación del equipo hasta el cierre del ciclo de enfriamiento. Durante la actividad se observó que la máquina iniciaba el

incremento progresivo de temperatura hasta alcanzar el valor óptimo de operación, el cual se mantuvo alrededor de **230 °C**, condición necesaria para garantizar una fusión homogénea de las superficies. Una vez alcanzada esta temperatura, se colocaron los anillos de ajuste correspondientes al diámetro de la tubería y se procedió al acercamiento controlado de los extremos, aplicando la presión necesaria para generar el cordón característico de unión. Finalmente, se supervisó el tiempo de enfriamiento recomendado por el fabricante para asegurar la integridad hidráulica del sistema. En la **Figura 23** se evidencia el procedimiento ejecutado por el personal capacitado, asegurando la integridad hidráulica de la conducción.

Figura 23.

Unión de los tramos de manguera mediante termofusión



En las estructuras del desarenador No. 1 se supervisó el armado del refuerzo, la instalación de encofrados, el vaciado de concreto y el control de niveles. Como se observa en la **Figura 24**, el refuerzo fue dispuesto conforme a lo indicado en los planos estructurales. La

Figura 25 muestra el vaciado del concreto y la ejecución de la base estructural en concreto ciclópeo

Figura 24.

Encofrado y refuerzo del desarenador No. 1



Figura 25.

Vaciado del concreto



Durante la revisión topográfica, se detectó la necesidad de ajustar la cota del desarenador No. 2, ya que se encontraba por encima de la captación, condición que afectaba el funcionamiento hidráulico. En la **Figura 26** se evidencia el nuevo punto replanteado en campo,

mientras que la Figura Y muestra el sector destinado al paso elevado, con la verificación del talud y la estabilidad del terreno.

Figura 26.

Ajuste de ubicación del desarenador No. 2



Figura 27.

Zona del paso elevado



En la **Figura 28** se presenta el registro del control de calidad del concreto mediante el ensayo de asentamiento (Slump), realizado previo a la fundida de los elementos estructurales, con el fin de verificar que el material cumpliera con la trabajabilidad especificada en diseño. Durante esta actividad también se observaron en sitio los morteros y aditivos utilizados en obra, algunos de ellos observados en la **figura 29** para garantizar la adherencia, impermeabilización y correcta preparación de las mezclas, lo que permitió corroborar la conformidad de los materiales empleados antes del vaciado.

Figura 28.

Ensayo de asentamiento (Slump)



Figura 29.*Aditivos utilizados en obra*

4. Verificación del uso de EPP y cumplimiento de normas de seguridad en obra

El cuarto objetivo se enfocó en la supervisión del cumplimiento de las normas de seguridad industrial y salud en el trabajo dentro del área de obra. Esta actividad se desarrolló de forma constante a medida que avanzaba la ejecución del proyecto, priorizando la prevención de accidentes y la protección del personal.

Se verificó el uso obligatorio de casco, guantes, botas con puntera, chaleco reflectivo y, en actividades específicas, protección visual y auditiva. También se supervisó la restricción del ingreso a zonas peligrosas mediante señalización preventiva y comunicación continua entre cuadrillas.

El control de seguridad incluyó revisión del terreno, aseguramiento de herramientas, organización del frente de obra, verificación del tránsito de animales y prevención de riesgos asociados a la manipulación de tubería y maquinaria.

La implementación de estas medidas permitió minimizar incidentes y asegurar condiciones de trabajo seguras.

Durante las visitas de supervisión se verificó de manera continua el uso adecuado de los elementos de protección personal por parte del personal operativo, garantizando el cumplimiento de las medidas de seguridad establecidas por la normatividad vigente en SST. En las labores de excavación, manipulación de herramientas, traslado de materiales y actividades en zonas de pendiente pronunciada se mantuvo el control visual del casco, guantes y botas. En la **Figura X** se evidencia el cumplimiento de estas disposiciones por parte de los operarios en campo, lo que contribuyó a la reducción de riesgos durante la ejecución del proyecto.

Figura 30.

Supervisión del uso obligatorio de elementos de protección personal





Con el fin de dar cumplimiento al Objetivo 4 y evidenciar el control realizado sobre las condiciones de seguridad durante la ejecución del proyecto, se elaboró una matriz de identificación de peligros, valoración y evaluación de riesgos conforme a la metodología establecida en la GTC-45. Esta matriz permitió registrar de manera sistemática los peligros asociados a actividades como excavaciones, manipulación de tubería, termofusión, transporte de materiales y trabajos en zonas inestables. De igual manera, se documentó la verificación del uso de Elementos de Protección Personal por parte del personal en obra, así como los controles operativos implementados para mitigar los riesgos identificados. En la **Figura 31** se presenta la matriz consolidada, la cual soporta las acciones de seguimiento y control efectuadas durante el proceso de supervisión técnica.

Figura 31.*Matriz de riesgos*

Actividad	Peligro	Fuente	Actividad	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Nivel de Riesgo	Controles Existentes	Cor
Excavación en terreno húmedo y zonas inestables	Colapso de talud/ atrapamiento	Suelo saturado, zanjas profundas, lluvias	Excavación manual para instalación de tubería	Lesiones graves, atrapamiento, muerte	Alta	Muy Alta	Muy Alto	Supervisión de profundidad, uso de estat	Entibaci mayor s
Manipulación y transporte de tubería PEAD en pendientes pronunciadas	Golpes, atrapamientos, caídas	Pendiente del terreno, deslizamiento, diámetro de tubería	Descarga, arrastre, alineación y extensión de manguera	Fracturas, esguinces, traumatismos	Media	Alta	Alto	Ruta despejada	cuerdas
Termofusión de tubería (riesgo térmico)	Quemaduras graves / incendio	Equipos de termofusión a 230°C	Unión de tubería por calor y presión	Quemaduras de 1º, 2º o 3º grado	Media	Muy Alta	Alto	Personal capacitado, supervisió	verificac enfriam
Transporte de materiales en mula en zonas de difícil acceso	Aplastamiento / golpeado	Animales cargados, senderos angostos, pérdida de estabilidad	Carga y traslado de materiales desde El Boquerón al frente de obra	Lesiones graves, caídas, golpes	Media	Alta	Alto	Control del paso, rutas asignad	Señaliz espera, experto
Fundida de concreto en desarenadores y pasos elevados	Salpicaduras, contacto con cemento, caídas	Mezcla fresca, herramientas, superficies húmedas	Mezclado, transporte y vaciado	Irritación ocular, quemaduras químicas leves, caldes	Media	Media	Medio	Uso de guantes y botas	Gafas de supe
Armado de acero y encofrado	Heridas cortopunzantes / atrapamientos	Varillas expuestas, herramientas	Corte, doblado y amarr	Cortes, punzamientos, lesiones leves	Media	Media	Medio	Guantes, supervisión	Taponet del área
Presencia de agua en zanjas (saturación del terreno)	Resbalamiento / colapso parcial	Escorrentía, lluvias, filtraciones	Medición de profundidad, Inspección previa	Caídas, atrapamiento parcial	Alta	Alta	Alto	Evacuación previa del agua	Canaliza manual
Exposición a condiciones climáticas severas	Fatiga, golpe de calor o hipotermia	Lluvia intensa, radiación solar	Trabajo prolongado al aire libre	Malestar, lesiones menores	Media	Baja	Medio	Pausas, hidratación	Refugio: cronogra

Nota. La presente matriz corresponde a un extracto representativo del análisis de peligros, valoración del riesgo y definición de controles aplicado a las actividades ejecutadas durante la obra, conforme a los lineamientos de la **GTC 45** y a los criterios de seguridad exigidos para trabajos en campo en zonas de topografía compleja. Para consultar la matriz completa, con el detalle de cada actividad evaluada, los niveles de riesgo resultantes y las medidas de intervención propuestas, se debe revisar el **Apéndice J**.

Con el fin de complementar la matriz de riesgos elaborada bajo los lineamientos de la GTC 45, se implementó un formato básico de verificación en campo que se diligenciaba durante las visitas de supervisión. Este registro permitía comprobar el uso adecuado de EPP, las condiciones de seguridad en excavaciones, la manipulación de materiales y la correcta operación del equipo de termofusión, entre otros aspectos críticos de la obra. Su aplicación frecuente facilitó documentar el control ejercido sobre las actividades y dejó evidencia del cumplimiento del Objetivo 4 en cuanto a la supervisión y seguimiento de las medidas de seguridad en obra.

Figura 32.

