



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**EFFECTO DE LA ARENA DE MAR EN LAS
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL**

CONCRETO: UNA REVISIÓN

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER
EN INGENIERÍA CIVIL**

Autor

Burga Gamonal Jose Frael

<https://orcid.org/0000-0002-3054-6632>

Asesor

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

Línea de Investigación

**Tecnología e innovación en desarrollo de la construcción y la
industria en un contexto de sostenibilidad**

Sublínea de Investigación

**Innovación y tecnificación en ciencia de los materiales, diseño e
infraestructura**

Pimentel – Perú

2025



Universidad
Señor de Sipán


DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de la Escuela de Profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

EFFECTO DE LA ARENA DE MAR EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO: UNA REVISIÓN

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Burga Gamonal Jose Frael	DNI: 71573742	
--------------------------	---------------	---

Pimentel, 26 de enero del 2025.




7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía y fortaleza durante este camino en la búsqueda de mi grado en Ingeniería Civil, iluminando cada paso con sabiduría y esperanza. A mis padres, mis más grandes pilares y mi fuente de inspiración. Gracias por su amor incondicional, por cada sacrificio hecho en silencio y por su fe inquebrantable en mí. Su esfuerzo, sus valores y sus enseñanzas me han formado como la persona que soy hoy. Papá, mamá, cada paso que doy, cada meta que alcanzo, lleva consigo el reflejo de su apoyo incansable, su dedicación infinita y su lucha diaria para brindarme un futuro mejor. Este logro es tanto suyo como mío, porque sin ustedes nada de esto hubiera sido posible. A mis hermanas, por su cariño, alegría y motivación constante. Su apoyo y confianza en mí han sido fundamentales para llegar a este momento. Gracias por siempre estar a mi lado, compartiendo cada triunfo y animándome en los momentos más difíciles. A mi novia, por ser mi compañera en este viaje, regalándome su amor, paciencia y palabras de aliento cuando más las necesitaba. Gracias por celebrar conmigo cada triunfo y por hacerme sentir que nunca estuve solo. A mi familia, por su cariño constante y sus palabras de ánimo que siempre me recordaron que el esfuerzo vale la pena. A mis amigos y compañeros, por compartir este camino, aportando apoyo y alegría en cada etapa de este recorrido académico. Finalmente, dedico este logro a mí mismo, como una prueba de que la perseverancia y el esfuerzo pueden superar cualquier desafío, especialmente cuando se cuenta con el amor y apoyo de quienes más importan.

Frael Burga

Agradecimiento

Quiero agradecer profundamente a Dios por su guía, fortaleza y luz, que me permitieron superar cada reto con esperanza y determinación. A mis padres, por su amor incondicional, sus sacrificios y sus enseñanzas, que me han formado y guiado a lo largo de este camino, siendo el pilar fundamental de cada uno de mis logros. A mis hermanas, por su apoyo constante, su cariño y por estar siempre a mi lado, brindándome fuerzas y motivación para continuar. A mi novia, por su paciencia, amor y su inquebrantable apoyo, siendo mi compañera en los momentos más difíciles. A mi familia, por sus palabras de aliento y por creer en mí en cada paso de este proceso. Y, finalmente, a mis docentes y compañeros de la carrera de Ingeniería Civil, por su conocimiento, compromiso y por contribuir de manera significativa a mi formación y crecimiento profesional.

Con amor y gratitud,

Frael Burga

ÍNDICE

Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Resumen	8
Abstract	9
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Formulación del problema	11
1.3. Hipótesis	11
1.4. Objetivos	12
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	12
II. METODO DE INVESTIGACIÓN.....	14
III. RESULTADOS.....	15
IV. CONCLUSIONES.....	19
REFERENCIAS	20

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I DISTRIBUCIÓN DE ARTÍCULOS SEGÚN BASE DE DATOS.....	14
TABLA II PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO CON ARENA DE MAR	15
TABLA III PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ARENA DE MAR	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arena de mar, adaptado de [24]	12
Figura 2. Trabajabilidad del concreto con arena de mar, adaptado de [27]	13
Figura 3. Muestra cilíndrica de concreto en el compresómetro, adaptado de [29].....	13
Figura 4. Porcentaje óptimo de aplicación en propiedades mecánicas	17

