



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Patologías del concreto armado del reservorio en el sector
Melendrez, Áncash 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil**

AUTORA:

Becerra Aguilar, Lisbet Stefany (orcid.org/0000-0002-7639-4582)

ASESOR:

Mg.Villar Quiroz, Josualdo Carlos (orcid.org/0000-0003-3392-9580)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación tecnológica y Desarrollo Sostenible

TRUJILLO – PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedico de manera especial a Dios, por protegerme y bendecirme día a día.

A mis padres por siempre apoyarme, por ser el motor y motivo para salir adelante.

A mi hermana y sobrina por siempre alentarme en cada momento.

A mi Mamá Jovita, por enseñarme a siempre ser constante.

Al Ing. Luis Avila R, por ser quien me impulsó a dar este gran paso.

Agradecimiento

A Dios, por siempre bendecirme. A la Universidad César Vallejo, por brindarme la oportunidad, las facilidades y los conocimientos para mi desarrollo profesional. A mi familia, por ser mi motivación para culminar mis estudios, por siempre levantarme en cada caída. A mi madrina María Lafora, por siempre aconsejarme y apoyarme, a mis dos mejores amigos Franco Valencia Baigorria y Jampier Albitres Guevara que siempre han estado junto a mí en las buenas y en las malas, a los Ingenieros Roger Ponce F, Luis Ávila R. y Mauricio Asís E. por creer en mis capacidades, por impulsarme a ser mejor día con día, a mi asesor, por su tiempo y dedicación para brindarnos las lecciones y asesoría sobre el desarrollo del trabajo de investigación y encaminarnos para lograr esta meta.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	
Abstract	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.1.1. Tipo de Investigación.....	18
3.1.2. Diseño de la Investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.2.1. Variable	19
3.2.2. Operacionalización de variables.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	19
3.3.1. Población.....	19
3.3.2. Muestra y muestreo	19
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	20
3.4.1. Validación del instrumento de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23

IV. RESULTADOS	24
4.1. Identificación de las patologías presentes en la estructura de concreto armado del reservorio de estudio	24
4.2. Evaluación del grado de afectación de las patologías en la estructura de concreto armado del reservorio de estudio.....	25
4.3. Determinación de los niveles de severidad de las patologías en la estructura de concreto armado del reservorio de estudio.....	30
4.4. Resistencia a compresión de testigos diamantinos.....	35
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS	46

Índice de tablas

Tabla 1 Grado de afectación de la estructura.....	15
Tabla 2 Nivel de severidad de la estructura	16
Tabla 3 Instrumento de recolección de datos.....	20
Tabla 4 Patologías presentes en la estructura del reservorio	24
Tabla 5 Grado de afectación de las patologías en la estructura del muro izquierdo AYB del reservorio estudiado	26
Tabla 6 Grado de afectación de las patologías en la estructura del muro derecho A del reservorio estudiado	27
Tabla 7 Grado de afectación de las patologías en la estructura de la losa de fondo del reservorio estudiado	28
Tabla 8 Grado de afectación de las patologías en la estructura del muro derecho B del reservorio estudiado	29
Tabla 9 Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro izquierdo AYB	30
Tabla 10 Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro derecho A	32
Tabla 11 Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro derecho B	322
Tabla 12 Nivel de severidad de las patologías en la estructura de la losa de fondo del reservorio.....	333
Tabla 13 Resistencia a la compresión de muestras diamantinas de elementos del reservorio	35

Índice de figuras

Figura 1 Esquema del diseño de investigación	188
Figura 2 Esquema del procedimiento de la investigación	22
Figura 3 Gráfico de patologías en la estructura.....	25
Figura 4 Grado de afectación de la estructura de concreto del muro izquierdo AYB del reservorio.....	26
Figura 5 Grado de afectación de la estructura de concreto del muro derecho A del reservorio	27
Figura 6 Grado de afectación de la estructura de la losa de fondo del reservorio	29
Figura 7 Grado de afectación de la estructura del muro derecho B del reservorio	30
Figura 8 Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro izquierdo AYB.....	31
Figura 9 Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro derecho A	32
Figura 10 Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro derecho B	33
Figura 11 Nivel de severidad de las patologías en la estructura de la losa de fondo del reservorio.....	34
Figura 12 Resistencia a compresión de muestras diamantinas del reservorio...	35

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar las patologías presentes en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022. Se tomaron 4 muestras de las zonas de la estructura, para la obtención de información, se aplicó la recolección de datos y fichas de registro, identificándose los tipos de patologías presentes, su grado de afectación y el nivel de severidad de las mismas. Los resultados de los ensayos mostraron patologías de tipo mecánicas, físicas, químicas y biológicas, presentando mayor incidencia las de tipo mecánicas como grietas y descamación; las químicas como eflorescencia y corrosión, encontrándose más manifestaciones patológicas en la estructura del muro izquierdo con 33.5% de área afecta. En cuanto al grado de afectación, se determinaron niveles leves y moderados en las muestras respecto a patologías mecánicas y químicas principalmente. Por tanto, se concluye que existen patologías mecánicas, químicas y físicas en la estructura de concreto del reservorio Meléndrez, que deben ser atendidas para evitar aumento de la severidad y, por ende, algún colapso que deje sin suministro de agua a la comunidad.

Palabras clave: Patologías, concreto, reservorio, evaluación, identificación determinación.

Abstract

The present research work aimed to evaluate the pathologies present in the reinforced concrete structure of the reservoir in the Meléndrez sector, Ancash 2022. Four samples were taken from the areas of the structure, to obtain information, data collection and record cards were applied, identifying the types of pathologies present, their degree of affectation and their level of severity. The results of the tests showed pathologies of mechanical, physical, chemical and biological types, presenting a higher incidence of mechanical pathologies such as cracks and flaking; chemical pathologies such as efflorescence and corrosion, finding more pathological manifestations in the structure of the left wall with 33.5% of the affected area. Regarding the degree of affectation, slight and moderate levels were determined in the samples, mainly with respect to mechanical and chemical pathologies. Therefore, it is concluded that there are mechanical, chemical and physical pathologies in the concrete structure of the Meléndrez reservoir, which must be addressed to avoid an increase in severity and therefore, a collapse that would leave the community without water supply.

Keywords: Concrete pathologies, reservoir, evaluation, identification, determination.

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Sánchez et al. (2020), existe una problemática global respecto al agua potable, visto que solo 1% del agua dulce disponible es apta para consumo humano. Además, se menciona que para el año 2025, el 80% de la población a nivel global tendrá una alta escasez de agua, es por ello, que se requiere de infraestructuras adecuadas para su suministro, tomando relevancia los reservorios de concreto, comúnmente utilizados.

A nivel mundial, la investigación exitosa en el campo del concreto armado incluye la investigación y el análisis sistemático de los procesos de fallas, propiedades que puede encontrar el concreto, sus causas, consecuencias y soluciones. La construcción de reservorios de concreto para agua potable, está sujeta a defectos o patologías de daños que modifican su estructura y funcionamiento interno (Silva, 2020).

Las patologías se miden mediante pruebas para estimar la resistencia, la dureza, la uniformidad, la permeabilidad, la decoloración, las grietas, la hinchazón, entre otras, del concreto en ubicaciones seleccionadas de la estructura para analizar y posiblemente determinar el estado de la estructura desde su diseño o construcción, y los impactos que pueden experimentar durante un período determinado de vida útil y los resultados de desastres.

En países de América latina como Colombia, a pesar de que el concreto es muy utilizado por sus propiedades estructurales y estéticas, se encuentra rezagada en comparación con países europeos y norteamericanos, los cuales han implementado normas y reglamentos, utilizan mejor tecnología y tienen más recursos para construir. Por ello, queda implícita la necesidad de mejorar la calidad de la superficie del hormigón, lo cual empieza, primeramente, por identificar las patologías que aparecen en ellas y conocer las causas y posibles soluciones (Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2020).

En España, La Asociación Española de Ingeniería Estructural (ACHE, 2019) propuso crear una lista de cotejo, definiendo los criterios a seguir en la evaluación de estructuras existentes de concreto armado y la evaluación de patologías de daños en términos de seguridad, función y durabilidad de las mismas. Dado que alterar, reparar y fortalecer una estructura existente puede ser muy costoso, se

deben considerar alternativas ocasionales durante la fase de diseño de una nueva construcción, utilizando estándares y procedimientos establecidos. Para el análisis de estructuras de concreto existentes se puede utilizar tanto un formato cuasi probabilístico con coeficientes parciales modificados, como un enfoque probabilístico e incluso, si la información es suficiente, realizar actuaciones que demuestren la fiabilidad de la estructura (ACHE, 2019).

En el Perú existen diversas estructuras de infraestructura como carreteras, puentes, hospitales, instituciones públicas, represas, canales de riego, embalses, entre otras, que requieren evaluarse a nivel de patologías y de comportamiento estructural, para especificar su perdurabilidad actual y su correspondiente vida útil. Respecto al control de calidad del concreto para distintos usos de construcción, se exige que cumpla con las normativas en el proceso constructivo necesarias para el diseño estructural realizado, para evitar la aparición de patologías de manera temprana, haciéndose indispensable realizar estudios patológicos a profundidad bajo las normas ACI Y ASTM. En lo que refiere a estudios de laboratorio estos determinaran el nivel de severidad, tipos de patologías, y su grado de afectación para, asimismo dar una solución y una mejor vida útil de la estructura.

En la Región de Ancash particularmente, el 80% de las viviendas acceden al agua a través de la red pública domiciliaria, siendo un poco más elevado que el promedio nacional que es del 78%. Sin embargo, en la provincia de Mariscal Luzuriaga, la red pública domiciliaria abastece solamente al 58% de la población, en lo cual el resto accede a este recurso por medio de pozos, reservorios, pilones, manantiales y cualquier otro medio para ello (Instituto Peruano de Economía, 2019).

En este contexto, el estado actual del reservorio del sector Melendrez, se caracteriza por fallas estructurales tales como: fisuras, agrietamientos, humedad por filtración, erosión, abrasión, entre otras; esto debido a que el concreto utilizado no es de buena calidad, el cual no cumple con la resistencia a la compresión y a la flexión está en el diseño estructural de la obra, lo cual hace accesible la aparición de patologías, así mismo esto hace que la estructura pierda su valor rápidamente, acortando así su vida útil.

La informalidad dentro de los procesos constructivos hace que la estructura del reservorio de concreto armado tenga problemas de fallas estructurales, por lo tanto, el incumplimiento de las características de resistencia a la compresión

principalmente, y flexión en algunos casos, trae como consecuencia una observación por parte de un ente supervisor que puede ordenar la demolición completa de la estructura.

Frente a esta problemática se decidió realizar esta investigación donde se identificaron las patologías dentro de la estructura, sus niveles de severidad y su grado de afectación, esperando como resultado lograr mejorar la vida útil del reservorio en estudio o de lo contrario, reconstruir uno nuevo, bajo los adecuados procesos constructivos. En base a ello, se formuló como **problema general** de investigación: ¿Cuáles son las patologías del concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022? Así mismo, se plantearon **las interrogantes específicas**: (a) ¿Cuáles son los tipos de patologías presentes en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022? (b) ¿Cuál es el grado de afectación de las patologías identificadas en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022? y, (c) ¿Cuáles son los niveles de severidad de las patologías identificadas en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez Áncash 2022?

De esta manera, la investigación se **justifica de forma teórica**, ya que proporciona conocimiento de estudios de las patologías diagnosticadas en la estructura de concreto armado del reservorio, para obtener soluciones o estrategias de mejoras orientadas a prolongar su vida útil. Por otro lado, presenta una **justificación práctica**, dado que busca aplicar los conocimientos de la ingeniería civil para estudiar los problemas patológicos que se presentan en este tipo de estructuras, identificando las causas, orígenes y formas, a fin de proponer recomendaciones técnicas que permitan minimizar y/o erradicar dichos problemas.

Asimismo, presenta una **justificación metodológica**, siendo una investigación no experimental – descriptiva, donde se emplearon técnicas y procedimientos de ingeniería destinados a la identificación, evaluación del grado de afectación y determinación de los niveles de severidad que se producen en estructuras de concreto armado, según el tipo de patologías presentes y la zona afectada. Los resultados obtenidos, servirán de base para otras investigaciones similares. Así mismo, el instrumento de recolección de información contó con la validación y confiabilidad, por lo que podrá ser replicado en otros estudios sobre la misma temática en investigación.

En función de lo expuesto, la se planteó como **objetivo general** de la investigación: Evaluar las patologías presentes en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022. Como **objetivos específicos**: (a) Identificar los tipos de patologías presentes en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022; (b) Evaluar el grado de afectación de las patologías en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022; (c) Determinar los niveles de severidad de las patologías en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez Áncash 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como parte de los antecedentes afines a la presente investigación, a **nivel internacional** Flores (2021) desarrolló la tesis “Aplicación de la técnica GUT en manifestaciones patológicas en estructuras de hormigón armado y sus correcciones” en la cual aplicó la inspección visual de estructuras de hormigón armado para la identificación de sus manifestaciones patológicas y su clasificación, utilizando la herramienta de apoyo de decisiones GUT (Gravedad, Urgencia y Tendencia). La metodología fue aplicada, de diseño no experimental, la cual empleó la ficha de registro y el registro fotográfico como técnicas de recolección de datos, siendo la unidad de análisis un edificio de 530 m² construido en 1983 y ubicado en la ciudad de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. Se determinó que existen varios defectos en los elementos estructurales de concreto armado, siendo de mayor gravedad el alto deterioro del acero en la estructura, así como la pérdida de la integridad de la sección del hormigón de la parte estructural, teniendo un alto riesgo de colapso, ya que son las columnas de la planta baja que soportan la carga de otras plantas. Existe un fuerte indicio de que la principal causa de la aparición de las patologías se debe a la incorporación de materiales contaminantes en el proceso constructivo, para la realización del hormigón de la estructura (acero, agua y arena) e incluso, al momento de la ejecución del proceso constructivo. La presente investigación aporta que la metodología GUT, es una herramienta capaz de indicar los puntos prioritarios de la estructura, señalando los aspectos de gravedad, urgencia y tendencia a causar mayores daños a la edificación y sus habitantes.

Morais (2020) realizó la investigación “*Analysis of pathological manifestations in reinforced concrete structures: a review*” avocada al diagnóstico de los principales índices patológicos en estructuras de hormigón armado, así como sugerir soluciones prácticas a los problemas. Se desarrolló una metodología de tipo básica, con un nivel exploratorio y diseño no experimental, basada en una revisión sistemática, siendo el instrumento utilizado la ficha de registro documental. La selección final de artículos fue de quince, los cuales presentaron casos de estudios de obras realizadas en hormigón armado que presentaban algún tipo de manifestación patológica en su estructura. Se concluye que las manifestaciones

patológicas más frecuente en las edificaciones de concreto armado son: corrosión de la estructura (100%), siendo de gran preocupación ya que este tipo de patología conlleva un riesgo para la integridad física del edificio y la vida de sus usuarios; seguidamente se encontró las fisuras (73%), la cual puede originar la aparición de otras patologías, como lo es la corrosión del inducido; en tercer lugar se encontró las manchas (60%), las cuales son capaces también de propiciar otras manifestaciones patológicas como: mohos, desagregación del recubrimiento y descamación. Así mismo, se evidenciaron otras manifestaciones patológicas en menor proporción como lo son: crack (53%), eflorescencia (47%), pandeo (27%) y carbonatación (20%). Todas estas patologías, pueden agravar la durabilidad de la estructura disminuyendo su vida útil, trayendo a su vez pérdidas económicas importantes. La presente investigación aporta de conocimiento las concurrentes fallas y manifestaciones patológicas en las estructuras dando así soluciones prácticas a los problemas que pueden presentar las estructuras de hormigón armado.

