



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

El impacto de los agentes químicos de los suelos en las
cimentaciones corridas de la Urb. Garatea - II etapa, Nuevo
Chimbote, Áncash – 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero civil

AUTORES:

Chinchay Castillo, Paulo Cesar (orcid.org/0000-0002-1803-6752)
Sebastian Vergaray, Pepe Antonio (orcid.org/0000-0002-7150-6012)

ASESOR:

Mgtr. Diaz García, Gonzalo Hugo (orcid.org/0000-0002-3441-8005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "El impacto de los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea - II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024", cuyos autores son CHINCHAY CASTILLO PAULO CESAR, SEBASTIAN VERGARAY PEPE ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13%, 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.

CHIMBOTE, 02 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO DNI: 40539624 ORCID: 0000-0002-3441-8005	Firmado electrónicamente por: GHDIAZ el 02-07- 2024 17:27:26

Código documento Trilce: TRI - 0788881

DECLARATORIO DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTOR / AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CHINCHAY CASTILLO PAULO CESAR, SEBASTIAN VERGARAY PEPE ANTONIO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "El impacto de los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea - II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
PAULO CESAR CHINCHAY CASTILLO DNI: 76538004 ORCID: 0000-0002-1803-6752	Firmado electrónicamente por: PACHINCHAYCAU01 el 02-07-2024 19:01:02
PEPE ANTONIO SEBASTIAN VERGARAY DNI: 75127401 ORCID: 0000-0002-7150-6012	Firmado electrónicamente por: PESEBASTIANVE01 el 02-07-2024 18:51:20

Código documento Trilce: TRI - 0788883

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicado especialmente a Dios quien nos ha dado, salud, sabiduría y su guía durante estos años de carrera. A nuestros padres que con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a donde estamos, por enseñarnos el ejemplo de esfuerzo y valentía, y no rendirnos antes las adversidades de la vida. A nuestras hermanas por su cariño, amor y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento.

Dedicar también a toda la familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron en nosotros una mejor persona. Finalmente queremos dedicar este proyecto a todos nuestros compañeros de la universidad y amigos, por apoyarnos y extender su mano en momentos difíciles.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la Universidad César Vallejo por bríndanos la educación de excelente calidad para poder hacer realidad nuestro sueño de ser profesionales para la sociedad. A nuestros docentes por darnos esa oportunidad de poder devolvemos en clases y a ver compartido sus conocimientos.

Agradecer especialmente nuestro docente, el Ing. Gonzalo Hugo Diaz García por su comprensión, paciencia y por brindarnos los conocimientos necesarios para desempeñar correctamente nuestro proyecto. Finalmente quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre nuestra vida y por darnos esa oportunidad de poder estudiar una carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	I
DECLARATORIO DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	II
DECLARATORIO DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTOR / AUTORES	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	20
2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	20
2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	21
2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	23
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	26
2.5. PROCEDIMIENTO.....	27
2.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	29
2.7. ASPECTOS ÉTICOS	30
III. RESULTADOS.....	31
IV.DISCUSIÓN	40

V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Muestra para el ensayo análisis químico	24
Tabla 2: Muestras extraídas del ensayo de diamantina.....	25
Tabla 3: Presencia de agentes químicos en el suelo.....	29
Tabla 4: Análisis químico del suelo	31
Tabla 5: Muestra de calicata "C-01"	31
Tabla 6: Muestra de calicata "C-02"	32
Tabla 7: Muestra de calicata "C-03"	32
Tabla 8: Muestra de calicata "C-04"	33
Tabla 9: Muestra de calicata "C-05"	33
Tabla 10: Ensayo de resistencia a la compresión.....	36
Tabla 11: Ensayo de carbonatación	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Contenido de sales totales en muestra de suelo.....	34
Figura 2: Contenido de Cloruros en muestra de suelo	34
Figura 3: Contenido de Sulfatos en muestra de suelo.....	35
Figura 4: Relación de sales totales - resistencia a la compresión.....	37
Figura 5: Relación de cloruros - resistencia a la compresión	37
Figura 6: Relación de sulfatos - resistencia a la compresión	38

RESUMEN

Esta investigación tuvo como problema: ¿De qué manera impactan los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas? y como objetivo general determinar de qué forma impacta los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024. En el marco metodológico, es de tipo cuantitativo, diseño experimental. La unidad de análisis fue el cimiento corrido, para recolectar los datos se utilizaron las técnicas de la observación y seguida de la documentación de los datos recopilados de acuerdo con los protocolos reconocidos y aceptados según las normas establecidas, la población fue una cantidad no menor a 5 calicatas y la muestra fue testigos extraídos de concreto ciclópeo. Se concluyó que los agentes químicos de los suelos impactan levemente, pero no de manera negativa, a las cimentaciones corridas en lo que respecta a durabilidad y deterioro del concreto.

Palabras clave: Diamantina, cimentaciones, sulfatos, cloruros, sales totales.

ABSTRACT

This research had the problem: How do soil chemical agents impact strip foundations? and as a general objective, determine how the chemical agents of the soil impact the continuous foundations of the Urb. Garatea-II stage, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024. In the methodological framework, it is quantitative, experimental design. The unit of analysis was the laid foundation, observation techniques were used to collect the data and followed by the documentation of the data collected in accordance with recognized and accepted protocols according to established standards, the population was a quantity of no less than 5 pits and the sample was cores extracted from cyclopean concrete. It was concluded that chemical agents in soils slightly, but not negatively, impact strip foundations in terms of durability and deterioration of concrete.

Keywords: Diamond, foundations, sulfates, chlorides, total salts

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país existe una enorme cifra de suelos blandos razón por la cual es muy frecuente hacer estudios para identificar las propiedades químicas de estos, en lo que respecta a cimentaciones donde el concreto ya sea ciclópeo, simple o armado, se presenta interactuando directamente con el suelo, así que se quiere determinar y dejar entendido que clase de fenómenos químicos son perjudiciales para la duración del concreto, para lo que se propone el presente título: “El impacto de los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024”. Esta investigación se realizará en la Urb. Garatea del Distrito de Nuevo Chimbote, perteneciente a la Provincia del Santa del Departamento de Áncash, esta urbanización también se ubica en un sector con suelos que comprenden diversas clases de componentes que son perjudiciales para la duración de la vida útil de elementos estructurales de concreto, en este caso cimentaciones corridas.

Algunos agentes agresivos de origen químico para cimentaciones, como por ejemplo la corrosión del concreto provocado por daños de sulfatos, ácidos y otros compuestos encontrados en el medio. Las dificultades de tiempo de duración más frecuentes en estructuras que se encuentran directamente en contacto con el suelo, por ese motivo en las cimentaciones se van generados daños por la destrucción de materiales, concreto y acero por violencia del medio. Se detalla seguidamente los procesos de más frecuentes, tipificados en un par de agrupaciones de acuerdo sea el ataque de carácter químico o causado por uno electro-químico, su entendimiento es fundamental para poder enfrentarlo y tener la oportunidad de edificar cimentaciones resistentes a las agresiones del medio.

De acuerdo a la norma E-060 (2018), el concreto que estará en interacción con soluciones químicas como las que contienen sulfatos, tienen que garantizar unos requerimientos mínimos tales como: la resistencia, tipo de cemento y la relación agua-cemento, también se tienen en cuenta otros componentes para conseguir concretos de más amplia duración. Es por eso

que se requiere conocer las características físicas y químicas de los suelos para el mejoramiento de la durabilidad del concreto de tal manera que se pueda prevenir deterioros perjudiciales en las cimentaciones generados por los agentes agresivos como los sulfatos.

Así mismo, otro fenómeno químico como el de la corrosión en el concreto es un proceso complicado, que significa una dificultad para diferentes cimentaciones de estructuras debido a que este deterioro químico se presenta en diversos medios, es así como se puede distinguir la corrosión en las edificaciones marinas, es el contexto más reconocible en donde se puede encontrar a este fenómeno, también se puede observarlo en las vicisitudes que se originan en las cimentaciones, a consecuencia de que se encuentran vinculadas con aguas freáticas y suelos que presentan sustancias agresoras.

Debido a la realidad problemática, se ha propuesto la pregunta: ¿De qué manera impactan los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas?

Como problemas específicos se plantea las siguientes interrogantes: ¿Cómo identificar los agentes químicos de los suelos con fines de cimentación corrida de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024?, ¿Cómo evaluar los agentes químicos en el suelo de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024, ¿Cómo evaluar cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024 y ¿Qué proponer ante las posibles patologías que puedan sufrir las cimentaciones corridas ante la acción de agentes químicos?

La justificación teórica de la investigación a cuando ubicamos suelos con condiciones mermadas, tal es el caso de: suelos con poca capacidad de soporte, entreverado con materia orgánica, entre otros, se produce una dificultad la cual se tiene que solucionar llevando a cabo los estudios pertinentes físicos y químicos, y así establecer con que alternativas

contamos a disposición para moderar esta cuestión. Por su parte, también se propone justificar la investigación metodológicamente, para así poder satisfacer las metas que se solicitan mediante técnicas, las que además tendrán procesos, vale resaltar que estos procedimientos son de un valioso nivel de confianza por parte de las fuentes determinar la influencia de los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas. Al igual se justificó socialmente, al dar soluciones a dificultades prácticas, se pretende dar respuestas a las vicisitudes sociales que se originan por motivo de cimentaciones afectadas por agentes agresivos.

Como objetivo general de la investigación tenemos: Determinar de qué forma impacta los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash - 2024. Por otro lado, como objetivos específicos se tiene: Realizar un análisis químico en el suelo de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024, Determinar la resistencia a la compresión de las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024 , Evaluar las cimentaciones corridas respecto al contenido de agentes químicos de los suelos de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024 y Evaluar el deterioro del concreto de las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024.

Ante lo expuesto, las hipótesis que se plantea son: Los agentes químicos de los suelos impactan en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024; y los agentes químicos de los suelos no impactan en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024.

En cuanto el marco teórico, en el ámbito internacional, Sánchez (2022) tuvo como objetivo de investigación, analizar la vulnerabilidad de cimentaciones ante ataques químicos basados en concentraciones de sulfatos en el suelo de la parroquia San Gerardo. Por parte metodológica, la muestra y muestro es un lugar aproximadamente de 200 m de apartamiento entre cada

excavación realizada y se extrajo 30 muestras de suelo, el instrumento de investigación fue mediante campañas experimentales en el círculo de estudio. El principal resultado es que San Gerardo se forma a partir de suelos limosos, poco seleccionados, de limo fino y turba. Se concluyó que el estado de los cimientos de la casa del San Gerardo puede ser indicativo de patologías que afecta la durabilidad del concreto. La discusión gira entorno al estado actual de la fachada. Las paredes exteriores de viviendas cercanas a zonas con altas concentraciones de sulfatos presentan humedad, eflorescencias, partículas de yeso, deterioro del concreto e incluso pérdida de continuidad en algunos elementos estructurales.

Asimismo, Jiménez y Lozano (2018) tuvieron como objetivo en su tesis de investigación, evaluar la influencia de cloruros y sulfatos en el desempeño de las propiedades estructurales del concreto y su deterioro en ciudades de la región costera atlántica de Colombia, fue un estudio de diseño experimental, los principales resultados de la investigación, fue que se ejecutó una investigación documental y se emplearon pruebas de laboratorio. Concluyeron que se puede evaluar que la combinación de cloruro y sulfato que mayor influencia posee en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto es la zona correspondiente a la Playa Blanca, ubicada en Bolívar Cartagena, con su concentración de cloruro fue de 20,450. g/L, sulfato 2623.6 g/L y el de Bahía Concha ubicado en Santa Marta Magdalena, con concentración de cloruro 28281.3 g/L, sulfato 2646 g/L, demostrando la influencia directa de esta sustancia afecta las propiedades del concreto.

Según Apaza (2020) tuvo como objetivo de la investigación, evaluar la estabilidad y resistencia mecánica del concreto hecho a partir de CBCA con cemento Portland, luego de la interacción con agentes agresivos, fue un estudio tipo experimental, su población, muestra y muestreo fue 36 testigos y 18 cubos de concreto, los instrumentos para la recolección de datos empleados serán los ensayos realizados en el laboratorio, el principal resultado fue que la durabilidad de la muestra de concreto se determinó de

manera similar al concreto usando ceniza de bagazo, es por eso que se concluyó que el hormigón producido con 5%, 10% y 15% de CBCA no mostró cambios respecto al hormigón estándar. En resumen, las cuatro mezclas resistieron la prueba de durabilidad frente al ataque acelerado de un agente agresivo (sulfato de magnesio en este estudio) y demostraron que las muestras permanecieron inalteradas y sin pérdida de peso a lo largo de las pruebas cualitativas.

Según Ramezaniyanpour y Dehkordi (2017) tuvieron como objetivo en su artículo de revisión, revisar el efecto de los iones cloruro sobre el ataque de sulfato y el efecto de los iones sulfato sobre el ataque de cloruro, según los resultados, se observaron informes contradictorios en los estudios. Sin embargo, la mayoría de los investigadores creían que los iones de cloruro mitigan el ataque de sulfato en soluciones combinadas de cloruro y sulfato. Por otro lado, en cuanto a la influencia de los iones sulfato en el ataque de cloruros, algunos de los investigadores reportaron el efecto mitigante, pero otros se refirieron al efecto acelerador. Concluyeron que el contenido de C3A en el cemento tiene un papel clave en el mecanismo de ataque de los sulfatos sobre el comportamiento de unión del cloruro. El aumento del contenido de C3A podría ser eficaz para reducir la corrosión del refuerzo debido a la unión de los iones cloruro en forma de sal de Friedel. Por otro lado, el aumento de C3A también acelera el ataque de sulfato. Por lo tanto, parece que el cemento utilizado en probetas sometidas a soluciones combinadas de cloruro - sulfato debe tener un contenido óptimo de C3A para ser efectivo en mitigar el ataque de sulfatos y también resistir contra la corrosión del refuerzo.

Según Makhoulf, Anwary y Emarah (2023) en su artículo de investigación tuvieron como objetivo examinar la influencia del tipo de cemento, la relación agua/cemento y el proceso de curado en la permeabilidad a los iones cloruro del concreto construido con cemento Portland ordinario (OPC) y cemento resistente a los sulfatos (SRC). Se investigaron tres composiciones de concreto que contenían ambos tipos de cemento y proporciones

agua/cemento de 0,4, 0,5 y 0,6 con dos métodos de curado diferentes. El contenido de cemento fue de 400 kg/m³ y la relación de finos a áridos fue de 0,5. Según los resultados revelan que el tipo de cemento, la relación agua-cemento y el proceso de curado influyen en gran medida en las características mecánicas y la resistencia al cloruro del hormigón. Concluyeron que a medida que variaba el método de curado, la influencia del tipo de cemento en la penetración del cloruro tendía a ser más pronunciada. Además, el curado A produce hormigón con menores concentraciones de cloruros solubles y totales y coeficientes de difusión que el curado B.

Según Carretero y Pinheiro (2021) Este estudio propone una novedosa metodología para identificar los daños más significativos que se producen a lo largo de la vida útil de las cimentaciones. Para alcanzar este objetivo, los autores accedieron a una fuente de datos sin precedentes: sentencias definitivas emitidas por tribunales en respuesta a denuncias de propietarios por daños en sus propiedades. Esta fuente de información permitió identificar el origen de cada daño, resultando en 11 tipos distintos. Se consideraron "fundamentales" aquellos daños originados por tres causas principales: CO01, CO02 y CO03, que en conjunto representaron más del 60 % de los casos. Más de dos tercios de los daños reportados fueron clasificados como "fisuras de origen estructural". Además, se identificaron los pares binomiales más comunes según el concepto de 'par binomial daño-origen causal': D2-CO03 y D3-CO04. Se establecieron tres grupos de afinidad causal basados en similitudes entre los orígenes causales, siendo la mayoría relacionados con el terreno (CO/G = 58,3 %), mientras que el grupo relacionado con la estanqueidad fue minoritario (CO/W = 15,7 %). Además, se identificaron cuatro tipos diferentes de edificios donde ocurrieron los daños.

Según Venkata, Sivaranjani, Srivastava, Venkatesa, Thenmozhi y Shirgire (2023), ciertos compuestos químicos presentes en suelos y aguas subterráneas pueden ser corrosivos para las estructuras de hormigón, causando su deterioro prematuro y reduciendo su vida útil. Para evitar estos

problemas, es esencial tomar medidas preventivas desde las etapas de diseño. Normativas internacionales, como la ASTM-C227, establecen criterios para clasificar el nivel de agresividad al que están expuestas las estructuras enterradas y especifican los requisitos mínimos para el concreto, con el fin de asegurar su durabilidad. Esta cuestión está cobrando una importancia creciente, especialmente debido al aumento de aguas subterráneas y suelos contaminados en entornos urbanos que han sufrido cambios en su uso del suelo.

Según Munaretto Copetti, Kulzer, Müller, Panno y Santos (2020), los resultados de las pruebas aceleradas RAA (NBR 15577/2018) demostraron que el humo de sílice y el tipo de cemento utilizado neutralizaron las mezclas e influyeron significativamente en las expansiones causadas por la reacción álcali-agregado. El aumento de la puzolanicidad en los cementos contribuyó de manera notable a la mitigación y/o inhibición de la reacción álcali-agregado en las mezclas estudiadas, como se observó en las pruebas donde se utilizó CP II – E 40. El mejor desempeño según la Norma 15577/2018 fue el de la mezcla Brita H-mix-Montreal con Cemento CPV + 8 % de humo de sílice.