Resumen

El exceso de construcciones de concreto en la actualidad está conllevando a disminuir nuestros recursos naturales, esto preocupa con el tiempo a la sociedad, es por ellos que se busca alternativas viables que permitan suplir esta materia prima como es el agregado fino, siendo la arena de mar una alternativa por su fácil recolección. Es por ello que el propósito de este artículo es hacer una revisión sistemática de las propiedades físicas y propiedades mecánicas del concreto cuando se le aplica arena de mar y determinar el porcentaje óptimo que se le puede incorporar al concreto. La metodología que se usó en este estudio se basa en un análisis cualitativo – documental, en la cual se tomó en cuenta artículos de revistas científicas indexadas en la base de datos Scopus, con una antigüedad máxima de 5 años, identificando los principales aportes de la tecnología para la evaluación del concreto aplicando arena de mar. Como resultado se obtuvo que las propiedades físicas y mecánicas evidencian mejoras significativas con una dosis óptima de sustitución al 100%, presentando incrementos en un rango de 8.26 – 62.28%. Concluyendo que la arena de mar es un material factible para aplicarse en el ámbito constructivo ya que las propiedades físicas y mecánicas del concreto presentan cambios favorables, siendo viable su uso en el ámbito constructivo y también ayudando a controlar la explotación del agregado fino.

Palabras Clave: Agregado fino, arena de mar, propiedades físicas, propiedades mecánicas, concreto.

Abstract

The excess of concrete constructions nowadays is leading to a decrease in our natural resources, this is a concern for society, which is why viable alternatives are being sought to supply this raw material such as fine aggregate, being sea sand an alternative due to its easy collection. That is why the purpose of this article is to make a systematic review of the physical and mechanical properties of concrete when sea sand is applied and to determine the optimum percentage that can be incorporated into the concrete. The methodology used in this study is based on a qualitative-documentary analysis, in which articles from scientific journals indexed in the Scopus database were taken into account, with a maximum age of 5 years, identifying the main contributions of the technology for the evaluation of concrete by applying sea sand. As a result, it was obtained that the physical and mechanical properties show significant improvements with an optimal dose of 100% substitution, presenting increases in a range of 8.26 - 62.28%. Concluding that sea sand is a feasible material to be applied in the construction field since the physical and mechanical properties of concrete show favorable changes, being viable its use in the construction field and also helping to control the exploitation of fine aggregate.

Keywords: Fine aggregate, sea sand, physical properties, mechanical properties, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En China tratan de preservar sus recursos naturales entre ellos la grava y arena de los ríos principales de la nación. Ante esta situación no se puede cumplir con la demanda de la industria de la construcción [1]. Por lo tanto, se optó por la incorporación de nuevos materiales para reposición de estos [2]. El concreto contiene principalmente agua, agregados finos, gruesos y cemento, se han utilizado estos elementos de hace muchos años, desde la antigüedad se utiliza cal, piedra, arena para construir edificaciones, esto es muy fácil de preparar, aumentando su demanda como material de construcción [3, 4]. Por la demanda de este en un futuro hay posibilidades de la escasez de estos elementos necesarios para la mezcla [5], es por ello que se investiga la sustitución de estos materiales, aplicando un material alternativo como es la arena de mar [6], para crear una nueva generación del concreto que no sea solamente ecológico, sino que también tenga la misma y mayor capacidad de resistencia [7].

En la actualidad los residuos industriales como vidrio, escoria y los desechos de demolición se busca implementar como reemplazo de la arena en forma parcial o total en la mezcla del concreto [8], en esta oportunidad se realizó una revisión sistemática la aplicación de la arena de mar, como es evidente es de fácil recolección en las orillas de las playas [9]; es por ello que Guo et al. [10], desean utilizar la arena de mar en forma de agregado fino para ser añadido a la mezcla de concreto, esto hace que se pueda reducir el problema de la explotación del agregado fino natural, obteniendo un nuevo material útil para la industria de la construcción [11, 12].

En China, la arena de mar en el concreto ha demostrado que puede utilizarse como adición o sustitución en la mezcla de concreto por el agregado fino habitual que se utiliza [13], ya que los principales componentes que utilizamos tanto como en agregados finos o arena de mar son similares [14]. Por lo tanto, Wu et al. [15], nos dice que, al intentar el perfeccionamiento en la construcción por antiguas civilizaciones, se emplearon materiales

complementarios de aplicación naturales, siendo un aporte al ámbito constructivo y limitando la explotación de los recursos naturales pétreos [16, 17].

