EMPRESA DEPARTAMENTAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE LA GUAJIRA – ESEPGUA S.A. E.S.P

NIT. 901557295-5

CONSULTOR

INGENIERÍA E INTERVENTORÍA NACIONAL INALTER S.A.S

NIT. 901155267-3

CONTRATO 016 DE 2020

OPTIMIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL ACUEDUCTO DE MANAURE, DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA.

FASE III

INFORME 9: ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS DE ACUEDUCTO
PATOLOGIA ESTRUCTURAL TANQUE DE ALMACENAMIENTO ELEVADO PTAP AAA Y RESULTADOS DE LABORATORIO



MUNICIPIO DE MANAURE
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA
FEBRERO DE 2023

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN ACTUAL	FECHA	NATURALEZA DEL CAMBIO
00	02 de Febrero de 2023	Versión inicial

REVISÓ

JOSÉ CARLOS VERGARA MENDOZA
MP No. 13202-096488 BLV
Director de Consultoría
INALTER SAS

APROBÓ

JOSE ALBERTO BARROS CADENA
Director de la Interventoría
R/L UNIÓN TEMPORAL JOSBARC
INGENIERÍA 2023

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN VI

OBJETIVOS VIII

ALCANCE IX

1 PATOLOGIA TANQUE DE ALMACENAMIENTO ELEVADO PTAP AAA S.A. E.S.P. 10

1.1 PLANEACIÓN DE INTERVENCIÓN 11

1.2 PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO 11

1.2.1 Fallas Constructivas 12
1.2.2 Fallas Por Mantenimiento 12
1.2.1 Fallas Por Materiales 12

1.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO 15

1.3.1 Pruebas de Esclerometría 16
1.3.2 Extracción de Núcleos 17
1.3.3 Aplicación Prueba con Fenolftaleína 18
1.3.4 Reparación con Sikatop 122 Plus Monocomponente 19
1.3.5 Prueba Compresión de Núcleos 20

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.1 Resultados, Frente de Carbonatación. 14

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1 Mezcla de Concreto Evidenciada en Campo. 12
Figura 1.2 Ensayo de Resistencia del Concreto. 13
Figura 1.3 Registro Fotográfico No. 1. 15
Figura 1.4 Registro Fotográfico No. 2. 16
Figura 1.5 Registro Fotográfico, Pruebas Esclerometría No.1. 16
Figura 1.6 Registro Fotográfico, Pruebas Esclerometría No.2. 17
Figura 1.7 Registro Fotográfico, Extracción de Núcleos No.1. 17
Figura 1.8 Registro Fotográfico, Extracción de Núcleos No.2. 18
Figura 1.9 Registro Fotográfico, Aplicación Prueba con Fenolftaleína. 19
Figura 1.10 Registro Fotográfico, Reparación con Sikatop 122 Plus Monocomponente. . 20
Figura 1.11 Registro Fotográfico, Prueba Compresión de Núcleos No. 1. 20
Figura 1.12 Registro Fotográfico, Prueba Compresión de Núcleos No. 2. 21

ANEXOS

Anexo 1 Resultados Laboratorio

INTRODUCCIÓN

La **EMPRESA DEPARTAMENTAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE LA GUAJIRA – ESEPGUA S.A. E.S.P**, identificado con NIT. 901557295-5, Representada Legalmente por su Gerente General la señora **ANDREINA SUSANNA GARCÍA PINTO,** identificado con Cédula de Ciudadanía 63.537.224 de Bucaramanga, consciente de las necesidades insatisfechas en las comunidades aferentes a su competencia y en su esfuerzo por implementar y ofrecer condiciones aptas de saneamiento básico y agua potable para su municipio, ha optado por celebrar el **CONTRATO DE CONSULTORÍA 016 DE 2020,** cuyo objeto es **"OPTIMIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL ACUEDUCTO DE MANAURE, DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA."** el cual fue adjudicado por medio del **CONCURSO DE MÉRITOS ABIERTO CMA-AT-APSB-010-2020,** a la firma **INGENIERÍA E INTERVENTORÍA NACIONAL – INALTER S.A.S.,** identificado con NIT. 901.155.267-3, Representada Legalmente por la Ingeniera **SANDRA JEANNETTE FORERO SIMIJACA**, identificada con Cedula de Ciudadanía 52.431.559 de Bogotá D.C., Esta decisión estuvo soportada en las condiciones técnico – económicas presentadas, cuyos lineamientos fueron los idóneamente solicitados por el ente encargado para encomendar tales fines.

