



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Adición de arena de duna y ladrillo reciclado para mejorar las
propiedades mecánicas de bloques de cemento**

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

AUTOR:

More Villegas, Edder Jhoel (orcid.org/0000-0002-7733-2703)

ASESOR:

Dr. Galan Fiestas, José Edwin (orcid.org/0009-0005-9867-3637)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

En primer lugar, se encuentra dedicado a Dios por guiarme por el camino del conocimiento y aprendizaje continuo que permitió la culminación del presente estudio.

A mis amados padres, quienes, con su inmenso apoyo incondicional, amor, entrega, sabios consejos y dedicación que me impulsan a superar cada obstáculo permitiendo la entrega final del mencionado estudio.

A mis queridos compañeros que compartieron risas, lágrimas, horas de estudio y celebraciones; inclusive, cada instante enriquecedor permitió una grata colaboración en esta travesía académica.

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien es mi guía y fortaleza.

A mis amados padres, por acompañarme en este arduo camino.

A mis queridos docentes de la Universidad César Vallejo, que me brindaron una invaluable fuente de conocimiento, sabiduría y experiencia.

A mis queridos compañeros, quienes con su alegría y amistad me ayudaron a continuar adelante y no rendirme.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, GALAN FIESTAS JOSÉ EDWIN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Adición de arena de duna y ladrillo reciclado para mejorar las propiedades mecánicas de bloques de cemento", cuyo autor es MORE VILLEGAS EDDER JHOEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14%, 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.

PIURA, 30 de Abril del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GALAN FIESTAS JOSÉ EDWIN DNI: 44741619 ORCID: 0009-0005-9867-3637	Firmado electrónicamente por: JGALANFI el 30-04- 2024 15:24:27

Código documento Trilce: TRI - 0743662





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MORE VILLEGAS EDDER JHOEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Adición de arena de duna y ladrillo reciclado para mejorar las propiedades mecánicas de bloques de cemento", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
EDDER JHOEL MORE VILLEGAS DNI: 43207459 ORCID: 0000-0002-7733-2703	Firmado electrónicamente por: EMOREVI el 30-04- 2024 12:24:49

Código documento Trilce: TRI - 0743661



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I.INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1 Tipo y diseño de investigación	13
3.2 Variables y operacionalización	13
3.3 Población, muestra y muestreo	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5 Procedimientos.....	17
3.6 Método de análisis de datos.....	21
3.7 Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características generales de la arena de dunas	11
Tabla 2 Cantidad de muestras	15
Tabla 3 Procedimiento metodológico	22
Tabla 4 Análisis granulométrico de la arena duna.....	25
Tabla 5 Análisis granulométrico por tamizado (ladrillo triturado)	27
Tabla 6 Ensayo de gravedad específica y absorción de la arena natural	28
Tabla 7 Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso	29
Tabla 8 Ensayo de peso unitario de agregado suelto y compactado (arena para concreto)	30
Tabla 9 Ensayo de equivalente de arena	31
Tabla 10 Diseño de mezcla según resistencia requerida	32
Tabla 11 Características de los agregados	33
Tabla 12 Proporciones del primer ensayo	33
Tabla 13 Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla en relación a/c 0.86	34
Tabla 14 Valores de diseño.....	34
Tabla 15 Proporciones del segundo ensayo	34
Tabla 16 Pesos de los elementos Kg/m ³ de mezcla - Relación a/c 0.65	35
Tabla 17 Valores de diseño.....	35
Tabla 18 Proporciones del tercer ensayo	35
Tabla 19 Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla en relación a/c 0.56	36
Tabla 20 Valores del diseño	36
Tabla 21 Reporte de ensayos a la compresión concreto $f'c = 70$ kg/cm ² en relación agua cemento a/c 0.86.....	37
Tabla 22 Ensayo de resistencia a la compresión en relación agua cemento a/c 0.65	38
Tabla 23 Ensayo de resistencia a la compresión en relación agua cemento a/c 0.56	39
Tabla 24 Resistencia a la compresión.....	40
Tabla 25 Presupuesto de un bloque de cemento común (unidad)	43
Tabla 26 Presupuesto de un bloque de cemento común (unidad) adicionado con arena duna y ladrillo reciclado.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Procedimiento de estudio.....	17
Figura 2 Ubicación georreferenciada de arena duna (-4.861797, -80.635122)....	23
Figura 3 Ubicación georreferenciada del ladrillo reciclado (-5.069008, -81.051929)	24
Figura 4 Curva granulométrica de la arena duna	26
Figura 5 Curva granulométrica del ladrillo triturado.....	28
Figura 6 Tipo de consistencia y asentamiento en cm (primer ensayo).....	32
Figura 7 Porcentaje de resistencia kg cm ²	40

RESUMEN

El presente estudio posee como propósito la evaluación de la adición de arena duna y ladrillo reciclado en la mejora de las propiedades mecánicas de bloques de cemento. Para ello, presenta una metodología del tipo aplicada, diseño experimental y enfoque cuantitativo en una muestra constituida por 27 especímenes. En los resultados, se obtuvo que la arena de duna se caracteriza como un material demasiado fino destacando un módulo de fineza de 0.96%, el porcentaje de absorción equivale a 0.806%, 1409 en peso unitario suelto, 1602 en peso unitario compactado y 77.2% en equivalente de arena denotando un nivel relativamente elevado de impurezas y contaminantes. En cuanto, al ladrillo reciclado posee 15.795% de capacidad de absorción. También, la dosis adecuada corresponde a 60% de arena de duna y 40% de ladrillo reciclado con un diseño en relación a/c 0.56 en un patrón de 70kg; y, se determinó que 100 bloques de cemento común equivalen S/. 55.00 y un bloque de cemento adicionado con arena duna y ladrillo reciclado posee un costo de S/. 35.00 por 100 unidades. Por lo tanto, se concluye que presenta beneficios desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

PALABRAS CLAVE: Arena de duna, ladrillo reciclado, bloques de cemento.

ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the addition of dune sand and recycled brick to improve the mechanical properties of cement blocks. To do this, it presents an applied methodology, experimental design and quantitative approach in a sample consisting of 27 specimens. In the results, it was obtained that the dune sand is characterized as a material that is too fine, highlighting a fineness modulus of 0.96%, the absorption percentage is equivalent to 0.806%, 1409 in loose unit weight, 1602 in compacted unit weight and 77.2% in sand equivalent denoting a relatively high level of impurities and contaminants. As for, recycled brick has 15.795% absorption capacity. Also, the appropriate dose corresponds to 60% dune sand and 40% recycled brick with a design in w/c ratio 0.56 in a 70kg pattern; and, it was determined that 100 blocks of common cement are equivalent to S/. 55.00 and a cement block added with dune sand and recycled brick has a cost of S/. 35.00 per 100 units. Therefore, it is concluded that it presents benefits from a technical, economic and environmental point of view.

KEYWORDS: Dune sand, recycled brick from land clearing, cement blocks.

I. INTRODUCCIÓN

La costa peruana posee innumerables desiertos de arena duna con diseños variados, cuya utilidad se refleja en el desarrollo de mezclas como un aliado para el cemento portland dada sus características físicas que contribuyen a brindar mayor trabajabilidad y resistencia al agua. También, existe gran cantidad de ladrillo derivado de demoliciones en obras de construcción, cuyo reciclaje beneficiaría a la reducción del uso de recursos naturales. Hoy en día, el sector construcción se enfrenta al gran crecimiento poblacional que exige una búsqueda de recursos materiales de tierra de óptima calidad en la ejecución de trabajos de edificación de viviendas u otros. De tal modo, que el uso excesivo de materiales de construcción derivados del proceso de extracción de canteras para edificaciones y vías se encuentra provocando perjuicios masivos en el medio ambiente conllevando al incremento del nivel de contaminación (Shalabi et al., 2021, p. 1). Asimismo, el gobierno y organizaciones ambientalistas ejecutan gran presión para que el sector construcción innove en el uso de materiales que contribuyan a la sostenibilidad del planeta sin alterar las propiedades estructurales de una edificación.

A nivel mundial, el sector construcción deriva al 23% de polución o emisión de gases contaminantes, 40% de la contaminación de recursos hídricos y culpable del 50% de residuos en vertederos, inclusive, tan solo en el Reino Unido causó 202.8 millones de toneladas de contaminantes en el 2014 produciendo una generación excesiva de residuos requiriendo de una solución rápida y barata (Dobrowolska, 2021).

En Perú, el sector construcción corresponde a una actividad económica con gran relevancia a nivel nacional; no obstante, al incrementarse en un 23.07% produjo el incremento de contaminantes de construcción y demolición donde el litoral marino limeño comprendido por 83 km se halla afectado por una inadecuada disposición de dichos residuos (Herrera, 2022).

En Piura, ante el crecimiento de 36.2% en el 2021 en obras de reconstrucción y viviendas posibilita mayor participación del departamento, por lo cual, evidencia mayor presencia de desmonte en áreas inadecuadas generando mayor contaminación del suelo u otro tipo perjudicando la sostenibilidad (CAPECO, 2022).

De esa forma, las arenas de las dunas son clasificadas como SP o SP-SM acorde a USCS o A-1 a A-3 basado en la clasificación AASHTO, además, recibe la aprobación de la Asociación Mundial de la Carretera para obras de construcción siempre y cuando se encuentren adecuadamente tratadas y estabilizadas. Cabe precisar, que la arena de duna es contemplada como una idónea fuente de agregado fino, ya que, suele hallarse regularmente en áreas adyacentes a la costa o áreas secas en el desierto donde existe escasa vegetación se amontona por el viento en forma de colinas (Reaño-Palacios, 2019, p. 15). Inclusive, los residuos de ladrillos, reciclado de ladrillos o ladrillo provenientes del desmote contribuye a reutilizar de manera natural como construcción ecológica permitiendo optimizar el ciclo hidrológico urbano (Song et al., 2021, p.1).

A partir de ello, la problemática expuesta permite plantear las siguientes interrogantes: Problema central: ¿De qué manera la adición de arena duna y ladrillo reciclado permite mejorar las propiedades mecánicas de bloques de cemento? De tal modo, se plantean los siguientes problemas específicos: (1) ¿Qué características deben poseer los materiales a utilizar en la elaboración de bloques de cemento?; (2) ¿Cómo influye en la resistencia a la compresión al adicionar arena duna y ladrillo reciclado en los bloques de cemento?; y, (3) ¿Cuál es el beneficio económico al comparar un bloque de cemento común y un bloque de cemento adicionado con arena duna y ladrillo reciclado?

El presente estudio se **justifica teóricamente** mediante la explicación de cada teoría y definiciones apropiadas que proporcionan mayor comprensión a la temática formulada. **A nivel práctico**, se sustenta mediante un diseño que otorgará beneficios eco-amigables en el sistema constructivo de edificaciones permitiendo optimizar recursos derivados de desmonte brindando un aporte que cumple con los requerimientos técnicos, económicos y sin perjudicar al medio ambiente mediante

el oportuno uso del reciclaje. **Desde la perspectiva social**, se sustenta en el impacto social que beneficia a los habitantes a nivel nacional al obtener bloques de cemento al usarse en viviendas de bajo costo (interés social) u otras edificaciones mediante el aprovechamiento de las cualidades de este material y menor coste ambiental. También, **a nivel metodológico**, se especifica que se requirió de pruebas de laboratorio para determinar la dosis adecuada de cada material empleado en el diseño de bloques de cemento, propiedades mecánicas y los costos comparados de un bloque de cemento común y adicionado con arena duna y ladrillo reciclado.

Finalmente, se formula en objetivo general: Evaluar la adición de arena duna y ladrillo reciclado en la mejora de las propiedades mecánicas de bloques de cemento. Asimismo, como objetivos específicos se describen: (1) Determinar las características de los materiales en la elaboración de bloques de cemento; (2) Determinar la dosis adecuada en la adición de arena duna y ladrillo reciclado en la mejora de propiedades mecánica de bloques de cemento; y, (3) Realizar el análisis comparativo del beneficio económico de un bloque de cemento común y un bloque de cemento adicionado con arena duna y ladrillo reciclado.