Estudios anteriores demostraron que la arena de mar se puede aplicar en grandes proporciones en la mezcla de concreto ocupa hasta un 100% del total de la arena convencional [18]; por lo tanto, para Patah et al. [19], presentaron una dificultad por los componentes químicos que contiene la arena de mar como son el SiO_2 , Cl, CaO, Fe_2O_3 , Al_2O_3 , etc., obstaculizando su fraguado, de la misma manera sus propiedades mecánicas y durabilidad, no garantizando su viabilidad en aplicado en el ámbito constructivo [20].

La investigación se justifica ambientalmente, porque la sobreexplotación del agregado fino para la producción de concreto, está dejando sin recursos naturales por la alta demanda en la construcción civil, es por ellos que la arena de mar es una alternativa que permitirá equilibrar el alto consumo de agregado fino; de la misma manera técnicamente se busca proponer la arena de mar como una alternativa de solución para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, y también permitirá que se amplie el conocimiento en la aplicación de este material alternativo en la mezcla de concreto, usando esta investigación de una recopilación de estudios científicos como base para futuras investigaciones. También busca exponer las mejores alternativas propuestas, considerando el impacto positivo tanto en términos ambientales, técnicos y académicos, para las ciudades en donde se emplazan las estructuras civiles.

1.2. Formulación del problema

¿Como influye la incorporación de arena de mar a la mezcla de concreto en sus propiedades físicas y mecánicas?

1.3. Hipótesis

La incorporación de arena de mar en la mezcla de concreto convencional mejora significativamente sus propiedades físicas y mecánicas.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Análisis sistemático del concreto con incorporación de arena de mar.

Objetivos específicos

Analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto con la incorporación de arena de mar.

Determinar el porcentaje óptimo de aplicación de arena de mar al concreto.

1.5. Teorías relacionadas al tema

La incorporación de arena de mar en el concreto ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones. La arena de mar es un material que se caracteriza por sus propiedades físicas y químicas [21]. La granulometría puede tener una granulometría variable, presentando un tamaño predominante en sus partículas de 2.67 mm., la densidad que presentó fue de 2640 kg/m³, lo que puede afectar su comportamiento en el concreto [22].

El porcentaje de porosidad que presentó fue de 51%, siendo mayor que la arena de río, lo que puede afectar la permeabilidad del concreto. Por otro lado, el contenido de sales y minerales pueden afectar la reacción de hidratación del cemento y la resistencia del concreto [23].



Figura 1. Arena de mar, adaptado de [24]

La trabajabilidad del concreto también se relaciona con la incorporación de arena de mar, ya que puede afectarla, de la misma manera la reacción de hidratación del cemento, lo que puede influir en su resistencia y durabilidad [25, 26].



Figura 2. Trabajabilidad del concreto con arena de mar, adaptado de [27]

Las propiedades mecánicas del concreto, como la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la resistencia a la tracción, pueden ser afectadas por la incorporación de arena de mar. Según la teoría de la estructura porosa del concreto, la adición de arena de mar puede afectar la porosidad y la permeabilidad del material [28].



Figura 3. Muestra cilíndrica de concreto en el compresómetro, adaptado de [29]

II. METODO DE INVESTIGACIÓN

Para poder cumplir con los objetivos planteados en esta investigación, se realizó una revisión de 51 referencias bibliográficas, obtenidas a través de la búsqueda exhaustiva en la base de datos reconocida tal como es SCOPUS, esto con la finalidad de garantizar la confiabilidad, para permitirnos un correcto desarrollo de la investigación y contemporaneidad, considerando artículos publicados dentro del periodo de tiempo 2021 – 2025, como se evidencia en la Tabla I. Para lograr la obtención de los ya mencionados artículos, se utilizó un motor de búsqueda “Sea sand on the concrete”. Para seleccionar los artículos se siguieron criterios, como: el tipo de investigación, la estructuración con la que se ha desarrollado y por último los resultados y conclusiones que se han obtenido. Mediante estos criterios, hemos analizado todos y cada una de las investigaciones recolectadas, para que de esta manera hagamos una depuración de las investigaciones, quedándonos así, con las que nos brinden una mejor información para la ejecución de nuestra investigación.

TABLA I

DISTRIBUCIÓN DE ARTÍCULOS SEGÚN BASE DE DATOS

Base de Datos	Motor de Búsqueda	Resultados		Año De Publicación					Total
		Sin Filtro	Con Filtro	2021	2022	2023	2024	2025	
Scopus	Sea sand on the concrete	1210	812	5	4	6	30	6	51

Nota: Selección de artículos científicos de base de datos Scopus según año de publicación.