Da Silva (2020) en su trabajo "*Structural pathology study in an armed concrete water reservoir*" suministró información sobre un depósito de agua de hormigón armado que presentó patologías estructurales, describiendo los pasos para la inspección técnica y las pruebas realizadas. Se desarrolló una metodología de tipo aplicada, con un nivel descriptivo y diseño no experimental, basada en un estudio de caso, siendo el instrumento utilizado la ficha de registro. La unidad de estudio es un reservorio de agua denominado Castillo de agua, ubicado en la ciudad de Resende. Los resultados fueron: (a) desviaciones en el espesor de la cubierta, estando el 24% de estas por debajo de la cobertura especificada del diseño, (b) 100% de las muestras tienen estrés de rotura (F_{ck}) por encima del valor determinado en el proyecto (30MPa), (c) la prueba de ultrasonido reportó una homogeneidad buena (96,4%) y excelente (3,6%), (d) la prueba de resistividad eléctrica del hormigón, demostró una velocidad de corrosión insignificante (100%), (e) la prueba de potencial de corrosión reportó un riesgo de corrosión bajo (97,2%) y riesgo intermedio (2,8%), (f) el 100% de los puntos probados revelaron un espesor de carbonatación inferior a la cobertura. Los resultados permitieron diagnosticar la presencia de las patologías en la estructura de concreto armado: (a) grietas por humedad, (b) presencia de goteras en la pared exterior del reservorio de agua, (c)

eflorescencias, y (d) segregación del hormigón de la superficie de concreto armado. A partir de ello, se pudo establecer la forma más adecuada de recuperación de la estructura, fundamentada en los lineamientos de los estándares de la ABNT (Asociación Brasileña de Estándares Técnicos) NBR 6118 (Diseño de estructuras de hormigón – Procedimiento), NBR 6120 (Carga para cálculo de estructuras de edificación) y NBR 6123 (Fuerzas debidas al viento en edificaciones). Se concluye que, una vez realizada la inspección del reservorio. La presente investigación realizó aportes respecto a las inspecciones técnicas y pruebas que deben realizarse bajo estándares específicos para obtener un análisis patológico de un depósito de agua de hormigón armado.

Pinedo (2018) en su invitación “Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado del reservorio apoyado R1, del distrito de Coishco, provincia de Santa, departamento de Ancash, Enero – 2018, determinó evaluar las patologías, así como su severidad estructura perimetral de concreto armado del reservorio apoyado R1, en el distrito de Coishco, provincia del Santa, departamento de Ancash. Se desarrolló una metodología de tipo descriptiva, de nivel cualitativo. La unidad de estudio es de 40 metros lineales y el área total de 350.00 m². El porcentaje resultante de área afectada por las patologías fue Grieta (0.13 %), Erosión (0.50 %), Desintegración (2.07 %), Eflorescencia (7.20 %) y Corrosión (7.76 %), el resultado de patologías en la estructura es moderado, lo que implica la importancia de resaltar el mantenimiento que debe tener la estructura. Se concluyó que, de toda la región de la estructura, el 17.65 % se encuentra afectada por patologías, mientras que el 82.35 % no presenta patologías, lo que garantiza que se encuentran en un estado seguro de conservación. Esta investigación hizo aportes importantes sobre como evaluar el nivel de seguridad de una estructura de un tanque de agua, por intermedio de un ensayo de campo no destructiva y una simulación numérica, permitiendo proponer un plan para rehabilitar la estructura.

Gálvez 2(019) realizó su trabajo “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el reservorio apoyado Acovichay, del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash - 2018” en el que determinó evaluar las patologías del concreto en el reservorio apoyado Acovichay, del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash. El objetivo fue, identificar y determinar los tipos de patologías presentes en la

estructura de concreto del reservorio. De igual forma, evaluar los tipos de patologías existentes, obtener el grado de severidad y estado de servicio de la estructura estudiada. El método utilizado fue el método visual, descriptivo, transversal y no experimental, luego de lo cual se llevó a cabo el proceso de investigación. Se concluyó que luego del analizar los resultados, se determinó que la capacidad de servicio del reservorio, es deficiente. Esta investigación hizo aportes importantes en cuanto a las patologías que puede presentar un reservorio de agua mediante un análisis de resultados procediendo a la identificación y por lo tanto determinar los tipos de patologías existentes en una estructura de concreto armado.

A **nivel nacional** Fernández (2021) elaboró la tesis “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el reservorio de agua potable, del centro poblado de Nunocoto, distrito de Acopampa, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash – 2017” en la que evaluó y determinó la condición de las patologías del concreto existente, en el reservorio de agua potable del centro poblado de Nunocoto, ubicado en el Distrito de Acopampa, Provincia de Carhuaz, departamento de Ancash, 2017. Se desarrolló una metodología de nivel descriptivo y diseño no experimental, de sección transversal, en la cual se usó la ficha de registro como herramienta. La unidad de investigación fue el reservorio de agua potable del Centro Poblado de Nunocoto, dividido en ocho unidades muestrales. Se concluye que, habiendo realizado la inspección del reservorio de agua se determinó en las unidades de muestra la existencia de diferentes patologías y su porcentaje de afectación: grieta (3.31%), fisura (1.14%), erosión (2.20%), desprendimiento (0.83%) y descamación (0.50%), siendo la patología con mayor predominio, la grieta con un área afectada de 1.35 m². Así mismo, todas las unidades de la muestra presentan los siguientes niveles de severidad: leve (21%), moderada (17%) y severa (62%), obteniendo un grado medio de severidad de condición de servicio con afectación de la estructura del reservorio en mal estado. Los aportes de esta investigación radican en las diferentes patologías que se pueden hallar en un reservorio de agua y cómo pueden afectar a las estructuras de concreto armado, para llegar a tener un resultado se realizó estudios específicos de laboratorio para lograr determinar los grados de severidad de las patologías.

Loli (2019), llevó a cabo el estudio “Nivel de deterioro estructural y propuesta de rehabilitación de reservorios de agua potable de concreto armado en la ciudad

de Huaraz – 2016” en el que realizó la identificación de las principales manifestaciones patológicas presentes en los reservorios de concreto armado del sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Huaraz, proponiendo intervenciones y considerando cualitativamente la extensión del daño. Investigación con enfoque cualitativo, tipo aplicado y nivel exploratorio – proyectivo, siendo el instrumento empleado la ficha de registro. La muestra consta de dos reservorios de agua de concreto armado, bajo la supervisión de la empresa administradora de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Huaraz. Finalmente, se determinó que el reservorio 1 presenta un nivel de deterioro severo a muy severo y el reservorio 2 un nivel de deterioro moderado. Por lo tanto, se propuso la demolición del reservorio 1 y un plan de rehabilitación, reparación y mantenimiento para el reservorio 2 el cual se basa en la reposición del muro de concreto en aquellas zonas donde existan patologías severas por carbonatación y la reposición de las armaduras de acero corroídas como consecuencia de la reacción de ácidos y sales que han penetrado al concreto. Se concluye que, las patologías mayormente encontradas en ambos reservorios son: fisuración, eflorescencias por sulfatación y carbonatación, corrosión del acero de refuerzo, desprendimiento de la capa exterior de concreto, humedad en la parte externa de los muros del reservorio y pérdida de la resistencia a la compresión del concreto. Asimismo, la prueba de carbonatación aplicada en ambos reservorios mostró manifestaciones en un nivel severo en cada reservorio. También se evidenció, la existencia de fisuras que se extienden a las cubiertas y con menor extensión a los muros de concreto. La presente investigación hizo aportes en cuanto a cómo identificar las principales manifestaciones patológicas en las estructuras, calificando el grado de deterioro y el procedimiento en el cual se determina las acciones a tomar con respecto a una estructura de un reservorio de agua de concreto armado.

Morán (2019) ejecutó la tesis “Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado del reservorio apoyado R1 $V=1000\text{ m}^3$ ubicado en Ñañañique, distrito de Chulucanas, provincia de Morropón, departamento de Piura, agosto 2018” en la que determinó y evaluó las patologías del concreto armado del reservorio apoyado R1 $V=1000\text{ m}^3$ ubicado en Ñañañique, distrito de Chulucanas, provincia de Morropón, departamento Piura. Se desarrolló la metodología de nivel descriptivo y diseño transversal no experimental, siendo el instrumento utilizado la

ficha de registro. La unidad de análisis fue el muro exterior del reservorio apoyado R1 V=1000 m³, del que se tomaron 11 muestras las cuales poseían 5 m de longitud y 6.30 m de altura. Se concluye que, del total de área estudiada equivalente a 349.50 m² las patologías identificadas abarcan 201.047 m², siendo estas: erosión (23.49%), exudación (9.41%), eflorescencia (8.35%), carbonatación (5.55%), descascaramiento (4.89%), cangrejas (2.92%), desprendimiento (1.49%), delaminación (1.09%), grietas (0.66%) y fisura (0.10%), siendo la patología con mayor predominancia la erosión. El nivel de severidad que presenta el reservorio evaluado es severo (57.52%), lo que implica una intervención inmediata, pues en el corto plazo, de no llevarse a cabo, la población se verá afectada por la falta de suministro de agua. La presente investigación hizo aportes importantes respecto a cómo evaluar las patologías de un reservorio de concreto armado, describirlas y clasificarlas, siendo identificadas mediante un análisis obteniendo un nivel de severidad en el que se encuentran las estructuras.

Infante (2017), llevó a cabo la tesis “Análisis patológico del reservorio de concreto armado R4 de la ciudad de Cajamarca” donde dispuso distinguir las causas de las patologías en el embalse de hormigón armado R4 de la ciudad de Cajamarca. Se desarrolló una metodología de nivel descriptivo y diseño no experimental, en el cual se utilizó como instrumento la ficha de registro. La unidad de estudio fue el embalse R4 en la ciudad de Cajamarca. Las grietas encontradas en la losa de fondo son mayores a 0.1 mm, las cuales fueron producidas por el corte realizado para la junta. Asimismo, el sellado del corte en la losa de fondo realizado con poliuretano no es funcional para repararlo, ya que el hormigón del muro del embalse presentó una resistencia de 303 kg/cm², siendo superior al diseño original, por lo que es seguro y no representa un peligro para el funcionamiento de la estructura, en tanto, el ensayo realizado tanto en la losa de fondo como en la bóveda del reservorio reveló resistencias de 247 kg/cm², y 258 kg/cm² respectivamente, siendo mayores en la bóveda con respecto a su diseño inicial y en la losa de fondo casi igual a su diseño inicial, siendo ambas resistencias adecuadas. Se concluye que, del estudio patológico realizado en el reservorio en estudio, la falla más importante es la que tiene la losa de fondo, por causas indirectas, es decir, por un mal diseño del reservorio ya que no fue tomado en consideración. la junta que separa la losa del muro y el corte de la losa para la apertura de la junta que permite la separación de

la losa de fondo y el muro, ya que luego del vaciado monolítico de dichos elementos, la estructura se debilitó favoreciendo un aumento en el agrietamiento que es adyacente al corte. La presente investigación hace aportes en cuanto al estudio de la resistencia de estructuras distinguiendo las causas de las patologías existentes en un embalse de concreto armado y determinando el grado deterioro de la estructura y tratando de dar una solución a este tipo de construcciones.

Las patologías se definen como todos aquellos signos de deterioro en las estructuras de concreto, por lo que tanto, se debe determinar las causas que lo originan, las consecuencias que ocasiona y las soluciones para su mejoría (Casas, 2017). Es por ello que, al estar el concreto expuesto a distintos factores durante su vida útil, sufre una serie de anomalías, degeneraciones y daños que afectan su comportamiento. Es así que, las patologías se clasifican según su origen y según el mecanismo de ataque (Solas & Giani, 2010).

Según el origen, las patologías pueden ser: (a) Por errores de diseño estructural, que son aquellas se conciben en el diseño de la estructura a construir, siendo estas: (1) Deficiencias en el levantamiento de los datos en campo, bien sea por cansancio, omisiones o asumir valores por tanteo; (2) equivocaciones al tomar los datos, siendo lo más común medidas incorrectas por mala calidad o calibración de los instrumentos que originan errores en los cálculos y se subvalúa las dimensiones estructurales y, por lo tanto, el cálculo de la sección de armadura, lo que se traduce en el incumplimiento de las exigencias de la naturaleza o de las requeridas por la acción humana; (b) por errores en la dosificación de los materiales para la preparación del concreto, comprometiendo las propiedades mecánicas del concreto como lo es la resistencia a la compresión; también puede ocurrir por al seleccionar de manera equivocada el agua, los agregados y los aditivos, por componentes en el concreto altos en sulfatos que ocasionan una reducción del pH, por sales solubles que suelen ser agresivas, por el empleo de áridos que suelen disgregarse, por ácidos y por niveles de impurezas elevados; (c) Por errores en el proceso constructivo, debido a omisiones o errores que se realizan en esta etapa del proyecto, siendo los más comunes: Diferencias que existen entre el proyecto y la obra construida, No cumplir con las especificaciones indicadas en los planos, Ausencia de especificaciones técnicas, Capacitación deficiente del personal y Decisiones equivocadas (Solas & Giani, 2010)

De acuerdo al Instituto Americano del Concreto (ACI, 2008), las patologías se pueden producir de acuerdo a los mecanismos de ataque como producto de acciones físicas, motivado por la acción del ambiente y la naturaleza que está presente en cada zona, debido a los efectos del viento, la humedad, el calor, el hielo la suciedad y el fuego y por acciones mecánicas. Las patologías por ataques físicos están influenciadas por agentes como la humedad, la variación de color, la colonización, corrosión del acero, eflorescencia lixiviación y ataques por sulfatos. En tanto, las patologías por acciones mecánicas vienen dadas por erosión abrasión, fisuras y grietas, descamación mecánica y fracturas por asentamientos.

La humedad constituye una patología de fácil detección a través de la observación, por lo que se procede a evaluar su estado e impacto en la estructura. Esta se presenta de cuatro maneras distintivas: (i) eflorescencia de sales, producto del agua que se encuentra en los elementos que se emplearon para la preparación del concreto y que no es expulsada de forma natural o a través de algún medio mecánico, siendo capaz de generar manchas de humedad con la presencia de sales; (ii) capilaridad, puede aparecer motivado a suelos que son relativamente húmedos debido a la presencia de napas freáticas en altos volúmenes, o también, debido a acciones humanas siendo los casos de mayor frecuencia tuberías que transportan fluidos que se encuentran rotas, lo cual hace que el líquido ascienda de forma rápida; (iii) filtración, se presentan por lo general en los reservorios de agua elevados o enterrados, o en tuberías o canales que transportan agua, que pueden poseer poros o fisuras, lo que genera la filtración del líquido siendo su aparición como manchas inicialmente, luego con gotas y finalmente con chorros pequeños y, (iv) condensación, se da dentro de las construcciones que se encuentran en zonas frías y que poseen poca ventilación, lo que impide la salida del agua propiciando la aparición de manchas negras (hongos) y mal olor (Solas & Giani, 2010)

La variación de color, es un tipo de patología que aparece en la parte externa de la estructura en forma de vetas con distintas tonalidades de color, producto de la deficiencia en la confección de la mezcla bien sea por las proporciones o por la acción de alguno de los componentes del concreto (Figueroa y Palacio, 2008).

Las patologías producto de acciones mecánicas, se deben a la acción de fuerzas de distintos tipos, bien sea debido a la acción de un evento natural como un sismo, capaz de generar esfuerzos, cargas puntuales y sobrecargas,

desviaciones, hundimientos o por la acción del hombre como, por ejemplo, el impacto debido a movimientos de tierra, abrasión, explosiones o erosión por arrastre de sólidos y flujos siendo las fisuras, grietas y fracturas por asentamientos (Broto, 2005).

Las fisuras y grietas son dos tipos de patologías que a simple vista pueden causar confusión, esto debido a que estas son roturas lineales incontroladas que se diferencian en función de las siguientes características: (a) el ancho, las fisuras se clasifican en fina cuando son entre 0 mm y 1 mm, media entre 1 mm a 2 mm y ancha entre 2 mm a 8 mm; por su parte la grieta es aquella que presenta un valor superior a 1.5 mm se consideraría una grieta; (b) la medida de la profundidad, será fisura si es superficial y no compromete la estructura, y será grieta si es profunda considerando todo el espesor del elemento evaluado, (c) su actividad, aquí se evalúa la causa que ocasionó la patología y si está activa o no, cuando está activa hablamos de grieta, en cambio, si ha cesado hablamos de fisura (Del Toro 2020).

Las fisuras también pueden aparecer en la estructura como resultado de (a) lesión no estructural, que se le atribuye a la reacción del concreto frente a las características de medio ambiente, como por ejemplo humedad, choques térmicos, el viento, entre otros, (b) lesión estructural, debido a las cargas, que recibe la estructura al ser sometida a distintos esfuerzos mecánicos (tensión, flexión, compresión, tracción y tracción), a cargas concentradas (dimensionamiento errada de las secciones y falla por error de diseño), errores en el proceso constructivo (Solas & Giani, 2010).

Las fracturas por asentamiento, debido a los cambios en el volumen en el terreno (expansión o contracción) por la existencia de suelos con exceso de arcillas expansivas que cuando se humedecerse de forma natural (lluvia, napa, filtraciones), generan desniveles y asentamientos, que provocan grandes quiebres que se denominan fracturas, que pueden abarcar casi la toda la profundidad del elemento (Espinoza 2020).