Adicionalmente, como hipótesis general se plantea: La adición de arena duna y ladrillo reciclado mejora las propiedades mecánicas de bloques de cemento. En hipótesis específicas se puntualiza: (1) Las características de los materiales utilizados favorecen a las propiedades mecánicas de bloques de cemento; (2) La dosis adecuada en la adición de arena duna y ladrillo reciclado mejora las propiedades mecánicas de bloques de cemento; y, (3) Existe un beneficio económico al comparar un bloque de cemento común y un bloque de cemento adicionado con arena duna y ladrillo reciclado.

II. MARCO TEÓRICO

De igual manera, es necesario señalar los siguientes estudios semejantes a la temática central a escala internacional, nacional y local, tal y como se indica en los siguientes párrafos:

A escala internacional, Moulay-Ali et al. (2021) posee como propósito investigar la mezcla de arena de dunas y arena triturada para obtener una composición óptima de hormigón. Su metodología fue basada en la tipología aplicada, con diseño experimental y empleó en un caso de rango granular de 25mm. En sus resultados, especificaron que el empleo de arena de duna demostró que la mayoría de estudios previos no cumplieron con los requisitos en relación a la resistencia mecánica del concreto a causa de la granularidad de la arena y ausencia de granos de arena gruesos. Asimismo, los autores indicaron que se emplearon tres clases de arena dunares silíceas con tamaño de grano máximo de 2mm y un módulo de finura de 1.55 a 1.74 corregidas por dos clases de arenas trituradas silíceo-calizas de Koussane de 0/4mm con un módulo de finura de 3.05 y 3.4. Inclusive, el plan experimental acopló 276 pruebas de concreto en especímenes cúbicos de 15 cm incluyendo áridos gruesos de 25mm Max arrojando acorde a los ensayos una resistencia mecánica de hormigón con dunas de arena corregida a razón de 60%, 40% y 20% y el valor de la resistencia mecánica a compresión corresponde a 48 MPa, por lo cual, el uso de arena corregida fue rentable desde el punto de vista financiero. Al finalizar, los autores concluyen que el hormigón elaborado con materiales locales de la región árida de Argelia – Adrar es conocido al 100% por tener bajos valores de resistencia mecánica a la compresión, dada la ausencia de granos grueso entre 2 y 3 mm conduciendo a la aparición de poros de hormigón endurecido logrando una resistencia de compresión de 48 MPa al 60%. Además, en términos económicos demuestra resultados satisfactorios reduciendo costes.

Por otra parte, el estudio presentado por Robayo- Salazar et al. (2020) cuyo propósito se basó en demostrar la posibilidad de producir materiales activados por álcalis (AAM) a partir de una combinación de residuos de hormigón, cerámica, mampostería y mortero procesados mecánicamente como una alternativa sostenible para reciclar residuos de construcción y demolición en situaciones reales. Su metodología fue basada en tipología aplicada, diseño experimental y recurrieron al empleo de ensayos para caracterizar materias primas, optimizar carpetas, caracterizar áridos reciclados y producir y caracterizar hormigones y bloques. En sus resultados, indicaron que los residuos de construcción y demolición incluyendo áridos se utilizaron como ligantes para una aplicación integral produciendo que la adición al 10% de cemento Portland permitió que los materiales curaran a temperatura ambiente de 25°C, el ligante derivado de residuos de construcción y demolición alcanzó una resistencia a compresión de 43.9 MPa tipificado como cemento de uso general y bajo calor de hidratación acorde a la norma ASTM C1157. Al finalizar, concluyen que el concreto producido con dicho cemento, agregados triturados y los residuos mencionados reportar una resistencia a la compresión de 33.9 MPa en 28 días de curado produciendo un bloque estructural de clase alta con 26.1 MPa acorde a la normativa ASTM C90. El aporte brinda un concepto de innovación mediante el empleo del reciclaje como medio de sostenibilidad en situaciones reales.

Asimismo, en este estudio presentado por Contreras et al. (2022) cuyo propósito se basa en analizar áridos reciclados derivados de residuos de construcción y demolición en lugar de áridos naturales para fabricar nuevos hormigones ecológicos. Su metodología perteneció la tipología aplicada, diseño experimental y emplearon ensayos para emplear áridos reciclados finos y grueso en distintos porcentajes como sustitutos de arena natural y grava. En sus resultados, se reveló que el uso de áridos reciclados en porcentajes de 50% revelando que se empleó para producir adoquines acordes a requerimientos industriales derivando a valores de absorción de agua menores a 6% y resistencia a la tracción superior a 3.6 MPa basados en los valores límite de la normativa. Dichos resultados se obtuvieron disminuyendo la incorporación de cemento, por lo cual, se ahorraron costos en producción y disminuyendo el impacto ambiental. Al

finalizar, los autores concluyeron que las propiedades de los adoquines fabricados con 50% en peso adicionados con áridos reciclados posee un comportamiento mecánico semejante al material de referencia (0-0-7) donde la absorción del agua es inferior al 6% tipificado en clase 2 y marca B y su resistencia a la rotura por tracción superior a 3.6 MPa valores mínimos, lo cual, indica que puede ser empleado en áreas peatonales o poco tráfico.

Zhao et al. (2020) con la finalidad de investigar la viabilidad en la utilización de concreto reciclado derivado de bloques de hormigón prefabricados viejos para producir a escala industrial de nuevos bloques. Su metodología empleó la tipología aplicada, con diseño experimental y se trituraron subproductos de bloques de hormigón en una trituradora de escala industrial permitiendo la fabricación de dichos bloques con tasas de sustitución de áridos naturales al 0%, 30% y 100% por la misma fracción volumétrica de agregados de concreto reciclado. En sus resultados indicaron que la incorporación de agregados de concreto reciclado disminuye gradualmente la resistencia a la compresión perjudicando levemente la durabilidad de los bloques de concreto. No obstante, la resistencia a la compresión de los bloques de hormigón fabricados con 100% de agregados de concreto reciclado podría alcanzar 11.1 MPa en 28 días acorde a lo estipulado en la normativa belga en esta clase de bloques. Por lo cual, los autores concluyen que los bloques de concreto elaborados con 30% y 100% con agregados de concreto reciclado alcanzaron los requerimientos en resistencia, absorción de agua por capilaridad, retracción por secado y resistencia al hielo y deshielo.