Según Guckert y Schons (2021), el diagnóstico del problema de densificación del suelo en el "Lateral A" se realizó mediante una inspección visual basada en la experiencia del ingeniero. Los defectos de construcción y diseño son las principales causas de problemas en las edificaciones. Un proyecto bien planificado puede evitar imprevistos que afecten la calidad y durabilidad del edificio. La correcta ejecución de la obra es crucial para prevenir patologías, y la falta de un estudio adecuado del suelo es una causa común de problemas en las fundaciones. En el caso analizado, la intervención para solucionar la densificación del suelo se limitó a la zona más crítica, que representa solo el 7% del perímetro del edificio, debido a la creencia de que la densificación se ha estabilizado con el tiempo. Sin embargo, no se realizó un estudio del suelo para confirmar esta suposición. La reparación costó aproximadamente R\$ 7,150,00 y extenderla a todo el

perímetro costaría alrededor de R\$ 103,900,00, sin incluir la demolición y reconstrucción de aceras.

Según Machado, Babadopulos y Cabrai (2023), las estructuras de hormigón masivo, como los cimientos de edificios de gran altura, son esenciales para proporcionar una mayor estabilidad a estas construcciones, lo que requiere cimientos más amplios. El artículo describe un estudio de caso aplicado a la cimentación de un edificio alto en Fortaleza, Brasil. Se propone un plan de fundición para evitar problemas relacionados con el aumento de temperatura, como la formación retardada de etringita (DEF) y el agrietamiento por contracción. El estudio también evalúa la confiabilidad de un método de predicción del comportamiento térmico de la estructura mediante mediciones de temperatura en campo. El proceso incluyó un análisis térmico computacional, el desarrollo de una metodología de fundición, la instrumentación adecuada durante la ejecución en campo y el monitoreo de las temperaturas internas de la estructura. Los resultados resaltaron la importancia de este monitoreo y confirmaron la precisión del modelo predictivo utilizado. Se señaló la posible influencia de aditivos en el comportamiento térmico del hormigón y la necesidad de parámetros que describan adecuadamente los materiales y las condiciones para mejorar la precisión de las predicciones computacionales en comparación con la realidad observada en el campo.

Yoshida (2019) indica que se ha observado deterioro en estructuras de concreto debido al ataque de sulfatos externos en numerosos cimientos de concreto residenciales en Japón. En cimientos construidos sobre suelos que contienen sulfato, la solución de sulfato de sodio presente en el suelo penetra en el área del concreto sobre el suelo, causando una incrustación con cristales blancos de tenardita o mirabilita. Este proceso de deterioro se describe con términos como "ataque físico de sulfato", "ataque físico de sal" o "erosión de la sal". Los casos de deterioro generalmente se observaron en sitios con suelos compuestos por depósitos marinos con sulfuros, condiciones comunes en gran parte de Japón. El texto detalla el proceso de

degradación del concreto revisando estudios de campo y analizando muestras de suelo y concreto. Además, propone un método de prueba rápido para simular el impacto del ataque físico de sulfatos.

Merah (2021) el artículo tiene como objetivo principal analizar un caso patológico específico relacionado con el fallo de la cimentación de un edificio residencial, abarcando desde el diagnóstico hasta la reparación. Este proceso de reparación se llevó a cabo mediante un plan de intervención escalonado, lo que permitió reforzar la infraestructura y garantizar un nivel aceptable de seguridad para el edificio.

En un estudio realizado por Vidal, Machado y Babadopulos (2023), se explica que el crecimiento en la construcción de torres exige cimientos de hormigón más amplios, tanto para edificios como para otras infraestructuras, como las requeridas para la generación de energía eólica. En este estudio, se buscó desarrollar y validar, mediante datos experimentales, un modelo de simulación térmica de cimentaciones para evaluar el riesgo de problemas patológicos, monitorear las temperaturas de la estructura e investigar los efectos de la utilización de cenizas volantes (FA) y aditivos polifuncionales (PF) en la mezcla de concreto, entre otras condiciones simuladas. Se utilizaron datos climáticos reales para ajustar el modelo y estudiar cómo las condiciones climáticas afectan las temperaturas de la estructura. Los resultados de las simulaciones demostraron que la sustitución del cemento Portland por FA redujo las temperaturas máximas en la estructura, y que el uso de PF retrasó el inicio del calentamiento, aunque no tuvo impacto en las temperaturas máximas alcanzadas.

Salamoni y Rohden (2022) el objetivo de este estudio es analizar la resistencia al deterioro de las cimentaciones de concreto expuestas a suelos contaminados con sulfatos en una zona de extracción de carbón. Para ello, se llevaron a cabo pruebas en suelo y concreto en la cuenca carbonífera de Santa Catarina, donde se encuentran torres de líneas de transmisión de energía eléctrica en suelos con alta agresividad a los sulfatos. Se evaluó el

concreto utilizado y se estimó su posible deterioro. Según estas proyecciones, algunas cimentaciones de estructuras subterráneas reforzadas sufrirán daños antes de alcanzar su vida útil mínima de 50 años. Sin embargo, la metodología utilizada para prever este deterioro solo considera la difusión de la solución agresiva. Por lo tanto, es necesario mejorar los modelos para predecir la vida útil de estructuras de concreto expuestas externamente a sulfatos.

Shao, He y Shi (2023) proponen un modelo de análisis para evaluar cómo varía el comportamiento sísmico a lo largo del tiempo en los cimientos de pilotes deteriorados por corrosión inducida por cloruro marino. Utilizando este modelo, se lleva a cabo un análisis probabilístico para evaluar la fragilidad sísmica de estos cimientos, considerando las incertidumbres relacionadas con el movimiento del suelo. El estudio investiga los efectos tanto de la erosión por cloruros como de la acción sísmica en la respuesta de estos cimientos. A través de análisis de vulnerabilidad sísmica, se determinan el desplazamiento y el nivel de daño de los cimientos de pilotes deteriorados debido a la actividad sísmica a lo largo de diferentes períodos de servicio. Los resultados indican que el deterioro por erosión de cloruros tiene un impacto significativo en la vulnerabilidad sísmica de estos cimientos. Conforme aumenta la vida útil, se observa una disminución en el umbral del estado final de los cimientos de pilotes.

Singh y Singla (2024) el estudio investigó cómo los ataques de cloruro y sulfato de diferentes intensidades afectan la resistencia a la compresión del hormigón que incorpora cenizas de biomasa y sílice, tras 28 días en agua normal y 6 meses en una solución salina. Los resultados indican que la durabilidad del hormigón mejora cuando se sustituye el 15% del cemento por cenizas de biomasa y el 7.5% por sílice; sin embargo, este beneficio disminuye gradualmente a medida que se incrementa el porcentaje de estos materiales. Además, la resistencia a la compresión del hormigón con cenizas de biomasa y sílice aumenta con el tiempo, lo que contribuye a mejorar su durabilidad al emplear estos materiales como sustitutos parciales del

cemento. Durante el estudio, se observó que el hormigón con cenizas de biomasa y sílice sufre menos daño químico en términos de resistencia a la compresión y permeabilidad al cloruro cuando se expone a condiciones corrosivas como el ataque de sulfatos y cloruros. Un análisis morfológico mediante microscopía electrónica de barrido y su espectro corroboraron estos hallazgos.

Shao y Shi (2021) proponen un método probabilístico para evaluar la durabilidad de pilotes con microfisuras expuestos al ataque de cloruro. El modelo de penetración de cloruro se desarrolla considerando el proceso de difusión, el cual varía con el tiempo. Se introduce un coeficiente de difusión equivalente para analizar el efecto de las grietas, incorporando un factor que afecta su desarrollo. La relación entre los coeficientes de difusión de cloruros y los anchos de las grietas se establece utilizando datos experimentales, y la efectividad del coeficiente de difusión equivalente propuesto se valida comparándola con resultados experimentales. Se lleva a cabo una evaluación probabilística de la durabilidad de los pilotes con microfisuras, seguida de un análisis paramétrico para investigar cómo los principales parámetros afectan la probabilidad de falla y la vida útil. Los resultados muestran que la concentración de cloruro aumenta rápidamente con el incremento del ancho de la grieta, manteniendo constante el número de grietas.

Delgado, Silva, Azevedo, Mahfoud, Khelidj y Nascimento (2022) en su estudio, investigan un caso específico de un edificio alto de hormigón armado que experimentó un severo deterioro en sus cimientos profundos. Se llevaron a cabo pruebas de laboratorio en núcleos de hormigón extraídos de un bloque de encepado profundo después de 19 años desde el inicio de la construcción. Estas pruebas incluyeron la evaluación de la resistencia a la compresión, los módulos de elasticidad estático y dinámico, así como la permeabilidad a los gases, además de análisis detallados mediante microscopía electrónica de barrido. El objetivo fue identificar el principal mecanismo responsable del severo deterioro observado durante las

inspecciones de campo. Se detectaron cambios químicos significativos en el material, principalmente debido a la formación de expansión por reacción álcali-sílice (ISR), los cuales afectaron considerablemente la integridad y durabilidad de la estructura.

Elsawy y Lakhout (2020) resumen en su artículo estudios previos sobre las características y propiedades del suelo del agua del Mar Rojo, así como su impacto en infraestructuras de ingeniería civil. La revisión también analiza diversos parámetros geotécnicos. El agua de mar puede tener efectos adversos en el suelo y en infraestructuras como aeropuertos, puertos marítimos, carreteras y edificios. La salinidad promedio es de $40,60 \pm 0,10$ psu, con variaciones significativas según años, meses y profundidades. A lo largo de la costa norte del Mar Rojo, la turbidez varía entre 1 y 3 unidades nefelométricas de formazina (FNU). Durante el invierno, el pH promedio de la superficie es de $8,1 \pm 0,02$, siendo más alto en el norte debido a las temperaturas más bajas. En verano, el pH promedio es de $8,07 \pm 0,03$, con valores más elevados en el norte debido a las variaciones de temperatura. En el Golfo de Aqaba, el pH del agua oscila alrededor de 8,3. La temperatura promedio del Mar Rojo es de $27,88 \pm 2,14$ °C, y el valor medio de oxígeno disuelto es de $6,77 \pm 0,41$ mg/L. El artículo también examina los parámetros geotécnicos, indicando que las sales reducen el índice de plasticidad, la compresibilidad del suelo, las características de hinchamiento y el contenido óptimo de humedad, mientras que aumentan la permeabilidad, la densidad seca máxima, la resistencia al corte y la capacidad de carga del suelo.

Akbarzadeh y Hamidzadeh (2017) nos indica que en este estudio se propuso investigar la geoquímica del suelo y las aguas subterráneas en los primeros 10 metros de profundidad, como guía preliminar para la construcción de cimientos poco profundos en la ciudad. La base de datos utilizada en este estudio incluyó investigaciones previas de geoquímica en 50 pozos en la ciudad, además de la perforación de once pozos de prueba en diversas ubicaciones, con análisis geoquímicos del suelo y las aguas subterráneas. Los experimentos geoquímicos abarcaron la medición de sulfatos, cloruros,

materia orgánica y pH en el suelo y las aguas subterráneas. Se encontró que la geoquímica del suelo y de las aguas subterráneas en la ciudad generalmente cumplía con los límites permisibles establecidos por el código local de construcción de hormigón. Según el estudio, el entorno para los cimientos de concreto poco profundos en la ciudad se clasificó como de riesgo moderado. Por lo tanto, se subrayó la importancia de seguir los requisitos de durabilidad establecidos por el código de construcción local de hormigón.

Zhao, Shi, Fan y Cui (2020) describen un programa experimental en laboratorio diseñado para investigar los efectos de la exposición simultánea al cloruro interno y al sulfato externo o sulfato-magnesio en muestras de concreto de cemento Portland ordinario vertidas in situ. Se prepararon cilindros de concreto que luego se almacenaron en agua destilada o en soluciones corrosivas de sulfato o sulfato-magnesio. Durante el período de inmersión, se monitorearon continuamente varios parámetros de las muestras, como el aumento de diámetro, aumento de masa, resistencia a la compresión libre y concentración de sulfato. Además, se analizaron los cambios en la mineralogía y microestructura de las muestras después de 12 meses de exposición para identificar los productos de deterioro. Los resultados indican que la resistencia del concreto se vio limitada por la presencia inicial de sulfatos, cloruros, magnesio o combinaciones de estos agentes químicos, lo que resultó en una reducción de la resistencia a largo plazo.

Al-deewan, Almohammad, Khudhair y Al-wadiel (2024) subrayan que la acción de los sulfatos puede tener un impacto considerable en la resistencia a la compresión y la durabilidad general del concreto. Es crucial evaluar detenidamente tanto el tipo como la concentración de iones sulfato presentes en el entorno, así como las características de los agregados y otros materiales utilizados en la construcción de concreto. Adoptar medidas adecuadas para prevenir o mitigar el efecto del ataque de sulfatos puede contribuir significativamente a mejorar la longevidad y el desempeño de las

estructuras de hormigón. El artículo presenta una investigación exhaustiva sobre este proceso de degradación, examinando sus causas y efectos, con un enfoque específico en el sur de Irak y en la ciudad de Basora.

Zhong y Xianbingel (2024) indica que el estudio se enfocó en analizar la contribución relativa de estos mecanismos de expansión. Los cálculos teóricos, basados en diversas combinaciones prácticas de productos y grados de oxidación, sugieren que la expansión del agregado por sí sola podría no ser suficiente para provocar un deterioro severo en el concreto que contiene pirrotita. Observaciones e investigaciones indican que este mecanismo genera microfisuras que inician el proceso de deterioro. La presencia de microfisuras y la liberación de sulfato facilitan y agravan el ISA local. La deformación resultante del ISA es significativamente mayor que la deformación de tracción máxima típica en una matriz convencional utilizada en muros de cimentación, lo cual genera tensiones mecánicas adicionales en el material y promueve el desarrollo de grietas características en todo el concreto.

En su investigación, Yao, Jinwei; Chen y Jiankang (2022) exploran la variabilidad de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto durante el proceso de corrosión, y examinan el origen de los productos de microcorrosión en diversas soluciones salinas de agua de mar. Además de considerar el efecto continuo de la hidratación del concreto, investigan los efectos de varios iones corrosivos como Cl^- , SO_4^{2-} y Mg^{2+} en la resistencia a la tracción y a la compresión del concreto, utilizando mediciones realizadas en diferentes soluciones salinas. Utilizan un enfoque de análisis de sensibilidad para cuantificar el impacto de cada ion en la resistencia del concreto en una solución de múltiples sales, sin considerar el efecto continuo de la hidratación. Los resultados cuantitativos revelan que la presencia de Cl^- puede reducir el efecto corrosivo del SO_4^{2-} en aproximadamente un 20%, mientras que la presencia de Mg^{2+} o la combinación de Mg^{2+} y Cl^- puede aumentarlo entre un 10% y un 20% durante un período de corrosión de 600 días.

Socié, Adrien; Dubois, Frédéric; y Monerie, Yann (2023) explican que las reacciones químicas pueden provocar la expansión de materiales geotécnicos debido a la intensa precipitación de minerales en los poros del medio. La diversidad y la cantidad de estas reacciones han dado lugar al desarrollo de varios modelos quimiomecánicos. Proponen un modelo quimioporomecánico genérico para predecir tanto la degradación del material debido a diversas patologías del hormigón como el impacto multifactorial ambiental en la expansión macroscópica. Este modelo se fundamenta en la interacción entre el transporte reactivo y la poromecánica. La mineralogía y las propiedades poromecánicas se estiman mediante un modelo micromecánico de hidratación que permite considerar los efectos del material. Las principales aplicaciones se centran en el ataque externo de sulfatos y la formación retardada de etringita a escala meso. Los estudios resaltan la capacidad del modelo para abordar fenómenos complejos y variados, como la interacción de reacciones químicas con la lixiviación de calcio, la adsorción de sulfato y la precipitación de etringita, y para evaluar su efecto en la expansión macroscópica.

Por otro lado, en el ámbito nacional, según Chacón (2018) en su tesis de investigación tuvo como objetivo, evaluar la relación entre la corrosión y la exposición a sulfatos de concreto con resistencia $w/c=0.60$, $w/c=0.55$ y $w/c=0.50$ y concentraciones de sulfato de 1400 mg/l, 9500 mg/l y 50 mg/LT, en tiempos de absorción de 14 días, 21 días y 28 días. Su metodología, el diseño de investigación es descriptivo, la muestra es idéntica a la población y está conformada por 108 probetas, los resultados obtenidos fueron que las muestras con una relación agua/cemento = 0,60 exhiben un deterioro químico más rápido que las muestras con las otras dosificaciones. Nuevamente, esto puede probar en la tensión de compresión del material y se muestra en los gráficos obtenidos de la prueba de resistencia a la penetración y la prueba de pérdida de peso. Se concluyó que al sumergir muestras con relación agua-cemento de 0.60, 0.55 y 0.50 en diferentes contenidos de sulfato, se encontraron cambios tanto en los ensayos como en los de pérdida de peso y ensayo de roturas.

Así mismo, según Pozo (2020) tuvo como objetivo de investigación, evaluar las propiedades físicas - químicas de los suelos en la ciudad de Marcona con fines básicos para mejorar la durabilidad del concreto. Por parte metodológica es diseño no experimental - transversal, es una investigación del tipo aplicada, su población fue el distrito de Marcona, su muestra fue el I.E.S.T.P. "Luis Felipe de las Casas Grieve". Como resultado, las propiedades físicas tanto el contenido de humedad, el tipo de suelo, los límites de consistencia y la capacidad de carga determinan cómo los sulfatos del suelo penetran la matriz base del hormigón y en qué zonas de contacto terminan. Se ha observado que es posible evaluar por otro lado, el contacto con suelos estructurales da resultados de propiedades químicas, y los ensayos de contenido de sulfatos solubles permiten determinar la clase de cemento adecuado para luchar la presencia de sulfatos en el suelo. Se concluyó, en resumen, que las propiedades físicas y químicas proporcionan información sobre cómo instituir contacto suelo-estructura y contrarrestar un posible ataque de sulfatos. Así, se puede decir que estos afectan la durabilidad del hormigón.