Formato básico de verificación en campo

Actividad	Verificación realizada	Cumple / No cumple	Observaciones
Excavaciones	Uso de EPP completo / Estabilidad de zanja / Señalización	Cumple ✓	Zanja húmeda – ajustar tiempos
Tendido de tubería	Uso de guantes / Manipulación segura	Cumple ✓	–
Termofusión	Condición del equipo / Temperatura / EPP	Cumple ✓	Supervisar presión final
Fundidas	Manejo seguro de mezcladora / Ensayo Slump	Cumple ✓	Pendiente pronunciada

Adicionalmente, durante las visitas de campo se realizó verificación continua del cumplimiento de las normas de seguridad industrial aplicables a la obra, especialmente lo establecido en la Resolución 0312 de 2019 y la normatividad interna de EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. Se supervisó el uso obligatorio de los elementos de protección personal (casco, guantes, botas), el adecuado señalamiento de zonas de excavación, la manipulación segura de herramientas y la restricción de acceso a áreas de riesgo. Estas comprobaciones quedaron registradas en los formatos de verificación en campo y permitieron evidenciar que las actividades

constructivas se ejecutaron bajo lineamientos de seguridad coherentes con las exigencias del proyecto y del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

5. Revisión técnica del diseño del paso elevado para tubería de 2.5"

Durante la práctica se realizó la revisión preliminar del diseño estructural proyectado para el paso elevado requerido en el cruce del valle de aproximadamente 42 m. Este sistema está compuesto por un cable de acero de 5/8", marcos metálicos en tubo circular de 6" y 4 mm de espesor, pedestales en concreto reforzado y un muerto de concreto ciclópeo para anclaje.

La información técnica, los parámetros de diseño y los resultados de los análisis estructurales fueron suministrados por EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P. Como parte del seguimiento técnico, se revisó la coherencia entre estos resultados y las condiciones reales del sitio, verificando que los valores reportados fueran compatibles con la geometría del valle, la longitud requerida del cable y los criterios básicos de estabilidad.

En las **Figuras 33** a la **37** se presentan los parámetros y resultados del diseño estructural del paso elevado, que incluyen la longitud real del cable, flecha, tensiones máximas, factor de seguridad, así como los datos del diseño del muerto o macizo de anclaje, del gancho de conexión y del péndolo de soporte. Estos valores constituyen la base técnica para garantizar que la estructura pueda ejecutarse de forma segura durante la fase constructiva.

Figura 33. Diseño de cable

<u>Diametro del cable (pulg.)</u>	1/2
<u>Area del cable cm²</u>	1.267
<u>Carga de diseño (Kg/ml)</u>	11.57
<u>Longitud total paso (m)</u>	42.00
<u>Cota inicial - (msnm)</u>	2786
<u>Cota final - (msnm)</u>	2786
<u>Abscisa inicial (m)</u>	
<u>Delta inicial</u>	
<u>Delta Final</u>	
<u>Flecha (m)</u>	3.500
<u>Diferencia de nivel (m)</u>	0.64
<u>Tensión Máxima Horiz. (ton)</u>	0.49
<u>Tensión Máxima Cable (ton.)</u>	0.55
<u>Ang. Max. Tension Vs Horiz.</u>	27.012
<u>Longitud real del cable (m)</u>	43.41
<u>Deformación del cable (m)</u>	0.01
<u>Deformación de la flecha (m)</u>	0.02
<u>Distancia máxima deflexión (m)</u>	20.68
<u>Cota inicial de la tubería (msnm)</u>	2782
<u>Cota final de la tubería (msnm)</u>	2782
<u>Tension del cable (ton.)</u>	10.43
<u>F.S. > 2.0</u>	18.97 OK

Fuente: Documento técnico “Componente Estructural”, suministrado por la supervisión del proyecto.

Figura 34. Parámetros de diseño

TUBERIA			
DIAMETRO COMERCIAL	2 1/2	Pulg.	
DIAMETRO EXTERIOR	2.875	Pulg.	
DIAMETRO INTERIOR	2.352	Pulg.	
AREA INT. TUBERIA	0.0028	M2	
PESO TUBO	1.185	Kg/ML	
AGUA			
Peso Agua	2.80	Kg/ML	
CABLE			
DIAMETRO CABLE	1/2	Pulg.	
AREA CABLE	1.267	CM²	2
PESO CABLE	0.380	Lbs/pie	Por Tabla
PESO CABLE	0.567	Kg/ml	
ARGOLLA			
Longitud Argolla	0.30	ml	
Peso Argolla	0.17	Kg	
PESO NETO	4.72	Kg/ML	Factor de Mayoración
CARGA MUERTA	5.67	Kg/ML	
CARGA VIVA	5.90	Kg/ML	
PESO TOTAL	11.57	Kg/ML	

TENSION DEL CABLE	11.50	Ton/USA	13
TENSION DEL CABLE	10.43	Ton	Por Tabla

Ø	PESO/ML	RDE
0.5	0.157	13.5
0.75	0.189	21
1	0.252	21
1.25	0.395	21
1.50	0.514	21
2	1.263	13.5
2.50	1.185	21
3	1.761	21
4	2.904	21
6	6.314	21
8	10.762	21
10	16.632	21
12	23.453	21

Ø Arg. Acero	
2.50	pulg
0.56	kg

Fuente: Documento técnico “Componente Estructural”, suministrado por la supervisión del proyecto.

Figura 35.

Diseño del muerto ó macizo de anclaje

Ancho. A (m)	0.80
Largo. L (m)	0.80
Altura. H (m)	1.00
Angulo de fricción. f (grados)	70
Coefficiente de fricción. f.	2.75
Volumen concreto (m³)	0.64
Peso específico del concreto (kg/m³)	2200.00
Peso del anclaje. W (Kg)	1408.00
Fuerza actuante. P (Kg)	490.00
Empuje pasivo. Pp (Kg)	2400.00
Fuerza de fricción. Ff (Kg)	3872.00
Fuerza resistente. Fr. (Kg)	6272.00
Estabilidad al deslizamiento. $Fr/P > 1.5$	12.80 OK
Momento actuante. Ma (Kg · m)	490.00
Momento resistente. Mr (Kg · m)	1363.20
Estabilidad al volcamiento. $Mr/Ma > 2.0$	2.78 OK

Fuente: Documento técnico “Componente Estructural”, suministrado por la supervisión del proyecto.

Figura 36.*Diseño del gancho de anclaje*

Barra No. (minimo No 5)	6
Area (cm ²)	2.85
Fy (Kg/cm ²)	4200
Pu (Kg)	10.77
F. S ≥ 2	19.58 OK

Fuente: Documento técnico “Componente Estructural”, suministrado por la supervisión del proyecto.

Figura 37.*Diseño del pendolón*

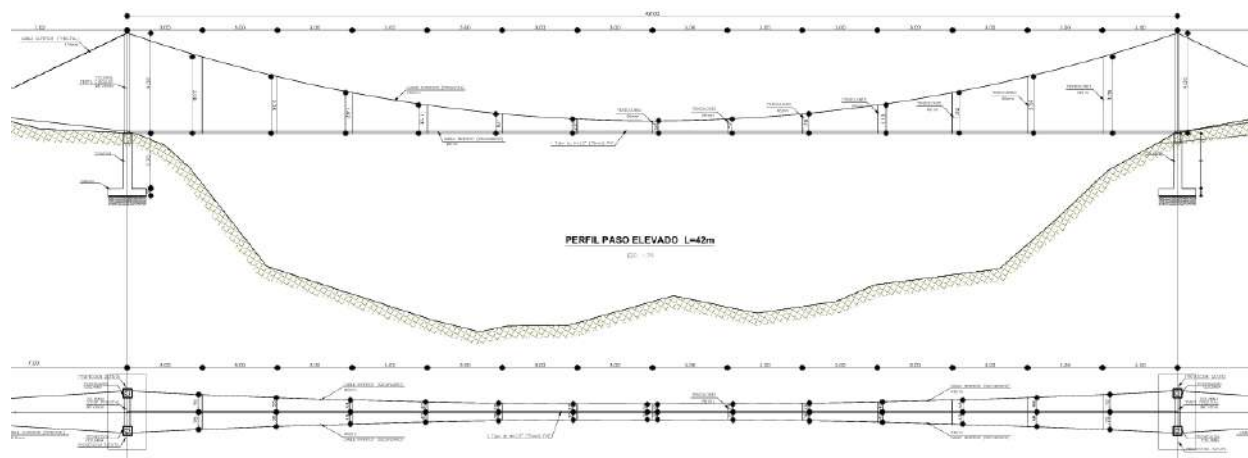
Platina	1	x	1/8
ancho (cm)			2.54
Espesor (cm)			0.3175
Longitud (cm) (del tramo apernado)			5.00
Fy (Kg/cm ²)			2530
Fu (Kg/cm ²)			4060
Diametro perforacion (cm ²)			0.9525
Pu (Kg) (Fluencia area bruta)			1836.29
Pu (Kg) (Fractura area neta)			1534.78
Anv (cm ²)			1.134
Ant (cm ²)			0.655
Pu (Kg) (Bloque de cortante)			3602.06

Fuente: Documento técnico “Componente Estructural”, suministrado por la supervisión del proyecto.