Dang et al. (2020) en su estudio posee como propósito analizar el efecto de los niveles de reemplazo de agregados de arena por agregados de ladrillos reciclados al 0%, 50% y 100% y agua adicional. Su metodología es de tipo aplicada, diseño experimental y se incluye agua adicional en la proporción de mezcla para representar los distintos niveles de humedad en los agregados de ladrillos reciclados como secado al horno, secado parcial y secado superficial saturado en la microestructura y la durabilidad del hormigón. En sus resultados se destaca que el reemplazo de agregados de arena por agregados de ladrillos reciclados abrevia la migración de cloruro, aunque incrementa la absorción de agua, contracción por

secado, absorción de agua y carbonatación puede ser reducida mediante el contenido de agua adicional. Al finalizar, los autores concluyen que la microscopia demuestra que la estructura porosa del concreto se deteriora con el incremento cuando se reemplaza a causa de la estructura porosa del concreto de los ladrillos reciclados, además, la reactividad puzolánica de este material causó que los cristales de Ca(OH)_2 en el concreto se consumieran para obtener productos hidratados derivando a una zona de transición interfacial con mayor densidad y adecuada adhesión entre los agregados de ladrillos reciclados y la matriz de cemento.

A nivel nacional, Horna (2020) cuyo estudio posee el propósito de analizar las propiedades del concreto adicionando arena duna o marina como agregado. Su metodología se basó en la tipología cuantitativa – tecnológica, diseño aplicada y experimental, con una muestra de nueve testigos de 175,210 y 280 kg/cm² cada una con 27 testigos para ensayar comprensión, flexión, módulo de elasticidad y torsión. En sus resultados especificaron que seleccionaron el agregado grueso y fino de dos canteras con módulo de finura 3.05 (agregado fino) y dimensiones máximas de $\frac{3}{4}$ y 1', reemplazando la arena marina con un módulo de fineza de 1.44 derivando a la creación de un diseño de 175 kg/cm² con una relación a/c de 0.664 requiriendo de 8.88 bolsas de cemento por metro cubico de cemento, para el segundo diseño de 210 kg/cm² con una relación a/c de 0.604 con 9 bolsas de cemento y 280 kg/cm con una relación a/c de 0.511 con 11 bolsas de cemento, por lo cual, al analizar las propiedades físicas y mecánicas obtuvieron resultados mayores pero en menor porcentaje con la data del concreto patrón. Al finalizar, concluye que no existe diferencia significativa al usar arena duna para reemplazar al agregado fino al emplear dosis de 1.87%, 1.92% y 0.3%, aunque obtuvo resultados favorables y viables.

En Lima, Quispe y Verástegui (2019) presentan su estudio con el propósito de diseñar mezclas de concreto con agregado reciclado para optimizar las propiedades físico-mecánicas en bloques de concreto. Su metodología se basó en la tipología descriptiva, método deductivo, nivel descriptivo, diseño experimental y una muestra integrada por un grupo de ensayos que determinaron la resistencia a

la comprensión, peso unitario y absorción en un total de 72 bloques. En sus resultados, obtuvo que la resistencia en los bloques de concreto con agregado reciclado disminuye hasta 35.25% al incrementar 0.15 en la relación agua/cemento, aunque, si se compara con la resistencia de diseño de patrón supera significativamente al bloque con agregado reciclado, específicamente en 15.24%, 29.80% y 41.65% en relación a/c de 0.40, 0.55 y 0.70; la absorción incrementa hasta 21.19% al acrecentar la relación a/c de 0.15; el peso disminuye hasta 1.43 en la misma relación a/c; entre otros. Al finalizar, concluye que se evidencian la resistencia a la comprensión en agregado reciclado es menor al concreto con agregado patrón, pero en la relación a/c de 0.40 y 0.55 acata el ensayo de límites de absorción y resistencia a la comprensión acorde al NTP399.604 y en el peso unitario observó un aligeramiento en los bloques con reciclado.

Campojo et al. (2020) en su estudio posee como el propósito de caracterizar mecánicamente los bloques de concreto con residuos de construcción y demolición de playas para brindar sostenibilidad a Lima Metropolitana. Su metodología se basó en la tipología aplicada, diseño experimental y empleó una serie de diseños de mezcla en ensayos de 7, 14 y 28 días en probetas cilíndricas de 4x8 pulgadas con dosis de 15%, 20%, 30% y de 40% para aplicar distintos ensayos acordes al MTC. En sus resultados, explican que las dosificaciones se efectuaron en los días mencionados para cumplir con la resistencia del diseño revelando que la mezcla típica de concreto con material reciclado cuando se incrementa el uso del mismo se reduce su comportamiento mecánico en compresión; el prototipo con dosis al 40% de reciclado y mezcla simple obtuvo 78.7kg/cm² en 28 días de resistencia; asimismo, la elaboración de bloques de concreto con material reciclado logra disminuir los niveles de contaminación, ya que, se emplea el material desperdiciado en las orillas de ríos, áreas arqueológicas u otros para su reutilización implicando la disminución de 10.2 toneladas de CO₂. Al finalizar, concluye que el empleo de bloques de concretos es viable por su bajo costo y reduce al 21% en el uso de ladrillo King Kong 18h y puede ser empleado en muros no portantes.

Por otra parte, Vargas (2022) en su estudio posee como propósito el análisis de las propiedades físicas del ladrillo con agregado reciclado comparado con ladrillos de uso convencional para la construcción de viviendas. Su metodología perteneció a la tipología aplicada, enfoque cuantitativo, diseño cuasi - experimental y una muestra constituida por ochenta bloques de concreto con dosis de 100%, 50% y 75% de agregado reciclado en 7, 14 y 28 días para el empleo de ensayos de compresión, absorción y alabeo. En sus resultados destacó que el ensayo de compresión se determinó la dependencia del agregado reciclado en la compresión del ladrillo de concreto disminuyendo a 77.71kg/cm² al añadir 75% de agregado reciclado reflejando una influencia negativa; en el ensayo de absorción incrementó hasta 2.62% al adicional el 100% del agregado reciclado revelando una influencia negativa; y, en el ensayo de alabeo se incrementó a 1.75 al incorporar 100% del agregado reciclado exponiendo una influencia negativa. Al finalizar, se concluye que la adición de agregado reciclado no contribuye a optimizar las propiedades del ladrillo de concreto usual, pero se acopla a los requerimientos de la normativa E070 en unidades no portantes.