La desintegración por erosión y daño por cavitación, esta patología se presenta cuando las estructuras que están en funcionamiento y que transportan un flujo líquido, debido a la velocidad de transporte y cambios bruscos de dirección, pueden generar burbujas de oxígeno que implosionan en la superficie a gran altura, velocidades y golpean las paredes de concreto provocando el mismo desgaste.

Por su parte, la desintegración por erosión y abrasión, este tipo de patología se debe al contacto de la estructura con el paso intenso de líquidos que trasportan sólidos, capaz de producir desgaste en la superficie por raspadura, deslizamiento, rozamiento y arrastre, contribuyendo a que se den ataques por agentes químicos. Este tipo de afectación se da mayormente en instalaciones hidráulicas (Curbelo, 2015)

La descamación mecánica, es el desprendimiento de una superficie externa del concreto en estado endurecido, comenzando en áreas pequeñas y aisladas que luego pueden distribuirse a grandes áreas; en la etapa inicial no se expone el agregado grueso, en una etapa media se observa aire dentro de la mezcla entre 4% y 6% de aire y se aprecia pérdida de mortero entre 5 mm a 10 mm, y en etapa severa se aprecia una reducción de la superficie entre 10 mm a 20 mm, dejando totalmente expuesto el agregado (ACI, 2008).

La eflorescencia superficial, es cuando aparecen manchas blanquecinas en el concreto, siendo un tipo de lixiviación superficial que es ocasionada por agua (pura, blanda, con pocas impurezas, de lluvia), que se filtra a presión por algún tipo de ranura o poro de la estructura, capaz de producir una disolución del óxido calcio, el cual al ser superior al 20%, puede ocasionar la demolición del concreto (Muñoz, 2020).

Por su parte, el ataque por sulfatos, es un tipo de patología producida por el ion de sulfato, presente en los suelos, agua de la lluvia y aguas residuales, como sulfato de potasio, sodio, magnesio y calcio, los cuales al entrar en contacto con el aluminato tricálcico C3A (componente del cemento), puede provocar la desintegración de las estructuras de concreto. En tanto, la corrosión del acero por carbonatación, cuando las estructuras de concreto armado, por alguna razón interna o externa, ocasionado de forma natural o por errores en el diseño, o por defectos propios de la estructura, presentan algún tipo de fisura, poro o grieta, pierden permeabilidad frente a la presencia de agentes químicos, como el anhídrido carbónico CO₂ presente en el aire y en los cloruros, al combinarse con agua producen carbonato de calcio insoluble, provocando la reducción progresiva de la alcalinidad (disolución de la Cal) y de la alta resistividad eléctrica en el concreto, lo que resulta en la corrosión del acero de refuerzo (Broto, 2005).

De acuerdo con Broto (2005), las patologías producto de acciones biológicas, se dan como secuencia de la biorreceptividad de los materiales con los cuales se confecciona el concreto, haciéndolos muy receptivos a los microorganismos y brindando las condiciones ideales para el asentamiento de agentes como virus, bacterias, musgos, algas, moho y hongos, que pueden proceder de animales y plantas.

Entretanto, para Espinoza (2020), al evaluar patologías en la superficie de las estructuras de concreto armado, se debe determinar el grado de afectación en función del tipo de patología y el porcentaje de área que afecta (tabla 1).

Tabla 1

Grado de afectación de la estructura

PATOLOGÍA	LEVE	MODERADO	GRAVE	CRITERIO
Humedad filtración por	4%	20%	>20%	Equilibrio funcional superior al 4.2%
Variación de color	20%	40%	>50%	Deficiencias en la mezcla por errores de dosificación
Fisuras y grietas	10%	25%	>25%	Se toman en cuenta las fisuras y grietas ancho ≥ 1 mm y profundidad ≥ 5 mm
Erosión abrasión	5%	20%	>20%	Altas velocidades en el transporte de flujos
Fracturas asentamiento por	5%	10%	>10%	Daño por asentamiento o sismos, se debe estimar cuando abarca toda la profundidad del elemento
Descamación mecánica	10%	20%	>20%	Disminución del mortero, se considera a partir de la descamación media ≥ 5 mm
Eflorescencia lixiviación	10%	25%	>25%	Filtración de agua, genera áreas con depósitos de sales
Ataque por sulfatos	10%	25%	>25%	Suelos altos en salitres y transporte de aguas residuales origina que se destruya ciertas áreas de concreto
Corrosión acero	5%	15%	>15%	Aumento de humedad combinada con dióxido de carbono CO ₂ produce corrosión en el acero
Colonización	10%	30%	>30%	Se considera colonización hasta espesores de ≤ 1 cm

Fuente: Espinoza (2020).

Una vez definido el grado de afectación de la estructura evacuada, se procede a calcular el nivel de severidad tomando en cuenta el porcentaje de área afectada en las unidades de análisis, según lo descrito en la tabla 2 (Espinoza, 2020).

Tabla 2*Nivel de severidad de la estructura*

Nivel de severidad			Criterio
0%	0.00%		Ninguna
>0% y <=10%	0.00%	10.00%	Muy baja
>10% y <=30%	10.00%	30.00%	Moderada
>30% y <=40%	30.00%	40.00%	Alta
>40% y <=50%	40.00%	50.00%	Muy alta
>50	50.00%		Peligrosa

Se define a partir del porcentaje total del área que está afectada por la patología

Fuente: Espinoza (2020).

De acuerdo con Monjo citado por Zapata (2018), el procedimiento a seguir para el balance de patologías en estructuras de concreto armado es el siguiente: (a) Observación de campo, encaminado a la detección y reconocimiento de las patologías presente en las unidades de muestra. (b) Toma de datos, una vez identificada a patología se registrará en la ficha técnica el área afectada respecto al área total evaluada. (c) Diagnóstico, consiste en determinar las causas que han dado origen el proceso patológico, validar su desarrollo y describir el estado actual en el que se encuentra (activa o en desaparición). (d) Propuesta de actuación, es describir el plan de mantenimiento o reparación necesario para corregir la patología existente o de ser el caso proponer la demolición de la estructura

Dentro del componente teórico de la investigación, se describen los reservorios, siendo definidos por Aguilar (2015) como estructuras construidas para el almacenamiento y regulación de agua, siendo parte integral la red de abastecimiento de agua para una comunidad, los mismos se clasifican en: (a) Enterrados, reciben el nombre de cisternas y no se encuentran conectados de manera directa a la red de distribución agua, que en la mayoría de los casos es un tipo de almacenamiento primario, que se deriva a otra estructura de regulación; suelen ser rectangulares circulares y circulares. (b) Apoyados, son los descansan sobre la superficie del terreno, siendo un tipo de reservorio enterrado cuando el proceso de excavación es sumamente costoso, o cuando se desea mantener la altura de presión dadas las características topográficas del terreno; suelen ser circulares o rectangulares. (c) Elevados, Son aquellos que están por encima del

nivel del terreno, siendo apoyados en columnas y pilotes o con paredes, cambiando su tamaño en función al volumen de agua a almacenar.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

En relación al enfoque, la investigación es cuantitativa, ya que la variable en estudio se procesó partiendo de la observación y posteriormente fue sometida a la medición, empleando para ello pruebas estadísticas (Hernández et al., 2018).

De acuerdo al propósito de la investigación, es de tipo aplicada ya que esta se basa en la aplicación inmediata con el fin de solucionar aquellos problemas que se dan en el fenómeno de estudio (Cabezas, 2018).

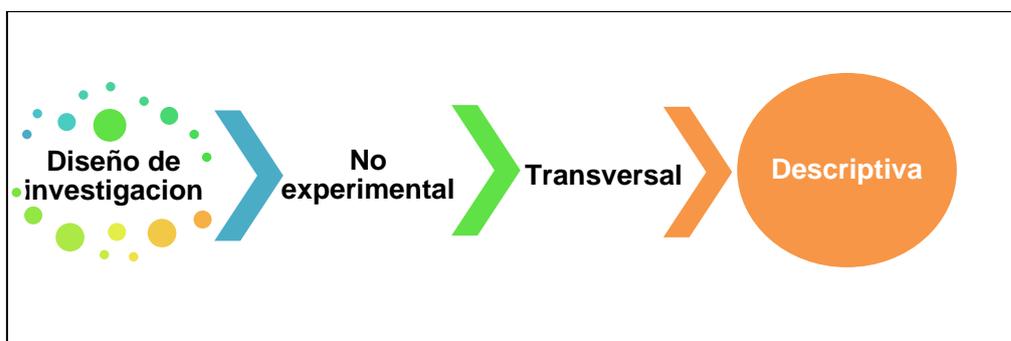
En función al nivel, la investigación es descriptiva ya que se buscó conocer las diferentes propiedades y características que están presentes en el objeto de estudio, por medio del levantamiento de información y la medición posterior de la variable en estudio (Palomino, 2015).

3.1.2. Diseño de la Investigación

El presente estudio por su diseño es no experimental, ya que incita a no manipular los resultados de las variables, siendo transversal, puesto que se recolecta los resultados obtenidos de la investigación durante el proceso de ejecución de la variable, y es descriptiva ya que la información obtenida es acorde a con los datos que se encuentran en la realidad y no hay manejo en forma directa de las variables.

Figura 1

Esquema del diseño de investigación



Fuente: elaboración propia.

Este proyecto de investigación es de diseño no experimental, transversal - descriptiva, se considera el siguiente esquema de elaboración:



Dónde:

M: Equivale a la unidad de análisis.

O: Equivale a la información recabada en el lugar de estudio

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable

Patologías. Se define conceptualmente como aquellos signos de deterioro en las estructuras de concreto, por lo que, se debe determinar las causas que lo originan, las consecuencias que ocasiona y las soluciones para su mejoría (Casas, 2017). De manera operacional, consiste en el diagnóstico y evaluación de las lesiones presentes en el reservorio de concreto armado, ubicado en el sector Melendrez, Áncash.

3.2.2. Operacionalización de variables

En la presente investigación se utilizó una sola variable. Por ello, según Hernández et al. (2014), es necesario tener en cuenta el concepto de una variable, cuya operacionalización se muestra en el anexo 3.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población representa el conjunto finito o infinito de personas, objetos o elementos que presentan características comunes, sobre el que se efectúan las observaciones (Palomino et al., 2015). Para la presente investigación, la población comprendió el concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022.

3.3.2. Muestra y muestreo

Según Hernández et al. (2014), la muestra se define como aquel subgrupo de la población del cual se podrá recolectar los datos, por lo tanto, esta deberá ser representativa pues de esta manera se podrá generalizar los resultados. Para el presente estudio, la muestra es no probabilística de tipo intencional o dirigida,

donde los elementos se seleccionan sin orden ni procedimiento, siendo representado por una muestra en cada componente del reservorio (muros y losas de fondo).

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La presente investigación utilizó la técnica de la observación para recabar la información o los datos que se encuentran dentro del objeto de estudio, la cual es un método empírico con el que se puede poseer una apreciación directa del objeto o fenómeno de estudio en las condiciones que se da, partiendo de los objetivos que se han establecidos con antelación y utilizando los medios científicos para ello (Hernández et al., 2014).

En cuanto a los instrumentos, los datos obtenidos se registraron en el formato de guía de observación y el formato de ficha de registro (anexo 5), estos formatos son los propuestos por las normas técnicas vigentes para cada etapa de la investigación, especialmente en los ensayos a realizar en laboratorio. Los formatos se recoge los datos obtenidos el cual nos permitió medir el nivel de patologías existentes en la estructura estudiada.

Tabla 3

Instrumento de recolección de datos

Etapas de la investigación	Instrumento	Validación
Identificación de tipos de patologías	Guía de observación	Juicio de Expertos
Ensayo de resistencia de concreto (diamantina)	Ficha de registro	Juicio de Expertos
Grado de afectación	Ficha de registro	Juicio de Expertos
Niveles de severidad	Ficha de registro	Juicio de Expertos

Fuente: elaboración propia.

3.4.1. Validación del instrumento de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de información para el presente proyecto de investigación han pasado por un proceso de validación, que muestra si su contenido realmente está diseñado de forma adecuada para lo que desea medir. Para ello, se empleó la validez el juicio de expertos, contando con el apoyo de 05 expertos, que dieron conformidad de los instrumentos de recolección de datos (anexo 6)

3.5. Procedimientos

I) Observación de campo

Toma de datos. La observación en campo se realizó para obtener información por intermedio de la cual se realizó usando el instrumento de recolección de datos (anexo 4) a fin de detectar e identificar las patologías presentes las estructuras de concreto armado que posee el reservorio.

Diagnóstico. Identificada cada una de las patologías, se procedió a registrar en la ficha técnica el área afectada respecto al área total evaluada. Una vez identificada la patología, se determinó las causas que han dado origen a las mismas, validando su evolución y describir el estado actual en el que se encuentra (activa o en desaparición).

II) Pruebas de laboratorio

Se realizaron ensayos de laboratorio con concreto para comprobar si respeta las propiedades de resistencia, determinando así los tipos de patología, grado de afectación y severidad en la que se encuentra la estructura en estudio.

Método de la diamantina. Se realizó extracción de los testigos en el método de perforación que se utilizaron para extraer las muestras de núcleos del concreto. la cual sirvió para realizar los estudios de patologías.

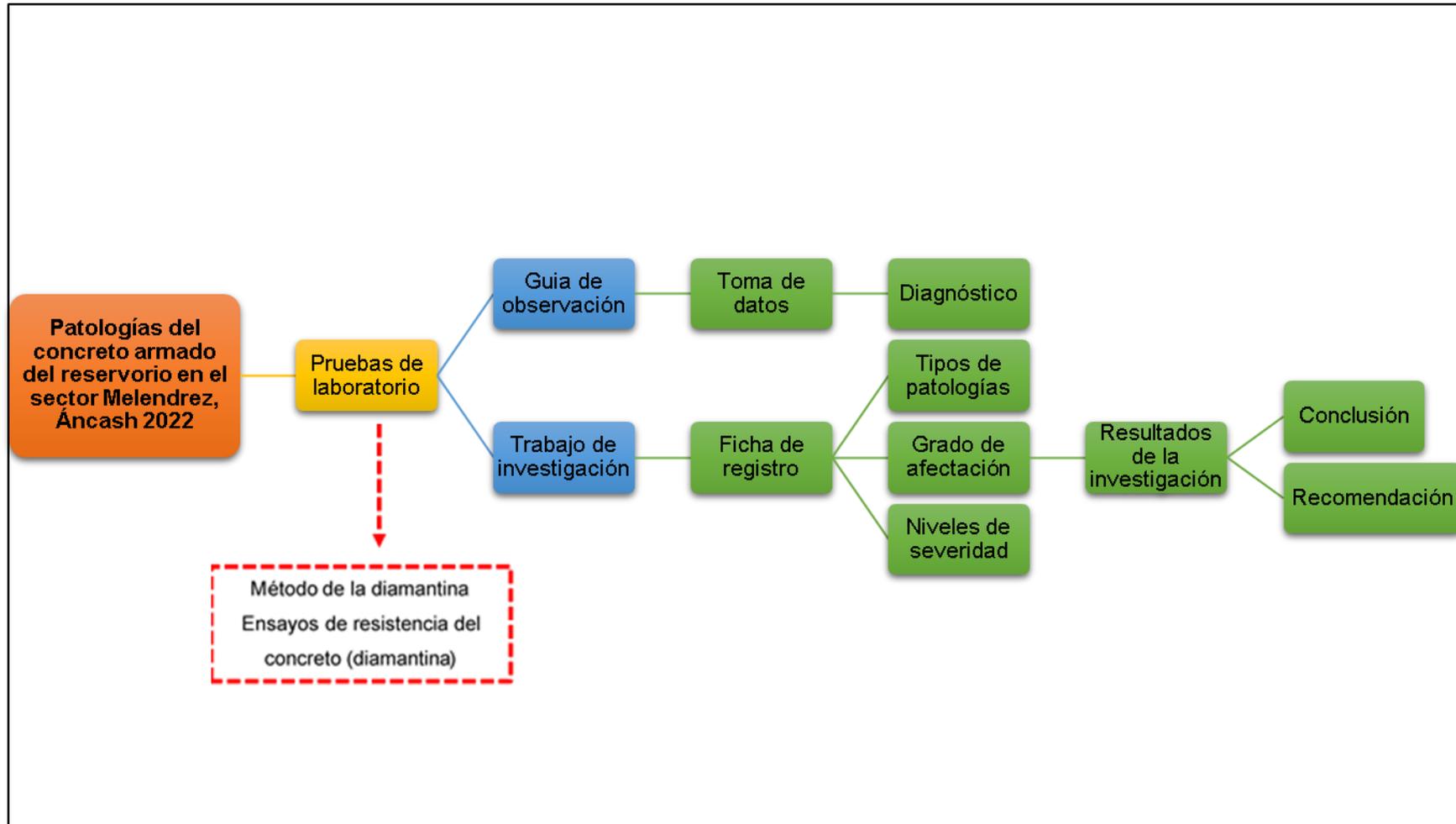
Ensayos de resistencia del concreto. Las extracciones de las muestras con diamantina en campo, se realizaron empleando la máquina perforadora saca núcleos portátiles marca Pinzuar; para probar la resistencia del concreto durante la rotura de los testigos en el laboratorio, se utilizó la máquina de ensayos uniaxial para ensayos de concretos.