Por su parte la firma **INGENIERÍA E INTERVENTORÍA NACIONAL – INALTER S.A.S.,** responsable de sus compromisos y técnicamente capacitada para adelantar los propósitos trazados, ha desarrollado sus labores tendientes a cumplir con las obligaciones planteados y pactados por medio del **CONTRATO DE CONSULTORÍA 016 DE 2020.** En ese mismo orden, se ha decidido como parte del correcto desarrollo de las actividades, estructurar el presente Informe.

En términos generales, según lo establece el **DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA,** y en especial en los Alcances y Requerimientos Técnicos, el proyecto se enmarca en las fases detalladas a continuación:

- Fase I Diagnóstico de los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado Sanitario-Pluvial

  - Informe 1 Información básica de los sistemas de acueducto y alcantarillado sanitario pluvial.
  - Informe 2 Estudios complementarios.
  - Informe 3 Estudios sistemas de acueducto.
  - Informe 4 Estudios sistemas de alcantarillado.

- Fase II Pre Factibilidad y Análisis de Alternativas para Garantizar la Prestación de los Servicios de Suministro de Agua Potable y el Adecuado Manejo y Disposición de Aguas Residuales y Lluvias en el Municipio de Manaure.

  - Informe 5 Diseños definitivos del sistema de tratamiento de agua potable.
  - Informe 6 Diseño definitivos del sistema de tratamiento de aguas residuales.
  - Informe 7 Pre factibilidad y análisis de alternativas para garantizar la prestación del servicio de acueducto y suministro de agua potable.
  - Informe 8 Pre factibilidad y análisis de alternativas para garantizar la prestación adecuada del servicio de alcantarillado y el manejo y disposición de aguas residuales y lluvias.

- **Fase III Estudios y Diseños Definitivos de las Alternativas Seleccionadas para Garantizar el Adecuado Suministro de Agua Potable y Manejo y Disposición de Aguas Residuales y Lluvias en el Casco Urbano de Manaure.**

- **Informe 9 Estudios y diseños definitivos de las alternativas para garantizar la prestación del servicio de acueducto y suministro de agua potable.**
- Informe 10 Estudios y diseños definitivos de las alternativas para garantizar la prestación adecuada del servicio de alcantarillado y el manejo y disposición de aguas residuales y lluvias.

- Fase IV Formulación y Estructuración de Proyectos Para Garantizar el Adecuado Suministro de Agua Potable y Manejo y Disposición De Aguas Residuales y Lluvias en el Casco Urbano de Manaure.

  - Informe 11 Formulación y estructuración de proyectos para garantizar el adecuado servicio de acueducto, de alcantarillado y el manejo y disposición de aguas residuales y lluvias.
  - Informe 12 Informe final con sus anexos.

El presente documento presenta en **la Patología Estructural Tanque de Almacenamiento Elevado PTAP AAA y Resultados de Laboratorio del Informe No 9 Estudios y Diseños Definitivos de las Alternativas Seleccionadas de Acueducto** para el municipio de Manaure, Departamento de La Guajira.

OBJETIVOS

Realizar la estimación y evaluación de la resistencia del concreto que conforma la estructura del Tanque para almacenamiento de agua potable.

ALCANCE

El presente informe pretende dar a conocer los detalles de los estudios de patología estructural realizados a la estructura del Tanque para almacenamiento de agua potable, en el municipio de Manaure del departamento de La Guajira, donde se realiza extracción y compresión de núcleos, esclerometría y carbonatación en el concreto.

1 PATOLOGIA TANQUE DE ALMACENAMIENTO ELEVADO PTAP AAA S.A. E.S.P.

El presente documento está conformado por tres (3) capítulos cuyo contenido se resume a continuación:

1. Planeación de Intervención: Describe la metodología del personal de campo para realizar la toma de datos.

2. Patología de la Estructura de Concreto: Se presenta las fallas constructivas, por mantenimiento y por materiales evidenciadas en campo por el equipo técnico.