Según Osorio (2019) tuvo como objetivo en su tesis de investigación, examinar el efecto de la nanosílice en la durabilidad del hormigón sometido a reacción química de sulfatos en la costa del distrito de Av. 2 de Mayo, Ancón, el diseño de la investigación es experimental - aplicada, de nivel descriptivo - explicativo, la unidad de análisis fue el concreto, la población de estudio fue todas las probetas que están en el laboratorio del MTC, la muestra fue a las 56 probetas con nanosílice del laboratorio del MTC, los principales instrumentos empleados fueron la observación sistemática y los laboratorios la cual se hicieron los ensayos. El principal resultado fue que, el nanosílice tiene una influencia efectiva en la durabilidad del concreto cuando se expone a las reacciones químicas de los sulfatos en el agua de mar. Esto indica que la cantidad extra de adición de nanosílice (HP-300) es 1,0% N.S. Se concluyó que esta es la dosificación óptima para concreto expuesto a cargas severas, como agua de mar que contiene una alta proporción de sulfatos.

Según Romero (2020) en su tesis tuvo como objetivo de investigación, examinar el efecto del ataque de sulfatos sobre la resistencia a la compresión del Hormigón $f'c=110$ kg/cm² para cimentaciones hechos con cemento: Portland tipos I, MS y V. La investigación fue tipo experimental – transversal aplicada, la población fue compuesta por todas las probetas elaboradas, tomando como muestra 108 probetas. El instrumento de recolección se utilizaron protocolos, en los que se registraron los resultados logrados de las distintas pruebas realizadas. Los resultados fue que el hormigón simple hechos con cemento tipo V es resistente a los ataques de sulfatos ya que su tasa de disminución es en promedio de 0.59%, 3.06%, para el tipo MS y 21.40% para el tipo I en comparación con las muestras sin contaminación por sulfatos, resulta que es alto. Se concluyó que el hormigón hecho con cemento Portland tipo I con $f'c = 110$ kg/cm² es apto a soportar daños por ataque de sulfatos, lo que produce un gran desgaste de resistencia a la compresión. Por otro lado, el hormigón hecho con cemento Portland tipos MS y V con $f'c = 110$ kg/cm² se comporta mucho mejor frente a los ataques de sulfatos, y la resistencia a los ensayos de compresión no se muestra afectada significativamente.

Vega (2019) tuvo como objetivo en su tesis de investigación, evaluar la relación de resistencia a la compresión del hormigón con aditivo de cemento y el efecto del sulfato. En la parte metodológica es un diseño de aplicado - cuantitativo. Su nivel de investigación es descriptivo. La muestra es igual a la población y está constituida por 120 probetas. El instrumento utilizado fue las fichas de recolección de datos. El resultado fue que se puede demostrar que no existe una disminución en la resistencia de los diferentes tipos de concreto con respecto al valor y duración de la exposición a los sulfatos, logrando un aumento de resistencia del 6.53% para modelos hechas de cemento “UA” que entra en contacto con ellos. Se concluyó que para obtener concreto resistente a la exposición a sulfatos se debe usar cemento adicional para que la estructura cumpla con su existencia útil diseñada.

Asocreto (2022), nos dice que los agentes químicos encontrados en los suelos pueden generar las acciones químicas que son de carácter agresivo y que se expanden, que al estar en contacto de forma directa con el concreto generan posibles anomalías o cambios que podrían ser perjudiciales. Las acciones químicas son uno de los temas más neurálgicos en la industria del concreto. Frecuentemente este tipo de agentes agresivos se distribuyen mediante el ambiente y al interactuar con las sustancias de carácter reactivo del concreto generan variaciones que se observan a través del transcurrir de diversos plazos de tiempo, teniendo en cuenta las condiciones a las que se encuentra regido el material en ese instante. Como reactivos más frecuentes se dan los que contemplan la presencia del CO₂, que al ingresar a una estructura de hormigón se encuentra dañando superficialmente los poros, reduciendo el pH y reaccionando con compuestos alcalinos, provocando que el concreto no pueda recubrir al acero y generando una posible corrosión. También se produce una reducción de cemento en la composición del concreto, lo cual hace mermar su resistencia. Entre las diferentes acciones químicas se encuentran los ataques provenientes de ácidos, la lixiviación, la carbonatación y los ataques de sulfatos.

Agente químico es todo compuesto o elemento singular de carácter químico, El hormigón de las estructuras sufre daños que perjudican a sus propiedades por estar en contacto con agentes como los sulfatos, CO₂, cloruros y en algunas oportunidades por reactivos químicos pertenecientes a la conformación de elementos usados en la mezcla originando daños irreparables que llegarían a restringir la utilidad y el tiempo de vida de las estructuras de concreto.

Los agentes químicos generan agresiones químicas que de acuerdo a Sánchez (2019), son aquellas que están vinculadas con la acumulación de sulfatos y cloruros en el suelo, los cuales pueden resultar perjudiciales para la cimentación de las estructuras a edificarse. El ataque de sulfatos al concreto puede manifestarse de diferentes maneras, dependiendo del ambiente atmosférico al que está expuesto el concreto, porque en el

momento en que los sulfatos ingresan al concreto, se combinan con la pasta de la mezcla, lo que une el concreto y comienza a destruirlo. Además, cuando el sulfato se seca, se forma un nuevo compuesto llamado etringita. Estos nuevos cristales ocupan los huecos y, a medida que se siguen formando, pueden provocar que la pasta se rompa, provocando daños más graves al hormigón. Así mismo al estar expuesta las cimentaciones a soluciones con cloruros, pueden generarse roturas en el concreto, ubicadas en puntos débiles de la capa que cubre al acero.

Según Cruz (2016) una cimentación es aquella parte de una edificación que está directamente contactada con el terreno y logra trasladar las cargas de la estructura al suelo. Una de las cimentaciones más frecuentes son los cimientos corridos. De acuerdo a la Norma E-050 (2018), nos da a entender que los cimientos corridos son aquellas cimentaciones superficiales cuyo resultado de la relación entre la profundidad de cimentación (D_f) y ancho o espesor (B) es como máximo 5, también son llamadas cimentaciones continuas.

Por otro lado, Lengua (2013) afirma que las cimentaciones corridas están hechas principalmente por concreto ciclópeo y su función es trasladar los esfuerzos de la estructura, como por ejemplo muro portante, al suelo. Estos cimientos son como zapatas aisladas alargadas, ya que debido a su gran peralte no necesita diseño al corte, son usadas frecuentemente para cimentar sistemas estructurales de albañilería confinada.

A su vez la durabilidad del concreto de las cimentaciones se puede garantizar conociendo el entorno agresivo. En el ambiente en el que se pueden encontrar los agentes químicos agresivos, principalmente en los suelos. Los suelos son dañinos si están conformados por sustancias que pueden formar disoluciones agresivas.

II. METODOLOGÍA

2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

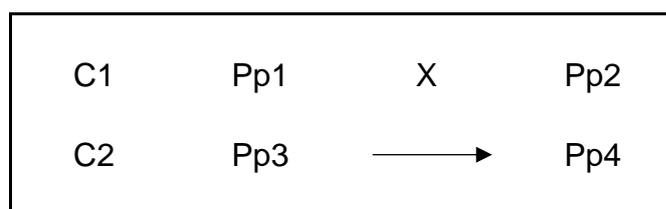
Según Suarez (2023) indica que el tipo de investigación es la forma en que se realiza la investigación en base a aspectos que definen la investigación como nombre, profundidad, objetivos, manejo de muestras y materiales, tipo de conclusiones, manipulación de variables, temporalidad, entre otros.

En este caso, el tipo de investigación que se utilizó es la investigación aplicada que por Álvarez (2020) dice que el propósito de la investigación aplicada es obtener nuevos conocimientos que puedan resolver problemas prácticos. Además, se puede afirmar que es una investigación de tipo experimental.

2.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Según Arias (2021) nos dice que un diseño de investigación es un modelo utilizado por los investigadores para especificar el control de las variables de la investigación.

En la investigación se asumió un diseño de investigación experimental, ya que los investigadores utilizan variables independientes para crear condiciones modificadas en las que se evalúa el efecto de una variable sobre otra variable.



Dónde:

C1: Muestras de suelo que serán sometidas a análisis químico.

C2: Conjunto de especímenes de concreto extraídos de los cimientos corridos.

Pp1 y Pp3: Requisitos de la Normas E.060 y E.050

Pp2 y Pp4: Resultados del impacto de los agentes químicos del suelo en los cimientos corridos.

X: Agentes químicos del suelo.

2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Según Rodríguez (2019) indica que la operacionalización variable consiste en un proceso lógico de descomponer los conceptos bajo estudio para hacerlos menos abstractos y más útiles para el proceso de investigación. Para Oyola (2021) nos dice que la variable es una característica, cualidad o propiedad observada que puede tomar diferentes valores y que puede cuantificarse o medirse fácilmente en una investigación. La presente investigación tendrá 2 variables de estudio, dependiente e independiente.

A) VARIABLE DEPENDIENTE

Para Westreicher (2021) nos dice que una variable dependiente es una variable en un modelo económico o estadístico que se explica por otras variables, las llamamos variables independientes. En este caso nuestra variable dependiente de estudio es agentes químicos de los suelos.

- **DEFINICIÓN CONCEPTUAL**

Es todo compuesto o elemento singular de carácter químico, en estado natura tal como se presenta ya sea en el suelo o en el ambiente. Estos agentes químicos en los suelos pueden originar reacciones negativas y dañinas para el concreto de las futuras cimentaciones.

- **DEFINICIÓN OPERACIONAL**

El agente químico se pretende extraer muestra de suelos al hacer calicatas y realizar los estudios de análisis químicos para identificar los agentes que se encuentran presentes

- **DIMENSIONES**

Composición química

- **INDICADORES**

cloruros, contenido de sulfatos, sales solubles.

- **ESCALA DE MEDICIÓN**

La escala de medición de la presente investigación es de tipo razón.

B) VARIABLE INDEPENDIENTE

Así mismo, Westreicher (2021) nos dice que la variable independiente es aquella cuya diferenciación genera un cambio en la variable dependiente. En este caso nuestra variable independiente de estudio es cimentaciones corridas.

- **DEFINICIÓN CONCEPTUAL**

Según Nelson (2015) nos dice que son cimentaciones de concreto armado que se despliega linealmente en hondura y anchura según la clasificación del suelo. Se utiliza para transferir adecuadamente la carga proporcionada por la estructura del muro de carga.

- **DEFINICIÓN OPERACIONAL**

Se pretende determinar de qué forma impacta en el concreto de los cimientos corridos antes las agresiones químicas generadas por los agentes presentes en el suelo.

- **DIMENSIONES**

Las dimensiones serán las propiedades del concreto para cimentaciones corrida

- **INDICADORES**

Los indicadores serán resistencia a la compresión, carbonatación.

- **ESCALA DE MEDICIÓN**

La escala de medición de la presente investigación es de tipo razón.

2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

2.3.1. POBLACIÓN

Según Ventura (2017) indica que una población es un conjunto de elementos que contienen determinadas propiedades para ser estudiados. Por lo tanto, existen características inductivas entre la población y la muestra, y la expectativa es que la parte observada refleje la realidad; para garantizar las conclusiones extraídas del estudio.

La población se definirá con una cantidad no menor a 5 calicatas, de las cuales se extraerán muestras que serán sometidas a ensayos de análisis químico, cabe resaltar que para el proyecto se necesitara concreto ciclópeo, ya que es propio de una cimentación corrida. Luego se realizarán ensayos de diamantina de acuerdo a la NTP 339.59 (ASTM C42) para extraer muestras de concreto de la cimentación corrida, estas posteriormente serán evaluadas.

- **CRITERIO DE INCLUSIÓN:**

Testigo de concreto en estado endurecido, sin fisuras o daños, sin deformaciones y no defectuosas.

- **CRITERIO DE EXCLUSIÓN:**

Testigo de concreto en estado no endurecido, con fisuras o daños, cuenta con deformaciones o defectuosas.

2.3.2. MUESTRA

De acuerdo con Guzmán (2023), se explica que la muestra constituye un segmento específico en el cual se llevará a cabo la investigación. Existen diversas directrices, como fórmulas y lógica, que permiten determinar la cantidad de elementos que conformarán la muestra. Esta última se define como una porción representativa de la población.

Se analizarán testigos extraídos de concreto ciclópeo, los cuales se enviarán al laboratorio para los ensayos correspondientes. Serán 5 especímenes de concreto los ensayados, mediante esto se podrá verificar la forma en la que impactaría los agentes químicos del suelo en las cimentaciones corridas.

Tabla 1: Muestra para el ensayo análisis químico

Calicata	Profundidad	Cloruros	Sulfatos	Sales Solubles
C - 1	1.50 m			
C - 2	1.50 m			
C - 3	1.50 m			
C - 4	1.20 m			
C - 5	1.20 m			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Muestras extraídas del ensayo de diamantina

Diamantina	Cimiento Corrido	Res. Compresión (F'c)	Carbonatación
D - 1	0.80 x 0.40 m		
D - 2	0.80 x 0.40 m		
D - 3	0.80 x 0.40 m		
D - 4	0.80 x 0.60 m		
D - 5	0.80 x 0.60 m		

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. MUESTREO

Según Guzmán (2023) nos dice que el muestreo es un procedimiento utilizado para elegir mecanismos aleatorios de un conjunto. El muestro radica en un conjunto de reglas, procedimientos y estándares mediante los cuales se escoge un conjunto de elementos de una población que representa lo que está ocurriendo en la población en su conjunto.

La presente investigación se consideró una muestra probabilística, ya que se consideró en función de criterios subjetivos en lugar de una selección aleatoria. En este caso, la selección se basa en las necesidades de investigación y se guía por las normas técnicas E.060 y E.050.

2.3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS

Según la explicación de Arteaga (2022), se señala que la unidad de análisis se define como la medida principal que está siendo investigada en el proyecto de investigación.

Se realizará un análisis de cada muestra de hormigón ciclópeo con el objetivo de evaluar sus características y determinar el

grado de influencia de los agentes químicos presentes en el suelo sobre las cimentaciones corridas. Todas estas muestras cumplen con los estándares establecidos por la norma ASTM C-192.

Según Maiztegui (2021) nos dice que el concreto ciclópeo no es más que una mezcla de esta técnica ancestral y recursos constructivos modernos. La diferencia entre el hormigón de malla simple y el hormigón simple reside básicamente en el tamaño del árido grueso.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

De acuerdo con la afirmación de Arias (2012), se afirma que las técnicas de obtención de datos son diversas maneras de adquirir información. Ejemplos de métodos incluyen observación, encuesta, análisis de documentos y análisis de contenido.

La técnica de observación se empleará, seguida de la documentación de los datos recopilados de acuerdo con los protocolos reconocidos y aceptados, tales como la NTP 339.034 (ASTM C-39), NTP 339.084, NTP 339.079 y NTP 339.59 (ASTM C42). Se utilizará una guía de observación como método de investigación, ya que los ensayos permitirán al investigador abordar preguntas formuladas mediante la observación de características específicas de las muestras. El objetivo es identificar aspectos relevantes. Se realizará inicialmente un análisis químico del suelo destinado a futuras cimentaciones, seguido de la evaluación de cómo afecta a las propiedades y durabilidad de las muestras de concreto ciclópeo cuando están en contacto con agentes químicos.

A) VALIDEZ

Según López, Lalangui, Maldonado y Palmeros (2019) nos indica que la validez es el valor en que un instrumento mide lo que pretende medir. Para lograrlo, el instrumento utilizado debe compararse con un ideal, patrón oro o patrón oro.

Durante el estudio se utilizarán instrumentos aprobados por el laboratorio responsable de las pruebas y de acuerdo con la NTP 339.033:2009 para la recolección de información. Esto se realizará siguiendo las orientaciones proporcionadas por la normativa aplicable

B) CONFIABILIDAD

Según López, Lalangui, Maldonado y Palmeros (2019) indican que es el grado en que un instrumento mide las variables de manera consistente. Esto se logra evaluando la reproducibilidad, que es la buena correlación entre mediciones en diferentes momentos.

2.5. PROCEDIMIENTO

- **Adquisición de insumos:**

En este proceso, se buscarán los materiales esenciales, como el cemento y los agregados, los cuales se adquirirán en las canteras más cercanas, específicamente para la producción del hormigón ciclópeo utilizado en las cimentaciones corridas. Además, se recolectarán muestras del suelo después de realizar calicatas, las cuales serán transportadas al laboratorio correspondiente para su análisis. Se seguirá un orden, comenzando con las muestras de suelo y luego con las de concreto ciclópeo.

- **Ensayos de laboratorio, análisis y procesamiento de datos:**

Se iniciará realizando calicatas en la zona de estudio y así obtener muestras de suelo para realizar su posterior análisis químico. De

esta forma se identificarán los agentes químicos presentes en el área de investigación.

El suelo sobre el que se construye cualquier edificio puede provocar erosión. Este efecto es provocado por la presencia de elementos químicos que actúan sobre el hormigón y las barras de acero con efecto nocivo e incluso destructivo sobre la estructura, principalmente sulfatos y cloruros.