Nota. Las figuras muestran los parámetros de diseño y los resultados suministrados por la empresa para el paso elevado. La documentación completa puede consultarse en el **Apéndice C**.

Figura 38.

Perfil Paso Elevado



5. Verificación hidráulica del desarenador 1 y revisión técnica del diseño del desarenador 2

Durante la práctica se realizó la verificación hidráulica y revisión técnica de las estructuras de desarenado proyectadas para las captaciones del sistema. Estas actividades incluyeron tanto la supervisión del desarenador 1 el cual se encuentra avanzado en obra, como la revisión detallada del diseño del desarenador 2 cuya construcción no había iniciado durante el periodo de práctica debido a inconsistencias detectadas entre el diseño y la topografía real.

Desarenador 1. Supervisión y verificación hidráulica

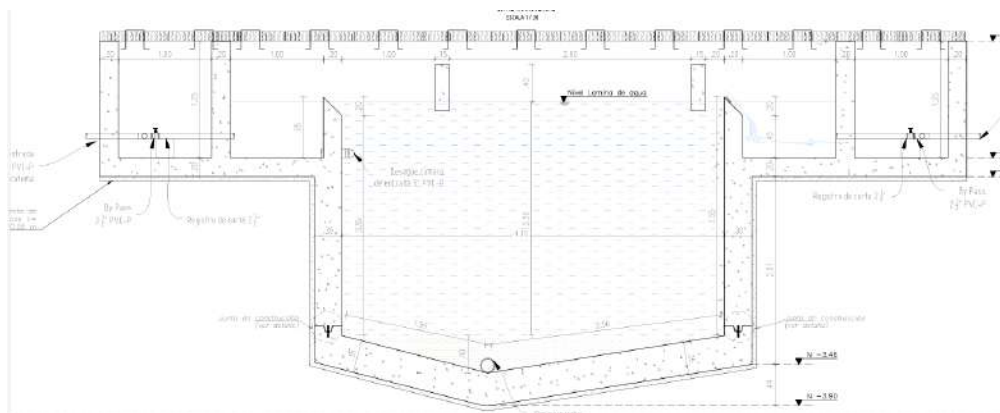
Se realizó seguimiento a la construcción del desarenador 1, verificando el cumplimiento de los planos estructurales e hidráulicos, así como de las especificaciones de la Resolución 0330 de 2017. Entre los parámetros revisados se encuentran:

Tabla 1.*Parámetros revisados_Desarenador 1*

Caudal de diseño:	3.15 L/s
Área superficial construida:	4.04 m²
Largo total:	4.02 m
Altura útil:	2.50 m
Eficiencia esperada:	75%
Cumplimiento de relaciones hidráulicas:	$V_h < 20 \cdot V_s$ V_h/V_o entre 9 y 15

Nota. Datos tomados del componente estructural suministrado por la empresa. Para visualización de los cálculos y resultados del diseño ver **Apéndice L**

Además, se supervisaron actividades como replanteo, excavación, armado de acero, encofrado, fundida y control de calidad del concreto. Se verificó que la estructura ejecutada se ajustara al diseño y que los parámetros hidráulicos fueran funcionales de acuerdo con la normativa vigente.

Figura 39.*Desarenador Para Acueducto Las Tomas 1_Corte Transversal*

Nota. Corte transversal del desarenador 1 según el diseño aprobado, utilizado para el replanteo y verificación en campo de cotas, niveles y dimensiones antes y durante su construcción. La versión completa del plano se encuentra disponible en el **Apéndice C**.

Desarenador 2. Revisión técnica del diseño y suspensión de obra

El desarenador 2 no alcanzó a iniciar su construcción durante el periodo de práctica. Sin embargo, sí se realizó una revisión técnica de su diseño lo que permitió identificar inconsistencias que impedían continuar con la ejecución inmediata. Entre los hallazgos más relevantes se destacan:

1. Cota del desarenador por encima de la captación

Al comparar las alturas topográficas con las del plano original, se evidenció que el desarenador se encontraba proyectado a un nivel superior al de la captación, generando una condición hidráulicamente inviable.

2. Vuelos estructurales proyectados sobre terreno irregular

El diseño incluía vuelos basados en la idea de un terreno plano. Al realizar el replanteo en campo se verificó que la topografía no permitía su construcción debido a la falta de apoyo natural y al riesgo de inestabilidad.

3. Desajuste entre las dimensiones proyectadas y las condiciones reales del sector

Se identificaron discrepancias en las longitudes y en la distribución de cotas que requerían ajustes antes de iniciar la obra.

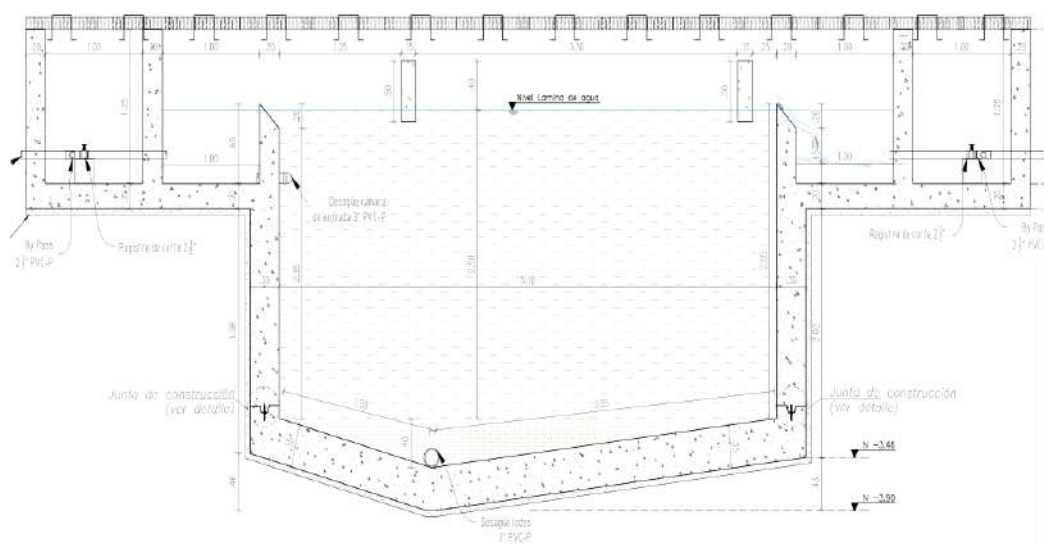
Aunque la obra no avanzó, se revisaron los parámetros técnicos definidos para el desarenador 2, obteniendo los siguientes valores de diseño:

Tabla 2.*Parámetros revisados_Desarenador 2*

Caudal de operación:	4.85 L/s
Área superficial:	6.22 m²
Longitud útil:	4.99 m
Eficiencia esperada de remoción:	75 %

Nota. Datos tomados del componente estructural suministrado por la empresa. Para visualización de los cálculos y resultados del diseño ver **Apéndice M**

La evaluación confirmó que estos parámetros cumplen con las exigencias de la Resolución 0330 de 2017, verificando la relación entre velocidades de sedimentación, superficie efectiva y tiempos de detención. Esto garantiza que, una vez realizados los ajustes topográficos y estructurales ya identificados, la estructura podrá construirse sin necesidad de modificar sus dimensiones hidráulicas principales.

Figura 40.*Desarenador Para Acueducto Las Tomas 2_Corte Transversal*

Nota: Corte transversal del desarenador 2 según el diseño original; su análisis permitió identificar la necesidad de un reajuste en las cotas y niveles debido a inconsistencias con la topografía. La versión completa del plano se encuentra disponible en el **Apéndice C**.

Después de realizar la revisión técnica y el replanteo en campo, se determinó suspender temporalmente la ejecución del desarenador 2 hasta que fueran emitidos los ajustes técnicos correspondientes, dado que el diseño presentaba inconsistencias que impedían su construcción inmediata. La ubicación de la estructura fue replanteada correctamente en terreno, y se dejó documentada la necesidad de actualizar el diseño para garantizar su funcionalidad hidráulica y su viabilidad constructiva antes de continuar con la obra.