3. Registro Fotográfico: Se presenta el registro fotográfico de los ensayos realizados como: Esclerometría, Extracción de Núcleos, Aplicación Prueba con Fenolftaleína, Reparación con Sikatop 122 Plus Monocomponente, finalmente, Prueba Compresión de Núcleos.

1.1 PLANEACIÓN DE INTERVENCIÓN

Se realizó una visita con el cliente para identificar el sistema estructural en su geometría y nivelación, así como también, para exponer la metodología a emplear y el equipo de trabajo encargado.

Se adelantó una inspección detallada del estado de la construcción en general. Se realizaron exploraciones en algunos elementos que permitieron conjeturar la ubicación del refuerzo tanto longitudinal como transversal y la calidad del concreto y del acero de refuerzo (ver detalles de exploración estructural y registro fotográfico), para luego escoger los puntos a intervenir.

En dichos puntos se procedería a extraer los núcleos, para luego aplicar las pruebas de carbonatación con fenolftaleína.

1.2 PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO

La estructura de concreto presenta defectos y/o daños causados por fallas en la construcción, por mala operación de la estructura, por falta de mantenimiento y por fallas en los materiales usados en la ejecución del proyecto.

Es preciso aclarar que el comportamiento de una estructura, su seguridad y condiciones de servicios se fundamentan en un buen diseño estructural, geotécnico, hidrosanitario, arquitectónico, entre otros, como también en la calidad de su construcción. La vida útil de servicio se inicia desde su ejecución hasta que se completa un determinado nivel aceptable de deterioro; si la estructura no es mantenida, como el caso que nos ocupa, el período de tiempo se acorta y los daños se propagan rápidamente llegando a situaciones críticas como ocurrió con la estructura de este tanque.

El diseño estructural obedeció a la normativa vigente de 1990 cuando se realizó el estudio, aplicándose el decreto 1400 de 1984, Código Colombiano de construcciones sismo resistentes.

La evaluación y diagnóstico de la estructura de concreto fue llevada a cabo mediante inspección visual de un grupo de ingenieros con amplia experiencia, especialistas en estructuras, suelos y profundización en aéreas de patologías y rehabilitación; apoyándose en pruebas complementarias, con tomas y ensayos de núcleo de concreto, ensayos de esclerometría, pruebas de carbonatación con fenolftaleína y pruebas de detección de acero.

Teniendo en cuanta que la edificación data de más de 30 años, la calidad del concreto se evaluó mediante el ensayo realizado a diferentes núcleos (ver resultados de exploración estructural y registro fotográfico), utilizando el equipo Extractor de núcleos Hilti, escogidos de forma estratégica que sirvieron para patronar los resultados de esclerómetro, con el cual se determinó también la resistencia aproximada de la estructura en más de 10 puntos seleccionados (ver resultados de exploración estructural y registro fotográfico). Es necesario mencionar que se hizo la respectiva reparación de las perforaciones mediante el uso del mortero de reparación Sikatop 122 plus monocomponente.

Las fallas encontradas a la estructura de concreto se resumen en los siguientes numerales.

1.2.1 FALLAS CONSTRUCTIVAS

Se detectaron fallas constructivas de las cuales se destacan la siguiente:

- Recubrimiento del acero estructural menor de cuatro (4.0) centímetros en la parte interna de la estructura; en la mayoría de los casos se detectó que el refuerzo se encontraba expuesto.
- Hormigueros en la masa de concreto por malas prácticas de manejo, colocación y compactación del concreto. Se estima que en los tiempos en que la obra se ejecutó, no existían plantas de concreto donde se pudiera obtener concreto certificado; por tal razón, la totalidad del concreto del proyecto fue fabricado en obra con mezcladoras de trompito.

1.2.2 FALLAS POR MANTENIMIENTO

Se intuye que la estructura de concreto del tanque, desde que se construyó no ha sido objeto de mantenimiento alguno a excepción de algunas reparaciones realizadas a posibles fisuras en el interior del tanque.

1.2.1 FALLAS POR MATERIALES

Se intuye que el agregado utilizado para la mezcla del concreto corresponde a canto rodado de la región debido a que, en el proceso de extracción se evidenció falta de adherencia entre los materiales y desmoronamiento de las muestras.