Con los ensayos se podrá determinar si: existe o no, agresividad de los sulfatos al concreto, si se encuentra o no una agresividad de los cloruros al fierro, en caso cuente con acero, y si se presenta o no una agresividad del ataque ácido, en caso el pH del suelo sea menor a 4, al concreto.

Si la mezcla de hormigón se compacta eficazmente tendrá mayor resistencia a cargas, desgaste, impacto, vibraciones, y también será más resistente a los efectos agresivos de cloruros o sulfatos, etc., porque tendrá menos poros de los que puede pasar por las vías de penetración de agentes externos son mínimas.

Posteriormente se tiene planificado realizar ensayos de diamantina de acuerdo a la NTP 339.59 (ASTM C42) para extraer muestras de concreto de la cimentación corrida, estas posteriormente serán evaluadas después de un tiempo de curado al menos de 48 horas, se recopilará y analizará los datos como la resistencia a la compresión, la carbonatación del testigo, para conocer como se ve afectada la durabilidad del concreto de la cimentación corrida. Luego se va proceder a realizar la discusión y finalmente la conclusión del proyecto de investigación.

Tabla 3: Presencia de agentes químicos en el suelo

Presencia en el suelo de:	P.p.m	Grado alteración	Observaciones
Sulfatos	0 – 1000 1000 – 2000 2000 – 200000 >200000	Leve, moderado, severo y muy severo	Ocasiona un ataque químico a la cimentación
Cloruros	>6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras de elementos metálicos
Sales solubles totales	>15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdidas de resistencia de lixiviación

Fuente: Comité 318 - 83 ACI

2.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Según la descripción de Hernández, Fernández y Baptista (2014), se resalta la importancia de tener en cuenta dos aspectos esenciales al analizar datos cuantitativos: en primer lugar, las estadísticas ofrecen una representación cercana a la realidad de los datos, y en segundo lugar, estos datos se interpretan siempre en el contexto específico en el que se encuentran.

Para la presente investigación, los valores obtenidos se evalúan según tablas estandarizadas sin cambios en la información recopilada. El procesamiento de datos, por su parte, se realizará a través de estadísticas, tabulación para relacionarlos con las reglas aplicables y prueba de hipótesis, entre otros. Los resultados de las pruebas de

compresión y flexión se tabularán, compararán e interpretarán en función de los agentes químicos presentes en el suelo. Excel es el software estadístico que se utilizará para manejar tablas y pruebas de medias que muestren similitudes en términos de controles y suma.

2.7. ASPECTOS ÉTICOS

Según Amaya, Berrío y Herrera (2015) indican que los aspectos éticos se pueden considerar como principios básicos de toma de decisiones a considerar en los ambientes científico o profesional a la hora de tomar lo que deben o no hacer ante cualquier contexto que encuentren en la labor profesional.

En este caso, el trabajo de investigación respetará la autoría de los autores e investigadores mencionados en cada etapa del proyecto, así mismo se respetarán sus ideas y análisis del tema, y definitivamente serán citados en cada etapa.

III. RESULTADOS

Según el primer objetivo específico la cual es: Realizar un análisis químico en el suelo de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024

Calicata: C-01

Muestra: M-01 (1.50m.)

Ubicación: Urb. Garatea- II Etapa Mz.3 Calle 2

Tabla 4: Análisis químico del suelo

Muestra	Análisis
	pH
Suelo	7.1

Fuente: Laboratorio KAE Ingeniería

INTERPRETACIÓN: Se observa los resultados del análisis químico del suelo

Calicata: C-01

Muestra: M-01 (1.50m.)

Ubicación: Urb. Garatea- II Etapa Mz.3 Calle 2

Tabla 5: Muestra de calicata "C-01"

Muestra	Análisis		
	Sales totales Ppm	Cloruros Ppm Cl	Sulfatos Ppm SO4
Suelo	1251	149.37	203.493

Fuente: Laboratorio KAE Ingeniería

INTERPRETACIÓN: Se observa los resultados de los análisis químicos de la muestra de la calicata "C-1"

Calicata: C-02

Muestra: M-02 (1.50m.)

Ubicación: Urb. Garatea – Pasaje 18

Tabla 6: Muestra de calicata "C-02"

Muestra	Análisis		
	Sales totales Ppm	Cloruros Ppm Cl	Sulfatos Ppm SO4
Suelo	1198	141.24	192.354

Fuente: Laboratorio KAE Ingeniería

INTERPRETACIÓN: Se observa los resultados de los análisis químicos de la muestra de la calicata "C-2"

Calicata: C-03

Muestra: M-03 (1.20m.)

Ubicación: Urb. Garatea – II Etapa Calle 7

Tabla 7: Muestra de calicata "C-03"

Muestra	Análisis		
	Sales totales Ppm	Cloruros Ppm Cl	Sulfatos Ppm SO4
Suelo	1376	175.24	251.96

Fuente: Laboratorio KAE Ingeniería

INTERPRETACIÓN: Se observa los resultados de los análisis químicos de la muestra de la calicata "C-3"

Calicata: C-04

Muestra: M-04 (1.50m.)

Ubicación: Urb. Garatea – II Etapa Pasaje 18

Tabla 8: Muestra de calicata "C-04"

Muestra	Análisis		
	Sales totales Ppm	Cloruros Ppm Cl	Sulfatos Ppm SO4
Suelo	1308	155.98	201.857

Fuente: Laboratorio KAE Ingeniería

INTERPRETACIÓN: Se observa los resultados de los análisis químicos de la muestra de la calicata "C-4"

Calicata: C-05

Muestra: M-05 (1.20m.)

Ubicación: Urb. Garatea – II Etapa Mz. 3 Pasaje 17

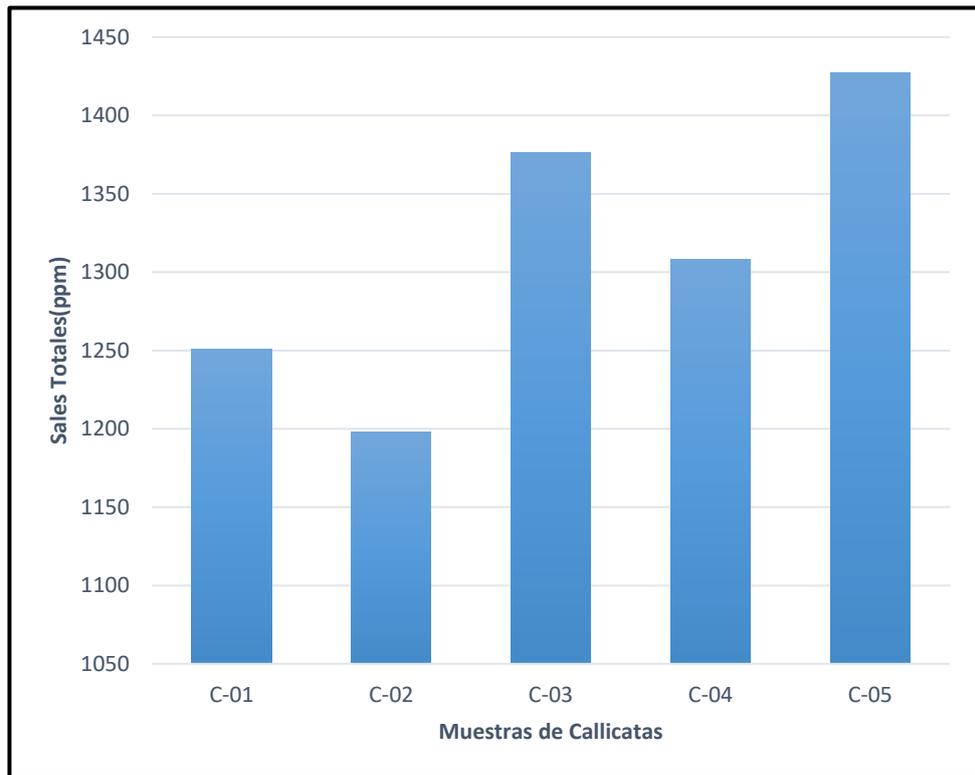
Tabla 9: Muestra de calicata "C-05"

Muestra	Análisis		
	Sales totales Ppm	Cloruros Ppm Cl	Sulfatos Ppm SO4
Suelo	1427	182.46	259.18

Fuente: Laboratorio KAE Ingeniería

INTERPRETACIÓN: Se observa los resultados de los análisis químicos de la muestra de la calicata "C-5"

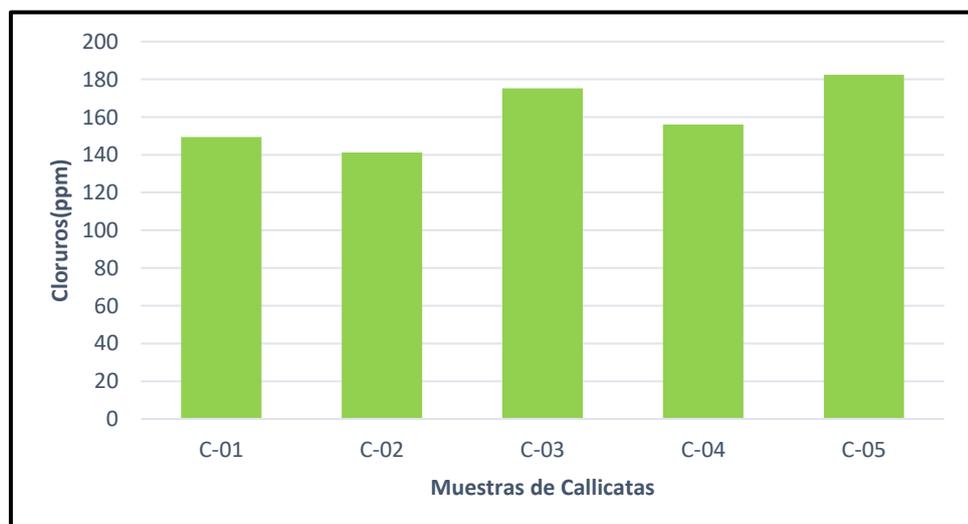
Figura 1: Contenido de sales totales en muestra de suelo



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Se observa en el gráfico de barras el contenido de sales totales por cada muestra de suelo.

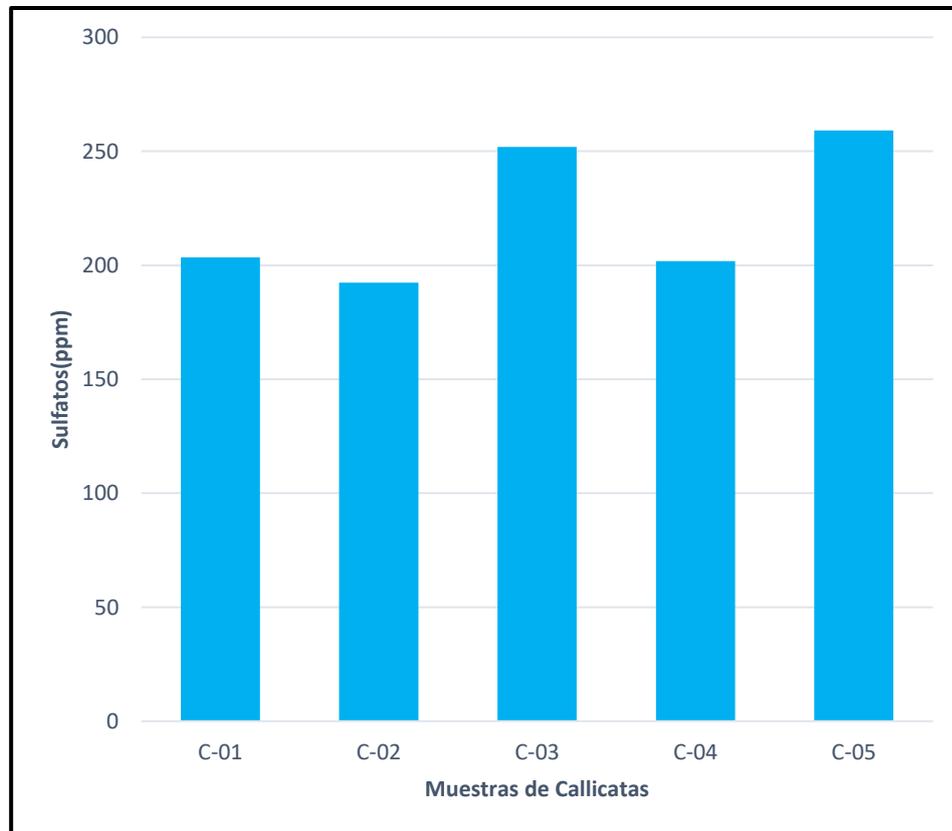
Figura 2: Contenido de Cloruros en muestra de suelo



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Se observa en el gráfico de barras el contenido de Cloruros por cada muestra de suelo.

Figura 3: Contenido de Sulfatos en muestra de suelo



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Se observa en el gráfico de barras el contenido de Sulfatos por cada muestra de suelo.

En cuanto al segundo objetivo específico se buscó determinar la resistencia a la compresión de las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024

Tabla 10: Ensayo de resistencia a la compresión

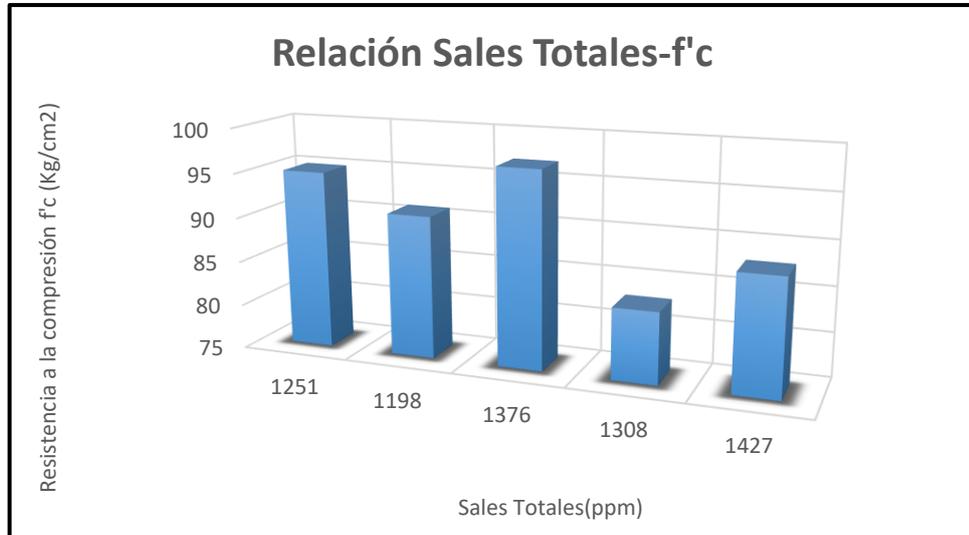
N°	Identificación de muestras	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Relación Alt. /Diam.	Factor de corrección (Alt. /Diam.)	Lectura de carga (Kgf)	Lectura corregida (Kgf)	F'c (Kg/cm2)
01	D-01 CIMIENTO CORRIDO	7.40	14.73	1.99	1.00	4280	4074	95
02	D-02 CIMIENTO CORRIDO	7.44	14.03	1.89	0.99	4070	4000	91
03	D-03 CIMIENTO CORRIDO	7.39	14.84	2.01	1.00	4220	4150	97
04	D-04 CIMIENTO CORRIDO	7.51	11.71	1.56	0.96	3890	3819	83
05	D-05 CIMIENTO CORRIDO	7.45	14.96	2.01	1.00	3910	3839	88

Fuente: Laboratorio KAE Ingeniería

INTERPRETACIÓN: Se observa en la tabla la resistencia a la compresión de los núcleos de Diamantina

Con respecto al tercer objetivo específico se buscó evaluar las cimentaciones corridas respecto al contenido de agentes químicos de los suelos de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024

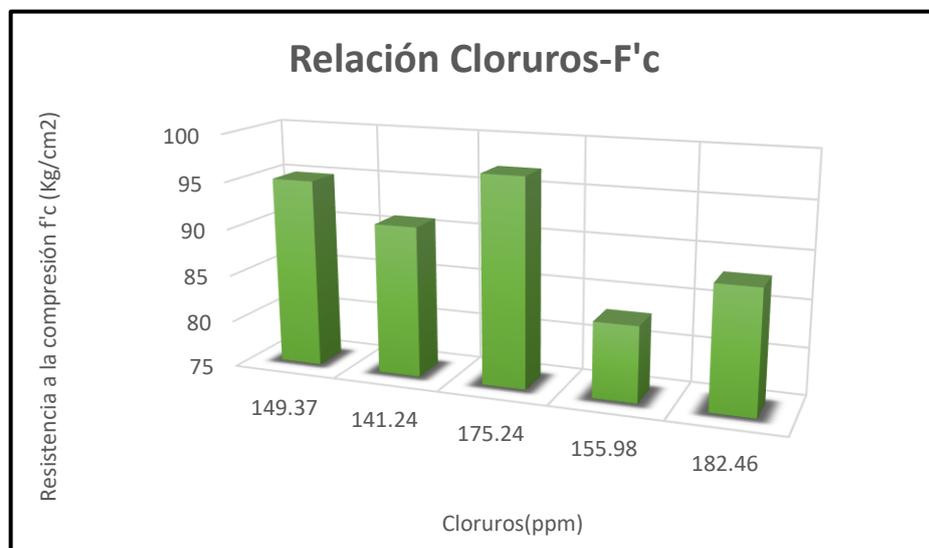
Figura 4: Relación de sales totales - resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Se observa en el gráfico la relación entre las sales totales de las muestras de suelo y la resistencia de cada núcleo diamantino extraído de los cimientos corridos.