En Piura, Reaño-Palacios (2019) cuyo propósito se centra en elaborar un concreto con agregado fino reutilizado que se halle acorde a los requerimientos técnicos. Su metodología se basó en el diseño experimental, del tipo aplicada y recurrió a ensayos de caracterización de materiales, concreto fresco y endurecido, describir los materiales como cemento, agregados finos y grueso y arena de duna para evaluar las mezclas. En sus resultados, indica que la arena de duna es un agregado fino que no se ajusta a los lineamientos de gradación estandarizados en la normativa NTP 400.012 y ASTM C33, pero con una mezcla con otra clase de agregado fino mejora la distribución de partículas evitando efectos no positivo, en relación a su composición química se exhibe niveles alto de sílice y nivel idóneo de cloruro, sulfato y sales solubles que no perjudican la durabilidad del concreto; en el ensayo de angularidad, se estableció que el contenido de vacíos de mantuvo acorde al incremento del contenido de arena de playa obteniendo una arena con una adecuada graduación; existe mejora en la trabajabilidad; y, la resistencia al usar esta clase de arena no se asocia al incremento o reducción en el valor sino a la granulometría final durante la mezcla de arena de uso común y de duna para

obtener una adecuada distribución granulométrica y de partículas. Al finalizar, concluye que se incrementa la resistencia y trabajabilidad derivando del reemplazo al 10% y 20% para mejorar la performance del concreto fresco, aunque, al emplear valores superiores como 50%, se perjudica la trabajabilidad, puesto que, disminuye por exceso de finos.

En tal sentido, se identifica como variable independiente “arena duna y ladrillo reciclado”, cuyas definiciones se desglosan en las siguientes líneas:

La arena de duna es contemplada como una excelente fuente de agregado fino y se halla regularmente en las áreas adyacentes a la costa o áreas secas como desiertos donde existe poca vegetación con una tendencia a acumularse por acción del viento en forma de colinas, por lo cual, su uso obtiene resultados variados en el sector construcción (Reaño-Palacios, 2019, p. 15-16). También, se define como la acumulación de arena en el desierto, por lo cual, dicho árido se obtiene del desplazamiento mediante la erosión y transporte de elementos del viento que atrapa y estabiliza las partículas (Cotrina, 2021, p. 19).

Algunas de las características de la arena de las dunas radican al denotar su finura con un tamaño máximo de partícula de 1.18mm, con diámetros superiores al 90% de sus componentes ente 0 – 0.4mm, con módulos de finura menores de 1.5, tamaño de partículas promedio menor a 0.25mm convirtiéndose en una arena extremadamente fina, por lo que, se clasifica en clase de suelo D1 en la clasificación de suelos GTR 2000 (Dawood y Jaber, 2022, p. 112-114). No obstante, suele describirse como porosa, irregular y mal graduada implicando que por sí sola no se compactará requiriendo tratar esta arena con ligantes hidráulicos como correctores (Ahmad et al., 2022, p. 4).

Cabe precisar, que la arena de dunas es empleada como aditivo mineral en la producción de hormigón auto compactado y su uso en mezclas de concreto revela que mejora la trabajabilidad del hormigón hasta al 50% cuando se reemplaza la arena natural, pero la resistencia a la comprensión suele disminuir

proporcionalmente (Zeman, Abed y Resan, 2021, p. 2). Algunas de las características generales en la arena de dunas son:

Tabla 1

Características generales de la arena de dunas

Tamaño (mm)	≤ 0.175
Módulo de fineza	0.507 – 1.01
% de reemplazo de AD	10% - 100%
Agregado grueso	Redondeado – triturado
Agregado fino	Arena de rio – arena triturada
Trabajabilidad	Incrementa o reduce
Resistencia a la compresión	Equilibrada o incrementa
Agregado reemplazado	Mayormente, es el agregado fino.

Fuente: (Reaño-Palacios, 2019, p. 16)

De igual modo, el ladrillo reciclado es considerado como un agregado ecológico que contribuye a la conservación de los recursos del agregado natural, cuya procedencia deriva de residuos de construcción de edificios, residuos de derribos de construcción y residuos de industria cerámica, por lo que, su obtención deriva de un proceso de trituración donde existe un porcentaje sustancial de partículas pequeñas y se tipifica como agregado fino y suele descartarse en el uso (Rosca, 2022, p. 982).

Además, el ladrillo reciclado es un usado como agregado por su calidad y propiedades que facilitan su uso en concreto, aunque, existen algunas dificultades en su uso como la elevada absorción de agua que afecta la trabajabilidad en hormigón fresco y exceso de impurezas que puede influir en la reducción de las propiedades mecánicas del hormigón; no obstante, el uso de ladrillos reciclados derivados de desmonte produce un ahorro de recursos naturales, ahorro de energía y disminuye las emisiones de dióxido de carbono que se agota en el proceso de producción de cemento y hormigón, inclusive, reduce costos de transporte y cargas muertas e incrementa la durabilidad del hormigón en ciertos casos (Abdullah et al.,

2021, p. 6-7). También, los ladrillos reciclados son usados como materiales de reciclaje en los últimos tiempos para sustituir los agregados convirtiéndose en una adecuada solución que disminuye los residuos sólidos de construcción en los vertederos (Madueño et al., 2023, p. 20). Otro aspecto resaltante del ladrillo reciclado es su aplicación para relleno firme de carreteras o agregados y se emplea como un modo efectivo de reciclar mediante su molienda en polvo como preparado de polvo de ladrillo reciclado y se puede emplear como material cementicio suplementario a causa de su reactividad potencial derivado de sus fases amorfas (Luo et al., 2022, p. 1). Desde otra perspectiva, el ladrillo reciclado como agregado grueso degrada las propiedades mecánicas, durabilidad y trabajabilidad del concreto a causa de la elevada porosidad del ladrillo reciclado resaltando que el ladrillo reciclado en polvo es favorable para mejorar propiedades mecánicas y su durabilidad (Likes et al., 2022, pág. 1).