III) Trabajo de gabinete

Se realizó un resumen de los instrumentos de la recolección de datos, procesando la información sobre patologías, grado de afectación y niveles de severidad a través de la estadística descriptiva. Se obtuvieron los resultados, los cuales se presentaron en tablas y gráficos. A partir de ello, se establecieron las conclusiones y recomendaciones del estudio.

Figura 2

Esquema del procedimiento de la investigación



Fuente: elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizó la estadística descriptiva asociada a las patologías existentes en las estructuras de concreto armado del reservorio en estudio, se procedió a determinar el grado de afectación y el nivel de severidad de las patologías sobre la estructura evaluada. Toda la información obtenida, fue presentada a través de tablas y gráficos que permitieron realizar la interpretación de los resultados según cada objetivo propuesto. Para finalizar, se procedió a realizar la contratación de dichos resultados con la literatura científica que soporta la investigación.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación se desarrolló dentro de los estándares existentes, permitidos para llevar a cabo una investigación científica, así mismo, se soporta en lo establecido en la norma ISO 690-2 y en los lineamientos para la elaboración de trabajos de investigación de la UCV, certificados a través del programa TURNITIN que proporcionará un porcentaje de similitud no superior al 25% lo que demuestra cumplimiento y muestra de respeto por la moral y la ética.

Por tal sentido, durante el desarrollo del estudio se aplicaron los siguientes principios éticos: Beneficencia, ya que la información aportada por el instrumento de recolección de información será manejada con respeto y confidencialidad, lo cual permitirá entender y analizar el fenómeno en estudio.

No maleficencia, pues no se divulgará información no acorde del objeto de estudio. Autonomía, pues se respetará la decisión de aquellos informantes que estén presentes en el lugar donde se recabará la información para participar o no en el desarrollo del estudio, y Justicia, porque toda la información será procesada el desarrollo de la investigación, se manejará de forma imparcial y no se generará sesgo alguno que permita la obtención de un interés en particular del investigador.

IV. RESULTADOS

4.1. Identificación de las patologías presentes en la estructura de concreto armado del reservorio de estudio

La identificación de las patologías presentes en la estructura de concreto armado $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ del reservorio estudiado, se llevó a cabo mediante la ficha de registro del anexo 2, cuyos resultados se resumen en la tabla 4, a partir de lo cual se presentan 5 clases de patologías entre físicas, mecánicas, químicas y biológicas, cada una de ellas sub clasificadas, inspeccionadas en 4 zonas del reservorio, encontrándose afectación general de 33.5% de patologías en el muro izquierdo AY B, un 26.6% de afectación en el muro derecho A, un 29.7% de patologías que afectan el muro derecho B y un 23.8% de patologías en la losa de fondo.

Tabla 4

Patologías presentes en la estructura del reservorio

Patología	Tipo	%área afectada			
		Muro izquierdo (AY B)	Muro derecho (A)	Muro derecho (B)	Losa de fondo
	Área (m2)	272	272	345.33	292
Físicas	Humedad por filtración	1.1%	0.0%	0.0%	7.2%
	Variación de color	1.0%	0.0%	0.0%	1.0%
Mecánicas	Fisuras y grietas	3.89%	3.89%	4.17%	5.00%
	Erosión abrasión	1.22%	1.00%	1.22%	0.00%
	Fracturas por asentamiento	5.0%	0.0%	8.86%	2.5%
	Descamación mecánica	1.11%	1.11%	2.00%	0.00%
Químicas	Eflorescencia Lixiviación	6.11%	4.44%	7.22%	3.89%
	Ataque por sulfatos	0.88%	0.00%	0.00%	0.00%
	Corrosión	3.89%	16.11%	6.22%	4.17%
Biológicas	Colonización	9.33%	0.00%	0.00%	0.00%
	General	33.5%	26.6%	29.7%	23.8%

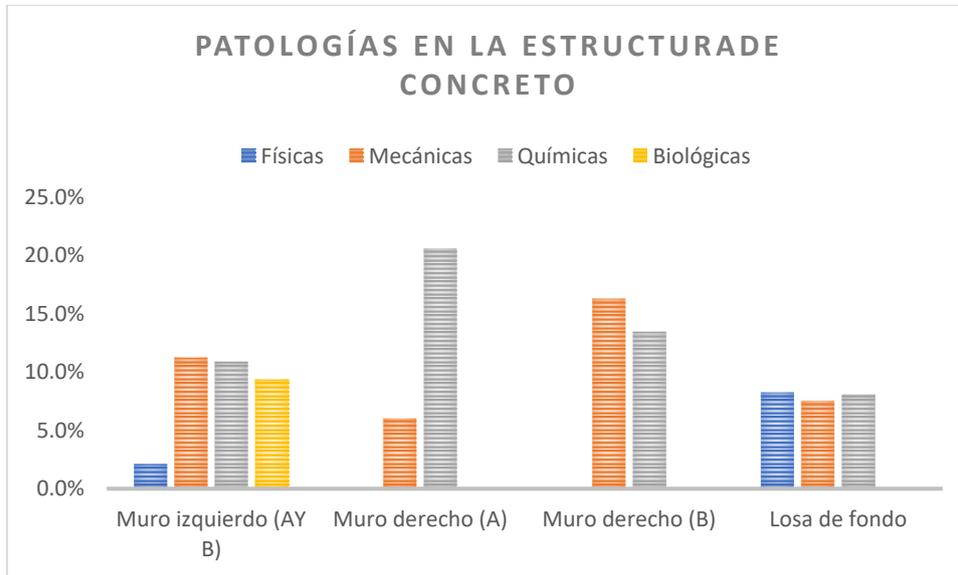
Fuente: elaboración propia.

De esta manera, en la figura 3 se puede observar una comparación gráfica de las patologías presentes, encontrándose que existe mayor afectación por patologías químicas en las zonas A y B del muro derecho con incidencia de 20.55% y 13.44% respecto al área total de cada muestra; en tanto, que se identificó mayor incidencia de patologías mecánicas en la zona del muro derecho B y muro izquierdo AY B con 16.25% y 11.22% de afectación respecto al área de total de la muestra. Por otro lado, se encontraron patologías biológicas únicamente en el muro izquierdo AY B

(9.33% del total de área afectada) y, por último, una afectación de 8.2% y 2.1% de patologías físicas en la losa de fondo y en el muro izquierdo. Por lo tanto, se puede inferir que la zona de este último, es la que mayor patología presenta en general.

Figura 3

Gráfico de patologías en la estructura



Fuente: elaboración propia.

4.2. Evaluación del grado de afectación de las patologías en la estructura de concreto armado del reservorio de estudio

Para la evaluación de las patologías en la superficie de las estructuras de concreto armado, se debe determinar el grado de afectación en función del tipo y clase de patología y del porcentaje de área que esta ha afectado, de acuerdo a los criterios descritos en la tabla 1. De esta manera, se obtuvieron los resultados de la tabla 5.

Tabla 5

Grado de afectación de las patologías en la estructura del muro izquierdo AYB del reservorio estudiado

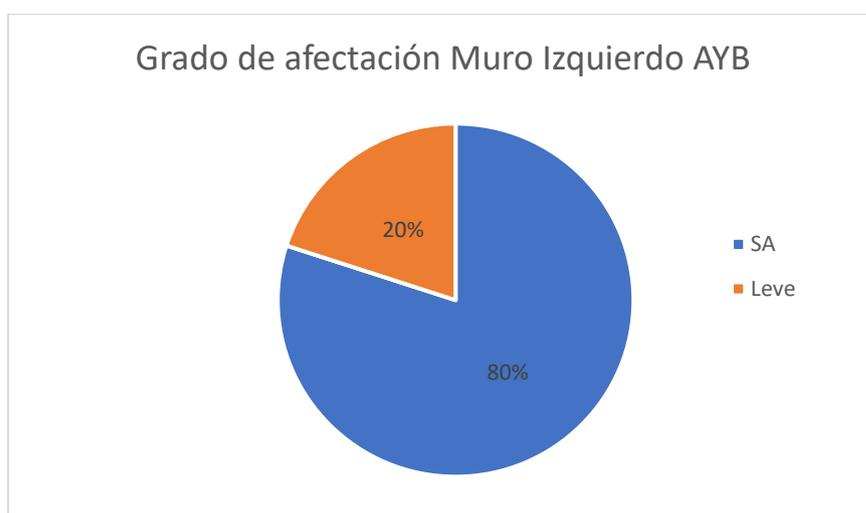
Patología	Tipo	Área afectada (%)	Grado de afectación
Físicas	Humedad por filtración	1.1%	SA
	Variación de color	1.0%	SA
Mecánicas	Fisuras y grietas	3.89%	SA
	Erosión abrasión	1.22%	SA
	Fracturas por asentamiento	5.0%	Leve
	Descamación mecánica	1.11%	SA
Químicas	Eflorescencia Lixiviación	6.11%	SA
	Ataque por sulfatos	0.88%	SA
	Corrosión	3.89%	SA
Biológicas	Colonización	9.33%	Leve

Fuente: elaboración propia.

A partir de lo determinado en la tabla 5, en el área grafica de la figura 4, puede apreciarse que el 20% del total de área de la muestra representada por el muro izquierdo AYB, presenta un grado de afectación leve por patologías mecánicas de fisuras por asentamiento y patología biológica por colonización; en tanto que el 80% restante del área, se encuentra sin afectación (SA).

Figura 4

Grado de afectación de la estructura de concreto del muro izquierdo AYB del reservorio



Fuente: elaboración propia.

De igual forma, se determinó el grado de afectación para la muestra representada por la zona del muro derecho A de la estructura de concreto del reservorio, donde

se puede apreciar la evaluación por cada una de las patologías, resumiéndose el resultado de forma gráfica en la figura 5.

Tabla 6

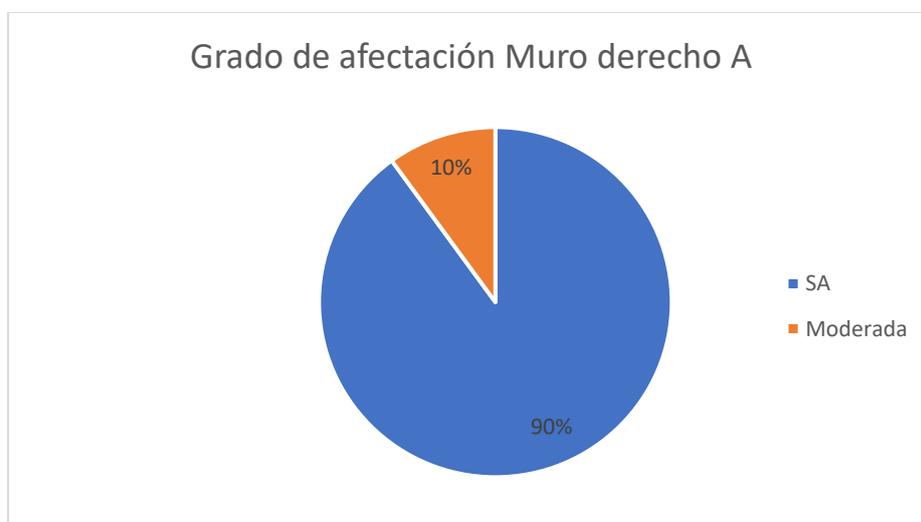
Grado de afectación de las patologías en la estructura del muro derecho A del reservorio estudiado

Patología	Tipo	Área afectada (%)	Grado de afectación
Físicas	Humedad por filtración	0.0%	SA
	Variación de color	0.0%	SA
Mecánicas	Fisuras y grietas	3.89%	SA
	Erosión abrasión	1.00%	SA
	Fracturas por asentamiento	0.0%	SA
	Descamación mecánica	1.11%	SA
Químicas	Eflorescencia Lixiviación	4.44%	SA
	Ataque por sulfatos	0.00%	SA
	Corrosión	16.11%	Moderada
Biológicas	Colonización	0.00%	SA

Fuente: elaboración propia.

Figura 5

Grado de afectación de la estructura de concreto del muro derecho A del reservorio



Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 5, el 10% del total de área de la muestra representada por el muro derecho A, presenta un grado de afectación moderado por patologías químicas del tipo corrosión; en tanto que el 90% restante del área, se encuentra sin afectación (SA). Sin embargo, es notorio resaltar que este 10% es bastante significativo en cuando el grado de afectación, ya que un ataque de corrosión del acero por carbonatación, conduce a la pérdida de permeabilidad por

acción de agentes químicos como el anhídrido carbónico CO₂ del aire y en los cloruros, que al combinarse con agua producen carbonato de calcio insoluble provocando la reducción progresiva de la alcalinidad (disolución de la Cal) y de la alta resistividad eléctrica en el concreto, lo que resulta en la corrosión del acero de refuerzo.

Por su parte, el grado de afectación por tipo de patologías en la estructura de losa de fondo del reservorio, se resume en la tabla 7, donde se puede apreciar que para %área afectada, no hubo casi incidencia en el grado de afectación de las patologías como se muestra en la figura 6; en la cual se puede observar que sólo un 10% de la losa de fondo presentó grado de afectación leve por patología física del tipo humedad por filtración.

Tabla 7

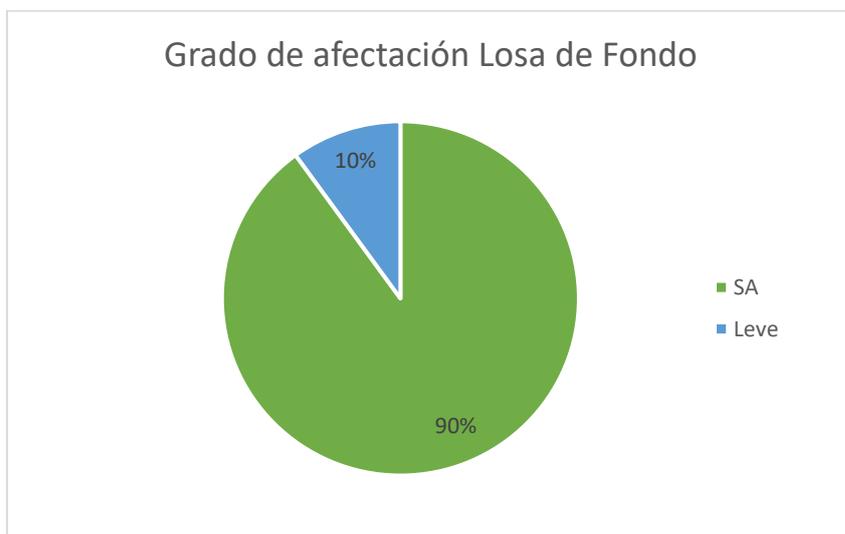
Grado de afectación de las patologías en la estructura de la losa de fondo del reservorio estudiado

Patología	Tipo	Área afectada (%)	Grado de afectación
Físicas	Humedad por filtración	7.2%	Leve
	Variación de color	1.0%	SA
Mecánicas	Fisuras y grietas	5.00%	SA
	Erosión abrasión	0.00%	SA
	Fracturas por asentamiento	2.5%	SA
	Descamación mecánica	0.00%	SA
Químicas	Eflorescencia Lixiviación	3.89%	SA
	Ataque por sulfatos	0.00%	SA
	Corrosión	4.17%	SA
Biológicas	Colonización	0.00%	SA

Fuente: elaboración propia.

Figura 6

Grado de afectación de la estructura de la losa de fondo del reservorio



Fuente: elaboración propia.

Por último, se determinó el grado de afectación de la zona del muro derecho B, cuyos resultados se resumen en la tabla 8.