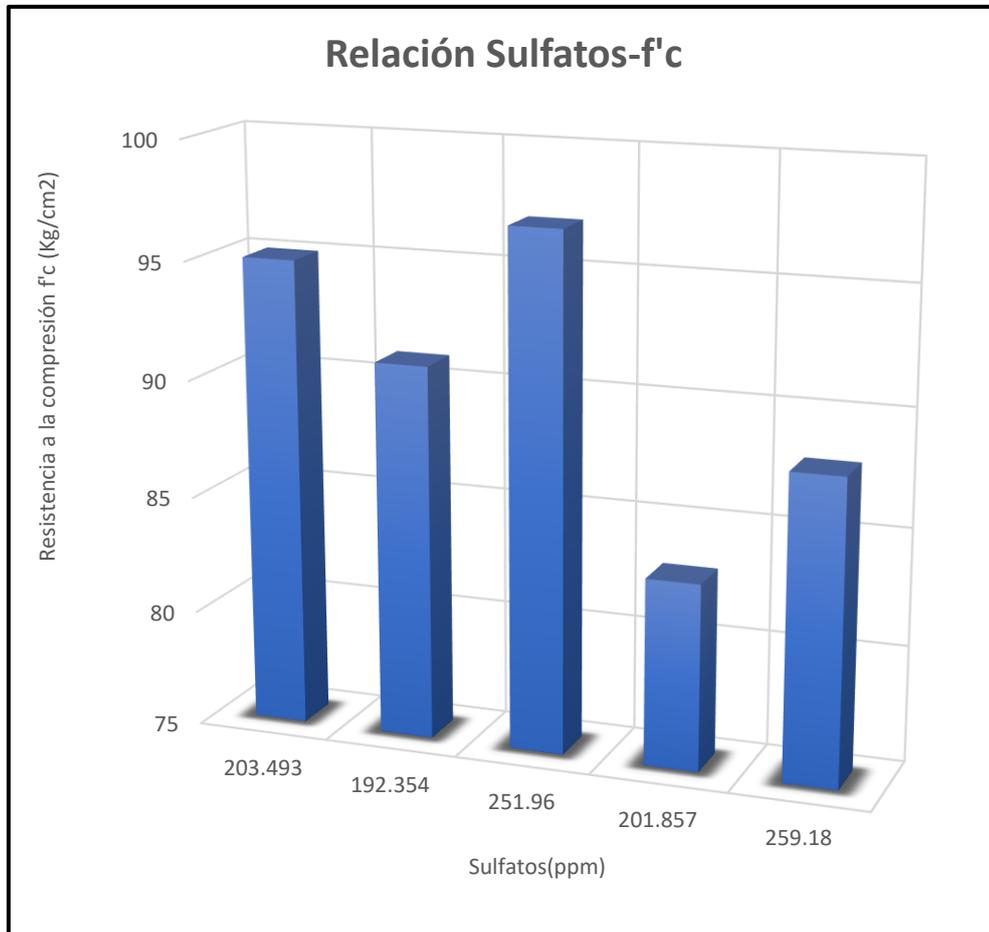
Figura 5: Relación de cloruros - resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Se observa en el gráfico la relación entre los Cloruros de las muestras de suelo y la resistencia de cada núcleo diamantino extraído de los cimientos corridos

Figura 6: Relación de sulfatos - resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Se observa en el gráfico la relación entre los Sulfatos de las muestras de suelo y la resistencia de cada núcleo diamantino extraído de los cimientos corridos

Finalmente, respecto al cuarto objetivo específico la cual es: Evaluar el deterioro del concreto de las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024

Tabla 11: Ensayo de carbonatación

Identificación	Tipo de medida	Profundidad de carbonatación dk (mm)	Coloración	Observaciones
D – 01 Cimiento corrido	A	0.00	Rosa - Púrpura (pH > 9.5)	No Presenta Penetración Regular, Irregular y/o Singular
D – 02 Cimiento corrido	A	0.00	Rosa - Púrpura (pH > 9.5)	No Presenta Penetración Regular, Irregular y/o Singular
D – 03 Cimiento corrido	A	0.00	Rosa - Púrpura (pH > 9.5)	No Presenta Penetración Regular, Irregular y/o Singular
D – 04 Cimiento corrido	A	0.00	Rosa - Púrpura (pH > 9.5)	No Presenta Penetración Regular, Irregular y/o Singular
D – 05 Cimiento corrido	A	0.00	Rosa - Púrpura (pH > 9.5)	No Presenta Penetración Regular, Irregular y/o Singular

Fuente: Laboratorio KAE Ingeniería

INTERPRETACIÓN: Se observa en el gráfico los ensayos de carbonatación en las muestras de cada núcleo diamantino extraído de los cimientos corridos

IV. DISCUSIÓN

En esta investigación se identificó los agentes químicos del suelo mediante un análisis en el lugar de estudio, en el que se determinó el contenido de sales totales, cloruros y sulfatos que presentaban las 5 muestras que se tomaron a través de la realización de calicatas. También se llevó a cabo extracción de 5 especímenes de concreto de cimientos corridos mediante el ensayo de diamantina (NTP 339.059), que posteriormente fueron sometidas a compresión.

Se propuso como primer objetivo específico realizar un análisis químico en el suelo de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024, para determinar el contenido de agentes químicos presente ya que estos de acuerdo a Sánchez (2019) pueden generar, si se encuentran en exceso, ataques que están vinculados con la acumulación de sulfatos y cloruros en el suelo, los cuales pueden resultar perjudiciales para la cimentación de las estructuras a edificarse debido a que estas se encuentran en contacto directo con el terreno. El ataque de sulfatos al concreto puede manifestarse de diferentes maneras, dependiendo del ambiente atmosférico al que está expuesto el concreto, porque en el momento en que los sulfatos ingresan al concreto, se combinan con la pasta de la mezcla, lo que une el concreto y comienza a destruirlo. Además, cuando el sulfato se seca, se forma un nuevo compuesto llamado etringita. Estos nuevos cristales ocupan los huecos y, a medida que se siguen formando, pueden provocar que la pasta se rompa, provocando daños más graves al hormigón. Teniendo en cuenta esto, como ya se había mencionado, en este proyecto se sometió a un análisis químico a 5 muestras de suelo derivadas de la excavación de calicatas en el área de estudio. Se obtuvo, con respecto al contenido de sales totales encontradas: 1251 ppm en la muestra C-01, 1198 ppm en la muestra C-02, 1376 ppm en la muestra C-03, 1308 ppm en la muestra C-04 y 1427 ppm en la muestra C-05. Al haber sido las sales totales valores menores a 15 000 ppm no resultara perjudicial para la estructura de concreto. Así mismo, con respecto al contenido de cloruros encontrados:

149.37 ppm en la muestra C-01, 141.24 ppm en la muestra C-02, 175.24 ppm en la muestra C-03, 155.98 ppm en la muestra C-04 y 182.46 ppm en la muestra C-05. Al haber sido los cloruros valores entre 0 a 1000 ppm, esto representa un grado de alteración leve para ocasionar un ataque químico a la cimentación. Por otro lado, con respecto al contenido de sulfatos encontrados: 203.493 ppm en la muestra C-01, 192.354 ppm en la muestra C-02, 251.95 ppm en la muestra C-03, 201.857 ppm en la muestra C-04 y 259.18 ppm en la muestra C-05. Al haber sido los cloruros valores menores a 6000 ppm, no resultara perjudicial para la estructura de concreto. En concordancia con esto, pero con otras unidades de medida, Jiménez y Lozano (2018) concluyeron en su estudio que la combinación de cloruro y sulfato que mayor influencia posee en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto es la zona correspondiente a la Playa Blanca, ubicada en Bolívar Cartagena, con su concentración de cloruro fue de 20,450. g/L, sulfato 2623.6 g/L y el de Bahía Concha ubicado en Santa Marta Magdalena, con concentración de cloruro 28281.3 g/L, sulfato 2646 g/L, demostrando la influencia directa de esta sustancia afecta las propiedades del concreto.

En cuanto al segundo objetivo específico se buscó determinar la resistencia a la compresión de las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024, mediante la extracción de 5 núcleos diamantinos que serán sometidos a rotura para evaluar esta propiedad de la estructura de concreto expuesta a los suelos del área de investigación. En base a esto Vega (2019) demostró en su estudio que evaluar la relación de resistencia a la compresión del hormigón con aditivo de cemento y el efecto del sulfato. La muestra fue igual a la población y estuvo constituida por 120 probetas. El instrumento utilizado fue las fichas de recolección de datos. El resultado fue que se puede demostrar que no existe una disminución en la resistencia de los diferentes tipos de concreto con respecto al valor y duración de la exposición a los sulfatos, logrando un aumento de resistencia del 6.53% para modelos hechas de cemento “UA” que entra en contacto con ellos.

En relación a esto, en el presente estudio se evaluó los especímenes de concreto del cimiento corrido extraídos mediante el ensayo de diamantina sometiéndolos al ensayo de resistencia a la compresión. Se obtuvo, con respecto al ensayo de resistencia a la compresión, 95 kg/cm² en el núcleo diamantino D-01, 91 kg/cm² en el núcleo diamantino D-02, 97 kg/cm² en el núcleo diamantino D-03, 83 kg/cm² en el núcleo diamantino D-04 y 88 kg/cm² en el núcleo diamantino D-05. Las cuales resultaron levemente menor a la resistencia del cimiento corrido $f'_c=100$ kg/cm². En relación a esto Romero (2020) en su tesis tuvo como objetivo de investigación, examinar el efecto del ataque de sulfatos sobre la resistencia a la compresión del Hormigón $f'_c=110$ kg/cm² para cimentaciones hechos con cemento: Portland tipos I, MS y V. Aquí se realizó 108 probetas, a diferencia de la presente investigación que tomo muestras de concreto endurecido. Al igual que en este estudio se aplicaron instrumentos de recolección de datos, en los que se registraron los resultados logrados de las distintas pruebas realizadas. Los resultados muestran que el cimiento es resistente a los ataques de sulfatos ya que su tasa de disminución es en promedio de 0.59%, 3.06%, para el tipo MS y 21.40% para el tipo I en comparación con las muestras sin contaminación por sulfatos, resulta que es alto. Se concluyó que el hormigón hecho con cemento Portland tipo I con $f'_c = 110$ kg/cm² es apto a soportar daños por ataque de sulfatos, lo que produce un gran desgaste de resistencia a la compresión. Por otro lado, el hormigón hecho con cemento Portland tipos MS y V con $f'_c = 110$ kg/cm² se comporta mucho mejor frente a los ataques de sulfatos, y la resistencia a los ensayos de compresión no se muestra afectada significativamente.

Con respecto al tercer objetivo específico se buscó evaluar las cimentaciones corridas respecto al contenido de agentes químicos de los suelos de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024. En base a esto Pozo (2020) tuvo como objetivo de investigación evaluar las propiedades físicas - químicas de los suelos en la ciudad de Marcona con fines básicos para mejorar la durabilidad del concreto. El contacto con

suelos estructurales da resultados de propiedades químicas, y los ensayos de contenido de sulfatos solubles permiten determinar la clase de cemento adecuado para luchar la presencia de sulfatos en el suelo. Se concluyó, en resumen, que las propiedades físicas y químicas proporcionan información sobre cómo instituir contacto suelo-estructura y contrarrestar un posible ataque de sulfatos. Así, se puede decir que estos afectan la durabilidad del hormigón. En la presente investigación, de acuerdo a las figuras 4,5 y 6 se plasmó gráficamente un contraste entre la resistencia a la compresión de los núcleos extraídos del cimiento corrido los cuales fueron 95 kg/cm² en el núcleo diamantino D-01, 91 kg/cm² en el núcleo diamantino D-02, 97 kg/cm² en el núcleo diamantino D-03, 83 kg/cm² en el núcleo diamantino D-04 y 88 kg/cm² en el núcleo diamantino D-05. Estos relacionados respectivamente con el contenido de sales totales (1251 ppm en la muestra C-01, 1198 ppm en la muestra C-02, 1376 ppm en la muestra C-03, 1308 ppm en la muestra C-04 y 1427 ppm en la muestra C-05), cloruros(149.37 ppm en la muestra C-01, 141.24 ppm en la muestra C-02, 175.24 ppm en la muestra C-03, 155.98 ppm en la muestra C-04 y 182.46 ppm en la muestra C-05) y sulfatos(203.493 ppm en la muestra C-01, 192.354 ppm en la muestra C-02, 251.95 ppm en la muestra C-03, 201.857 ppm en la muestra C-04 y 259.18 ppm en la muestra C-05) analizados de cada una de las 5 muestras de suelo extraídas del lugar de estudio. En concordancia a esto, en otro estudio, Chacón (2018) evaluó la relación entre la corrosión y la exposición a sulfatos de concreto con resistencia $w/c=0.60$, $w/c=0.55$ y $w/c=0.50$ y concentraciones de sulfato de 1400 mg/l, 9500 mg/l y 50 mg/LT, en tiempos de absorción de 14 días, 21 días y 28 días. Su metodología, el diseño de investigación es descriptivo, la muestra es idéntica a la población y está conformada por 108 probetas, los resultados obtenidos fueron que las muestras con una relación agua/cemento = 0,60 exhiben un deterioro químico más rápido que las muestras con las otras dosificaciones. Nuevamente, esto puede probar en la tensión de compresión del material y se muestra en los gráficos obtenidos de la prueba de resistencia a la penetración y la prueba de pérdida de peso. Se

concluyó que al sumergir muestras con relación agua-cemento de 0.60, 0.55 y 0.50 en diferentes contenidos de sulfato, se encontraron cambios en los ensayos de roturas. Así también Osorio (2019) en su investigación examinó el efecto de la nano sílice en la durabilidad del hormigón sometido a reacción química de sulfatos en la costa del distrito de Av. 2 de Mayo, Ancón, el diseño de la investigación es experimental - aplicada, de nivel descriptivo - explicativo, la unidad de análisis fue el concreto, la población de estudio fueron probetas, la muestra fue 56 probetas con nano sílice, los principales instrumentos empleados fueron la observación sistemática y los laboratorios la cual se hicieron los ensayos. El principal resultado fue que, la nano sílice tiene una influencia efectiva en la durabilidad del concreto cuando se expone a las reacciones químicas de los sulfatos en el agua de mar. Esto indica que la cantidad extra de adición de nano sílice (HP-300) es 1,0% N.S. Se concluyó que esta es la dosificación óptima para concreto expuesto a cargas severas, como agua de mar que contiene una alta proporción de sulfatos.

Para el cuarto objetivo específico se buscó evaluar el deterioro del concreto de las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024. Esto sometiendo a ensayos de carbonatación a los núcleos diamantinos que se extrajeron de las cimentaciones corridas, para verificar si el concreto se encuentra en estado óptimo o carbonatado. En base a esto, Asocreto (2022), nos dice que los agentes químicos encontrados en los suelos pueden generar las acciones químicas que son de carácter agresivo y que se expanden, que al estar en contacto de forma directa con el concreto. Frecuentemente este tipo de agentes agresivos se distribuyen mediante el ambiente y al interactuar con las sustancias de carácter reactivo del concreto generan variaciones que se observan a través del transcurrir de diversos plazos de tiempo, teniendo en cuenta las condiciones a las que se encuentra regido el material en ese instante. Como reactivos más frecuentes se dan los que contemplan la presencia del CO₂, que al ingresar a una estructura de hormigón se encuentra dañando superficialmente los poros, reduciendo

el pH y reaccionando con compuestos alcalinos, provocando que el concreto no pueda recubrir al acero y generando una posible corrosión. También se produce una reducción de cemento en la composición del concreto, lo cual hace mermar su resistencia. Entre las diferentes acciones químicas se encuentran las por carbonatación. Teniendo en cuenta esto, en la presente investigación se realizó el ensayo de carbonatación a los cinco núcleos diamantino que se extrajeron del cimiento corrido el cual nos dios como resultado al aplicar la fenolftaleína que las muestras estaban en estado óptimo sin presentar deterioro debido a la coloración rosa-púrpura que se observó en todos los especímenes. Esto significó que el pH de los testigos en cuestión era mayor a 9.5 y por lo tanto aún se trataba de un concreto sano y no presentaba profundidad de carbonatación. En concordancia con esto, en su investigación Apaza (2020) también muestra un concreto sano ante presencia de agentes químicos, ya que tuvo como principales resultados que la durabilidad de la muestra de concreto se determinó de manera similar al concreto usando ceniza de bagazo, es por eso que se concluyó que el hormigón producido con 5%, 10% y 15% de CBCA no mostró cambios respecto al hormigón estándar. En resumen, las cuatro mezclas resistieron la prueba de durabilidad frente al ataque acelerado de un agente agresivo y demostraron que las muestras permanecieron inalteradas y sin pérdida de peso a lo largo de las pruebas cualitativas. Teniendo en común esto con los resultados de la presente investigación que el concreto, según el ensayo de carbonatación, no sufrió deterioro que afecte a su durabilidad, ya que estuvo en contacto con suelos de leve contenido de agentes químicos que en exceso pueden ser agresivos.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que los agentes químicos de los suelos impactan levemente, pero no de manera negativa, a las cimentaciones corridas en lo que respecta a durabilidad y deterioro del concreto.
- Se realizó un análisis químico del suelo en el lugar predeterminado de estudio, dio como resultado que el contenido de sales totales era no perjudicial (<15000 ppm), el de cloruros no perjudicial (<6000 ppm), y el contenido de sulfatos era de grado alteración leve (0 a 1000 ppm).
- Se determinó la resistencia a la compresión de los núcleos diamantinos extraídos de las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, presentando estas un $f'c$ ligeramente menor al de 100 kg/cm².
- Se evaluó las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, respecto al contenido de agentes químicos (Sales totales, cloruros y sulfatos) de los suelos, contrastando la resistencia de los núcleos diamantinos con cada una de estas.
- Se evaluó el deterioro del concreto de las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, mediante el ensayo de carbonatación, comprobando que aún se conserva su estado óptimo al dar coloración rosa-púrpura evidenciando así que el proceso de carbonatación todavía no afecta, por lo tanto, se trata de un concreto sano y con un pH adecuado (>9.5)