III. RESULTADOS

En el presente artículo revisión se enfocó en el análisis sistemático de los artículos científicos de diferentes autores donde evalúan el concreto con aplicación de arena de mar (AM), para evidenciar sus propiedades físicas y mecánicas, determinando un porcentaje óptimo de aplicación.

Propiedades físicas del concreto con arena de mar

Liu et al. [30], determinaron las propiedades físicas del concreto fresco y endurecido, como la trabajabilidad y la absorción, donde se aplicaron dosis de arena de mar en un rango de 2.5 – 100% incorporando respecto al peso del agregado fino (AF), en comparación del concreto estándar (CE) para evidenciar si aumenta (↑) o disminuye (↓) [31].

TABLA II
PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO CON ARENA DE MAR

Autores	Metodología	Propiedades físicas	
		Trabajabilidad	Absorción
[32]		↓ 22.20%	-
[33]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 100%	-	↓ 27.08%
[34]			↓ 15.79%
[35]		↓ 2.56%	↓ 21.62%
[36]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 30%	↑ 94.60%	-
[37]	Adiciono la arena de mar en una dosis del 2.5%	↓ 12.45%	-
[38]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 50%	↑ 10.67%	-
[39]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 20%	↓ 5.48%	-
[40]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 90%	↓ 9.09%	-
[41]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 15%	↓ 16.00%	↑ 5.94%

Nota: Se evidenció como influye en sus propiedades físicas del concreto, la aplicación de arena de mar aplicando en distintas dosis, respecto al concreto convencional.

Propiedades mecánicas del concreto con arena de mar

Huang et al. [42], determinaron las propiedades mecánicas del concreto endurecido, como la resistencia a compresión, flexión, tracción y módulo elástico, donde se aplicó dosis de arena de mar en un rango de 5 – 100% incorporando respecto al peso del agregado fino, en comparación del concreto estándar para evidenciar si aumenta (↑) o disminuye (↓) [43].

TABLA III

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ARENA DE MAR

Autor	Metodología	Propiedades mecánicas			
		Resistencia compresión	Resistencia flexión	Resistencia tracción	Módulo elástico
[32]		↑ 10.80%	↑ 22.20%	↑ 15.26%	-
[33]		↑ 1.99%	-	-	-
[34]		↑ 144.00%	-	↓ 29.89%	↑ 29.64%
[35]		↓ 7.92%	↑ 1.36%	↓ 8.71%	↓ 3.15%
[44]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 100%	-	-	-	↓ 23.57%
[45]		↑ 5.88%	↑ 20.37%	-	-
[46]		↑ 48.00%	↑ 62.28%	↑ 50.00%	↑ 41.17%
[47]		↑ 3.33%	-	-	↓ 9.30%
[48]		↓ 3.70%	-	↑ 1.80%	↓ 9.14%
[49]		↑ 2.80%	↑ 2.10%	-	↑ 2.10%
[36]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 30%	↓ 1.12%	↓ 3.13%	-	-
[37]	Adiciono la arena de mar en una dosis del 2.5%	↑ 12.50%	↑ 27.27%	↑ 7.46%	-
[38]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 50%	↑ 3.03%	↑ 11.06%	↓ 9.47%	-
[50]		↑ 1.94%	↓ 0.48%	-	-
[39]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 20%	↓ 7.69%	-	-	-
[40]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 90%	↑ 8.26%	↓ 11.76%	↓ 11.11%	-
[41]	Sustituyó el agregado fino por AM en una dosis del 15%	↓ 6.25%	↓ 12.59%	-	-

Nota: Se evidenció como influye en sus propiedades mecánicas del concreto, la aplicación de arena de mar aplicando en distintas dosis, respecto al concreto convencional.

Porcentaje óptimo de incorporación de arena de mar

Para determinar la aplicación óptima de arena de mar en el concreto, se reviso sistemáticamente las investigaciones de distintos autores, donde se evidencio que la cuando se sustituye el 100% de arena natural por arena de mar, se presentan resultados favorables en su resistencia mecánica a los 28 días de curado, como se muestra en la fig. 4.