Tabla 8

Grado de afectación de las patologías en la estructura del muro derecho B del reservorio estudiado

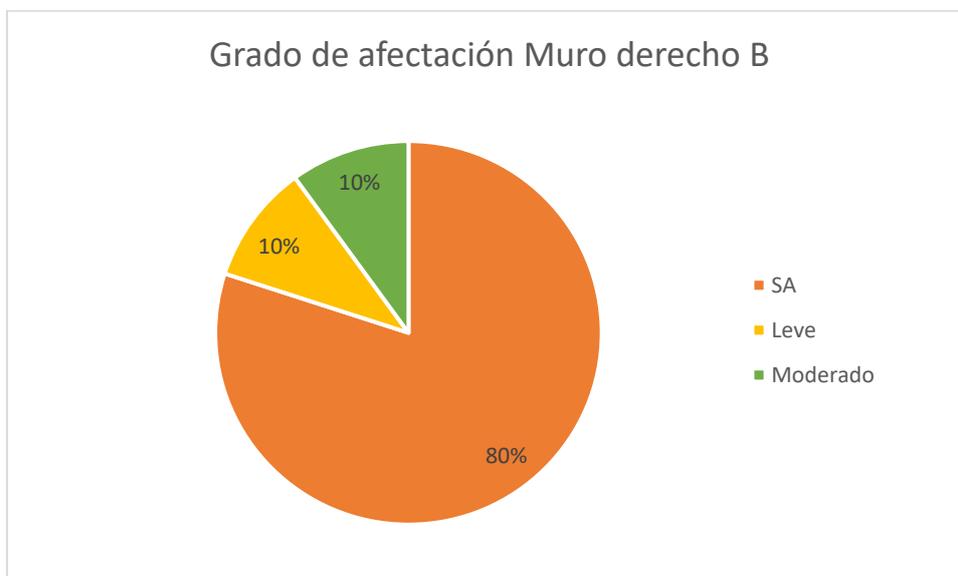
Patología	Tipo	Área afectada (%)	Grado de afectación
Físicas	Humedad por filtración	0.0%	SA
	Variación de color	0.0%	SA
Mecánicas	Fisuras y grietas	4.17%	SA
	Erosión abrasión	1.22%	Sa
	Fracturas por asentamiento	8.86%	Moderado
	Descamación mecánica	2.00%	SA
Químicas	Eflorescencia Lixiviación	7.22%	SA
	Ataque por sulfatos	0.00%	SA
	Corrosión	6.22%	Leve
Biológicas	Colonización	0.00%	SA

Fuente: elaboración propia.

De esta manera, los resultados de la tabla 8 se pueden interpretar según el esquema gráfico de la figura 7, donde se puede apreciar que la estructura del muro derecho B presenta un 10% de afectación moderada por patologías mecánicas del tipo fracturas por asentamiento y un 10% de afectación leve por patologías químicas del tipo corrosión. En tanto, el 80% de la estructura de esta muestra, no mostró afectación (SA).

Figura 7

Grado de afectación de la estructura del muro derecho B del reservorio



Fuente: elaboración propia.

4.3. Determinación de los niveles de severidad de las patologías en la estructura de concreto armado del reservorio de estudio

Una vez definido el grado de afectación de la estructura evacuada, se procede a calcular el nivel de severidad tomando en cuenta el porcentaje de área afectada en las unidades de análisis de acuerdo a lo mostrado en la tabla 2. De esta manera, se obtuvo el nivel de severidad referido por cada tipo de patologías, cuyos resultados se resumen a continuación.

En la tabla 9, se muestra el nivel de severidad respecto al área afectada global por cada patología principal, donde el nivel muy bajo se corresponde con el color verde y el moderado con el color amarillo. De estos resultados, se muestra la incidencia en el gráfico de la figura 8.

Tabla 9

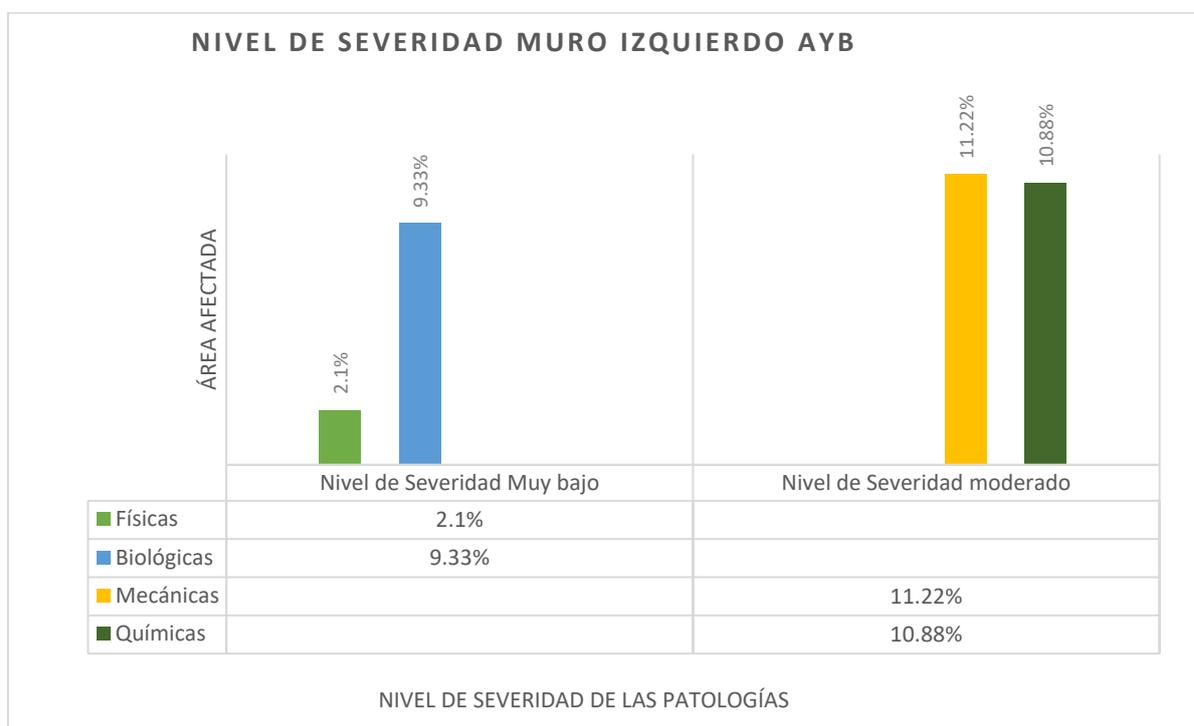
Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro izquierdo AYB

Muro izquierdo (AY B)		
Patología	%área afectada	Nivel de severidad
Físicas	2.1%	Muy Baja
Mecánicas	11.22%	Moderada
Químicas	10.88%	Moderada
Biológicas	9.33%	Muy Baja

Fuente: elaboración propia.

Figura 8

Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro izquierdo AYB



Fuente: elaboración propia.

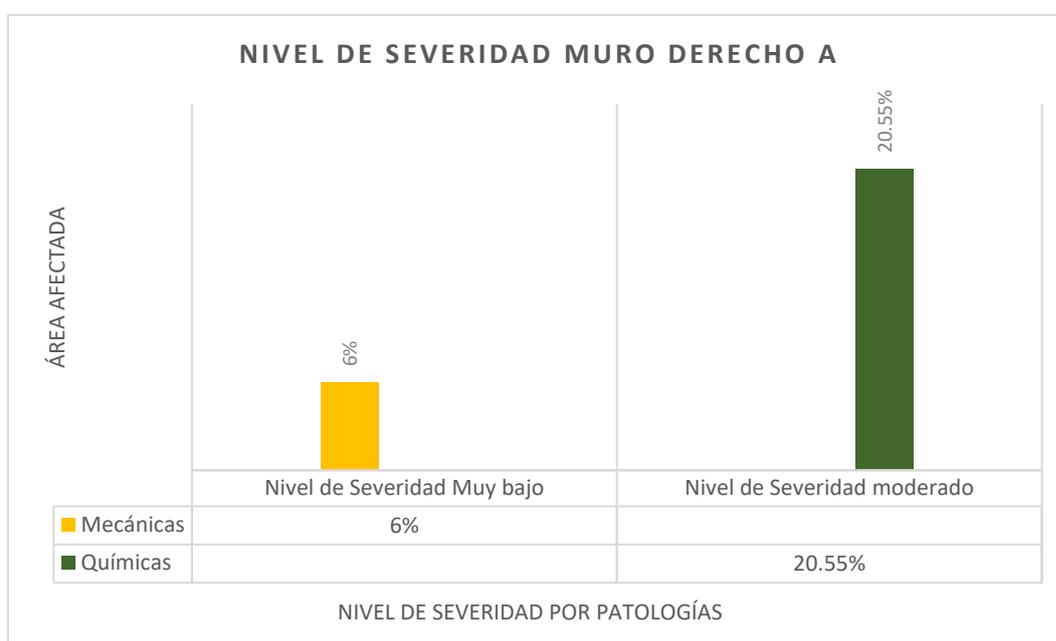
En el esquema gráfico de la figura 8, se puede observar que la muestra representada por la estructura del muro izquierdo AYB, presenta nivel de severidad muy bajo para las patologías físicas y biológicas con 2.1% y 9.22% de su área afectada respectivamente. Por su parte, las patologías mecánicas y químicas presentaron nivel de severidad moderado con 11.22% y 10.88% de su área afectada respectivamente.

Análogamente, en la tabla 10 se muestran los niveles de severidad que presentó la estructura del muro derecho A en relación a las patologías que se encontraron, como se puede apreciar gráficamente en la figura 9, notándose la barra verde con un 20.55% de área afectada para un nivel de severidad moderado en la patología química y un 6% respecto al área de la muestra, con nivel de severidad muy bajo para patologías mecánicas.

Tabla 10*Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro derecho A*

Muro derecho (A)		
Patología	%área afectada	Nivel de severidad
Mecánicas	6%	Muy Baja
Químicas	20.55%	Moderada

Fuente: elaboración propia.

Figura 9*Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro derecho A*

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, en la tabla 11 se muestra que en el muro derecho B, predominaron niveles de severidad moderados para las patologías mecánicas y químicas, lo cual se puede apreciar gráficamente, en la figura 10.

Tabla 11*Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro derecho B*

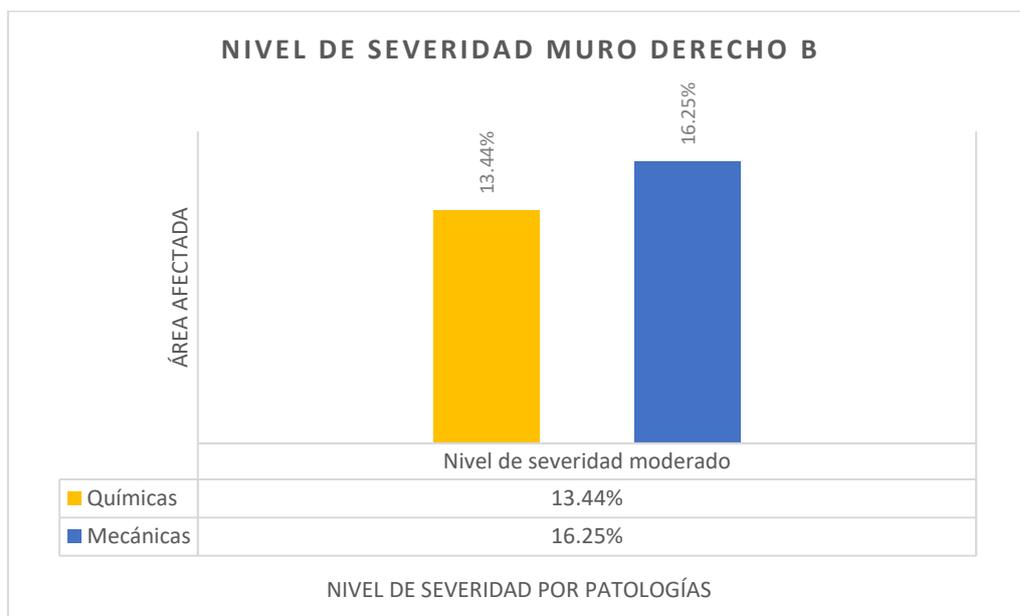
Muro derecho (B)		
Patología	%área afectada	Nivel de severidad
Mecánicas	16.25%	Moderada
Químicas	13.44%	Moderada

Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver en la figura 10, la estructura del muro derecho B presentó niveles de severidad moderado producto de patologías químicas y mecánicas con 13.44% y 16.25% de área afectada respecto al área total de la muestra, respectivamente.

Figura 10

Nivel de severidad de las patologías en la estructura del muro derecho B



Fuente: elaboración propia.

Por último, en la tabla 12 se resume el nivel de severidad por patologías encontradas en la estructura de la losa de fondo de reservorio, encontrándose predominancia de patologías físicas, mecánicas y químicas.

Tabla 12

Nivel de severidad de las patologías en la estructura de la losa de fondo del reservorio

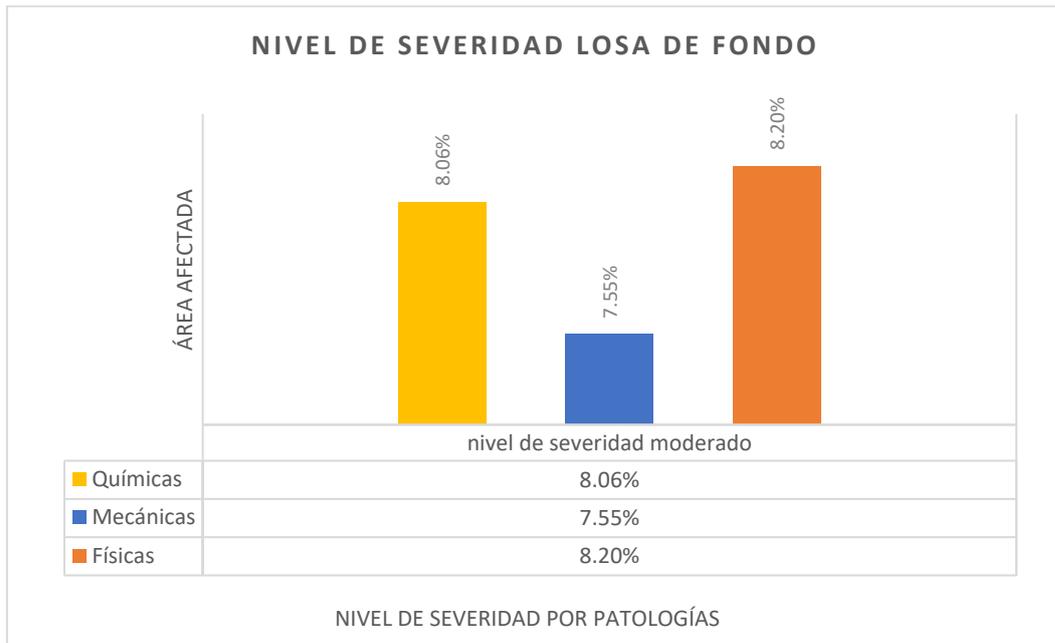
Losa de fondo		
Patología	%área afectada	Nivel de severidad
Físicas	8.20%	Moderada
Mecánicas	7.55%	Moderada
Químicas	8.06%	Moderada

Fuente: elaboración propia.

De los resultados de la tabla 12, se pudo obtener el gráfico de la figura 11, donde se muestra un nivel de severidad moderado en 8.0% de área afectada por patologías químicas, 7.55% por patologías mecánicas y 8.20% por patologías físicas en relación al área total de la losa de fondo del reservorio.

Figura 11

Nivel de severidad de las patologías en la estructura de la losa de fondo del reservorio



Fuente: elaboración propia.

4.4. Resistencia a compresión de testigos diamantinos

A partir del procedimiento realizado para extracción y realización de ensayos de laboratorio de testigos diamantinos, detallado en el anexo 7, se obtuvo la resistencia a compresión de las muestras extraídas en los elementos que conforman el reservorio, cuyos resultados se resumen en la tabla 13.