Figura 1.1 Mezcla de Concreto Evidenciada en Campo.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023

En los trabajos de campo, se evidencio que la calidad del concreto con el cual se construyó la edificación arrojó una resistencia a la compresión simple obtenida a través de núcleos extraídos en sitio, que oscilaron entre dos mil setenta y siete (2077) PSI y dos mil quinientos setenta y nueve (2579) PSI; resultando una resistencia por debajo de la especificada (fc =3000 PSI); facilitando la penetración en la estructura de concreto del dióxido de carbono (CO_2) que normalmente se encuentra en la atmosfera.



Figura 1.2 Ensayo de Resistencia del Concreto.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023

El concreto de baja resistencia, menor que cuatro mil (4000) PSI, facilita las acciones del intemperismo, permitiendo lo que mundialmente se conoce como carbonatación, que es un fenómeno natural que ocurre todos los días y que consiste en la pérdida del pH del concreto, que ocurre cuando el dióxido de carbono presente en el aire atmosférico penetra por difusión el concreto originando los siguientes fenómenos:

- El gas carbónico de disuelve en los poros reaccionando con los componentes alcalinos de la fase acuosa del concreto produciendo acido carbónico.
- El ácido carbónico, convierte el hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$, en carbonato de calcio ($CaCO_3$).
- Ocurre una reducción significativa del pH del concreto en la capa superficial de este, de trece (13) que es lo usual baja hasta nueve (9) perdiendo de este modo la capa pasivadora.
- Igualmente se presenta una disminución del volumen de la pasta del cemento ocasionando la contracción por carbonatación.

En las exploraciones realizadas se encontró el siguiente resultado de los frentes de carbonatación en la estructura de concreto del edificio, obtenida a través de la prueba con fenolftaleína, de nueve (9) registros los resultados fueron:

FRENTE DE CARBONATACIÓN	NUMERO DE REGISTROS	PORCENTAJE (%)
< 2 cm	1	11
< 3 cm	2	22
> 3 cm	6	67
Total	9	100

Tabla 1.1 Resultados, Frente de Carbonatación.
Fuente. Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023

De lo anterior se puede deducir que aprox. el 100% de la estructura de concreto principal se encuentra carbonatada, y que en el 67% de esta el frente de carbonación ha avanzado más de tres (3) cm.

1.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO

A continuación, se presenta el registro fotográfico de las actividades realizadas:



Figura 1.3 Registro Fotográfico No. 1.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023



Figura 1.4 Registro Fotográfico No. 2.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023

1.3.1 PRUEBAS DE ESCLEROMETRÍA

Inmediatamente se presenta el registro fotográfico correspondiente a las pruebas de esclerometría:



Figura 1.5 Registro Fotográfico, Pruebas Esclerometría No.1.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023



Figura 1.6 Registro Fotográfico, Pruebas Esclerometría No.2.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023

1.3.2 EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS

En seguida se presenta el registro fotográfico correspondiente a las pruebas de extracción de núcleos:



Figura 1.7 Registro Fotográfico, Extracción de Núcleos No.1.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023



Figura 1.8 Registro Fotográfico, Extracción de Núcleos No.2.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023

1.3.3 APLICACIÓN PRUEBA CON FENOLFTALEÍNA

A continuación, se presenta el registro fotográfico correspondiente a aplicación de la prueba con fenolftaleína:



Figura 1.9 Registro Fotográfico, Aplicación Prueba con Fenolftaleína.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023

1.3.4 REPARACIÓN CON SIKATOP 122 PLUS MONOCOMPONENTE

Posteriormente, se presenta el registro fotográfico correspondiente a la reparación con Sikatop 122 Plus Monocomponente:



Figura 1.10 Registro Fotográfico, Reparación con Sikatop 122 Plus Monocomponente.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023

1.3.5 PRUEBA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS

Consecutivamente, se presenta el registro fotográfico correspondiente a la prueba de compresión de núcleos:



Figura 1.11 Registro Fotográfico, Prueba Compresión de Núcleos No. 1.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023



Figura 1.12 Registro Fotográfico, Prueba Compresión de Núcleos No. 2.
Fuente: Ingeniería e Interventoría Nacional INALTER S.A.S., 2023