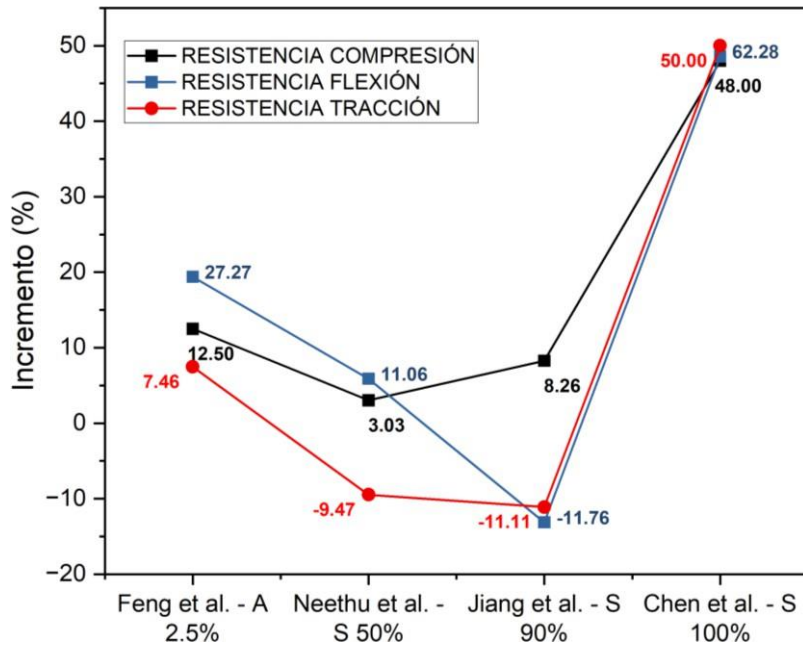


Figura 4. Porcentaje óptimo de aplicación en propiedades mecánicas

Discusión

Las propiedades físicas y mecánicas del concreto con aplicaciones de arena de mar, evidenciaron que hay indicadores favorables, la trabajabilidad aumenta significativamente para [36, 38] en un 10.67 y 94.6% respectivamente, aunque para los investigadores [32, 35, 37, 39, 40, 41] disminuye volviéndose una mezcla densa. Por otro lado, la absorción muestra que disminuye cuando se aplica arena de mar al 100% según las investigaciones de [33, 34, 35], en un rango de 15.79 – 27.08%, pero para Feng et al. [41], aumenta en un 5.94%; por lo tanto, existen desacuerdos en las investigaciones revisadas.

La resistencia mecánica evidenció que la resistencia a compresión presentó incrementos significativos en un rango de 1.99 – 48% cuando se aplicó dosis de 100% de AM, según las investigaciones de [32, 33, 45, 46, 47, 49], pero en las investigaciones de [35, 48], se tuvo una reducción en su resistencia de 7.92 y 3.70% respectivamente, discrepando con las investigaciones de los autores presentados, para la resistencia a la flexión se evidenció incrementos en un rango de 11.06 – 62.28% para las investigaciones de [32, 45, 46, 37, 38], aunque para las investigaciones de [40, 41] disminuye en un 11.76 y 12.59%. La resistencia a tracción del concreto presentó aumentos favorables en un rango de 7.46 – 50% para Luo et al. y [37, 46], pero también hubo resultados negativos según las investigaciones de [34, 35, 38, 40], disminuyendo en un rango de 8.71 – 29.89%, el módulo elástico también presentó mejoras favorables en un máximo del 41.17% aplicando una dosis del 100% de AM para Chen et al. [46]; existencia desacuerdos según la revisión sistemática de los artículos citados, discrepando distintos autores según cada ensayo mecánico analizado, pero la aplicación mas apropiada según los resultados evidenciados es en una dosis del 100%.

IV. CONCLUSIONES

Con la aplicación de arena de mar al concreto se pudo comprobar que mejoran la propiedades físicas y mecánicas, es decir, permite que tenga mejoras significativas en su trabajabilidad y resistencia mecánica como la compresión, flexión, tracción y módulo elástico, todo esto se pudo comprobar en las diferentes investigaciones que se analizaron en esta revisión sistemática.

La principal dosis de arena de mar que se consideró, es el porcentaje óptimo del 100% de sustitución, aumentando significativamente sus propiedades mecánicas, pero también se debe ampliar las investigaciones usando de arena de mar en el concreto, de esta manera se puede analizar la durabilidad, un factor importante en el concreto endurecido según el paso del tiempo, esto determinará si los componentes químicos de la arena de mar influyen negativamente en el concreto en un largo tiempo.