Tabla 13

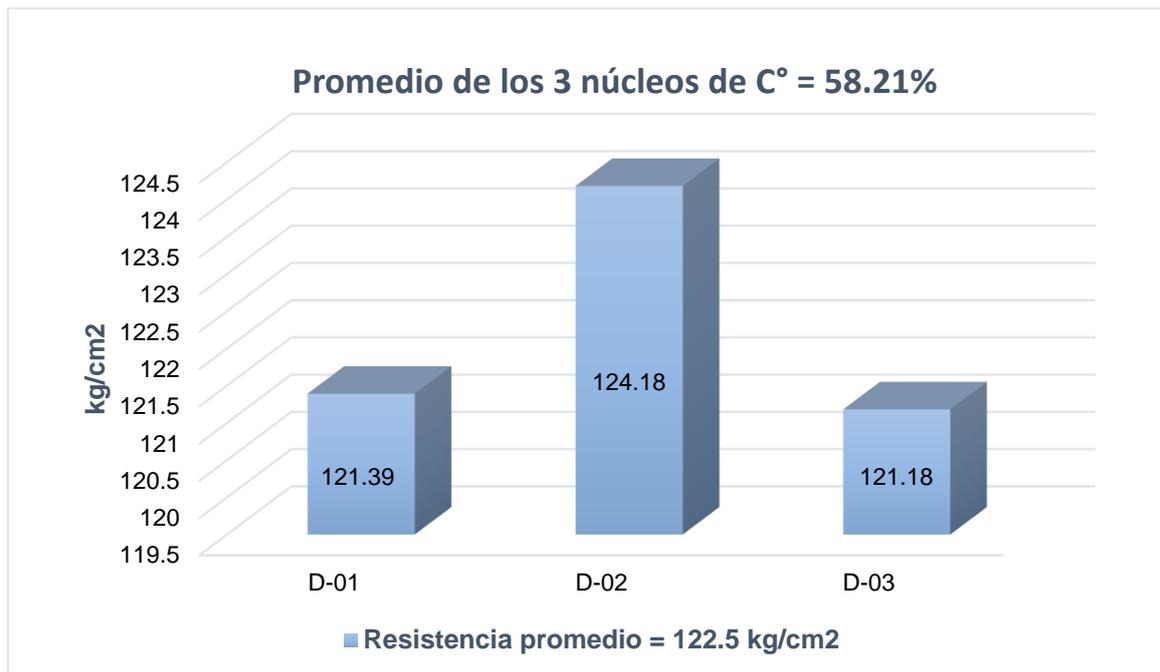
Resistencia la compresión de muestras diamantinas de elementos del reservorio

Identificación	Elemento	Ubicación	Resistencia (kg/cm ²)
D-1	Muro	Izquierdo A-B	121.39
D-2	Muro	Derecho A-B	124.18
D-3	Losa	Interior	121.18

Fuente: elaboración propia.

Figura 12

Resistencia a compresión de muestras diamantinas del reservorio



Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la tabla 13, se pueden apreciar de manera gráfica en la figura 12, donde se puede observar que la resistencia a compresión del muro izquierdo y losa de fondo son iguales con valores de 121 kg/cm², y el muro derecho es mayor

siendo 124.18 kg/cm²; sin embargo, de acuerdo a las practicas estándares, la estructura de base debe presentar una mayor resistencia, ya que ahí es donde se sostiene la estructura. Al respecto, el Reglamento ACI, el concreto en el área representada por las pruebas del núcleo, es estructuralmente adecuado si el promedio de los tres núcleos tiene al menos 85% de resistencia especificada (f'_c) y ninguno de los núcleos tiene una resistencia inferior al 75% de la resistencia especificada (f'_c). Se tiene que los valores obtenidos en las pruebas son menores al 85% y todos los corazones tienen una resistencia menor al 75%.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluaron las patologías presentes en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez en Ancash, identificándose patologías del tipo mecánicas, físicas, químicas y biológicas, determinándose el área de afectación y nivel de severidad de las mismas. De esta manera, los resultados obtenidos se contrastan con los de Pinedo (2018), Gálvez (2019) y Fernández (2021), puesto que en sus trabajos se enfocaron en evaluar los tipos de patologías en reservorios de concreto armado, donde encontraron áreas afectadas por patologías mecánicas y químicas del tipo fisuras, eflorescencia y corrosión con incidencias entre 0.50% y 7.8% de área afectada en el trabajo de Pinedo (2018), condición mala en el reservorio del estudio de Gálvez (2019) y patologías mecánicas y químicas con predominancia de grietas o fisuras con 3.31% de área afectada (1.35 m²) en el estudio de Fernández (2021).

A partir de lo desarrollado por dichos autores, se halló que extensión significativa del total de las estructuras presenta afectaciones patológicas, muy similar a lo obtenido en la presente investigación, donde se determinaron incidencias de patologías químicas entre 4% y 16% de incidencia en las muestras representados por las zonas de muros y losas del reservorio. Así mismo, se determinó que las patologías generales en estas muestras, representan alrededor del 30% del total de área de la estructura (aproximadamente 1000 m²). Así mismo, en las investigaciones se determinaron niveles de severidad leve y moderada, parecido a lo encontrado en el reservorio de Meléndrez estudiado en esta investigación.

Por otro lado, los resultado obtenidos se cotejan con los obtenidos por Morais (2020), visto que determinaron las principales incidencias patológicas en estructuras de hormigón armado a partir de una revisión sistemática de investigaciones de diferentes autores, donde se concluye que las manifestaciones patológicas más frecuente en las edificaciones de concreto armado son: corrosión de la estructura (100%), siendo de gran preocupación ya que este tipo de patología conlleva un riesgo para la integridad física del edificio y la vida de sus usuarios; seguidamente se encontró las fisuras (73%), la cual puede originar la aparición de otras patologías, como lo es la corrosión del inducido. Así mismo, se evidenciaron

otras manifestaciones patológicas en menor proporción como lo son: crack (53%), eflorescencia (47%), pandeo (27%) y carbonatación (20%). Estas patologías coinciden en gran medida con las encontradas en el reservorio de Melendrez, en cuanto a las de tipo mecánicas como fisuras y químicas como eflorescencia y carbonatación. Igualmente coinciden en que todas estas patologías pueden agravar la durabilidad de la estructura disminuyendo su vida útil, trayendo a su vez pérdidas económicas importantes.

De igual manera, la evaluación del presente trabajo se asemeja a la realizada por Da Silva (2020), quién inspeccionó un reservorio de agua que presentaba patologías en su estructura, encontrando desviaciones en el espesor de cubierta, patologías mecánicas y físicas de grietas por humedad, eflorescencia (química) y erosión (mecánica); sin embargo, a diferencia de los resultados obtenidos en esta investigación, el autor realizó pruebas de rotura, ultrasonido, resistividad eléctrica del hormigón y pruebas de corrosión para determinar puntos de riesgos de la estructura, tras lo cual se orientó en proveer un plan para la conservación de la estructura siguiendo lineamientos de normativa pertinente.

Por su parte, los resultados de Morán (2019) aportan a los obtenidos en la presente investigación en cuanto a la determinación y evaluación de patologías en la estructura de concreto armado de un reservorio apoyado, siendo las muestras tomadas del muro exterior del mismo donde se encontró que del total del área afectada de 349.50 m², el total de las patologías representan 201.05 m², constituidas por erosión (mecánicas), exudación (mecánica), eflorescencia (química), carbonatación (química), descamación (mecánica) entre las más relevantes, siendo de mayor incidencia la erosión del tipo mecánica, la cual también fue identificada en el reservorio estudiado, pero con la diferencia que en este se encontró mayor incidencia de fisuras, corrosión y eflorescencia. Otra diferencia que presentan ambas investigaciones, radica en el nivel de severidad de las patologías en la estructura, donde el autor determinó nivel severo (57.52% área afectada) y en nuestro caso, se determinaron niveles muy bajos y moderados, siendo el mayor nivel el moderado por patologías mecánicas con 16.25% de área afectada, seguido por 13.44% de área afectada por patologías químicas ubicadas mayormente, en el lado derecho del muro (muro derecho B). Por tanto, se coinciden que una

intervención oportuna al corto o mediano plazo, puede evitar afectar el suministro de agua.

Por otro lado, los resultados se comparan con los obtenidos por Infante (2017), donde evaluó las causas de las patologías en un embalse de hormigón armado, donde concluye que en dicho reservorio, el daño más importante resultó en la losa de fondo encontrándose predominancias de patologías mecánicas como grietas; siendo similar a lo determinado en el reservorio estudiado, donde se identificaron patologías múltiples del tipo mecánicas, químicas y físicas combinadas en la losa de fondo, presentando niveles moderados.

Por último, los resultados obtenidos para el reservorio Meléndrez, se cotejan con los de Loli (2019), en cuanto a la identificación de las principales manifestaciones patológicas en un reservorio de concreto armado; donde determinó que los reservorios estudiados denominados como reservorio 1 y reservorio 2, presentaron niveles de severidad alto y moderado respectivamente, producto de la propagación de patologías mecánicas y químicas del tipo fisuración, eflorescencia por sulfatación y carbonatación, corrosión del acero de refuerzo y desprendimiento de la capa por exterior de concreto. Por lo cual, se hace importante considerar lo concluido por el autor respecto a la demolición de estructuras con niveles de severidad críticos y la rehabilitación, reparación y mantenimiento de estructuras con niveles de severidad moderados, como es el caso del presente estudio.

VI. CONCLUSIONES

- Se identificaron los tipos de patologías presentes en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, en las 4 muestras estudiadas. Así, se encontró que el área total del muro izquierdo AYB (muestra 1), de acuerdo a las muestras es el de mayor incidencia de patologías en general teniendo un (33.5%).
- Habiéndose realizado la muestra en el muro derecho A (muestra 2), se identificó una mayor incidencia en patologías por corrosión (16.11% de área afectada).
- En cuanto al muro derecho B (muestra 3), este presentó mayor afectación por patologías mecánicas (16.25%) y un 13.44% de daños químicos para un total de 29.7% de área afectada respecto al total. Por último, se encontró que la losa de fondo (muestra 4) presentó patologías físicas, mecánicas y físicas con afectaciones de área de alrededor 8% en cada una, respecto al área total de la muestra.
- Se evaluó el grado de afectación de las patologías en la estructura de concreto armado del reservorio tomando en cuenta el área afectada de los 4 tipos de muestras. Para la muestra 1, se determinó un 20% de afectación leve y 80% sin grado de afectación; en la muestra 2 se determinó un 10% de afectación moderada y 90% sin afectación; la muestra 3 presentó 10% de afectación leve y 10% de afectación moderada en tanto que la muestra 4, tuvo un 10% de afectación leve y 90% no presentó afectación.
- Se determinaron los niveles de severidad de las patologías en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022. Para lo cual se encontró que la muestra 1 (muro izquierdo) presentó niveles de severidad muy bajo para patologías físicas y biológicas y, niveles de severidad moderado por patologías mecánicas y químicas. La muestra 2 (muro derecho A), presentó nivel de severidad muy bajo por patologías mecánicas y severidad moderada por patologías químicas. En la muestra 3 (muro derecho B), se encontró nivel de severidad moderado en patologías mecánicas y químicas. Mientras tanto, la losa de fondo presentó nivel de severidad moderado en patologías físicas, mecánicas y químicas.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al Gobierno Regional de Ancash, encargada de inspeccionar en lo que respecta a ejecuciones de este tipo obras en esta región, tomar en cuenta realizar pruebas de campo y ensayos de laboratorio, para una adecuada ejecución de este tipos de estructuras y un adecuado funcionamiento estructural del reservorio actual, de lo contrario con el transcurrir del tiempo el reservorio tiene que demolerse (muros y losas de concreto), y reemplazarse por una nueva estructura de concreto armado que cumpla las especificaciones técnicas de las normas actuales.
- Se recomienda al gobierno municipal de este sector en acorde al presente informe y sus resultados, el cual son el sustento de los trabajos realizados en campo, a partir de lo cual se recomienda tomar las acciones necesarias por parte de los responsables de dar el mantenimiento, tomar en cuenta la evaluación de las patologías en la estructura de concreto del reservorio, para aplicar estrategias de reparación y/o conservación en función para beneficio de la población.
- Se recomienda a los ingenieros civiles, siempre hacer un estudio de las estructuras y ver su estado para intervenir la estructura para su conservación, considerando en primer lugar, las patologías químicas, físicas y mecánicas, para poder minimizar las patologías.
- Se recomienda realizar una evaluación más profunda en la estructura a fin de indagar las causas que provocan las patologías y su comportamiento respecto a las condiciones ambientales y tiempo a fin de prevenir daños graves que interrumpan su funcionamiento o afecte la calidad del recurso hídrico que distribuye.
- Se recomienda la presente tesis de investigación como una fuente para el conocimiento en futuras decisiones al momento de diseñar y construir nuevos proyectos de reservorios, estudiando a fondo las patologías existentes en una estructura de concreto armado.

REFERENCIAS

- Aguilar, R. (2015). *Reservorios elevados y apoyados*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/262954426/reservorios-elevados-y-apoyados>
- Arias, F. (2016). *El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas - República Bolivariana de Venezuela: Epistemeb 7ma Edición.
- Arias, J. (2020). Proyecto de Tesis. *Guía para la Elaboración*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/350072280_Proyecto_de_Tesis_guia_para_la_elaboracion
- Arispe, C., Yangali, J., Guerrero, M., Lozada, O., Acuña, L., & Arellano, C. (2020). *La investigación científica*. Ecuador: Universidad Internacional de Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4310>
- Asociación Colombiana de Producción de Concreto. (2020). *¿Qué ensayos realizar para evaluar patologías en estructuras de concreto?* Obtenido de 360° en Concreto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/evaluar-patologias-en-estructuras-de-concreto>
- Asociación Española de Ingeniería Estructural. (2019). Guía. *Evaluación de estructuras de hormigón armado*. Obtenido de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/211151/1/M33HormiArma.pdf>
- B. H. CONCRETOS. (2018). *¿Qué es la patología del concreto?* Obtenido de Medium: <https://medium.com/@bhconcretos/qu%C3%A9-es-la-patolog%C3%ADa-del-concreto-2ad73130d336>
- Broto, C. (2005). *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*. Barcelona. Obtenido de http://www.asturcons.org/docsnormativa/5894_1525.pdf
- Cabezas, E., Naranjo, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>
- Carrasco, S. (2017). *Metodología de la investigación científica*. Lima: Editorial San Marcos.

- Casas, O. (2017). *Patología del concreto*. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/jimmyesk1/patologia-del-concreto>
- Cirino, M., De Oliverira, B., Pereira, S., & Cordeiro, S. (2020). Evaluation of the pathological manifestations of the buildings of the department of food engineering of the Federal University of Ceará. *Research, Society and Development*.
- Curbelo, B. (2015). *Concreto estructural reforzado y simpl*. Obtenido de Civilgeeks: <https://civilgeeks.com/2015/07/21/libro-de-concreto-estructural-reforzado-y-simple-tomo-i-ing-basilio-j-curbelo/>
- Da Silva, L., De Lacerda, I., & Drumond, S. (2020). Technical survey of the pathological problems of UEMG buildings - João Monlevade unit: effects and intervention conducts. *Research, Society and Development*.
- Da Silva, L., Santos, R., Matos, B., & Rangel, E. (2020). Structural pathology study in an armed concrete water reservoir. *Revista Augustus*.
- De Moraes, J., Da Silva, A., Barboza, E., & Da Silva, E. (2020). Analysis of pathological manifestations in reinforced concrete structures: a review. *Research, Society and Development*.
- De Souza, A. (2014). Identificação das manifestações patológicas em reservatório de água executado em concreto armado em condomínio unifamiliar: estudo de caso. *Universidad Tecnológica Federal de Paraná*.
- Del Toro, E. (2020). *¿Sabemos realmente cuál es la diferencia entre una grieta y una fisura? EADIC formación y consultoría*. Obtenido de EADIC: <https://www.eadic.com/sabemos-realmente-cual-es-ladiferencia-entre-una-grieta-y-una-fisura/>
- Empresa CHRYSO. (2021). *Patologías del hormigón y su tipología*. Obtenido de Concreto On Line: <https://www.concretonline.com/hormigon/patologias-del-hormigon-y-su-tipologia-chryso>
- Espinoza, J. (2020). Tesis. *Evaluación de las patologías del concreto en la laguna de tratamiento de aguas residuales de salitral, Sullana, Piura 2020*. Sullana, Piura.
- Fernández, Y. (2021). Tesis. *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el reservorio de agua potable, del centro poblado de Nunocoto,*

- distrito de Acopampa, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash - 2017. Ancash: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.*
- Figuroa, R. (2018). Tesis. *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el I tramo de canal de riego Ichik Coriac - Cantuyoc, Distrito de Anta, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, 2018.* Huaráz, Ancash, Perú.
- Figuroa, T., & Palacio, R. (2008). Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín. *Revista EIA.*
- Flores, A., Borelli, R., Riberiro, A., Schwantes, N., Caviglione, G., Christoni, A., & Vedovatte, R. (2021). Application of the GUT technique in pathological manifestations in reinforced concrete structures and their corrections. *Research, Society and Development.*
- Hernández, A., Ramos, M., Placencia, B., Indacochea, B., Quimis, A., & Moreno, L. (2018). *Metodología de la Investigación Científica.* Alicante: Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Huaquisto, S., & Chambilla, I. (2019). Análisis del consumo de agua potable en el Centro Poblado de Salcedo, Puno. *evista Investigación & Desarrollo.*
- Infante, D. (2017). Tesis. *Análisis patológico del reservorio de concreto armado R4 de la ciudad de Cajamarca .* Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Instituto Americano del Concreto. (2008). ACI-201.1R-08. *Guía para realizar una inspección visual del concreto en servicio.*
- Instituto Peruano de Economía. (2019). *Agua y saneamiento en Áncash.* Obtenido de <https://www.ipe.org.pe/portal/agua-y-saneamiento-en-ancash/>
- IPE Control. (2019). *Patologías de humedades: 4 causas de su aparición.* Obtenido de <https://ipecontrol.com/patologias-de-humedades/>
- Loli, M. (2018). Tesis. *Nivel de deterioro estructural y propuesta de rehabilitación de reservorios de agua potable de concreto armado en la ciudad de Huaraz – año 2016.* Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.
- Moran, J. (2019). Tesis. *Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado del reservorio apoyado R1 V=1000 M3 ubicado en Ñañañique-*