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda concientizar a la población de la Urb. Garatea - II Etapa a realizar el debido estudio de mecánica de suelos para las cimentaciones de sus futuras edificaciones, ya que la mayoría de viviendas son consecuencia de la autoconstrucción.
- Se recomienda evaluar las propiedades químicas del suelo en los que se pretende cimentar, para así tener conocimiento de las posibilidades que existen de producirse patologías de este origen, que puedan dañar a la estructura.
- Se recomienda usar cemento tipo V (Alta resistencia a sulfatos) en la elaboración de concreto para cimentaciones, para tomar precauciones sobre los posibles efectos adversos que se puedan generar en el concreto al estar en contacto con el suelo.
- Se recomienda colocar polietileno (plástico) antes de las cimentaciones para aislarlas del terreno de fundación, como medida de prevención, en caso se presenten agentes agresivos que puedan dañarlo.
- Se recomienda que se tenga en cuenta los criterios técnicos adecuados de acuerdo a las normativas vigentes, para obtener cimentaciones con durabilidad y vida útil garantizada

REFERENCIAS

- AKBARZADEH KASANI, H. y HAMIDZADEH, N., 2018. Geochemistry of ground and groundwater pertinent to chemical attacks mitigation on concrete foundations; A case study of the city of Rasht, northern Iran. *Geotechnical and geological engineering* [en línea], vol. 36, no. 1, ISSN 0960-3182. DOI 10.1007/s10706-17-0315-8. [consulta: 14 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10706-017-0315-8>.
- AL-DEEWAN, H., ALMOHAMMAD-ALBAKKAR, M., KHUDHAIR, H. y AL-WADI, W., 2024. Assessing the impact of composite salt-contaminated groundwater on compressive strength of concrete foundations: A case study in Basra, Iraq. *Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ)* [en línea], vol. 29, no. 1, ISSN 2220-1270. DOI 10.33899/rengj.2023.141945.1270. [consulta: 14 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33899/rengj.2023.141945.1270>
- ÁLVAREZ, A., 2020. Clasificación de las investigaciones. Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Carrera de Negocios Internacionales [en línea]. [consulta: 8 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>
- AMAYA, L., Berrío, G., Herrera, W., 2015. Principios éticos Artículo de Referencia. *Eticapsicologica.org* [en línea]. [consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: <https://eticapsicologica.org/index.php/documentos/articulos/item/38-articulo-de-referencia-principios-eticos>.
- APAZA, D., 2018. Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBCA) con cemento portland, ante agentes agresivos. [en línea]. [consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13084/2157>

- ARIAS, F.G., 2012. *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta. Edición.* S.I.: FIDIAS G. ARIAS ODÓN. ISBN 9789800785294. [en línea]. [consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- ARIAS, J. y COVINOS, M., 2021. *Diseño y metodología de la investigación.* Perú. ISBN: 978-612-48444-2-3. [en línea]. [consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>
- ASOCRETO, 2022. 5 ACCIONES QUÍMICAS QUE DETERIORAN EL CONCRETO. 360 EN CONCRETO [en línea]. [consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/5-acciones-quimicas-que-deterioran-el-concreto/>.
- CARRETERO-AYUSO, M.J. y PINHEIRO-ALVES, M.T., 2021. Classification of the most common pathology processes in foundation slabs: Learning from failures. *Engineering failure analysis* [en línea], vol. 127, no. 105537, ISSN 1350-6307. DOI 10.1016/j.engfailanal.2021.105537. [consulta: 12 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105537>.
- CASAS, J. Evaluación de la corrosión mediante técnicas electroquímicas en el acero de refuerzo del concreto en un ambiente acuoso con cloruro y sulfato. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Modalidad trabajo de grado, 2010. 98 p. [en línea]. [consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/2113a923-5618-4067-b466-720230e36c85/content>

- CEUPE. 2022. ¿Qué son los Agentes Químicos? *Ceupe.pe* [en línea]. [consulta: 8 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.ceupe.pe/blog/que-son-los-agentes-quimicos.html>.
- CHACÓN, M., 2018. Estudio de la corrosión del concreto de mediana resistencia por efecto de los sulfatos utilizando cemento Quisqueya tipo I – Lima 2018. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Lima: Universidad César Vallejo. [en línea]. [consulta: 20 octubre 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25013/Chac%c3%b3n_QMJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CRUZ, N., 2016. Análisis geotécnico y propuesta de cimentaciones sobre rellenos en la zona nor–oeste de la Ciudad de Juliaca (Tesis de Posgrado), Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca, Perú. [en línea]. [consulta: 20 octubre 2023]
- DELGADO, J.M.P.Q., SILVA, F.A.N., AZEVEDO, A.C., MAHFOUD, T., KHELIDJ, A. y NASCIMENTO, N., 2022. Diagnosis and assessment of deep pile cap foundation of a tall building affected by internal expansion reactions—case study. *Building Pathology and Rehabilitation*. Cham: Springer International Publishing, pp. 103–124. ISBN 9783030804954. [consulta: 16 mayo 2024] Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-80496-1_7
- ELSAWY, M.B.D. y LAKHOUIT, A., 2020. A review on the impact of salinity on foundation soil of coastal infrastructures and its implications to north of Red Sea coastal constructions. *Arabian journal of geosciences* [en línea], vol. 13, no. 13, ISSN 1866-7511. DOI 10.1007/s12517-020-05601-6. [consulta: 16 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-020-05601-6>.

- GUCKERT, G. y SCHONS, A.N., 2021. Patologia em fundações: Estudo de caso acerca do adensamento do solo nas laterais de uma edificação. Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação das Construções. S.I.: Universidade Federal do Ceará. [consulta: 14 mayo 2024] Disponible en: <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/CINPAR.2021.140>
- GUZMÁN, N., 2023. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO. *Emprendedores artistas y creativos* [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: <https://emprendedoresartistasycreativos.com/poblacion-muestra-y-muestreo/>.
- HERNANDEZ SAMPIERI, R., 2006. *Metodologia de La Investigacion*. S.I.: McGraw-Hill Companies. ISBN 9789701057537. [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- JIMÉNEZ, K., LOZANO, H., 2018. Análisis de la influencia de sulfatos y cloruros en el deterioro de estructuras en concreto en zonas costeras del atlántico colombiano. [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/a25ea417-95ae-4da6-82ef-32ecc78a374a/content>
- LENGUA, M. 2013. Procedimientos constructivos erróneos en edificios de concreto armado. Tesis para optar al Grado de Magister en Ingeniería Civil. Lima: PUCP. [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023].

- LÓPEZ, R., LALANGUI, J., MALDONADO, A., PALMERO, D. (2019). Validación de un instrumento sobre los destinos turísticos para determinar las potencialidades turísticas en la provincia de El Oro, Ecuador. *Universidad y Sociedad*. [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1197/1245>
- MACHADO, A.M.L., BABADOPULOS, L.F. de A.L. y CABRAL, A.E.B., 2023. Casting plan for a mass concrete foundation of a high-rise building for avoiding DEF and shrinkage cracking. *Journal of building pathology and rehabilitation* [en línea], vol. 8, no. 1, ISSN 2365-3159. DOI 10.1007/s41024-023-00294-2. [consulta: 12 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s41024-023-00294-2>.
- MAIZTEGUI, B., 2021. ¿Qué es el hormigón ciclópeo? Diversos usos y aplicaciones en obras de arquitectura. *ArchDaily Perú* [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.archdaily.pe/pe/962231/que-es-el-hormigon-ciclopeo-diversos-usos-y-aplicaciones-en-obras-de-arquitectura>.
- MAKHLOUF, A., ANWAR, M. y EMARAH, D., 2023. Performance of Portland Cement and Sulfate Resisting Cement Concretes against Chloride Attack under different curing Methods. *Sohag Engineering Journal* [en línea], vol. 0, no. 0, ISSN 2735-5896. DOI 10.21608/sej.2023.177615.1027. Disponible en: https://sej.journals.ekb.eg/article_278687_f7e428d6dcf10b11feb39854dd568b6f.pdf.
- MERAH, A., 2021. A case study of foundation failure of a residential building: From diagnosis to reparation. *Journal of Building Materials and Structures* [en línea], vol. 8, no. 1, ISSN 2600-6936. DOI

10.34118/jbms.v8i1.772. [consulta: 13 mayo 2024] Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.34118/jbms.v8i1.772>.

- MUNARETTO COPETTI, M., PANNO, P., SANTOS, C.C., JOHANN KÜLZER, P.N. y MÜLLER, L., 2020. Estudo de mitigação pelo método acelerado de reatividade álcali-agregado em concretas para fundações de subestações e linhas de transmissão no norte de Minas Gerais. >Congresso Brasileiro de Patologia das Construções. S.I.: Associação Brasileira de Patologia das Construções. [consulta: 12 mayo 2024] Disponible en:
<https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/CBPAT.2020.192>
- NELSON, S.I.T., 2015. Tipos de cimentación y descripciones. *Eadic* [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: <https://eadic.com/blog/entrada/tipos-de-cimentacion-descripciones/>.
- OSORIO, K., 2020. Influencia de la nano sílice en la durabilidad del concreto sometido a las reacciones químicas de sulfatos en la zona costera de la Avenida 2 de mayo distrito de Ancón, Lima – 2019. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Lima: Universidad César Vallejo. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48775/Osorio_PKN-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OYOLA-GARCÍA, A.E., 2021. La variable. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo* [en línea], vol. 14, no. 1, [consulta: 21 octubre 2023]. ISSN 2227-4731. DOI 10.35434/rcmhnaaa.2021.141.905. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-47312021000100016.

- POZO, P., 2020. Analizar las características físicas y químicas de suelos sulfatados con fines de cimentación ara mejorar la durabilidad del concreto – Nazca 2019. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil.Lima: Universidad César Vallejo. [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57536>
- RAMEZANIANPOUR, A.A. y RIAHI DEHKORDI, E., 2017. *Effect of combined sulfate-chloride attack on concrete durability-A review* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: https://ajce.aut.ac.ir/article_2725_e9b084e27cd5e6c854a485d8e3d91a7e.pdf.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. *Norma G.060: Concreto Armado*. 2006. [en línea]. [consulta: 21 de octubre 2023]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619713-e-060-concreto-armado-ds-n-010-2009>
- ROMERO, E., 2020. Resistencia a la compresión del concreto al ataque de sulfatos en cimientos corridos elaborados con cementos TIPO I, MS y V – Cajamarca – 2020. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil.Lima: Universidad César Vallejo. [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29794/Tesis_%20Efra%c3%adn%20Romero%20Cerqu%c3%adn.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SALAMONI, N. y ROHDEN, A.B., 2022. Durability analysis of concrete foundations exposed to external sulfate attacks in the south of Santa Catarina, Brazil. *Journal of building pathology and rehabilitation* [en línea], vol. 7, no. 1, ISSN 2365-3159. DOI

10.1007/s41024-022-00205-x. [consulta: 14 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s41024-022-00205-x>.

- SÁNCHEZ, E., 2022. Análisis de la exposición de cimentaciones al ataque químico por sulfatos en el suelo de la parroquia de San Gerardo, Riobamba. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Lima: PUCP. [en línea]. [consulta: 22 octubre 2023]. Disponible en: http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8810/3/3.%20Trabajo%20de%20Investigai%C3%B3n%20-%20ESTEBAN%20S%C3%81NCHEZ-signed-signed-signed-signed_045801.pdf
- SANCHEZ, I., 2019. Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Huamanmarca (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5045/T010_44984831_T.pdf?sequence=1.
- SHAO, W. y SHI, D., 2021. Probabilistic analysis of the durability of piles with microcracks under chloride attack. International journal of concrete structures and materials [en línea], vol. 15, no. 1, ISSN 1976-0485. DOI 10.1186/s40069-021-00478-5. [consulta: 11 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40069-021-00478-5>.
- SHAO, W., HE, L., SHI, D. y LI, L., 2023. Seismic vulnerability assessment of deteriorating pile foundations in marine environments. Geotechnical and geological engineering [en línea], vol. 41, no. 4, ISSN 0960-3182. DOI 10.1007/s10706-023-02409-5. [consulta: 12 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10706-023-02409-5>

- SINGH, D. y SINGLA, S., 2024. Effect of chloride and sulphate attack in concrete containing biomass ash and silica fumes. *Iranian Journal of Science and Technology Transactions of Civil Engineering* [en línea], vol. 48, no. 2, ISSN 2228-6160. DOI 10.1007/s40996-023-01332-2. [consulta: 16 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40996-023-01332-2>.
- SOCIÉ, A., DUBOIS, F., MONERIE, Y., NEJI, M. y PERALES, F., 2023. Simulation of internal and external sulfate attacks of concrete with a generic reactive transport-poromechanical model. *European journal of environmental and civil engineering* [en línea], vol. 27, no. 12, ISSN 1964-8189. DOI 10.1080/19648189.2022.2146317. [consulta: 15 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/19648189.2022.2146317>.
- SUÁREZ, E., 2023. Tipos de investigación y su clasificación. *Experto Universitario* [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: <https://expertouniversitario.es/blog/tipos-de-investigacion/>.
- VEGA, M., 2019. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos adicionados sometido a acción de Sulfatos-Ancón, 2019. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Lima: Universidad César Vallejo. [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47181>
- VENKATA RAGHAVA RAO, G., SIVARANJANI, M., SRIVASTAVA, A., VENKATESAN, G., THENMOZHI, S. y SHIRGIRE, A., 2023. Aggressiveness of soils and water in contact with buried concrete structures. *Materials today: proceedings* [en línea], ISSN 2214-7853. DOI 10.1016/j.matpr.2023.07.200. [consulta: 14 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.200>.

- VENTURA, J., 2017. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista cubana de salud pública* [en línea], vol. 43, no. 4, [consulta: 21 octubre 2023]. ISSN 0864-3466. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014.
- VIDAL, A., MACHADO, A., BABADOPULOS, L. y MAGALHÃES, R., 2023. Thermal modeling and monitoring of massive concrete foundations to prevent pathological manifestations. *Journal of building pathology and rehabilitation* [en línea], vol. 8, no. 1, ISSN 2365-3159. DOI 10.1007/s41024-023-00310-5. [consulta: 17 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s41024-023-00310-5>.
- WESTREICHER, G., 2021. Variable dependiente: Qué es, características y ejemplos. *Economipedia* [en línea]. [consulta: 21 octubre 2023]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/variable-dependiente.html>.
- YAO, J. y CHEN, J., 2022. Sensitivity analysis of the deterioration of concrete strength in marine environment to multiple corrosive ions. *Frontiers of Structural and Civil Engineering* [en línea], vol. 16, no. 2, ISSN 2095-2430. DOI 10.1007/s11709-021-0791-z. [consulta: 11 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11709-021-0791-z>.
- YOSHIDA, N., 2019. Sulfate attack on residential concrete foundations in Japan. *Journal of sustainable cement-based materials* [en línea], vol. 8, no. 6, ISSN 2165-0373. DOI 10.1080/21650373.2018.1537014. [consulta: 14 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/21650373.2018.1537014>.