REFERENCIAS

- [1] T. Li, Y. Li, T. Li, X. Hu, Y. Li, J. Liao, L. Mei, Y. Hou, B. Yang and J. Gu, "Experimental study on acoustic emission characteristics and damage-failure process of seawater sea-sand ultra-high-performance concrete under uniaxial compression," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 22, p. e04260, 2025.
- [2] C. Lin, Y. Yan, Z. Liu and Y. Lu, "Behavior of FRP seawater sea-sand ECC composite slabs under different loading conditions," *Engineering Structures*, vol. 327, p. 119679, 2025.
- [3] Z. Chen, Z. Zhou, J. Li and F. Ning, "Experimental study on flexural behavior of corrosion-resistant aluminum alloy coral sea-sand seawater concrete composite beams," *Engineering Structures*, vol. 326, p. 119555, 2025.
- [4] J. Zhou, Y. Yi, X. Wang, Z. Chen, C. Su, T. You and Z. Wu, "Evaluation and prediction of long-term tensile behavior of glass fiber-reinforced polypropylene bars applied in sea-water sea-sand concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 459, p. 139799, 2025.
- [5] X. Han, B. Jia, Y. Zeng, J. Liu, Q. Zhao, Z. Yang, Q. Li and X. Hu, "Fracture analysis of seawater sea-sand recycled aggregate concrete beams: Experimental study and analytical model," *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, vol. 134, p. 104698, 2024.
- [6] Y. Zhou, Z. Guo, Z. Zhu, Z. Ye, X. Zhang and W. Wang, "Bond performance and damage assessment of self-sensing steel–fiber composite bar with geopolymer concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 453, p. 138991, 2024.
- [7] X. Hu, T. Bai, Y. Zhao, Q. Ren, Y. Chen, H. Li y C. Shi, «Interface mechanical properties of CFRP-seawater sea sand concrete under simulated

- seawater immersion,» *Journal of Building Engineering*, vol. 97, p. 110768, 2024.
- [8] H. Wang, T. Liu, Z. Zhang, D. Zou, A. Zhou and Y. Li, "Durability of SFRC reinforced low-alkalinity seawater sea sand concrete beams in marine environment," *Engineering Structures*, vol. 317, p. 118616, 2024.
- [9] F. Yuan, P. Liu, H. Li and Y. Wu, "Experimental investigations on the flexural behavior of compression-cast seawater sea-sand concrete beams reinforced with CFRP bars," *Construction and Building Materials*, vol. 445, p. 137754, 2024.
- [10] R. Guo, C. Ou, L. Ma, Z. Long, F. Xu and C. Yin, "Experimental study on impact performance of seawater sea-sand concrete with recycled aggregates," *Sustainable Materials and Technologies*, vol. 41, p. e01060, 2024.
- [11] Y. Yi, D. Zhu, M. Z. Rahman, S. Guo and S. Li, "A feasibility study of using low-alkalinity seawater sea sand concrete to improve the long-term bond performance of the BFRP bar in the seawater environment," *Journal of Building Engineering*, vol. 90, p. 109467, 2024.
- [12] Y. Li, W. Liu, T. Mi, X. Ding, L. Tang and F. Xing, "Durability study of seawater and sea-sand concrete under the combined effects of carbonation and chloride redistribution," *Journal of Building Engineering*, vol. 89, p. 109294, 2024.
- [13] D. Pan, K. Chen, D. Niu, C. K. Y. Leung and Z. Li, "Capillary water absorption and free shrinkage characterization for seawater sea-sand concrete," *Journal of Building Engineering*, vol. 87, p. 109119, 2024.
- [14] F. Mukhtar, "Simulation of fracture behavior in seawater and sea-sand mixed recycled coarse aggregate concrete under three-point bending," *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, vol. 131, p. 104413, 2024.
- [15] W. Wu, S. Kang, Q. Gong, H. Yao, K. Zhang, H. Yang, H. Li and D. Wang,