Por consiguiente, la variable dependiente corresponde a “bloques de cemento” es aquel material prefabricado modular que se emplea para construir muros similares a los ladrillos de construcción que se unifican entre sí con un mortero de cemento, agua y arena (Sánchez y Taguada, 2021, p.13). Inclusive, la tipología de bloques corresponde a bloques de 10 y 15 incluyendo materiales como polvo blanco, cemento, chasqui y agua (Sánchez y Taguada, 2021, p.13). Otra definición del bloque de cemento que suele denominarse es “bloque de hormigón, bloque de cimentación o unidad de mampostería de hormigón”, puesto que, estos bloques se encuentran elaborados con una mezcla de cemento Portland, agua y agregados donde el tamaño estándar en Estados Unidos es 20cm x 20cm x 41cm y las dimensiones de 44cm x 21.5 cm x 10cm en el Reino Unido, también, el agregado con mayor uso es la mezcla de grava y arena; y, en otros casos, se emplean desechos industriales como agregados (Paun, 2023, p.1). Los bloques de concreto brindan distintos beneficios útiles asociados al tiempo, costo, calidad, previsibilidad, confiabilidad, productividad, salud, seguridad, medio ambiente, coordinación, innovación, reutilización y reubicación (Gunawan et al., 2020, p. 187). Es preciso mencionar, que el concreto es el material con mayor uso alrededor del mundo desde su formación y comercialización existiendo distintas variaciones, clases y calidades acorde a su función y ubicación (Aguilar et al., 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo aplicada se basa en mejorar, perfeccionar u optimizar cada propiedad en el proceso u otros y posee una puntuación de eficiente y deficiente (Esteban, 2018, p. 3). Por esta razón, la indagación pertenece a esta tipología, puesto que, se pretende ofrecer una alternativa o solucionar a la problemática formulada que se basa en adicionar la arena duna y ladrillo reciclado con el propósito de mejorar las propiedades mecánicas de bloques de cemento, además, de reducir los niveles de contaminación por esta clase de residuos en la ciudad.

Diseño de investigación

El diseño experimental se basó en la manipulación intencional de una variable para analizar sus resultados (Seltman, 2018, p. 3). De tal manera, que el presente estudio pretende modificar la variable independiente para observar los efectos de las propiedades mecánicas en bloques de cemento procurando lograr una mejora significativa en dichos bloques, por lo cual, cada ensayo se halla acorde a la normativa.

3.2 Variables y operacionalización

a) Variable independiente: Arena duna y ladrillo reciclado.

Definición conceptual:

En primer lugar, la arena de duna es contemplada como una excelente fuente de agregado fino y se halla regularmente en las áreas adyacentes a la costa o áreas secas como desiertos donde existe poca vegetación con una tendencia a acumularse por acción del viento en forma de colinas, por lo cual, su uso obtiene resultados variados en el sector construcción (Reaño-Palacios, 2019, p. 15-16). En segundo lugar, el ladrillo reciclado es considerado como un agregado ecológico que

contribuye a la conservación de los recursos del agregado natural, cuya procedencia deriva de residuos de construcción de edificios, residuos de derribos de construcción y residuos de industria cerámica, por lo que, su obtención deriva de un proceso de trituración donde existe un porcentaje sustancial de partículas pequeñas y se tipifica como agregado fino y suele descartarse en el uso (Rosca, 2022, p. 982).

Definición operacional

La adición de arena duna y ladrillo reciclado como agregados para optimizar las propiedades mecánicas de los bloques de cemento. Por ello, se requiere ejecutar distintos ensayos de laboratorio para caracterizar cada material y obtener el porcentaje adecuado para alcanzar un bloque de concreto con propiedades estables, óptimas, eco-amigables, durables, resistentes y con bajo costo.

b) Variable dependiente: Bloques de cemento.

Definición conceptual

Es aquel material prefabricado modular que se emplea para construir muros similares a los ladrillos de construcción que se unifican entre sí con un mortero de cemento, agua y arena (Sánchez y Taguada, 2021, p.13). Inclusive, la tipología de bloques corresponde a bloques de 10 y 15 incluyendo materiales como polvo blanco, cemento, chasqui y agua (Sánchez y Taguada, 2021, p.13).

Definición operacional

A través, de la incorporación de arena duna y ladrillo reciclado, se busca que el bloque de cemento posea un nivel óptimo en propiedades mecánicas y físicas acorde a los requerimientos de la normativa técnica peruana. Asimismo, se diseñó acorde a un concreto estándar $F_c 70 \text{ Kg/cm}^2$

Cada ensayo fue ejecutado según la norma y se elaboró 3 diseños de 4.5, 6,7 bolsas por metro cubico, con los ensayos correspondientes y el muestro de 9 especímenes por cada diseño.

3.3 Población, muestra y muestreo

La población es la agrupación de elementos que poseen características similares en una indagación (Shukla, 2020, p. 2). En tal sentido, la población abarca la totalidad de especímenes de bloques de cemento adicionados con arena duna y ladrillo reciclado.

La muestra incluye extraer elementos que abarca la población (De Sousa et al., 2017, p. 620). Las muestras de todos los especímenes y elementos que abarca esta población desarrollando de acuerdo a normativa. De esta manera, la muestra contempla en total a 27 especímenes de bloques de concreto evaluados en 7, 14 y 28 días acorde al peso unitario de kg cada uno con dimensiones de 10 cm x 20 cm. Por esta razón, el número de muestras empleadas para el presente estudio corresponde a 27 especímenes, tal y como, se visualiza en la Tabla 2.