6. Labores complementarias

Como parte de las labores complementarias desarrolladas durante la práctica, se realizó la revisión, organización y validación de la información técnica correspondiente al modelo hidráulico del sistema de aducción, suministrado por el consultor. Esta revisión incluyó la verificación de los caudales de entrada provenientes del análisis hidrológico, la correcta estructuración de las secciones del cauce y la consolidación de los resultados generados por el software utilizado para la simulación. Este ejercicio permitió disponer de un registro técnico claro y trazable que respalda la toma de decisiones y la coherencia entre el diseño hidráulico y la ejecución en campo.

Para evaluar el comportamiento hidráulico de los cauces asociados a las microcuencas 1 y 2, se realizó un modelo hidráulico en régimen permanente mediante el software **HEC-RAS** (versión indicada por el consultor), utilizando como insumo los caudales obtenidos del análisis hidrológico previo y considerando condiciones de flujo subcrítico. El modelo permitió obtener

niveles de lámina de agua, velocidades, áreas hidráulicas, tirantes y perfiles longitudinales para cada uno de los periodos de retorno analizados (5, 10, 25, 50 y 100 años). Los resultados consolidados permiten validar la capacidad del cauce en las zonas de bocatoma y de intervención estructural, así como respaldar técnicamente que no se presentan riesgos de desbordamiento para las condiciones simuladas.

En la **Microcuenca 1** se modelaron las secciones aguas arriba y aguas abajo de la futura estructura hidráulica, obteniendo los niveles de flujo y parámetros hidráulicos por periodo de retorno. La **Figura 41** presenta un extracto de los resultados generados por el software, donde se incluyen elevación del nivel de agua, velocidades, áreas hidráulicas y anchos superiores de la lámina de agua para las secciones analizadas.

Figura 41.

Resultados hidráulicos en las secciones del cauce

Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Elevación mínima (m)	Elevación (m)	Velocidad (m/s)	Área de flujo (m2)	Ancho superior (m)
Aguas arriba	TR 5	0.13	3175.85	3177.94	0.05	2.47	1.94
	TR 10	0.15	3175.85	3177.96	0.06	2.52	1.95
	TR 25	0.18	3175.85	3177.98	0.07	2.56	1.96
	TR 50	0.19	3175.85	3177.99	0.07	2.58	1.97
	TR 100	0.21	3175.85	3178.00	0.08	2.61	1.97
Aguas abajo	TR 5	3175.33	3175.59	3175.59	1.28	0.10	0.62
	TR 10	3175.33	3175.61	3175.61	1.34	0.11	0.65
	TR 25	3175.33	3175.63	3175.63	1.36	0.13	0.68
	TR 50	3175.33	3175.64	3175.64	1.41	0.14	0.70
	TR 100	3175.33	3175.65	3175.65	1.43	0.14	0.72

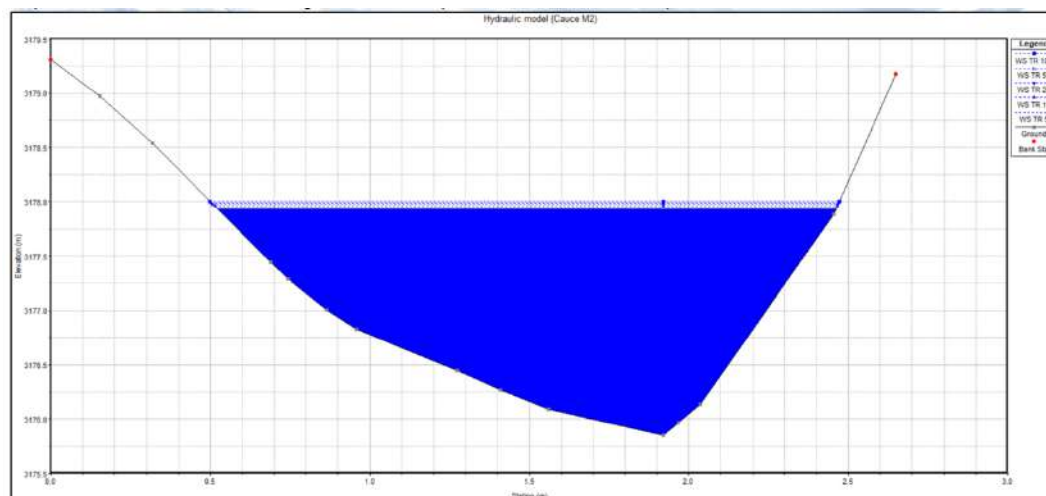
Fuente: Arcos (2021)

Las **Figuras 42,43 y 44** presentan los calados obtenidos para los diferentes periodos de retorno en las secciones aguas arriba, aguas abajo y en la zona de bocatoma. Estas figuras

corresponden directamente a los gráficos generados por el modelo y permiten visualizar la variación del nivel de agua en condiciones normales y extremas.

Figura 42.

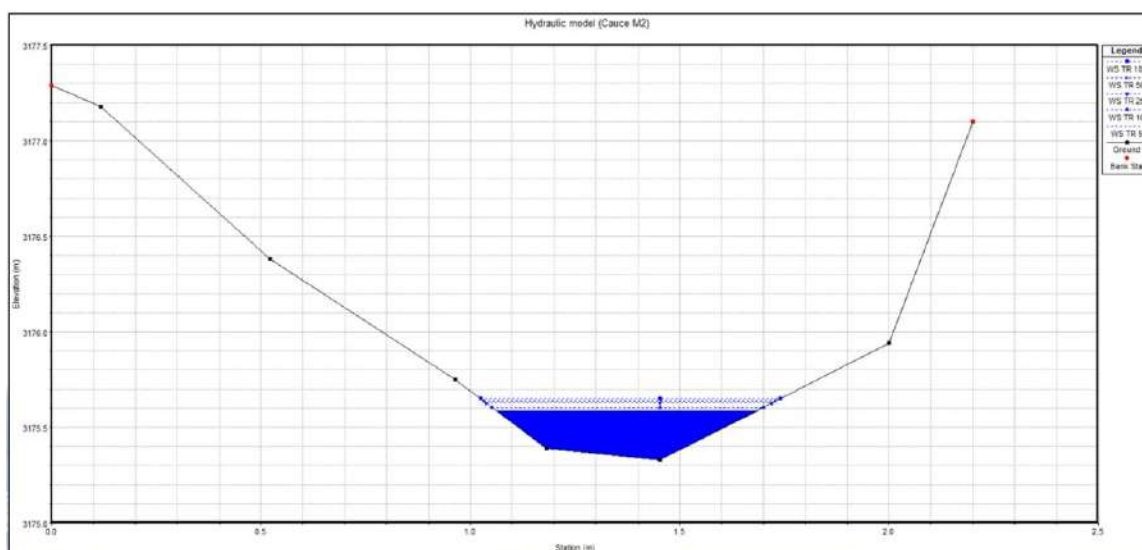
Calado de la sección aguas arriba de la estructura en los diferentes periodos de retorno



Fuente: Arcos (2021)

Figura 43.

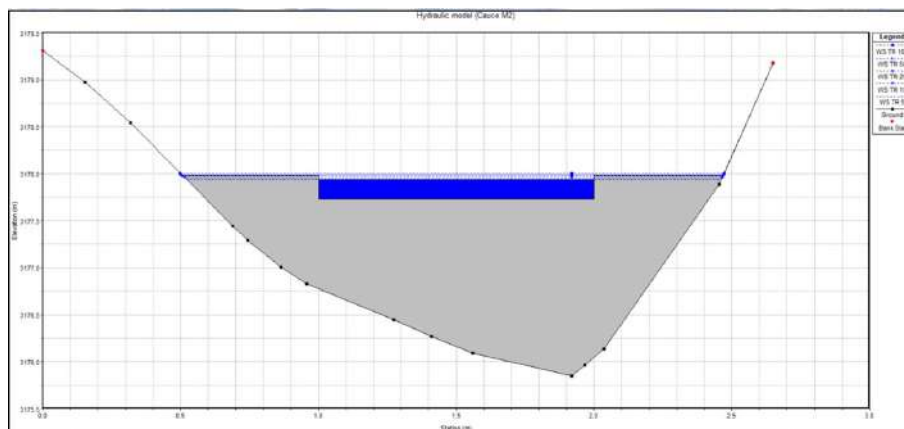
Calado de la sección aguas debajo de la estructura en los diferentes periodos de retorno



Fuente: Arcos (2021)

Figura 44.