- "Influences of aggregate gradation on alkali-silica reaction of seawater and sea sand concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 427, p. 136268, 2024.
- [16] J. Wei, J. Xu, J. Xue, J. Zhao and Z. Chen, "Effect of replacing freshwater river-sand with seawater sea-sand on dynamic compressive mechanical properties of concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 419, p. 135473, 2024.
- [17] X. Wang, C. Dong, S. Xu, Q. Song, J. Ren and J. Zhu, "Influence of seawater and sea sand on early-age performance and cracking sensitivity of concrete," *Journal of Building Engineering*, vol. 79, p. 107811, 2023.
- [18] F. Qu, W. Li, K. Wang, V. W. Tam and S. Zhang, "Effects of seawater and undesalted sea sand on the hydration products, mechanical properties and microstructures of cement mortar," *Construction and Building Materials*, vol. 310, p. 125229, 2021.
- [19] D. Patah, A. Dasar and A. Nurdin, "Sustainable concrete using seawater, sea-sand, and ultrafine palm oil fuel ash: Mechanical properties and durability," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 22, p. e04129, 2025.
- [20] M. Dai, H. Ou, P. Kuang, Z. Lu, B. Yuan and J. Xie, "Study on the mechanical property and durability of alkali-activated seawater and sea sand recycled aggregate concrete," *Journal of Building Engineering*, vol. 98, p. 111157, 2024.
- [21] Z. Hussain, W. S. Ansari, M. Akbar, A. Azam, Z. Lin, A. M. Yosri and W. M. Shaaban, "Microstructural and mechanical assessment of sulfate-resisting cement concrete over portland cement incorporating sea water and sea sand," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 21, p. e03689, 2024.
- [22] S. Wang, M. Zhang, Y. Zhou, Q. Jiang, Q. Pan and F. Wang, "Enhancement of mechanical properties in coral concrete via seawater and sea-

- sand: Experimental insights into the use of dual plastic fibers," *Polymer Testing*, vol. 139, p. 108559, 2024.
- [23] Z. Yang, F. Lu, X. Zhan, H. Zhu, B. Zhang, Z. Chen and H. Zhang, "Mechanical properties and mesoscopic damage characteristics of basalt fibre-reinforced seawater sea-sand slag-based geopolymer concrete," *Journal of Building Engineering*, vol. 84, p. 108688, 2024.
- [24] J. Dou, J. Zhang, H. Yu, H. Ma, J. Pan and Z. Zhang, "Investigation on the dynamic mechanical properties and mesoscopic damage mechanism of alkali-activated seawater and sea sand concrete in marine corrosive environments," *Construction and Building Materials*, vol. 456, p. 139256, 2024.
- [25] S. Xiao, H. Cheng, Z. Que, T. Liu and D. Zou, "Enhancing marine anti-washout concrete: Optimal silica fume usage for improved compressive strength and abrasion resistance," *Construction and Building Materials*, vol. 428, p. 136262, 2024.
- [26] Z. Tan and D. Yang, "Compression and Splitting Tensile Strength Model of Recycled Seawater and Sea Sand Concrete after Seawater Freeze–Thaw Cycles," *Buildings*, vol. 14, no. 6, p. 1671, 2024.
- [27] T. P. Thanh, T. T. Nguyen and T. T. Nguyen, "Experimental Evaluation of Geopolymer Concrete Strength Using Sea Sand and Sea Water in Mixture," *Civil Engineering Journal (Iran)*, vol. 8, no. 8, pp. 1574 - 1583, 2022.
- [28] J. Wei, L. Ke, P. Wang, W. Li and C. K. Leung, "Microstructure, mechanical properties and interaction mechanism of seawater sea-sand engineered cementitious composite (SS-ECC) with Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) bar," *Composite Structures*, vol. 343, p. 118302, 2024.
- [29] M. Iqbal, D. Zhang, K. Khan, M. N. Amin, M. Ibrahim and B. A. Salami, "Evaluating mechanical, microstructural and durability performance of seawater

- sea sand concrete modified with silica fume," *Journal of Building Engineering*, vol. 72, p. 106583, 2023.
- [30] X. Liu, Z. Chen, Y. Zhang, P. Chen and Y. Zhang, "Mechanical properties and flexural toughness evaluation method of mono/hybrid fiber-reinforced ultra-high performance seawater sea sand concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 461, p. 139861, 2025.
- [31] X. Lyu, N. Robinson, M. Elchalakani, M. L. Johns, M. Dong and S. Nie, "Sea sand seawater geopolymer concrete," *Journal of Building Engineering*, vol. 50, p. 104141, 2022.
- [32] Q.-H. Luo and S.-E. Fang, "Modified natural seawater sea-sand concrete: Linking microstructure to mechanical performance," *Journal of Building Engineering*, vol. 98, p. 111461, 2024.
- [33] X. Wang, C. Dong, Y. Liu, S. Xu, X. Ding, L. Lv and J. Zhu, "Effects of seawater and sea sand on early creep of concrete under different stress levels," *Construction and Building Materials*, vol. 423, p. 135765, 2024.
- [34] S. Saleh, A. H. Mahmood, E. Hamed and X.-L. Zhao, "The mechanical, transport and chloride binding characteristics of ultra-high-performance concrete utilising seawater, sea sand and SCMs," *Construction and Building Materials*, vol. 372, p. 130815, 2023.
- [35] D. Vafaei, X. Ma, R. Hassanli, J. Duan and Y. Zhuge, "Microstructural and mechanical properties of fiber-reinforced seawater sea-sand concrete under elevated temperatures," *Journal of Building Engineering*, vol. 50, p. 104140, 2022.
- [36] W. Zhang, D. Ding, J. Sun, F. Guo, H. Feng, H. Ma, S. Hong, B. Dong and D. Hou, "Novel insights on the setting process, hardened properties, and durability of sustainable ultra-high-performance seawater sea sand concrete,"