- distrito de Chulucanas-provincia de Morropón-departamento Piura- Agosto 2018. Universidad Católica Los Angeles de Chimbote.*
- Muñoz, H. (2020). *Eflorescencia en el concreto por lixiviación*. Obtenido de Comunidad 360: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/eflorescencia-en-el-concreto-por-lixiviacion-2>
- Palomino, A. (2016). Tesis. *Optimización del Proceso de Perforación y Voladura en las Labores de Desarrollo, para Mejorar la Eficiencia en Compañía Minera Poderosa S.A. Trujillo, Perú.*
- Pereira, R. (2019). Tesis. *Estudo de caso sobre as manifestações patológicas em um reservatório de água elevado no município de Rafael Fernandes - RN. Universidade Federal Rural do Semi-Árido.*
- Sánchez, L., Basan, M., & Paris, M. (2020). Estrategias de gestión para el abastecimiento sostenible de agua segura a pequeñas comunidades del noroeste de la provincia de Santa Fe (Argentina). *Aqua LAL.*
- Silva, A. (2020). *¿Qué es la patología del concreto?*. Obtenido de 360 en Concreto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/la-patologia-del-concreto>
- Solas, A., & Giani, R. (2010). Libro. *Tecnología del hormigón avanzada*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Soto, E. (2018). *Muestreo y tamaño de muestra para una tesis*. Obtenido de TesisCiencia: <https://tesisCiencia.com/2018/08/29/muestreo-muestra-tesis/>
- Veludo, J., Fernandes, H. G., Almeida, N., & Baptista, J. (2018). Structural and non-structural assessment of a RC water tank. *International Journal of Structural and Civil Engineering Research.*

ANEXOS

Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autor)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE AUTORES

Yo, Becerra Aguilar, Lisbet Stefany, alumna de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, declaro bajo Juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado "Patologías del concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022", son:

1. De mi autoría.
2. El presente Trabajo de Investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.

Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, Junio del 2022



.....
Becerra Aguilar, Lisbet Stefany

DNI: 48099909

Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo revisor del Trabajo de Investigación titulada:

“Patologías del concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022”, de la estudiante Becerra Aguilar, Lisbet Stefany, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reportaje de similitud del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias encontradas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad ocultamiento u omisión tanto de los documentos como la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes en la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, Junio del 2022



.....
Villar Quiroz Josualdo Carlos

DNI: 40132759

Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Patologías	Son todos aquellos signos de deterioro en las estructuras de concreto, por lo que tanto, se debe determinar las causas que lo originan, las consecuencias que ocasiona y las soluciones para su mejoría (Casas, 2017, p. 8).	Diagnóstico y evaluación de las lesiones presentes en el reservorio de concreto armado, ubicado en el sector Melendrez, Áncash.	Tipo de patologías	Físicas	Nominal
				Mecánicas	
				Químicas	
			Biológicas		
Afectación	Grado de afectación				

Anexo 4. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Operacionalización			Metodología	
General	General	Variable	Dimensión	Indicador	Tipo de investigación	Técnicas e Instrumentos
¿Cuáles son las patologías del concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022?	Evaluar las patologías presentes en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022	Patologías en estructura de concreto reforzado	Tipos de patologías Grado de afectación Nivel de severidad	Físicas Mecánicas Químicas Biológicas %área afectada Grado leve Grado moderado Grado grave Severidad Muy baja Severidad Moderada Severidad alta	<p>Tipo: Aplicada (Cabezas, 2018)</p> <p>Nivel o alcance: Descriptiva (Palomino et al., 2015)</p> <p>Diseño: No Experimental (Hernández, et. al. 2014)</p> <p>Enfoque: Cuantitativo (Hernández, et. al. 2014)</p>	<p>Técnicas: Observación directa</p> <p>Instrumentos: Fichas de observación</p>
	Específicos					
	Identificar los tipos de patologías presentes en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022					
	Evaluar el grado de afectación de las patologías en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022					
Determinar los niveles de severidad de las patologías en la estructura de concreto armado del reservorio en el sector Melendrez Áncash 2022						

GUÍA DE OBSERVACIÓN



PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO EN EL SECTOR MELENDREZ, ÁNCASH 2022

Realizado por: Becerra Aguilar, Lisbet Stefany
Asesor : Villar Quiroz, Josualdo Carlos

Fecha: 10/01/2022
Hoja: 001

DETERIORO SUPERFICIAL	Grado de afectación	Código	Grado de afectación	Código	DETERIORO ESTRUCTURAL	Tipo de estructura
	Sin afectación	SA	Moderada	MD		Concreto armado
	Leve	Leve				

Ítems	1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo	Fisuras/ Grietas	Fracturas por asentamiento	Comosión	Humedad por filtración	Variación de color	Erosión	Descamación mecánica	Eflorescencia
Estructura								
Muro izquierdo A Y B	SA	Leve	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Muro derecho A	SA	SA	MD	SA	SA	SA	SA	SA
Muro derecho B	SA	MD	Leve	SA	SA	SA	SA	SA
Losa de fondo	SA	SA	SA	Leve	SA	SA	SA	SA

Fichas de registro

MUESTRA 1	MURO IZQUIERDO(AY B)	ÁREA TOTAL (M2)		272.00		
ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE CONFORMAN LA MUESTRA		TIPO DE ESTRUCTURA				
		CONCRETO ARMADO $f'c=210$ Kg/Cm2				
PATOLOGÍA	TIPO	ÁREA AFECTADA (M2)	ÁREA AFECTADA (%)	GRADO DE AFECTACION	PLANO CAD DE LA MUESTRA	
Físicas	Humedad por filtración	0.20	1.11%	3		
	Variación de color	0.18	1.00%	3		
Mecánicas	Fisuras y grietas	0.70	3.89%	3		
	Erosión abrasión	0.22	1.22%	3		
	Fracturas asentamiento por	0.90	5.00%	3		
	Descamación mecánica	0.20	1.11%	3		
Químicas	Eflorescencia lixiviación	1.10	6.11%	3		
	Ataque por sulfatos	0.16	0.88%	3		
	Corrosión	0.70	3.89%	3		
Biológicas	Colonización	1.50	9.33%	3		
TOTAL ÁREA AFECTADA		5.86	33.54%	ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION, ESCANEADO Y VISUAL.		
TOTAL ÁREA NO AFECTADA			66.46%			
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA MUESTRA						
RANGOS	NIV EL	OBSERVACIÓN			FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA	
0%	Ninguna	SE OBSERVARON DAÑOS EN EL AREA DE ESTUDIO				
>0% y <=10%	Muy baja					
>10% y <=30%	Moderada					
>30% y <=40%	Alta					
>40% y <=50%	Muy alta					
>50	Peligrosa					

FICHA DE REGISTRO

MUESTRA	MURO IZQUIERDO (AY B)	ÁREA TOTAL (M ²)	272.00		
ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE CONFORMAN LA MUESTRA		TIPO DE ESTRUCTURA			
		CONCRETO ARMADO $f_c=210$ kg/cm ²			
PATOLOGÍA	TIPO	ÁREA AFECTADA (M ²)	ÁREA AFECTADA (%)	GRADO DE AFECTACION	FOTO CAD DE LA MUESTRA
Físicas	Humedad por filtración	0.20	1.11%	3	
	Variación de color	0.18	1.00%	3	
Mecánicas	Fisuras y grietas	0.70	3.89%	3	
	Erosión abrasión	0.22	1.22%	3	
	Fracturas por asentamiento	0.90	5.00%	3	
	Descamación mecánica	0.20	1.11%	3	
Químicas	Eflorescencia lixiviación	1.10	6.11%	3	
	Ataque por sulfatos	0.16	0.88%	3	
	Corrosión	0.70	3.89%	3	
Biológicas	Colonización	1.50	9.33%	3	
TOTAL ÁREA AFECTADA		5.86	33.54%	ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION, ESCANEADO Y VISUAL.	
TOTAL ÁREA NO AFECTADA				66.46%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA MUESTRA					
RANGOS	NIVEL	OBSERVACIÓN			FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA
0%	Ninguna	SE OBSERVARON DAÑOS EN EL AREA DE ESTUDIO			
>0% y <=10%	Muy baja				
>10% y <=30%	Moderada				
>30% y <=40%	Alta				
>40% y <=50%	Muy alta				
>50	Peligrosa				

Firma del experto:



Ing. Mauricio G. Asis Espinoza.
CIP 94638

FICHA DE REGISTRO

MUESTRA	MURO IZQUIERDO(A)	ÁREA TOTAL (M ²)	272.00		
ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE CONFORMAN LA MUESTRA		TIPO DE ESTRUCTURA			
		CONCRETO ARMADO f_{ck} 210 kg/cm ²			
		RESISTENCIA			
		121.39			
PATOLOGÍA	TIPO	ÁREA AFECTADA (M ²)	ÁREA AFECTADA (%)	GRADO DE AFECTACIÓN	PLANO CAD DE LA MUESTRA
Físicas	Humedad por filtración	0	0	0	
	Variación de color	0	0	0	
Mecánicas	Fisuras y grietas	0.10	3.28%	2	
	Erosión abrasión	0.18	1.00%	2	
	Fracturas por asentamiento	0	0	0	
	Descamación mecánica	0.20	1.11%	2	
Químicas	Eflorescencia lixiviación	0.20	4.44%	2	
	Ataque por sulfatos	0	0	0	
	Corrosión	2.90	16.11%	2	
Biológicas	Colonización	0	0	0	
TOTAL ÁREA AFECTADA		4.78	26.51%	ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ESCANEADO Y VISUAL.	
TOTAL ÁREA NO AFECTADA					
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA MUESTRA					
RANGOS	NIVEL	OBSERVACIÓN			FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA
0%	Ninguna	SE OBSERVARON DAÑOS EN EL AREA DE ESTUDIO			
>0% y <=10%	Muy baja				
>10% y <=30%	Moderada				
>30% y <=40%	Alta				
>40% y <=50%	Muy alta				
>50	Peligrosa				

Firma del experto:



Ing. Yoni Palomino Figueroa Flores
CIP 105504

FICHA DE REGISTRO

MUESTRA	MURO DERECHO (A Y B)	ÁREA TOTAL (M ²)	345.33		
ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE CONFORMAN LA MUESTRA		TIPO DE ESTRUCTURA			
		CONCRETO ARMADO Cc -210 kg/cm ²			
		RESISTENCIA			
		124.18			
PATOLOGÍA	TIPO	ÁREA AFECTADA (M ²)	ÁREA AFECTADA (%)	GRADO DE AFECTACION	PUNTO CRO DE LA MUESTRA
Físicas	Humedad por filtración	0	0	0	
	Variación de color	0	0	0	
Mecánicas	Fisuras y grietas	0.15	4.17%	3	
	Erosión abrasión	0.22	1.22%	3	
	Fracturas por asentamiento	1.60	8.86%	3	
	Descamación mecánica	0.36	2.00%	0	
Químicas	Eflorescencia lixiviación	1.30	7.22%	3	
	Ataque por sulfatos	0	0	0	
	Corrosión	1.12	6.22%	3	
Biológicas	Colonización	0	0	0	
TOTAL ÁREA AFECTADA		5.36	29.63%	ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION, ESCANEADO Y VISUAL.	
TOTAL ÁREA NO AFECTADA			10.31%		
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA MUESTRA					
RANGOS	NIVEL	OBSERVACIÓN			FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA
0%	Ninguna	SE OBSERVARON DAÑOS EN EL AREA DE ESTUDIO			
>0% y <=10%	Muy baja				
>10% y <=30%	Moderada				
>30% y <=40%	Alta				
>40% y <=50%	Muy alta				
>50	Peligrosa				

Firma del experto:



 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

Anexo 6. Validez y confiabilidad de instrumentos de recolección de datos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:				
Línea de investigación:				
Apellidos y nombres del experto:				
El instrumento de medición pertenece a la variable:				
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?			
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?			
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?			
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?			
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?			
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?			
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?			
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?			
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?			
Sugerencias:				
Firma del experto:				

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Patologías del concreto armado del reservorio en el sector <u>Melendrez</u> , Ancash 2022		
Línea de investigación:	Construcción sostenible		
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Villar Quiroz <u>Josualdo</u> Carlos		
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Independiente		

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto: CIP: 106997



MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Patologías del concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022	
Línea de investigación:	Construcción sostenible	
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Luis Alberto Avila Rodríguez	
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Independiente	

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:


 Ing. Luis Alberto Avila Rodriguez
 INGENIERO CIVIL
 R. CIP. 98833

Fuente: Elaboración propia

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Patologías del concreto armado del reservorio en el sector <u>Melendrez</u> , Áncash 2022
Línea de investigación:	Construcción sostenible
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Mauricio <u>Gudelio Asis</u> Espinoza
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Independiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:

Ing. Mauricio G. Asis Espinoza.
CIP 94638

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

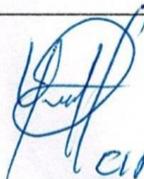
Título de la investigación:	Patologías del concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022
Línea de investigación:	Construcción sostenible
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Yoni Palomino Figueroa Flores
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Independiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:


 CIP 105504

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Patologías del concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022
Línea de investigación:	Construcción sostenible
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Carlos Javier Ramirez Muñoz
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Independiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:



 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

Firma del experto:

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Procedimientos para Ensayo de resistencia a la compresion

Procedimientos

✓ **Ensayos de Laboratorio**

Pruebas con el método de la diamantina

Del cuadro de resultados obtenidos de las pruebas en los muros de pantalla del reservorio de concreto armado en el sector Melendrez se tiene una resistencia resultante promedio igual a: $f'c=122.25 \text{ Kg/cm}^2$. Y el Promedio de las tres pruebas de núcleos de concreto es: 58.21%

✓ **Testigos cilíndricos**

Los testigos cilíndricos para pruebas de presión se extraen con un taladro previsto de brocas diamantadas, cuando el concreto ha ganado la resistencia suficiente para que la adherencia entre el agregado y la pasta no se pierda durante el corte.

En todos los casos, la vida útil del concreto no debe ser inferior a 14 días de colocado. Se tomarán tres especímenes de ensayo para cada resistencia resultante inferior a la resistencia a la compresión especificada del concreto ($f'c$).

✓ **Extracción**

La extracción se realizará en forma perpendicular a la superficie del elemento, procurando que no existan juntas en la zona, ni cerca de los bordes. Las muestras dañadas o defectuosas se desecharon. La presencia de acero, fibras, u otro metal incrustado en un núcleo puede afectar la resistencia medida. No hay datos suficientes para derivar factores de corrección confiables que puedan aplicarse a la resistencia medida para tener en cuenta el refuerzo incrustado perpendicular al eje del núcleo.

✓ **Geometría de las probetas**

Para este estudio, el diámetro del núcleo sería al menos el doble del volumen máximo nominal de agregado grueso utilizado en el concreto. La longitud de la muestra debe ser tal que, cuando se indique lo contrario, sea en realidad el doble de su diámetro. No se podrán utilizar testigos cuya firma tenga una longitud inferior al 95% de su diámetro. Como regla general, los núcleos con un diámetro de 8.75cm o más se pueden usar para agregados de más de 1".

✓ **Preparación, procesamiento y refrentado**

Los testigos deben ser planos, paralelos entre sí y perpendiculares al eje de la muestra. Las protuberancias o irregularidades en la superficie de la prueba se eliminarán con un aserrado cuando superen los 5mm (0,2 pulgadas) de la superficie acabada.

Según el ACI, se recomienda que, si el concreto de la estructura en estado de curado está seco, el núcleo debe secarse al aire (temperatura entre 15 y 30°C, humedad relativa inferior al 60%).

Si el concreto estructural debe estar húmedo en la superficie en caso de curado, el núcleo debe sumergirse en agua durante al menos 48 horas y probarse húmedo. Antes de la prueba de compresión, la probeta debe rectificarse por ambos lados, para obtener las superficies adecuadas. En este caso se aplican los siguientes métodos: ASTM C 17 y ASTM C 192.