Calado del cauce en la sección donde se encuentra la bocatoma

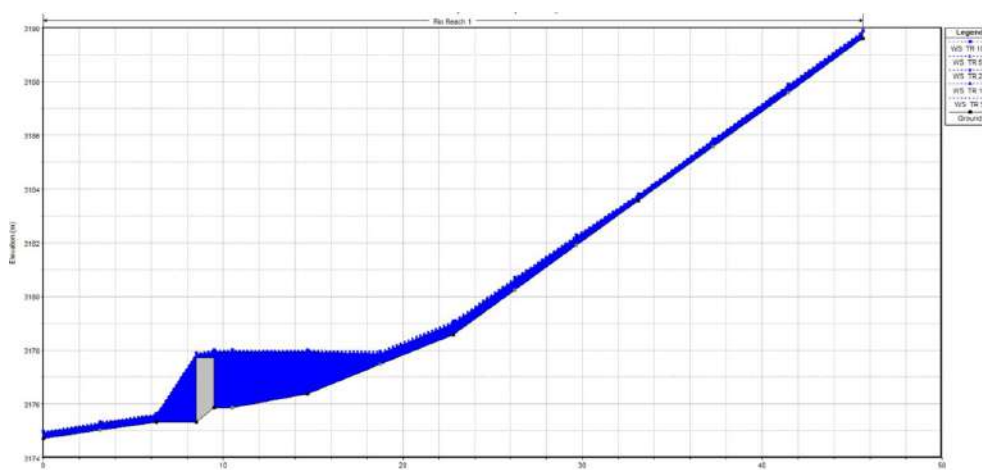


Fuente: Arcos (2021)

La **Figura 26** muestra el perfil longitudinal del cauce para los caudales simulados. Este resultado es clave para verificar la estabilidad del tránsito del flujo y confirmar que las láminas de agua se mantienen por debajo de la geometría del cauce.

Figura 45.

Perfil del cauce para los diferentes periodos de retorno



Fuente: Arcos (2021)

De acuerdo con los resultados del modelo hidráulico para la microcuenca 1, se confirma que el cauce posee capacidad suficiente para transportar los caudales asociados a todos los periodos de retorno evaluados, sin generar riesgo de desbordamiento en la zona de la estructura proyectada.

En la **Microcuenca 2** se aplicó el mismo esquema de modelación hidráulica bajo flujo subcrítico. La **Tabla 16** consolida los principales parámetros obtenidos durante la simulación, evidenciando los niveles, velocidades y tirantes generados para cada periodo de retorno.

Figura 46.

Resultados hidráulicos en las secciones del cauce

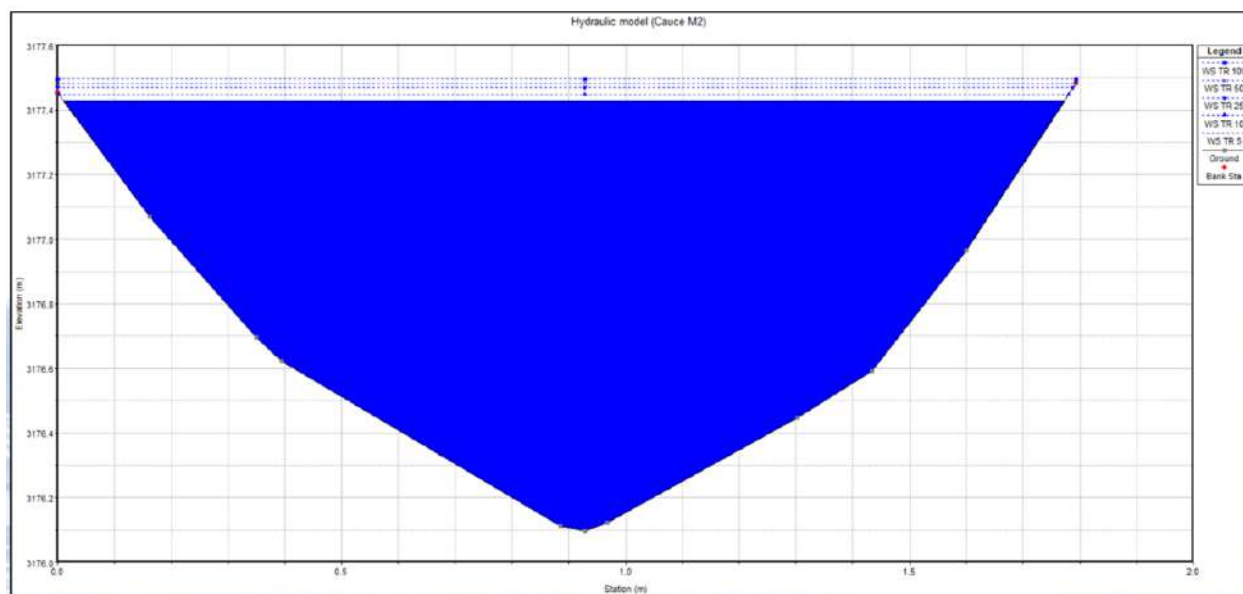
Sección	Periodo de retorno	Q Total (m ³ /s)	Elevación mínima (m)	Elevación (m)	Velocidad (m/s)	Área de flujo (m ²)	Ancho superior (m)
Aguas arriba	TR 5	0.02	3176.10	3177.26	0.02	1.15	1.63
	TR 10	0.02	3176.10	3177.26	0.02	1.16	1.63
	TR 25	0.03	3176.10	3177.27	0.02	1.18	1.64
	TR 50	0.03	3176.10	3177.27	0.02	1.18	1.64
	TR 100	0.03	3176.10	3177.28	0.03	1.19	1.64
Aguas abajo	TR 5	0.02	3174.03	3174.14	0.75	0.03	0.44
	TR 10	0.02	3174.03	3174.15	0.77	0.03	0.47
	TR 25	0.03	3174.03	3174.16	0.81	0.03	0.49
	TR 50	0.03	3174.03	3174.17	0.81	0.04	0.52
	TR 100	0.03	3174.03	3174.17	0.84	0.04	0.53

Fuente: Arcos (2021)

Las **Figuras 47, 48 y 49** corresponden al calado en las secciones aguas arriba, aguas abajo y en la bocatoma respectivamente, mientras que la Figura 50 presenta el perfil longitudinal del cauce simulado. Estas gráficas, generadas directamente por el software hidráulico, permiten verificar el comportamiento del flujo en cada tramo y su respuesta frente a los caudales de diseño.

Figura 47.

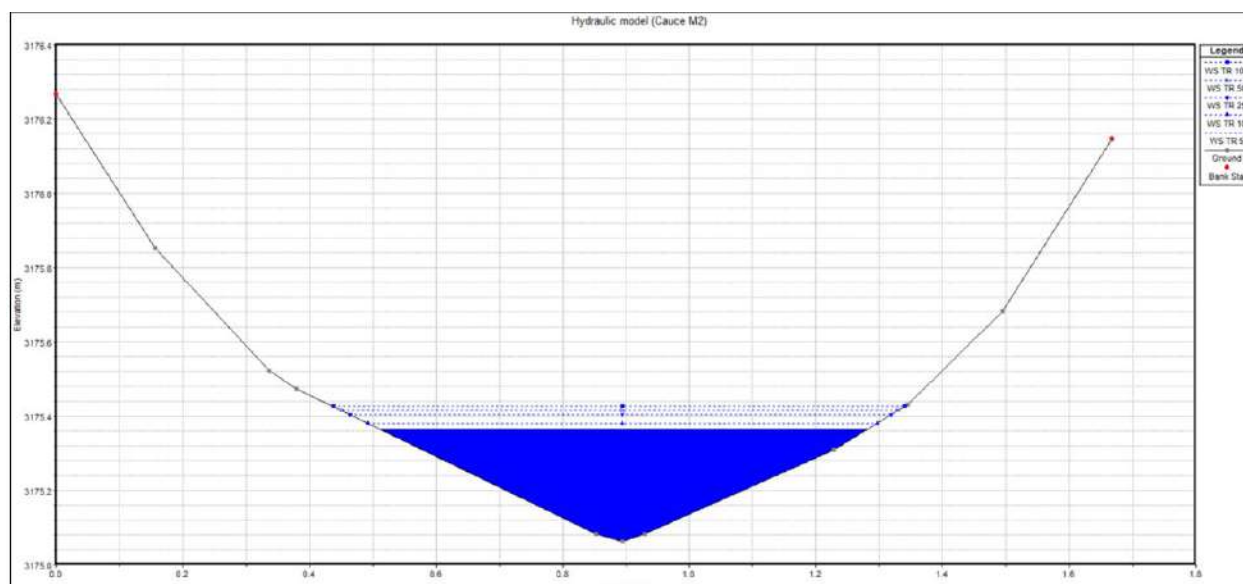
Calado de la sección aguas arriba de la estructura en los diferentes periodos de retorno



Fuente: Arcos (2021)

Figura 48.