Tabla 2

Cantidad de muestras

Días	N° de especímenes			Total
	Diseño 01	Diseño 02	Diseño 03	
7	3	3	3	9
14	3	3	3	9
28	3	3	3	9
Cantidad	9	9	9	27

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar, que el muestreo corresponde a “no probabilístico” dada la conveniencia y criterio del estudioso (Lerma et al., 2021, p. 88). Por lo cual, la finalidad se basa en alcanzar promedios que se ajusten al patrón de trabajo así también el estudio se centra en una selección intencionada de elementos disponibles y se utilizó la totalidad de muestras a estudiar dada su disponibilidad.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas

La técnica corresponde a la observación, puesto que, se observa la situación para recopilar adecuadamente los datos solicitados (Cuipal, 2018). Para ello, se efectuó una la técnica de observación reuniendo los datos de cada ensayo efectuado en laboratorio a través del empleo de la normativa vigente.

b) Instrumentos

De esta manera, las fichas de registro de datos abarcan un instrumento que facilita el registro para medir una data observada en una problemática (Muñoz, 2020). Asimismo, el presente estudio requerirá de fichas de registro de datos para forjar la data cuantitativa contemplando la evaluación de cada indicador de cada variable estudiada. Por ello, se emplea:

Ensayo de granulométricos

- Realización de ensayos de los materiales a integrar como son la arena duna y ladrillo reciclado

Diseño de concreto

- Realización de 3 tipos de diseños

Fuerza de compresión

- Realización de roturas de los especímenes realizados para las comparaciones con el patrón muestra.

Otros instrumentos:

- Hojas de cálculo de Microsoft Excel 2016.
- Fichas normadas de cada ensayo.
- Equipos usados para cada ensayo.
- Laptop.
- Cámara de fotos.

3.5 Procedimientos

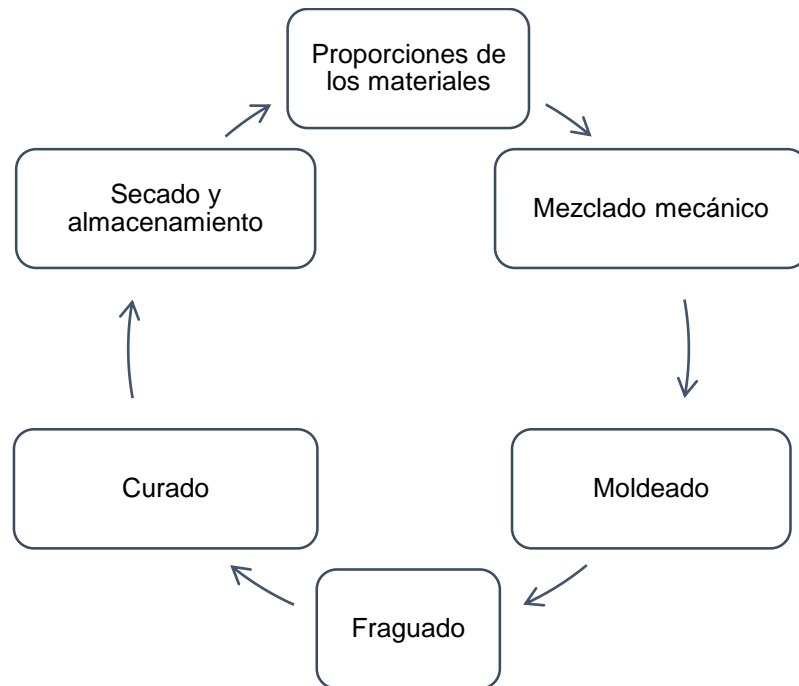


Figura 1
Procedimiento de estudio

En la etapa inicial, se procedió a la selección de los materiales a caracterizar como la arena duna y el ladrillo reciclado que procede del Centro Poblado “Montenegro” situado en el distrito de Querecotillo, provincia de Sullana, departamento de Piura.

Así también al acopio de material reciclado como el ladrillo que esta desechado en algunos lugares como los tiraderos o acopios, en la salida de la panamericana y en zonas descampadas, este material fue recolectado para luego ser acopiado y así empezar a la realización del proyecto. Una vez teniendo estos dos materiales se realizó el trabajo de la trituración manual del ladrillo con una comba de fierro de 4kg hasta que sus medidas alcancen pasar por la malla $\frac{3}{4}$. así también al secado del material de arena duna. También así mismo la compra de cemento.

En el laboratorio se realizó con los ensayos granulométricos tanto del material de arena como la del ladrillo basado en las normas ASTM C136/ MTC-E 201, MTC-E 107, MTC-E 203, MTC-E 205, MTC-E 206.

Subsiguientemente, se procede a definir acorde a la literatura revisada tres porcentajes a evaluar en 7 días, 14 días y 28 días para determinar su resistencia. En esta etapa, después de definir las proporciones de cada material a utilizar como la arena duna, ladrillo reciclado, cemento y agua se iniciaría con la mezcla uniforme acorde a las medidas de los ensayos efectuados con ayuda de una bandeja de latón que sirvió de recipiente para la mezcla. En el mezclado manual, se procedió a integrar los materiales donde el ladrillo deriva de un proceso de triturado y se incorporó a la mezcla con el material restante hasta obtener una mezcla uniforme. En el mezclado mecánico, se empleó una mezcladora tipo trompo para integrar los materiales para verter el cemento en pocas proporciones y se agregó el agua. En el moldeado, se usó moldes de plástico y con un martillo de goma para someter a una vibración uniforme evitando la formación de globos de aire. Se hizo 3 diseños con el agregado de acuerdo a la cantidad de cemento para llegar a la resistencia propuesta que era de 70kg con el fin de alcanzar la resistencia diseñada.

El primer diseño fue con una relación a/c de 0.86, el segundo con 0.65 a/c y el último con 0.56 a/c F'c 70kg. Realizando 27 muestras 9 por cada diseño para así tomar lectura.

En el fraguado, se colocó en moldes el cual hemos creído conveniente utilizar moldes 10 x20 cm y puestos en lugar de suelo firme y lugar fresco durante 4 a 8 horas evitando que no pierdan agua que perjudique los moldes con la aparición de fisuras.