- ZHAO, G., SHI, M., FAN, H., CUI, J. y XIE, F., 2020. The influence of multiple combined chemical attack on cast-in-situ concrete: Deformation, mechanical development and mechanisms. *Construction and building materials* [en línea], vol. 251, no. 118988, ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.118988. [consulta: 13 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118988>.
- ZHONG, R., AI, X., YAO, Y., WANG, J. y WILLE, K., 2024. Effects of the expansion mechanisms on the pyrrhotite-induced deterioration of concrete foundations. *Case studies in construction materials* [en línea], vol. 20, no. e02830, ISSN 2214-5095. DOI 10.1016/j.cscm.2023.e02830. [consulta: 14 mayo 2024] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02830>.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables o tabla de categorización

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE					
Agentes químicos de los suelos	Es todo compuesto o elemento singular de carácter químico, en estado natura tal como se presenta ya sea en el suelo o en el ambiente. Estos agentes químicos en los suelos pueden originar reacciones negativas y dañinas para el concreto de las futuras cimentaciones.	El agente químico se pretende extraer muestra de suelos al hacer calicatas y realizar los estudios de análisis químicos para identificar los agentes que se encuentran presenten	Composición química		
				cloruros	Razón
				contenido de sulfatos	Razón
				sales solubles	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE					

Cimentaciones corridas	Según EADIC (2015) nos dice que son cimentaciones de concreto armado que se despliega linealmente en hondura y anchura según la clasificación del suelo. Se utiliza para transferir adecuadamente la carga proporcionada por la estructura del muro de carga.	Se pretende determinar de qué forma impacta en el concreto de los cimientos corridos antes las agresiones químicas generadas por los agentes presentes en el suelo.	Se tomará como dimensiones las propiedades del concreto para cimentaciones corrida	Resistencia a la compresión	Razón
				Carbonatación.	Razón

Anexo 2: Matriz de consistencia

TÍTULO: EL IMPACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS DE LOS SUELOS EN LAS CIMENTACIONES CORRIDAS DE LA URB. GARATEA - II ETAPA, NUEVO CHIMBOTE, ÁNCASH – 2024						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
<p><u>Problema general</u></p> <p>¿De qué manera impactan los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas?</p>	<p><u>Objetivo general</u></p> <p>Determinar de qué forma impacta los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024</p>	<p><u>Hipótesis alternativa</u></p> <p>Los agentes químicos de los suelos impactan de manera agresiva en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024</p>	<p>Variables estudio</p> <p>Variable Independiente</p> <p>Agentes químicos de los suelos</p>	<p>Dimensiones</p> <p>Composición química</p>	<p>Indicadores</p> <p>Cloruros</p> <p>Sulfatos</p> <p>Sales solubles</p>	<p><u>Tipo de estudio</u></p> <p>Aplicada</p> <p><u>Diseño de investigación</u></p> <p>Experimental</p> <p><u>Método de investigación</u></p> <p>Cuantitativo</p> <p><u>Población</u></p> <p>La población se definirá con una cantidad no menor a 5 calicatas, de las cuales se extraerán muestras que serán sometidas a ensayos de análisis químico. Luego se realizarán ensayos de diamantina de acuerdo a la NTP 339.59 (ASTM C42) para extraer muestras de concreto de la cimentación corrida, estas posteriormente serán evaluadas.</p>

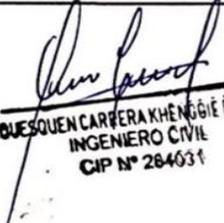
<p>cimentaciones corridas?</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo evaluar los agentes químicos de los suelos que influyen como agentes agresivos en las cimentaciones corridas? 	<p>los suelos con fines de cimentación corrida de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash - 2024</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluar los agentes químicos de los suelos con fines de cimentación corrida de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash - 2024. 	<p>agresiva en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea-II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024.</p>				<p style="text-align: center;"><u>Muestra</u></p> <p>Se analizarán testigos extraídos de concreto ciclópeo, los cuales se enviarán al laboratorio para los ensayos correspondientes. Serán 5 especímenes de concreto los ensayados, mediante esto se podrá verificar la forma en la que impactaría los agentes químicos del suelo en las cimentaciones corridas.</p> <p><u>Muestreo</u></p> <p>La presente investigación se consideró una muestra no probabilística, ya que se consideró en función de criterios subjetivos en lugar de una selección aleatoria. En este caso, la selección se basa en las necesidades de investigación y se guía por las normas técnicas E.060 y E.050.</p>
--	---	---	--	--	--	--

Anexo 3: Validación de instrumentos de recolección de datos

INSTRUMENTOS DE VALIDACIÓN

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO						
Proyecto: "El impacto de los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea - II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024"						
Fecha	Muestra de Calicata	Profundidad	Referencia	Cloruros	Sulfatos	Sales Solubles
	C-1	1.50 m				
	C-2	1.50 m				
	C-3	1.50 m				
	C-4	1.20 m				
	C-5	1.20 m				

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN-ASTM C39-NTP 339.034						
Proyecto: "El impacto de los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea - II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024"						
Testigo - Diamantina	Cimiento Corrido	Diámetro(cm)	Edad (Días)	Fecha de rotura	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)


QUESQUEÑ CARVERA KHENGBI BRITAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 284631


Andy Gino Pérez Guevara
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 114674
 Reg. RNP N° 111517


KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.O.A. N° 216037

INSTRUMENTOS DE VALIDACIÓN

EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS DIAMANTINOS DE CONCRETO-NTP 339.059					
Proyecto: "El impacto de los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea - II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024"					
Fecha de extracción	Muestra	Cimiento corrido	Longitud del espécimen(cm)	Área del espécimen(cm2)	Relación L/D

ENSAYO DE CARBONATACIÓN DEL CONCRETO					
Proyecto: "El impacto de los agentes químicos de los suelos en las cimentaciones corridas de la Urb. Garatea - II etapa, Nuevo Chimbote, Áncash – 2024"					
Testigo - Diamantina	Fecha de muestreo	Cimiento corrido	Profundidad de Carbonatación	pH del Concreto	Riesgo de ataque químico
D-1					
D-2					
D-3					
D-4					
D-5					

[Signature]
QUESQUEN CORDERA HENGGIE BRYAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 264031

[Signature]
Andy Gino Pérez Guevara
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 114671
 Reg. RNP N° C11517

[Signature]
KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 215037

Anexo 8: Análisis complementario



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

PROYECTO : EL IMPACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS DE LOS SUELOS EN LAS CIMENTACIONES CORRIDAS DE LA URB. GARATEA - II ETAPA, NUEVO CHIMBOTE, ÁNCASH – 2024

SOLICITA : SR. PEPE SEBASTIAN VERGARAY Y SR. PAULO CHINCHAY CASTILLO

UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash

FECHA : Junio del 2024

Calicata: C-01

Muestra: M-01 (1.50m.)

Ubicación: Urb. Garatea- II Etapa Mz.3 Calle 2

MUESTRA	ANÁLISIS
	pH
SUELO	7.1



Walter Alfonso Herrera Lizaso
Ingeniero Civil
R.C. 1201791808



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

PROYECTO : EL IMPACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS DE LOS SUELOS EN
LAS CIMENTACIONES CORRIDAS DE LA URB. GARATEA - II
ETAPA, NUEVO CHIMBOTE, ÁNCASH – 2024

SOLICITA : SR. PEPE SEBASTIAN VERGARAY Y
SR. PAULO CHINCHAY CASTILLO

UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash

FECHA : Mayo del 2024

Calicata: C-01

Muestra: M-01 (1.50m.)

Ubicación: Urb. Garatea- II Etapa Mz.3 Calle 2

MUESTRA	ANÁLISIS		
	SALES TOTALES ppm	CLORUROS ppm Cl ⁻	SULFATOS ppm SO ₄ ²⁻
SUELO	1251	149.37	203.493

Calicata: C-02

Muestra: M-01 (1.50m.)

Ubicación: Urb. Garatea Pasaje 18

MUESTRA	ANÁLISIS		
	SALES TOTALES ppm	CLORUROS ppm Cl ⁻	SULFATOS ppm SO ₄ ²⁻
SUELO	1198	141.24	192.354



Ing. Alfredo Herrera Lizaro
INGENIERO CIVIL
REG. COPI 116007

Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

PROYECTO : EL IMPACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS DE LOS SUELOS EN LAS CIMENTACIONES CORRIDAS DE LA URB. GARATEA - II ETAPA, NUEVO CHIMBOTE, ÁNCASH – 2024

SOLICITA : SR. PEPE SEBASTIAN VERGARAY Y
SR. PAULO CHINCHAY CASTILLO

UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash

FECHA : Mayo del 2024

Calicata: C-03

Muestra: M-01 (1.20m.)

Ubicación: Urb. Garatea- II Etapa Calle 7

MUESTRA	ANÁLISIS		
	SALES TOTALES ppm	CLORUROS ppm Cl ⁻	SULFATOS ppm SO ₄ ²⁻
SUELO	1376	175.24	251.96

Calicata: C-04

Muestra: M-01 (1.50m.)

Ubicación: Urb. Garatea- II Etapa Pasaje 18

MUESTRA	ANÁLISIS		
	SALES TOTALES ppm	CLORUROS ppm Cl ⁻	SULFATOS ppm SO ₄ ²⁻
SUELO	1308	155.98	201.857




Ing. Alfredo Herrera Lizaro
INGENIERO CIVIL
M.C. 120170002



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

PROYECTO : EL IMPACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS DE LOS SUELOS EN LAS CIMENTACIONES CORRIDAS DE LA URB. GARATEA - II ETAPA, NUEVO CHIMBOTE, ÁNCASH – 2024

SOLICITA : SR. PEPE SEBASTIAN VERGARAY Y SR. PAULO CHINCHAY CASTILLO

UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash

FECHA : Mayo del 2024

Calicata: C-05

Muestra: M-01 (1.20m.)

Ubicación: Urb. Garatea- II Etapa Mz.3 Pasaje 17

MUESTRA	ANÁLISIS		
	SALES TOTALES ppm	CLORUROS ppm Cl ⁻	SULFATOS ppm SO ₄ ²⁻
SUELO	1427	182.46	259.18


Víctor Alfonso Herrera Lizaso
Ingeniero Civil
REG. 11010711001





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : EL IMPACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS DE LOS SUELOS EN LAS CIMENTACIONES CORRIDAS DE LA URB. GARATEA - II ETAPA. NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2024	REGISTRO N°: CC-IAQC-RC-01 PÁGINA N°: 01 de 01
SOLICITA : SR. PEPE SEBASTIAN VERGARAY Y SR. PAULO CHINCHAY CASTILLO	
UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA: Mayo de 2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 339.034 2015)

Maquina de ensayo uniaxial: PERUTEST-PC-120

Certificado de calibración: LFP-265-2024

N°	Identificación de Muestras	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Relación Alt./Diam.	Factor de Corrección (Alt./Diam.)	Lectura de Carga (Kgf)	Lectura Corregida (Kgf)	Fc (Kg/cm ²)
01	CIMENTO CORRIDO D-01	7.40	14.73	1.99	1.00	4280	4074	96



Foto N°01
Extracción Núcleo de
Concreto en Cimiento
Corrido



Foto N°02
Ensayo de Resistencia a la
Compresión - Diamantina de
Concreto.

Observación: La ubicación de los puntos de extracción fueron determinados por el solicitante.

Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



Walter Alfonso Herrera Lizaso
INGENIERO CIVIL
R.C. 00000000000000000000





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	EL IMPACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS DE LOS SUELOS EN LAS CIMENTACIONES CORRIDAS DE LA URB. GARATEA - II ETAPA, NUEVO CHIMBOTE, ÁNCASH - 2024	REGISTRO N°:	CC-IAGC-RC-02
SOLICITA :	SR. PEPE SEBASTIAN VERGARAY Y SR. PAULO CHINCHAY CASTILLO	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	Mayo de 2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 339.034.2015)

Máquina de ensayo uniaxial: PERUTEST-PC-120

Certificado de calibración: LFP-265-2024

N°	Identificación de Muestras	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Relación Alt./Diam.	Factor de Corrección (Alt./Diam.)	Lectura de Carga (Kgf)	Lectura Corregida (Kgf)	Fc (Kg/cm ²)
01	CIMENTO CORRIDO D-02	7.44	14.03	1.89	0.99	4070	4000	91



Foto N°01
Extracción Núcleo de Concreto en Cimiento Corrido



Foto N°02
Ensayo de Resistencia a la Compresión - Diamantina de Concreto.

Observación: La ubicación de los puntos de extracción fueron determinados por el solicitante.



Miraflores Herrera Lizaso
Ingeniero Civil
R.C. 120107



Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : EL IMPACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS DE LOS SUELOS EN LAS	REGISTRO N°: CC-IAQC-RC-03
CIMENTACIONES CORRIDAS DE LA URB. GARATEA - II ETAPA.	PÁGINA N°: 01 de 01
NUEVO CHIMBOTE, ÁNCASH - 2024	
SOLICITA : SR. PEPE SEBASTIÁN VERGARAY Y SR. PAULO CHINCHAY CASTILLO	
UBICACIÓN : Distrito: Nvs. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA: Mayo de 2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 339.034-2015)

Maquina de ensayo uniaxial: PERUTEST-PC-120

Certificado de calibración: LFP-265-2024

N°	Identificación de Muestras	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Relación Alt./Diam.	Factor de Corrección (Alt./Diam.)	Lectura de Carga (Kgf)	Lectura Corregida (Kgf)	Fc (Kg/cm ²)
01	CIMENTO CORRIDO D-03	7.39	14.84	2.01	1.00	4220	4150	97



Foto N°01
Extracción Núcleo de Concreto en Cimiento Corrido



Foto N°02
Ensayo de Resistencia a la Compresión - Diamantina de Concreto.

Observación: La ubicación de los puntos de extracción fueron determinados por el solicitante.

Alfredo Herrera Lizaro
INGENIERO CIVIL
M.C. 120007



Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



PROYECTO :	EL IMPACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS DE LOS SUELOS EN LAS CIMENTACIONES CORRIDAS DE LA URB. GARATEA - II ETAPA. NUEVO CHIMBOTE, ÁNCASH - 2024	REGISTRO N°:	CC-IAQC-RC-04
SOLICITA :	SR. PEPE SEBASTIAN VERGARAY Y SR. PAULO CHINCHAY CASTILLO	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	Mayo de 2024

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 339.034-2015)

Maquina de ensayo uniaxial: PERUTEST-PC-120

Certificado de calibración: LFP-265-2024

N°	Identificación de Muestras	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Relación AL/Diam.	Factor de Corrección (AL/Diam.)	Lectura de Carga (Kgf)	Lectura Corregida (Kgf)	Fc (Kg/cm ²)
01	CIMENTO CORRIDO D-04	7.51	11.71	1.56	0.96	3890	3819	83

Foto N°01

Ensayo de Resistencia a la Compresión - Diamantina de Concreto.



Observación: La ubicación de los puntos de extracción fueron determinados por el solicitante.


Walter Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
R.C. 10000000000000000000



Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : EL IMPACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS DE LOS SUELOS EN LAS CIMENTACIONES CORRIDAS DE LA URB. GARATEA - II ETAPA. NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2024	REGISTRO N°: OC-IAQC-RC-05 PÁGINA N°: 01 de 01
SOLICITA : SR. PEPE SEBASTIÁN VERGARAY Y SR. PAULO CHINCHAY CASTILLO	FECHA: Mayo de 2024
UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

(NTP 339.034.2015)

Máquina de ensayo uniaxial: FERUTEST-PC-120

Certificado de calibración: LFP-265-2024

N°	Identificación de Muestras	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Relación Alt./Diam.	Factor de Corrección (Alt./Diam.)	Lectura de Carga (Kgf)	Lectura Corregida (Kgf)	Fc (Kg/cm ²)
01	CIMENTO CORRIDO D-05	7.45	14.06	2.01	1.00	3910	3839	88



Foto N°01
Extracción Núcleo de
Concreto en Cimiento
Corrido



Foto N°02
Ensayo de Resistencia a la
Compresión - Diamantina de
Concreto.

Observación: La ubicación de los puntos de extracción fueron determinados por el solicitante.


Wilfredo Alfonso Herrera Lozano
Ingeniero Civil
R.O.C. 124715007



Rev. H.L.V.
Ejec. H.L.D.



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

ENSAYO DE CARBONATACIÓN UNE 112011

Proyecto : EL IMPACTO DE LOS AGENTES QUÍMICOS DE LOS SUELOS
EN LAS CIMENTACIONES CORRIDAS DE LA URB. GARATEA
- II ETAPA, NUEVO CHIMBOTE, ÁNCASH – 2024

Solicita : SR. PEPE SEBASTIAN VERGARAY Y
SR. PAULO CHINCHAY CASTILLO

Ubicación : Distrito: Nvo. Chimbote; Provincia: Santa; Dpto: Ancash

Fecha de Emisión : Mayo 2024

1.0. De la Muestra : Consiste en 05 muestra de testigo diamantino extraído por personal técnico de laboratorio en presencia de los solicitantes.

2.0. Método del Ensayo : Norma de referencia: UNE 112011.

3.0. Equipo Utilizado : Vernier Digital, con certificado de calibración.

4.0. Material Utilizado : Fenoltaleina (Indicador de Ph)

5.0. Resultados :

Identificación	Tipo de Medida	Profundidad de Carbonatación dk (mm)			Observaciones (Ver anexo 1)
		Mínima	Máxima	Promedio	
D-01 Cimiento Corrido	A	0.50	-	0.50	Penetración Regular
D-02 Cimiento Corrido	A	0.55	-	0.55	Penetración Regular
D-03 Cimiento Corrido	A	0.60	-	0.60	Penetración Regular
D-04 Cimiento Corrido	A	0.70	-	0.70	Penetración Regular
D-05 Cimiento Corrido	A	0.65	-	0.65	Penetración Regular

Observar Esquema de visualización para la interpretación de las medidas.



KAE Ingeniería
Ing. Alfonso Herrera Luzzano
RUBEN GONZALEZ
RUBEN GONZALEZ



6.0. Observaciones

Las ubicaciones de las extracciones fueron identificadas por el solicitante.