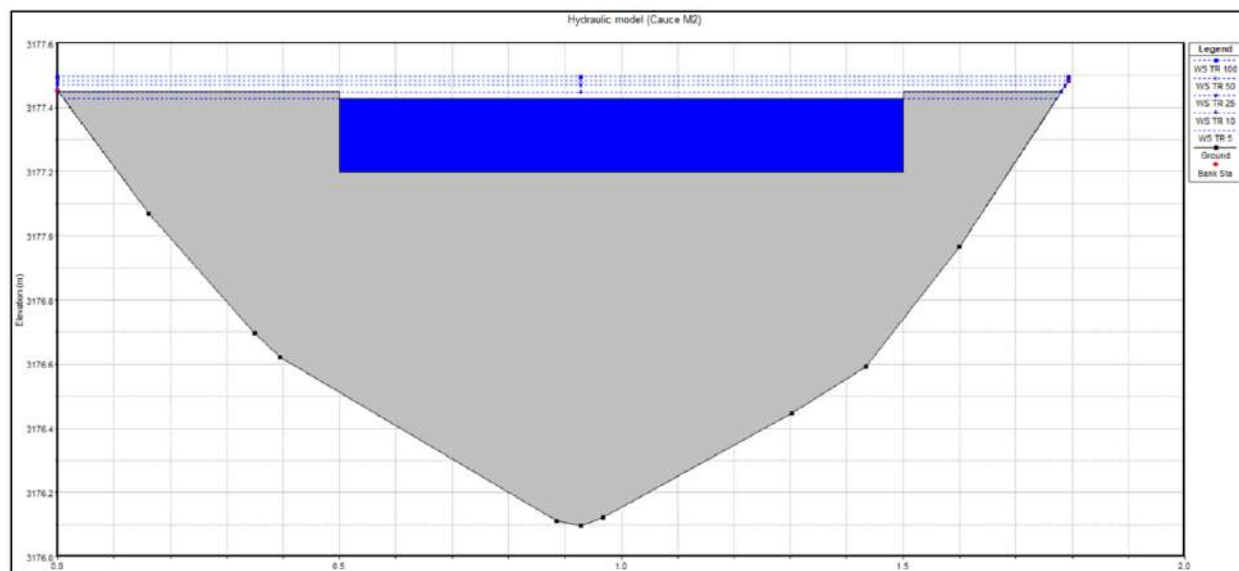
Calado de la sección aguas debajo de la estructura en los diferentes periodos de retorno



Fuente: Arcos (2021)

Figura 49.

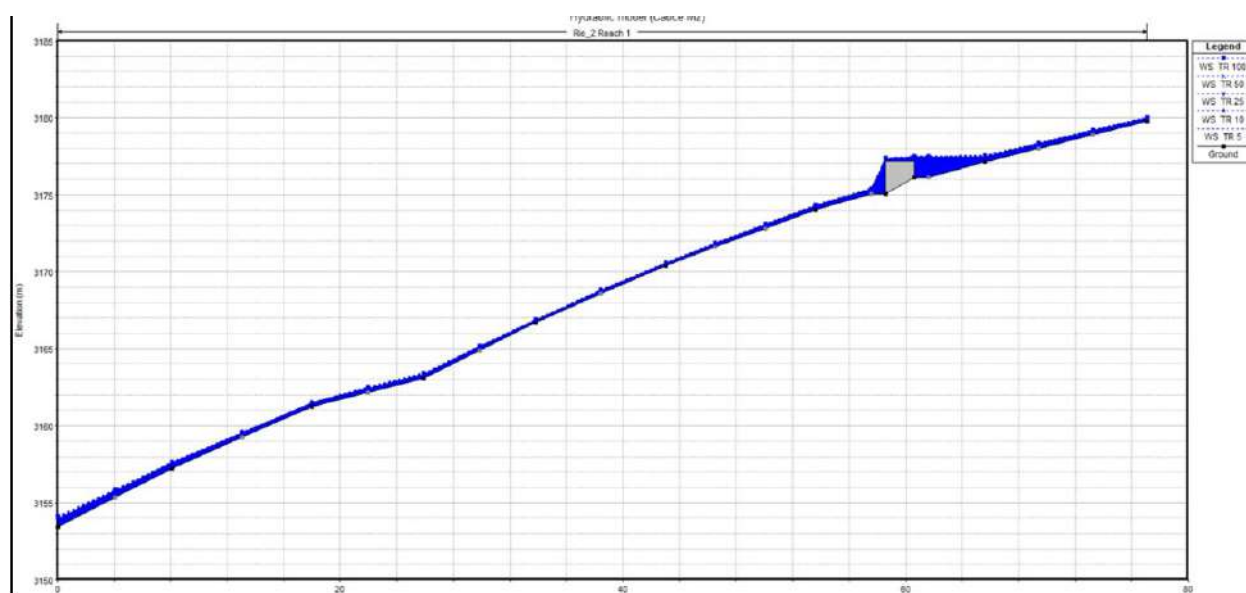
Calado del cauce en la sección donde se encuentra la bocatoma.



Fuente: Arcos (2021)

Figura 50.

Perfil del cauce para los diferentes periodos de retorno



Fuente: Arcos (2021)

El análisis hidráulico para la microcuenca 2 demuestra que el cauce puede transportar sin dificultad los caudales máximos simulados, sin riesgo de desbordamiento, manteniendo niveles de lámina de agua dentro de la geometría existente. Este comportamiento respalda la viabilidad de la estructura de captación proyectada y permite establecer las dimensiones recomendadas para la bocatoma.

Figura 51.

Parámetros solicitados por supervisor en obra

DATOS DE LA RED						RESULTADOS					
Nodo	Coord - X (m)	Coord - Y (m)	Elevación (m)	Abscisa (m)	Diámetro (mm)	Caudal (L/s)	Gradiente Hidráulico (Desde) (m)	Presión (desde) (m H ₂ O)	Gradiente Hidráulico (Hacia) (m)	Presión (hacia) (m H ₂ O)	Perdida De Presión (m)
ERP-RA-1	1,083,965.09	1,127,436.79	3,071.23	K0+100.5	25.00	0.24	3130.0800	59.000	3086.27	15.00	43.82
ERP-RCEN-1	1,084,559.08	1,128,189.98	3,169.33	K0+343.0	40.00	1.00	3228.7800	59.000	3184.37	15.00	44.41
ERP-RCEN-2	1,084,434.07	1,127,851.07	3,119.31	K0+783.0	40.00	1.00	3183.0000	64.000	3134.35	15.00	48.65
ERP-RCEN-3	1,083,779.86	1,127,417.67	3,075.63	K1+512.0	40.00	0.62	3131.4900	56.000	3090.66	15.00	40.82
ERP-RCEN-4	1,083,562.18	1,126,865.74	3,032.71	K2+241.4	25.00	0.18	3,089.05	56.00	3,047.74	15.00	41.31

Nota: La figura presenta parámetros obtenidos del modelo hidráulico en régimen permanente mediante el software **HEC-RAS** para cada nodo del sistema, incluyendo su ubicación espacial, caudal, diámetros asignados y los valores resultantes de gradiente hidráulico, presión y pérdidas de carga a lo largo de la conducción.

Para evaluar el comportamiento transitorio del sistema de aducción, se analizó el fenómeno de golpe de ariete generado durante el cierre de la válvula de llegada al tanque de almacenamiento. El modelo permitió identificar que, bajo un tiempo de maniobra de 10 segundos, la mayor sobrepresión se presenta en el punto más bajo del Tramo III, alcanzando aproximadamente 25 mca. En las **figuras 52 y 53** se presentan los datos de entrada y resultados del análisis.

Figura 52.

Datos de Entrada para el Análisis Hidráulico y Golpe de Ariete

DATOS DE ENTRADA			
DATOS	VALOR	UNIDAD	OBSERVACION
Caudal (Q)	10	L/s	
Longitud (L)	1150	m	
Diametro Nominal (DN)	110	mm	
Espesor Pared Tubo (e)	6.6	mm	
Diametro Interno (Di)	96.8	mm	
Presion Nominal (PN)	10	Bar	
Presion Estática	65	m	
Tiempo de Maniobra (TM)	10	s	
Modulo de Elasticidad (E)	142760240	kg/m2	
Gravedad	9.806	m/s2	
Kc	70.04751463	kg/m2	
Area interna	0.0074	m2	

Figura 53.