Las muestras de diamantinas deben medir aproximadamente de 0.01" (0,25 mm) si es posible, pero nunca menos de 0.1". La Norma ASTM, a diferencia de la norma ACI, establece que las muestras deben tratarse con humedad durante 40 horas, antes de la rotura.

✓ **Resultados del ensayo**

En el caso de probetas con una relación longitud/diámetro inferior a 2, los resultados de la prueba de compresión deben ajustarse para corregir el efecto de la ramificación que se produce durante la carga.

En general, se estima que la resistencia de los núcleos, es menor a la que se puede obtener de los cilindros moldeados, con el mismo concreto, en el sitio y reforzados por el método estandarizado. Esto se debe a que la rigidez estándar tiene mayor resistencia que la rigidez de campo.

Los núcleos suelen tener menos resistencia cerca de la superficie superior de la estructura. Al aumentar la profundidad, la resistencia aumenta hasta cierto punto.

✓ **Recomendaciones**

Se recomienda que la recolección y el análisis de campo sean realizados por personal experimentado y en laboratorios calificados. Cuando sea necesario determinar la resistencia a la tracción en compresión para un diámetro, las muestras no deben contener elementos ferrosos, como acero de refuerzo.

✓ **Informe**

La resistencia a la compresión tiene una presión de 0. 1 MPa (10 psi) cuando el diámetro se mide al 0,2 mm (0,01 pulg.) y una precisión de 0.5 MPa [50 psi] cuando el diámetro se mide con una aproximación de 1 mm (0,05 pulg.), después de la corrección por longitud y relación de diámetro, si es necesario, se deberá registrar la longitud de la pieza de prueba, la condición de humedad antes de la rotura y el volumen máximo del agregado en el concreto. Asimismo, se observa la dirección de la carga de fractura con respecto al plano longitudinal de la posición del concreto en obra.

✓ **Evaluación de Resultados**

De acuerdo con los reglamentos de ACI, el concreto en el área representa por las pruebas de núcleo es estructuralmente adecuado si el promedio de los 3 núcleos tiene al menos el 85% de la resistencia especificada (f'_c) y ningún núcleo tiene una resistencia menos del 75% de la resistencia especificada (f_c). Para verificar la precisión de las pruebas, es posible volver a probar las regiones que representan de resistencias de la red a las fluctuaciones.

✓ **Ensayos de resistencia de concreto con testigos de concreto (diamantina)**

Generalidades

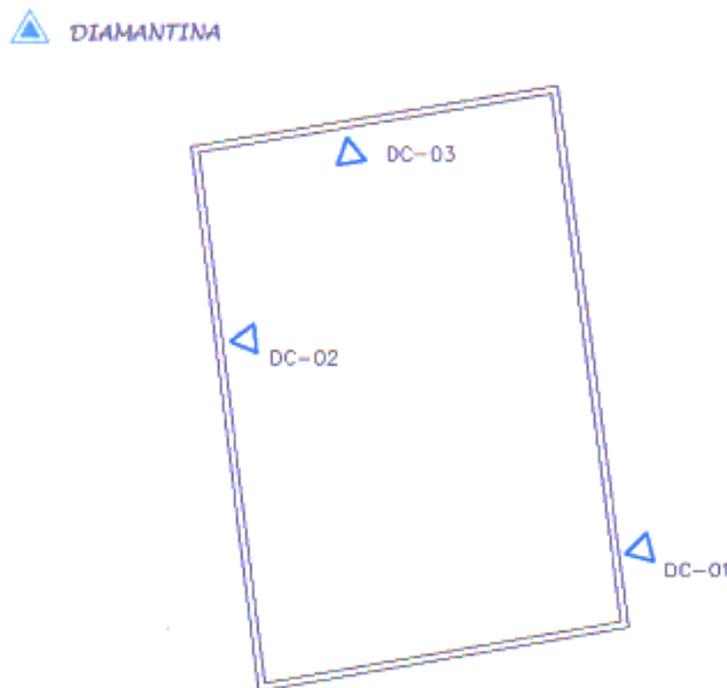
Los ensayos de campo han sido realizados mediante la prueba destructiva estandarizada, según las indicaciones de las nomas:

- Building code requirements for reinforced concrete (Requisitos del código de construcción para hormigón armado) (ACI 3 1 8-95).
- Standard Method of Obtaining and testing drilled cores and sawed of concrete (Método estándar de obtención y pruebas en núcleos perforados y aserrado del homigon) (ASTM C 42-94).
- Según E O60 ítem 5.6.5.4 Concreto Armado los núcleos deben prepararse para el transporte y almacenamiento enjuagando el agua de perforación de la superficie del núcleo y colocándolos en un recipiente o bolsa hermética inmediatamente después de retirarlos.

Los núcleos deben probarse después de 48 horas y antes de los 7 días después de la extracción, a menos que el experto a cargo acuerde un periodo de tiempo diferente. Las extracciones de las muestras con diamantina en campo se han realizado utilizando la máquina perforadora saca núcleos portátiles marca PINZUAR. Las pruebas de rotura en el laboratorio se han realizado utilizando la máquina de ensayos uniaxial para ensayos de concretos modelo MC-165, y se adjunta su certificado de calibración en anexos.

✓ **Ubicación de los ensayos in situ con diamantina**

Las siguientes figuras muestran la ubicación de los principales puntos de extracción de núcleos de concreto in situ mediante el método de la diamantina. En anexos se presentan los planos de ubicación a mayor escala, para verificar los puntos investigados.



Se adjuntan al presente los resultados de los ensayos realizados, obteniéndose la Resistencia Resultante ($f'c$) de los elementos estructurales evaluados, el cuál según los planos de ejecución de obra, han sido contrastados y Verificados de acuerdo a la resistencia estructural del concreto.

Se realizaron las pruebas con la toma de datos respectiva. Los siguientes valores de resistencia a la compresión del concreto, se tienen de las pruebas realizadas mediante el método del esclerómetro:





3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DE CONCRETO ARMADO OBTENIDOS CON DIAMANTINA

Norma ASTM C-42M

INFORME N° 140-2022-3R-LG

SOLICITA : LISBET STEFANY BECERRA AGUILAR

PROYECTO : "PATOLOGIAS DEL CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO EN EL
SECTOR MELENDREZ, ANCASH 2022"

UBICACIÓN : RESERVORIO MELENDREZ

DOSIFICACION: En peso:..... En volumen:.....

f'c de Diseño: **210 kg/cm²**

REQUISITOS

Altura : **14.5**

Tamaño Máximo del Agregado en el concreto: 3/4"

Diámetro : 7,00cm

Altura: 14.5		Tamaño Máximo del Agregado en el Concreto: 3/4"								
Diámetro: 7,00 cm		DISEÑO	Dirección de Aplicación	FECHA		Días de Vaciado	CARGA (kg)	ÁREA cm ²	f'c (kg/cm ²)	%
Nº	DESCRIPCION			kg/cm ²	EXTRACCION					
1	Muro de reservorio lado derecho A-B	210	→	23/02/2022	25/02/2022	> a 28	4,671.60	38.5	121.39	57.8
2	Muro de reservorio lado izquierdo A-B	210	→	23/02/2022	25/02/2022	> a 28	4,778.70	38.5	124.18	59.13
3	Loza de fondo A-B	210	→	23/02/2022	25/02/2022	> a 28	4,663.44	38.5	121.18	57.7

EVALUACION DE RESULTADOS

Promedio del corazón : **58.21%**

-La interpretación de los datos es responsabilidad del solicitante



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Anexo 8. Memoria fotográfica

En la siguientes fotografías se corrobora que el reservorio de concreto armado en el sector Melendrez, Áncash, necesita estudio de patologías ya que muestra deterioro.







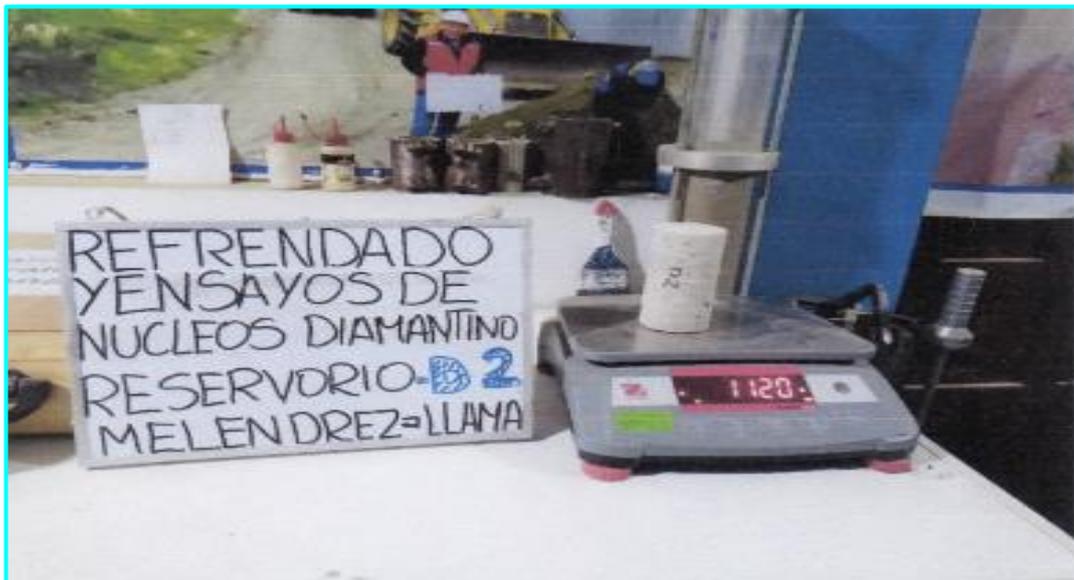
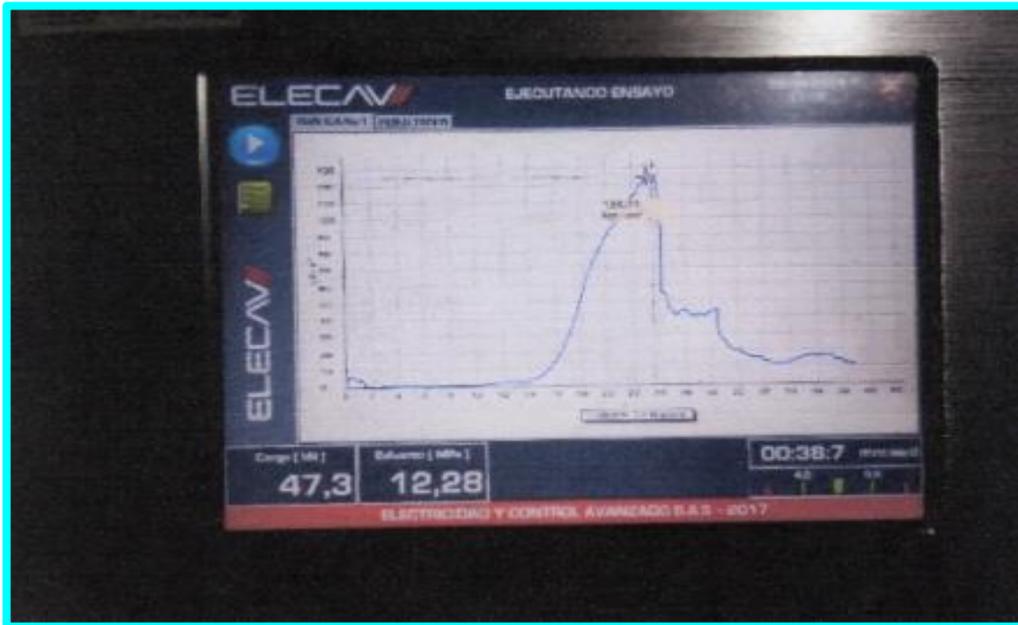


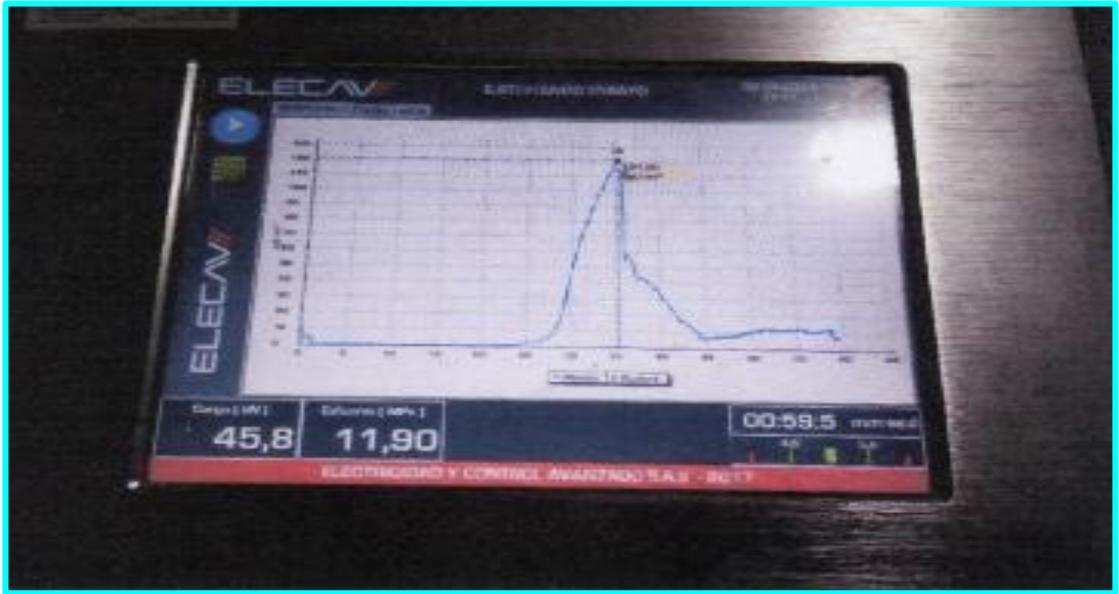




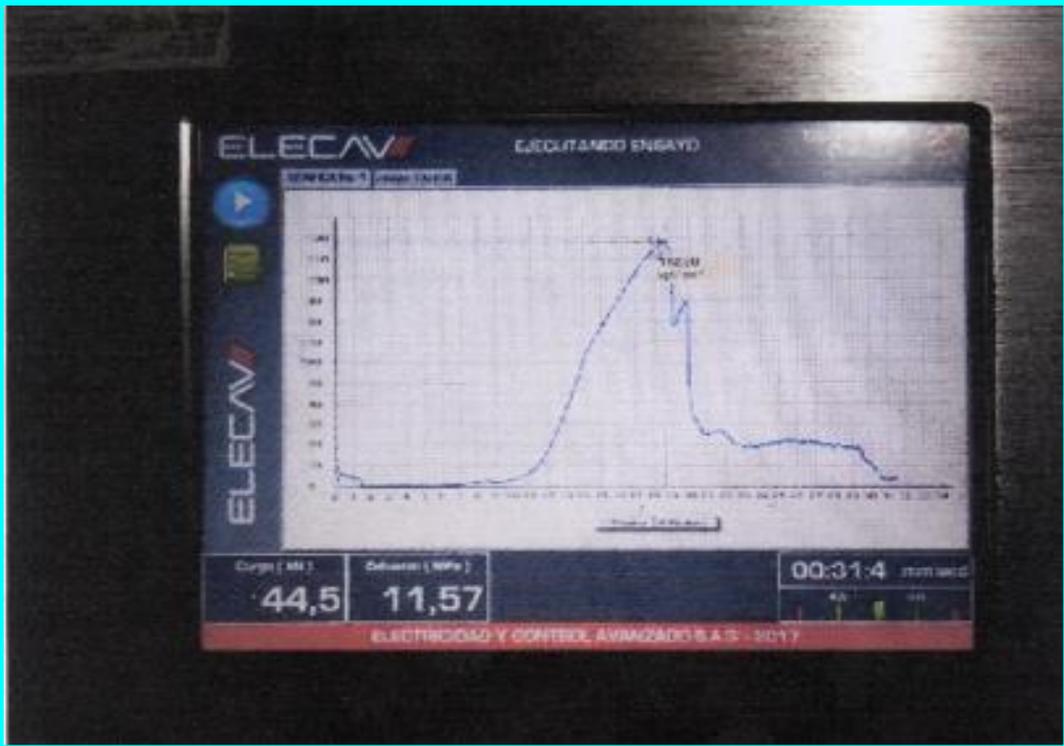














UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Patologías del concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022", cuyo autor es BECERRA AGUILAR LISBET STEFANY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 11 de Febrero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS DNI: 40132759 ORCID: 0000-0003-3392-9580	Firmado electrónicamente por: JVILLARQ el 11-02- 2023 12:21:21

Código documento Trilce: TRI - 0532433