7.0. Registro Fotográfico

- Se presentan las muestras que fueron ensayadas:

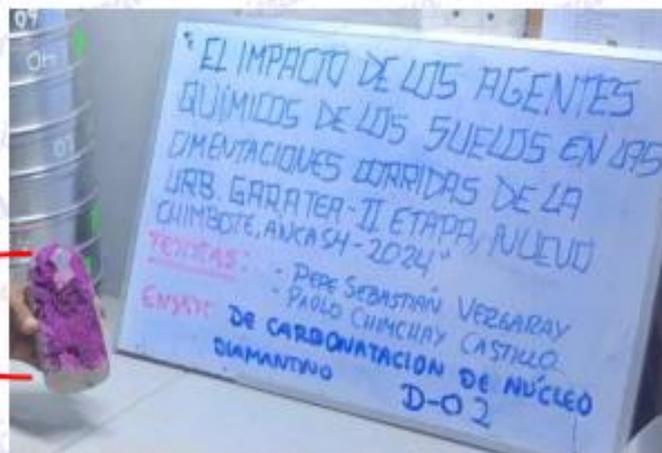
➤ D-01 (CIMENTO CORRIDO)

Zona No Carbonatada (Zona Rosa)



➤ D-02 (CIMENTO CORRIDO)

Zona No Carbonatada (Zona Rosa)




KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Labrador
Ingeniero Civil
R.C. 10000000000



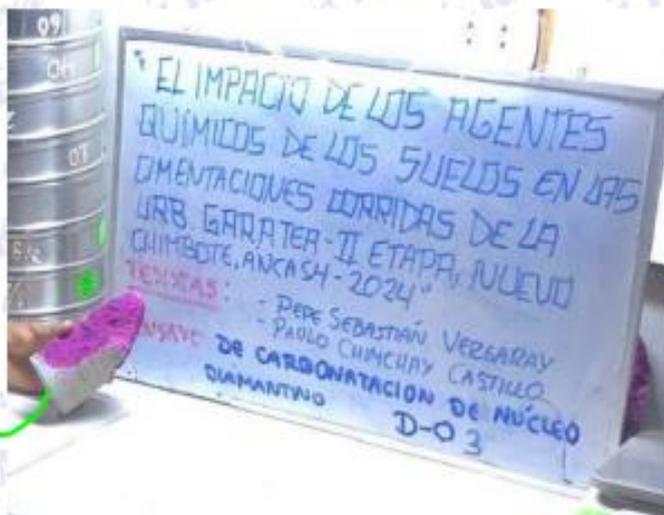
KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979/2021/DSI

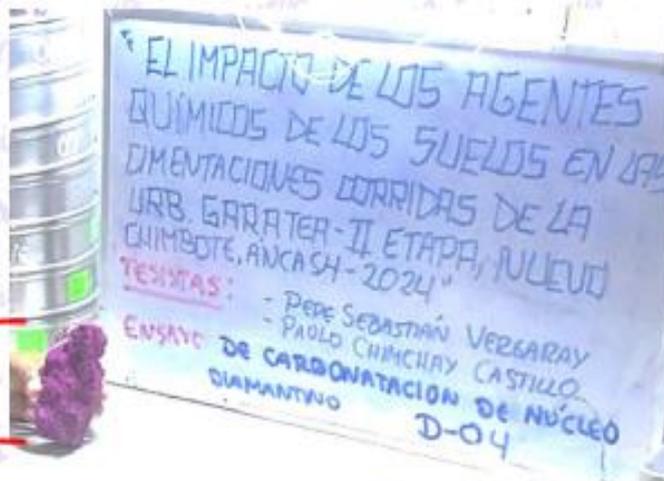
➤ **D-03 (CIMENTO CORRIDO)**

Zona No Carbonatada (Zona Rosa-Purpura). En su parte superior no marca color rosa ya que es un agregado grueso (parte de roca)



➤ **D-04 (CIMENTO CORRIDO)**

Zona No Carbonatada (Zona Rosa-Purpura)




Fátima M. Y.
Ingeniera Civil
R.C. 10000000000000000000



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSI

➤ **D-05 (CIMENTO CORRIDO)**



ESQUEMA DE VISUALIZACIÓN

Figura N°01: Indicadores del tipo de medidas tomadas, se puede dar los casos A, B, C y D, dependiendo de la ubicación pueden ocurrir uno de ellos o la combinación.

- Zona Incolora : El proceso de carbonatación ha afectado al concreto, pH menor a 8.5.
- Zona Rosa : El proceso de carbonatación está iniciando, pH entre 8.5 y 9.5.
- Zona Rosa-Púrpura : Proceso de carbonatación todavía no afecta al concreto, pH mayor a 9.5.

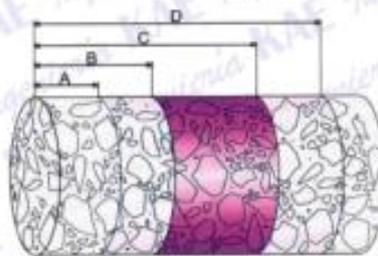


Figura N°02: Indicadores del tipo de penetración de carbonatación observado en la muestra tomada (d_k).

- Penetración Regular : No hay diferencias significativas en el plano de profundidad, solo se reportará la profundidad promedio (d_k).
- Penetración Irregular : Existen diferencias marcadas entre dos puntos del plano de profundidad, se reportará la profundidad mínima, máxima y promedio (d_{kmin} , d_{kmax} , d_k)


Victor Alfonso Herrera Lizaso
Ingeniero Civil
R.C. 11411911001

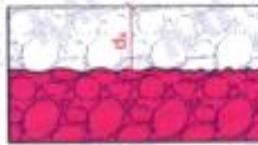


KAE Ingeniería

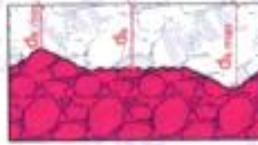
Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

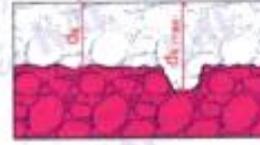
Penetración Singular : Existe una zona específica donde se observa una discontinuidad en el plano de profundidad, se reportará la profundidad máxima y promedio (d_{max} , d_v)



Regular



Irregular



Singular


María Alejandra Herrera Lizaso
Ingeniera Civil
R.C. 120710087



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL-1053-2024

Página: 1 de 3

Expediente : 113-2024
Fecha de emisión : 2024-03-15

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO -
CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento : PIE DE REY

Tipo de Indicación : DIGITAL
Alcance de Indicación : 300 mm
División mínima : 0,01 mm

Marca : INSIZE
Modelo : NO INDICA
Serie : 1310201264
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

La calibración se realizó en P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO -
CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

Fecha de calibración: 2024-03-12

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa según el PC-012 * Procedimiento de
calibración de pie de rey del Indecopi -SNM* Edición 5 . 2012.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
JUEGO DE BLOQUES PATRON	INSIZE	LLA-C-101-2023	INACAL - DM
VARILLA PATRÓN	INSIZE	LLA-243-2023	INACAL - DM
ANILLO PATRÓN	INSIZE	LLA-242-2023	INACAL - DM
TERMÓMETRO DE CONTACTO	BORSIL	TD23-C-0625-2023	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,8	28,0
Humedad %	68,9	68,9

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aproximado del 95 %.
- El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 30 \mu\text{m}$, según Fabricante.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Ldayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°LL-1053-2024

Página: 2 de 3

8. Resultados

ERROR DE REFERENCIA INICIAL

Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (μm)
0,00	0,00	0

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

Valor Nominal (mm)	Valor Patrón (mm)	Indicación del Pie de Rey			Promedio (mm)	Error (μm)
		Superior (mm)	Central (mm)	Inferior (mm)		
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0
20,00	20,000	20,00	20,00	20,00	20,000	0
50,00	50,000	50,00	50,00	50,01	50,003	3
100,00	100,000	100,00	100,00	100,00	100,000	0
150,00	150,000	150,00	150,01	150,01	150,007	7
200,00	199,999	200,00	200,01	200,01	200,007	7
250,00	249,999	250,01	250,02	250,02	250,017	17
300,00	300,000	300,00	300,01	300,01	300,007	7

ERROR CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL

Valor Nominal (mm)	Error (E) (μm)
250,00	10

ERROR DE REPETIBILIDAD

Valor Nominal (mm)	Error (R) (μm)
250,00	10

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES

Valor Nominal (mm)	Error ($S_{e,i}$) (μm)
30,00	-3

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD

Valor Nominal (mm)	Error ($S_{e,p}$) (μm)
30,00	7



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loyza Capcha
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°LL-1053-2024

Página: 3 de 3

ERROR DE CONTACTO LINEAL

Valor Nominal (mm)	Error (L) (μm)
10,00	0

ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA

Valor Nominal (mm)	Error (J) (μm)
20,00	10

ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICI3N DE INTERIORES

Valor Nominal (mm)	Error (K) (μm)
5,00	0



INCERTIDUMBRE DEL PIE DE REY

$$U (k=2) = (11,81^2 + 0,03^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$$

Incertidumbre para L = 300 mm	15 μm
-------------------------------	------------------

Fin del documento



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCI3N PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACI3N DE PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-265-2024

Página : 1 de 2

Expediente : 113-2024
Fecha de emisión : 204-03-15

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE, 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : NO INDICA
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA
Capacidad de Prensa : 120 t

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de Indicador : NO INDICA
Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : ZEMIC
Modelo de Transductor : YB15
Serie de Transductor : 4432

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE, 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
13 - MARZO - 2024

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	MT-8010-2023	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,8	27,8
Humedad %	67	67

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loryza Capcha
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-265-2024

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	10034	10045	-0,34	-0,45	10040	-0,39	-0,11
20000	20098	20048	-0,48	-0,48	20067	-0,48	-0,01
30000	30120	30121	-0,40	-0,40	30121	-0,40	0,00
40000	40172	40171	-0,43	-0,43	40172	-0,43	0,00
50000	50231	50233	-0,46	-0,47	50232	-0,46	0,00
60000	60298	60297	-0,50	-0,50	60298	-0,49	0,00
70000	70350	70349	-0,50	-0,50	70350	-0,50	0,00
80000	80410	80400	-0,51	-0,50	80405	-0,50	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) \cdot 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente de Correlación $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste $y = 0,9948x + 22,215$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

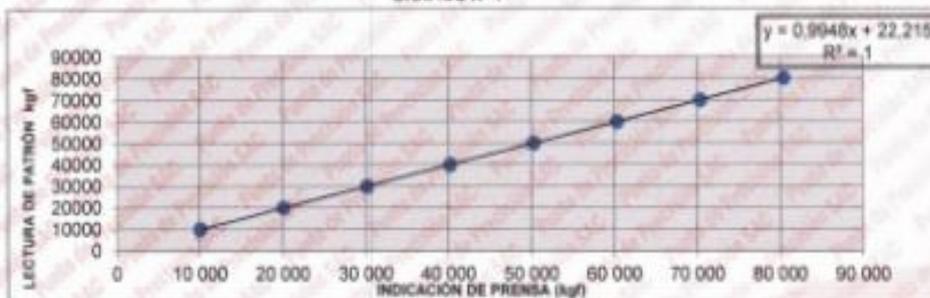
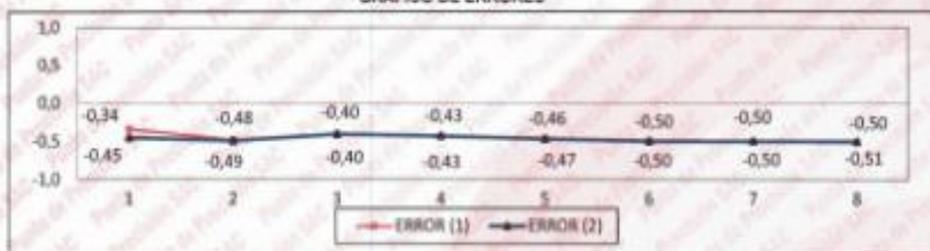


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



[Firma]
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: ventas@puntodeprecision.com.pe / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO-155-2024

Página : 1 de 2

Expediente : 113-2024
Fecha de emisión : 2024-03-15

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO -
CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : DETECTOR DE MATERIALES

Marca : BOSCH

Modelo : D-TECT 150 SV

Serie : 418410027

Procedencia : ALEMANIA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
12 - MARZO - 2024

4. Método de Calibración
Por comparación con patrones certificados.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA-C-101-2023	INACAL - DM
REGLA	MITUTOYO	1AD-1432-2023	INACAL - DM

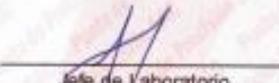
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	28,1	28,1
Humedad %	68	67

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO-155-2024

Página 2 de 2

Resultados

Paso de Patrones	EL EQUIPO DETECTO Y SE DETUVO
FE 3.5	SI
FE 3.5	SI
Cu 2.5	SI
Cu 2.5	SI
Acero inox	SI
Acero inox	SI

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Anexo 9: Panel fotográfico

Ilustración 1: Excavación de la calicata "C1"



Ilustración 2: Trazo para la excavación de la calicata "C1"



Ilustración 3: Excavación para el cimiento corrido 1



Ilustración 4: Excavación para el
cimiento corrido 2



Ilustración 5: Cimiento corrido 1



Ilustración 6: Cimiento corrido 2



Ilustración 7: Excavación de la calicata "C2"



Ilustración 8: Excavación de la calicata "C3"



Ilustración 9: Excavación de la calicata "C4"



Ilustración 10: Excavación de la calicata "C5"



Ilustración 11: Ensayo de diamantina en el cimiento corrido



Ilustración 12: Extracción de testigo diamantino “D-1” en el cimiento corrido



Ilustración 13: Ensayo de diamantina en el cemento corrido



Ilustración 14: Extracción de testigo diamantino "D-2" en el cemento corrido



Ilustración 15: Ensayo de diamantina en el cemento corrido



Ilustración 16: Extracción de testigo diamantino "D-3" en el cemento corrido



Ilustración 17: Ensayo de diamantina en el cemento corrido



Ilustración 18: Extracción de testigo diamantino "D-4" en el cemento corrido



Ilustración19: Ensayo de diamantina en el cemento corrido



Ilustración 20: Extracción de testigo diamantino “D-5” en el cemento corrido



Ilustración 23: Ensayo de carbonatación en testigo “D-1”

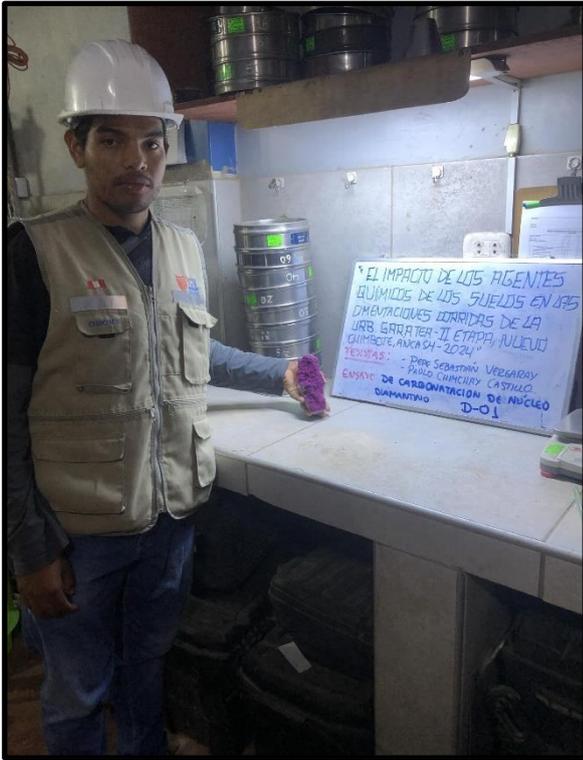


Ilustración 24: Ensayo de carbonatación en testigo “D-2”

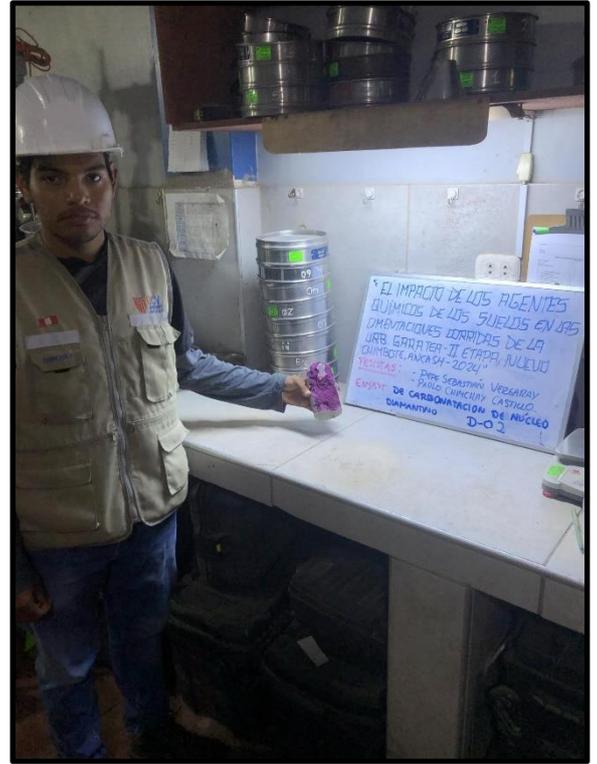


Ilustración 25: Ensayo de carbonatación en testigo “D-3”



Ilustración 26: Ensayo de carbonatación en testigo "D-4"

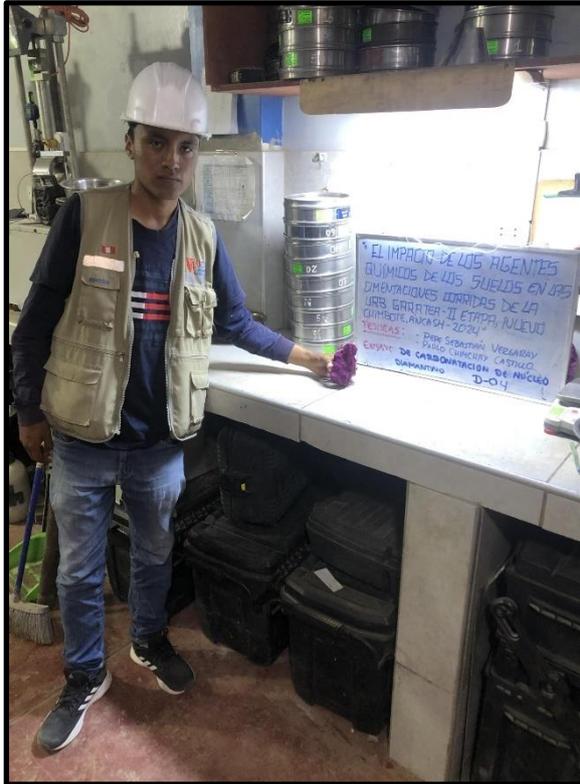


Ilustración 27: Ensayo de carbonatación en testigo "D-5"



Ilustración 28: Ensayo de carbonatación en testigos diamantinos