Resultados del Análisis de Golpe de Ariete

ANALISIS DE GOLPE			
Celeridad de Onda (a)	301.85	m/s	
Tiempo Crítico	7.62	s	Cierre Lento
Velocidad de Circulacion (A)	1.36	m/s	
Sobrepresión	31.87	mca	
Pmax	96.87	mca	Cumple
Longitud Crítica		m	
Cumple			
Sobrepresion Aceptable	35	mca	
TM Lento	9.11	s	

Nota: Los datos corresponden a los parámetros empleados para la modelación hidráulica y el análisis de golpe de ariete en la línea de conducción. La información permitió determinar la celeridad de onda, la sobrepresión generada y la condición de cumplimiento del sistema bajo eventos transitorios. **Ver Apéndice K**

Aportes ingenieriles

La participación activa en el proceso de replanteo y revisión topográfica permitió realizar uno de los aportes ingenieriles más relevantes durante la práctica: la identificación de inconsistencias entre el diseño y las condiciones reales del terreno, especialmente en estructuras clave como el desarenador 2 y el sistema de captación asociado. Al comparar las cotas topográficas medidas en campo con las indicadas en los planos, fue posible advertir que la estructura se encontraba proyectada a un nivel superior al de la captación, situación que comprometía completamente su funcionamiento hidráulico. Este análisis permitió anticipar deficiencias antes de iniciar la obra, evitando así sobrecostos, reprocesos y fallas futuras. La observación técnica y el criterio adquirido en la formación académica permitieron emitir recomendaciones argumentadas para ajustar cotas, corregir niveles y replantear la ubicación final, contribuyendo a la viabilidad hidráulica y constructiva del sistema.

Otro aporte significativo se relacionó con la verificación del replanteo y la ubicación en planta de las estructuras hidráulicas y de conducción. La participación en la lectura e interpretación de planos con el terreno permitió identificar que varios vuelos estructurales habían sido diseñados suponiendo un terreno plano, cuando en campo existían pendientes irregulares y zonas sin apoyo natural. Este hallazgo permitió recomendar la eliminación de un vuelo y la necesidad de ajustes de diseño para los demás, lo que no solo incrementó la seguridad estructural del proyecto sino que además generó ahorros importantes en materiales y mano de obra. El análisis crítico de la geometría real del terreno, apoyado en conocimientos de topografía, mecánica de suelos y criterios de diseño, se convirtió en un aporte clave para evitar soluciones inviables y orientar una ejecución más eficiente.

En el componente analítico, se aportó en la organización y validación de los datos requeridos para el modelo hidráulico, incluyendo tablas de coordenadas, elevaciones, diámetros, caudales y pérdidas de presión. Igualmente, se colaboró en la estructuración de los resultados del análisis de golpe de ariete, verificando que las sobrepresiones estuvieran dentro de los rangos admisibles y que la red pudiera operar sin riesgo estructural. Este trabajo fortaleció la consistencia de los documentos técnicos y permitió a la interventoría contar con información depurada y confiable para continuar con la fase de revisión y aprobación de diseño.

Finalmente, la revisión preliminar del paso elevado permitió aportar en la interpretación de cálculos estructurales asociados a tensiones del cable, flecha y cargas transmitidas a los anclajes. Aunque la estructura aún no había sido construida, la organización y verificación de los resultados contribuyó a que el equipo de diseño contara con una base técnica clara para realizar los ajustes necesarios. De igual manera, el análisis del presupuesto permitió identificar partidas que requerían actualización debido a los cambios en transporte, eliminación de vuelo y ajustes de cantidades reales, lo que favoreció la coherencia entre diseño, ejecución y recursos disponibles.

Conclusiones

El análisis documental y técnico realizado permitió consolidar una comprensión integral del proyecto y de las implicaciones derivadas de su ejecución en un contexto de emergencia evidenciando que la correcta interpretación de los documentos contractuales, planos y especificaciones fue determinante para orientar las decisiones en campo. Este proceso permitió identificar coherencias e inconsistencias entre la información inicial y las condiciones reales del terreno, aportando una base sólida para la ejecución y demostrando que una adecuada revisión previa es esencial para minimizar riesgos técnicos y administrativos. Aunque se presentaron limitaciones relacionadas con modificaciones derivadas de la inestabilidad geológica, la preparación documental facilitó responder oportunamente a estas situaciones y respaldó la toma de decisiones en obra de manera informada y profesional.

El seguimiento al cronograma evidenció la brecha existente entre la planeación teórica y la ejecución real en un entorno rural con afectaciones geológicas y logísticas, lo que permitió comprender con mayor profundidad el impacto que tienen las condiciones externas sobre los rendimientos constructivos. La comparación constante entre avances programados y reales hizo posible identificar retrasos asociados principalmente a derrumbes, accesos limitados, saturación de vías y dificultades en el transporte de materiales lo que reafirma la importancia de la flexibilidad y la capacidad de ajuste en la gestión de obra. A pesar de estas limitaciones el monitoreo sistemático permitió optimizar recursos, implementar medidas correctivas y mantener un control técnico riguroso sobre el desarrollo de las actividades fortaleciendo la eficiencia de la ejecución en un escenario complejo.

La supervisión técnica en campo permitió garantizar que los procesos constructivos cumplieran con los lineamientos establecidos aun cuando las condiciones del proyecto exigieron constantes adaptaciones por la presencia de taludes inestables, accesos restringidos y condiciones climáticas adversas. La verificación directa del cumplimiento de los procedimientos, la calidad de la mano de obra y el comportamiento de las estructuras en formación permitió generar aportes significativos al control técnico de la obra y reforzar la importancia de una supervisión continua para mitigar riesgos constructivos. Aunque algunas actividades requirieron replanteos y pausas obligadas por la topografía del sector, la experiencia evidenció que una supervisión activa permite anticipar fallas, mejorar la calidad final y garantizar la funcionalidad de las obras hidráulicas ejecutadas.

El acompañamiento en seguridad y salud en el trabajo permitió reconocer la importancia que tiene la gestión del riesgo en zonas rurales y de difícil acceso donde las condiciones del terreno incrementan la probabilidad de incidentes y exigen un compromiso constante con la prevención. La implementación del uso de EPP, la verificación de rutas seguras y la identificación de peligros asociados a humedad, pendientes y transporte de materiales permitió fortalecer la seguridad del personal y reducir situaciones de exposición a riesgos. Si bien las condiciones geológicas y climáticas impusieron limitaciones en algunos frentes de trabajo, la aplicación de medidas preventivas y la supervisión continua contribuyeron al desarrollo seguro del proyecto, reafirmando que la seguridad es un componente indispensable en cualquier obra civil, especialmente en escenarios de emergencia y alta vulnerabilidad.

Recomendaciones

A partir de la experiencia adquirida durante el desarrollo del proyecto, se recomienda fortalecer los procesos de planeación previa integrando estudios más detallados de geotecnia y estabilidad de taludes especialmente en zonas rurales con antecedentes de movimientos en masa de manera que la programación y los rendimientos estimados se ajusten mejor a las condiciones reales del terreno. Así mismo, se sugiere implementar estrategias logísticas complementarias para el transporte de materiales en áreas de difícil acceso, incluyendo planes alternos de movilidad y acuerdos previos con la comunidad para garantizar la continuidad del suministro y minimizar paradas no programadas en obra.

De igual forma, se recomienda institucionalizar un sistema de seguimiento técnico que incorpore herramientas digitales para el registro de avances, control de cantidades y trazabilidad del proceso constructivo lo cual permitiría optimizar la toma de decisiones y mejorar la comunicación entre la residencia, la interventoría y la entidad contratante. Desde el aspecto operativo, se aconseja reforzar los programas de capacitación en seguridad y salud en el trabajo, enfocándolos en riesgos propios de obras hidráulicas en zonas montañosas, fomentando así una cultura preventiva consolidada.

Finalmente, sería pertinente que futuros proyectos en entornos rurales incluyan esquemas de participación comunitaria orientados al mantenimiento posterior de las estructuras construidas, asegurando la sostenibilidad del sistema de acueducto y fortaleciendo el sentido de corresponsabilidad en el manejo del recurso hídrico. Estas recomendaciones buscan no solo mejorar la eficiencia y seguridad en obras similares, sino también aportar a la continuidad y calidad del servicio de agua potable en comunidades vulnerables.