Construction and Building Materials, vol. 447, p. 138092, 2024.

- [37] Z. Feng, H. Li, L. Ge, S. Liu, O. Corbi, Y. Liu, R. Li and Y. Duan, "Practicability and fundamental performance of alkali treated raw bamboo fiber reinforced high performance seawater sea sand concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 446, p. 137965, 2024.
- [38] S. Neethu , D. Tensing and S. J. S. Vincent , "Effect of sea sand in the behaviour of fresh concrete partially replaced with M-sand," *Research on Engineering Structures and Materials*, vol. 10, no. 1, pp. 91 - 110, 2024.
- [39] Z. Lu, G. Liu, Y. Wu, M. Dai, M. Jiang and J. Xie, "Recycled aggregate seawater–sea sand concrete and its durability after immersion in seawater," *Journal of Building Engineering*, vol. 65, p. 105780, 2023.
- [40] K. Jiang, X. Wang, Z. Chen, L. Ding, Z. Peng and Z. Wu, "Effect of constituent content on mechanical behaviors of ultra-high performance seawater sea-sand concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 351, p. 128952, 2022.
- [41] B. Feng, J. Liu, J. Wei, Y. Zhang, Y. Chen, L. Wang, Y. Chen and Z. Sun, "Research on properties and durability of desalinated sea sand cement modified with fly ash," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 15, p. e00675, 2021.
- [42] Y. Huang, J. Wang, Y. Jing, G. Yang, J. Song, W. You and X. Liu, "Mechanical properties and chloride resistance of ultra-high-performance seawater sea-sand concrete with limestone and calcined clay cement (UHPSSC-LC3) under various curing conditions," *Journal of Building Engineering*, vol. 97, p. 110767, 2024.
- [43] J. Liu, X. Fan, J. Liu, H. Jin, J. Zhu and W. Liu, "Investigation on mechanical and micro properties of concrete incorporating seawater and sea sand in carbonized environment," *Construction and Building Materials*, vol. 307,

p. 124986, 2021.

- [44] K. Zhang, W. Lin, Q. Lan and Q. Zhang, "Compressive properties of polypropylene fiber reinforced seawater sea-sand recycled aggregate concrete under different strain rate loading," *Construction and Building Materials*, vol. 452, p. 138968, 2024.
- [45] J. He, C. Sun and X. Wang, "Study on the Effect of Fly Ash on Mechanical Properties and Seawater Freeze–Thaw Resistance of Seawater Sea Sand Concrete," *Buildings*, vol. 14, no. 7, p. 2191, 2024.
- [46] Y. Chen, Z. Zhang, Z. Liu and P. Ye, "Experimental analysis on mechanical properties of sea sand geopolymer recycled aggregate concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 457, p. 139421, 2024.
- [47] Y.-F. Wu, X. Qianli, M. J. Munir and B. Hu, "Enhancing the microscopic structure of seawater sea-sand concrete through compression casting technique," *Construction and Building Materials*, vol. 417, p. 135271, 2024.
- [48] H. Guan, B. Hao and G. Zhang, "Mechanical properties of concrete prepared using seawater, sea sand and spontaneous combustion coal gangue," *Structures*, vol. 48, pp. 172 - 181, 2023.
- [49] D. Pan, S. A. Yaseen, K. Chen, D. Niu, C. K. Ying Leung and Z. Li, "Study of the influence of seawater and sea sand on the mechanical and microstructural properties of concrete," *Journal of Building Engineering*, vol. 42, p. 103006, 2021.
- [50] P. Guo, Q. Wang, J. Liu, T. Wang, J. Zhao and D. Wu, "Mechanical Behavior of Compression-Compacted Dry Concrete Paver Blocks Making Use of Sea Sand and Seawater," *Buildings*, vol. 13, no. 12, p. 2979, 2023.