Referencias

- Alejandro, B. B. (2017). *Trabajo social de ingeniería civil en el banco de programas y proyectos de la secretaría*.
- Amado, J. S. (2022). *Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería e inspector de obra en empresa contratista de obras civiles*. Bogotá.
- Cabieles, C. A. (2021). *Propuesta de metodología para selección del tipo de bocatoma (lateral y de fondo) mediante el análisis de casos de estudios*. Bogotá D.C.
- Calderón, H. A. (2019). *Proyecto de acueducto y alcantarillado en el municipio pamplona - Norte De Santander*. Pamplona.
- Cary Teves, W. M. (2018). *Supervisión y control de obras de edificación bajo los enfoques de Lean Construction y del PMI*. Cusco: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- CIACUA, C. d. (2009). *Sumideros en alcantarillados de aguas lluvias. Diseños típicos utilizados en Colombia y mecanismos de retención de sólidos*. . Obtenido de Bogotá: Universidad de los Andes.: <https://ciacua.uniandes>
- Colombia, C. d. (1994). *Ley 57 de 1985*. Obtenido de Por la cual se ordena la publicidad de los actos y documentos oficiales.: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=276>
- Constitución política de Colombia*. (1991). Obtenido de <https://www.constitucioncolombia.com/>
- Cristancho, S. A. (2019). *Registro de costos, supervisión de materiales y control de actividades complementarias para la ejecución de proyectos de infraestructura*. Bucaramanga.
- D.C., S. J. (11 de Julio de 2012). *Ley 1562 de 2012 Congreso de la República de Colombia*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49152>
- Funcion Pública, C. d. (1997). *Congreso de Colombia*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=317>
- GUTIÉRREZ, Z. L. (2015). *Apoyo tecnico en el seguimiento e inspeccion para la obra y control de los procesos de construccion del conjunto residencial villarosa*. Bucaramanga.

Herrera, D. M. (2020). *Diseño de bocatoma y línea de conducción para garantizar el caudal del sistema de acueducto de la cabecera municipal de la mesa, Cundinamarca*. . Bogota D.C.

icontec. (2021). *Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto*.

Ingeniería, V. (s.f.). ¿Para qué sirve el control de obras en el desarrollo de un proyecto?

JOSE DEL CARMEN ARIAS QUINTERO MARIA ALEJANDRA PARDO REYES . (2015). *Análisis del control de calidad en la construcción de vivienda en la ciudad de pamplona*. Bucaramanga.

Juan, S. (09 de Octubre de 2021). *LA IMPORTANCIA DEL COMPONENTE SOCIAL EN LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA*. Obtenido de <https://competitividad.colombia.org.co/la-importancia-del-componente-social-en-los-proyectos-de-infraestructura/>

Mejía, M. R. (2023). *Metodología para el control de calidad en la construcción de elementos estructurales de edificaciones verticales, aplicada al caso de estudio del edificio laboratorios de física de la Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta*. Cúcuta.

Ministerio de vivienda, c. y. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*.

Ministerio de Vivienda, C. y. (29 de Mayo de 2020). *Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio*. Obtenido de <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0>

Montoya, J. O. (2022). *Planeación, Programación y Control de Obras de Construcción*. Alpha Editorial.

Nacional, M. d. (2006). *Norma Técnica Colombiana 4596*. Bogotá D.C.

Pamplona, A. d. (2015). *Plan Básico De Ordenamiento Territorial*. Pamplona.

Pineda, D. M. (2020). *Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en la Secretaría de Planeación apoyando actividades técnico-administrativas de control y supervisión*.

Ram Prasad Neupane, T. I. (2023). *Uso de hormigón de áridos reciclados en elementos estructurales: una revisión centrada en el sudeste asiático*. 25.

2017, R. O. (2017). *Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico*. GOV.CO . Obtenido de <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0>

Rodriguez Díaz, H. A. (2005). *Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificios*. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1723>

Santander, G. d. (2025). Obtenido de <https://www.nortedesantander.gov.co/#/inicio>

SANTANDER, U. F. (2018). *PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL*. Cúcuta.

Sarmiento, H. E. (2022). *Diseño del sistema de limpieza y agitación en el área de bocatoma para la fluidización y dispersión de lodos del agua cruda en la empresa Gecelca 3 S.A.S E.S.P.* Montelíbano.

Serna Rodríguez, M. A. (2002). *Estado del arte en nuevas tecnologías de inspección y limpieza de sistemas de alcantarillado y su efecto en el diseño y la normatividad de pozos de inspección*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1992/15353>

Siew, R. Y. (2015). Integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción.

Solís Carcaño, R. G. (2004). La Supervisión de Obra. *Revista Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán*, 60.

Topchiy, A. L. (2019). *Construction Supervision at the Facilities Renovation*. Moscú.

VILLAMIZAR, M. A. (2019). *Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Tecnólogo en Obras Civiles* . San José De Cúcuta.

vivienda, M. d. (2021). *Resolución 0799 del 2021*. Obtenido de https://vlex.com.co/vid/resoluci-n-n-mero-879654860?utm_source=chatgpt.com



Pamplona, diciembre 01 de 2025

Señores:

Comité de Trabajo de Grado
Ingeniería Civil

Asunto: Aval para Pasantía Empresarial como Trabajo de Grado

Cordial Saludo;

Por medio de la presente me permito AVALAR la Pasantía Empresarial como Trabajo de Grado de la estudiante **TATIANA BOYACÁ SÁNCHEZ**, titulada " Práctica empresarial como auxiliar residente en la supervisión y control de obra de las estructuras del acueducto municipal de pamplona en la empresa Empopamplona S.A. E.S.P" desarrollada en el semestre 2025-2.

Agradezco su atención y colaboración.

M.Sc. Oscar Johany Hernández Parada, Ing.
Docente Tiempo Completo Ocasional Universidad de Pamplona
Director Trabajo de Grado



Pamplona, 01 de diciembre de 2025

DAYANA CAROLINA ANTOLINEZ ANTOLINEZ

Directora de Programa Ingeniería Civil
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Universidad de Pamplona
icivil@unipamplona.edu.co

Asunto: Constancia de práctica profesional

Cordial saludo,

Por medio de la presente, **EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.** certifica que la estudiante **TATIANA BOYACÁ SÁNCHEZ**, identificada con cédula de ciudadanía No. 1193211059, del programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Pamplona, realizó su práctica profesional en esta empresa durante el segundo semestre académico del año 2025, cumpliendo una jornada de ocho (8) horas diarias por un periodo total de cinco (5) meses.

Durante su permanencia en la empresa, la estudiante desarrolló actividades orientadas al apoyo técnico y operativo de los procesos misionales de la entidad, tales como:

- Recopilar la información técnica, contractual y de diseño del proyecto de obra con el fin de comprender sus especificaciones, condiciones de ejecución y requerimientos constructivos.
- Hacer seguimiento al cronograma de obra y, con base en los rendimientos reales, comparar el avance con el fin de verificar el cumplimiento de las actividades y proponer ajustes que permitan optimizar la ejecución del proyecto.
- Supervisar la ejecución de las actividades constructivas y verificar la calidad de los materiales utilizados, asegurando que se desarrollen conforme a los planos, procedimientos establecidos y especificaciones técnicas del diseño, garantizando resultados óptimos durante la ejecución del proyecto.
- Promover y verificar el cumplimiento de las normas de seguridad en el área de trabajo, fomentando el uso adecuado de los Elementos de Protección Personal (EPP) y el mantenimiento de condiciones seguras durante la ejecución de las actividades de obra.

La estudiante demostró responsabilidad, compromiso, buena disposición para el trabajo en equipo y adecuado desempeño en las funciones asignadas, por lo cual su práctica profesional fue aprobada satisfactoriamente por esta entidad.

La presente se expide a solicitud de la interesada.

Cordialmente,

MAURICIO FLOREZ ACEVEDO

Jefe de Obras y Mantenimiento de Redes
EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.

	Licencia de Depósito Biblioteca José Rafael Faria Bermúdez	Código	FBA-23 v.02
		Página	1 de 2

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto denominada: Práctica Empresarial Como Auxiliar Residente En La Supervisión Y Control De Obra De Las Estructuras Del Acueducto Municipal De Pamplona En La Empresa Empopamplona S.A. E.S.P autorizo a la Universidad de Pamplona para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) en formato impreso y digital que me corresponden como creador o titular de la obra referenciada, la cual se encuentra enmarcada dentro de los términos establecidos por la ley en materia de derechos de autor.

La finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación, conservando el Trabajo o Tesis de Grado en el repositorio institucional de la Biblioteca José Rafael Faria Bermúdez y sus unidades bibliográficas.

La presente autorización se da sin restricción de tiempo ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Universidad de Pamplona a retirar mi obra en cualquier momento tanto del repositorio institucional de la Biblioteca José Rafael Faria Bermúdez y sus unidades bibliográficas como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Universidad, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Universidad de Pamplona los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma.

En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

A los diecinueve (19) días del mes de diciembre de dos mil veinticinco (2025)

Firma:



Nombre y Apellidos: Tatiana Boyacá Sánchez

Documento: 1193211059

Correo electrónico: tatasanchez421@gmail.com

Móvil: 3206679539

Programa pregrado / posgrados: Ingeniería Civil

Facultad: Ingeniería y Arquitectura