En el curado, con el propósito de evitar que no disminuya la humedad se observó la reacción química que puede continuar hasta el momento de secado la cual se efectuó durante una semana en dos o tres repeticiones diarias, por lo que, se cubrió con, papeles húmedos para evitar su evaporación. Por último, en la etapa de secado y almacenamiento, una vez removidos del molde se almaceno en áreas

frescas para que adquiriera la resistencia exigida, ya que no debe ser trasladado o humedecido con aguas de precipitaciones pluviales u otras hasta que cumpla los 28 días.

Cabe precisar, que los ensayos que se aplicaron son: Análisis granulométrico ASTM C136, equivalente de arena, slump prueba de absorción peso unitario suelto y peso unitario varillado y ensayo prueba hidráulica durante el día 7, 14 y 28. Después de definir las proporciones de los materiales a integrar la cual nuestros materiales puestos en el trabajo son arena duna, ladrillo reciclado, cemento y agua empezamos a trabajar la mezcla uniformemente de acuerdo a las a las medidas tomadas en los ensayos realizados con ayuda de una tina de latón la que a su vez nos servirá de recipiente para la mezcla.

Mezclado manual

Con las medidas correspondientes comenzamos a integrar los materiales a utilizar lo primero será la arena duna luego se integró el material reciclado que es el ladrillo chancado (desmonte) para luego ser combinado en la tina de latón con la plancha o palana mediana se accede a mezclar el material adicionando el agua y mezclar hasta alcanzar uniformidad.

Mezclado mecánico:

De este modo, con una mezcladora tipo trompo para poder mezclar es material la cual le vamos a integrar arena duna ladrillo chancado así también integrar el cemento por lo general vertimos en pocas proporciones en una manera necesaria le incorporamos el agua.

Moldeado

Al colocar en los moldes de plástico con medidas 10x20 cm acorde a la norma que se emplea un mango de goma para la vibración uniforme y no quede con globos de aire.

Fraguado

En los respectivos moldes de madera colocaron en un lugar fresco hasta que alcance la etapa de fraguado de 4 a 8 horas o recomendable un día a otro. También, fueron colocados en lugares la cual no presenten pérdida de agua para no tener un prematuro fraguado la cual se verá reflejado con la fisuramiento de los moldes.

Curado

Se realizó el respetivo curado con el fin que no pierda humedad la cual depende que la reacción química pueda continuar al momento del secado. Esta curación se realizó durante una semana 2 y 3 veces al día o lo que sea necesario, así también se tapó con plástico y papel húmedos para evitar la evaporación.

Secado y almacenamiento

Una vez removidos del molde fueron almacenados en lugares frescos para que termine su curado suficiente para que pueda llegar a la resistencia requerida.

La cual no fueron movidos ni mucho menos mojados con otra agua después del curado hasta que cumpla su tiempo de 7 14 y 28 días.

Herramientas

- Palana mediana
- Tina de latón
- Balanza de 50 k
- Tamiz #3/4
- Trompo mecánico
- Cono de abrams
- Plancha o badilejo
- Moldes

3.6 Método de análisis de datos

Se efectuó a través del desarrollo de cada objetivo propuesto acorde a la normativa peruana vigente, asimismo, los datos obtenidos se tabularon, graficaron e interpretaron usando el programa Microsoft Excel 2016. así también se realizó las roturas de los 27 especímenes en laboratorio de acuerdo a las fechas propuesta, esta información es detallada en las hojas de cálculo realizadas en Excel.

3.7 Aspectos éticos

El presente estudio cumplió los principios universales que todo indagador debe acatar para obtener resultados fidedignos a través de un proceso riguroso y responsable. Algunos de dichos principios son: Confidencialidad, justicia, beneficencia y no maleficencia, integridad científica, propiedad intelectual y consentimiento informado y expreso. Adicionalmente, se acata los requerimientos acordes al nivel y modalidad en la Universidad César Vallejo y el uso correcto de la norma ISO en el proceso de citado.

IV. RESULTADOS

En las siguientes líneas, se especificó el procedimiento ejecutado para la obtención de datos verídicos acorde a los objetivos indicados en el presente estudio:

Tabla 3

Procedimiento metodológico

OBJETIVO: *Determinar las características de los materiales en la elaboración de bloques de cemento*

PRIMER PASO	Descripción general de los materiales empleados.
--------------------	--

SEGUNDO PASO	Aplicación de estudios de laboratorio para determinar las características de los materiales (Granulometría, equivalente de arena, gravedad específica y absorción de los agregados, peso unitario suelto / compactado, otros).
---------------------	--

OBJETIVO: *Determinar la dosis adecuada en la adición de arena duna y ladrillo reciclado en la mejora de propiedades mecánica de bloques de cemento*

TERCER PASO	Diseño de mezcla para bloquetas y ensayo de compresión.
--------------------	---

OBJETIVO: Realizar el análisis comparativo del beneficio económico de un bloque de cemento común y un bloque de cemento adicionado con arena duna y ladrillo reciclado.

TERCER PASO	Elaboración del presupuesto comparativo.
--------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

OBJETIVO: Determinar las características de los materiales en la elaboración de bloques de cemento

a. Descripción general de los materiales empleados en el estudio

Dichos materiales fueron extraídos de un lugar donde se concentra cantidad de material de arena duna producto de las precipitaciones pluviales se formaron estas pequeñas canteras de arenas en un área denominada “Montenegro” que colinda con el distrito de Querecotillo–Sullana-Piura. En el caso del ladrillo, este material fue recolectado en una zona dedicada al acopio de desmonte de residuos de construcción donde fueron trasladados a lugares secos para su adecuado almacenamiento para posteriores ensayos de laboratorio tales como:

- Norma (ASTM C-136) granulometría para agregados fino y grueso
- Norma (ASTM C-127) gravedad específica y absorción agregado grueso
- Norma (ASTM C-128) gravedad específica y absorción agregado fino
- Norma (ASTM C-29) peso unitario agregados grueso y finos
- Norma (ASTM C-702) equivalente de arena

Asimismo, es posible visualizar la ubicación del lugar de extracción de la arena duna y ladrillo reciclado en las siguientes imágenes:



Figura 2

Ubicación georreferenciada de arena duna (-4.861797, -80.635122)

En el caso del ladrillo reciclado, en la siguiente imagen se observa el lugar de extracción del material mencionado:

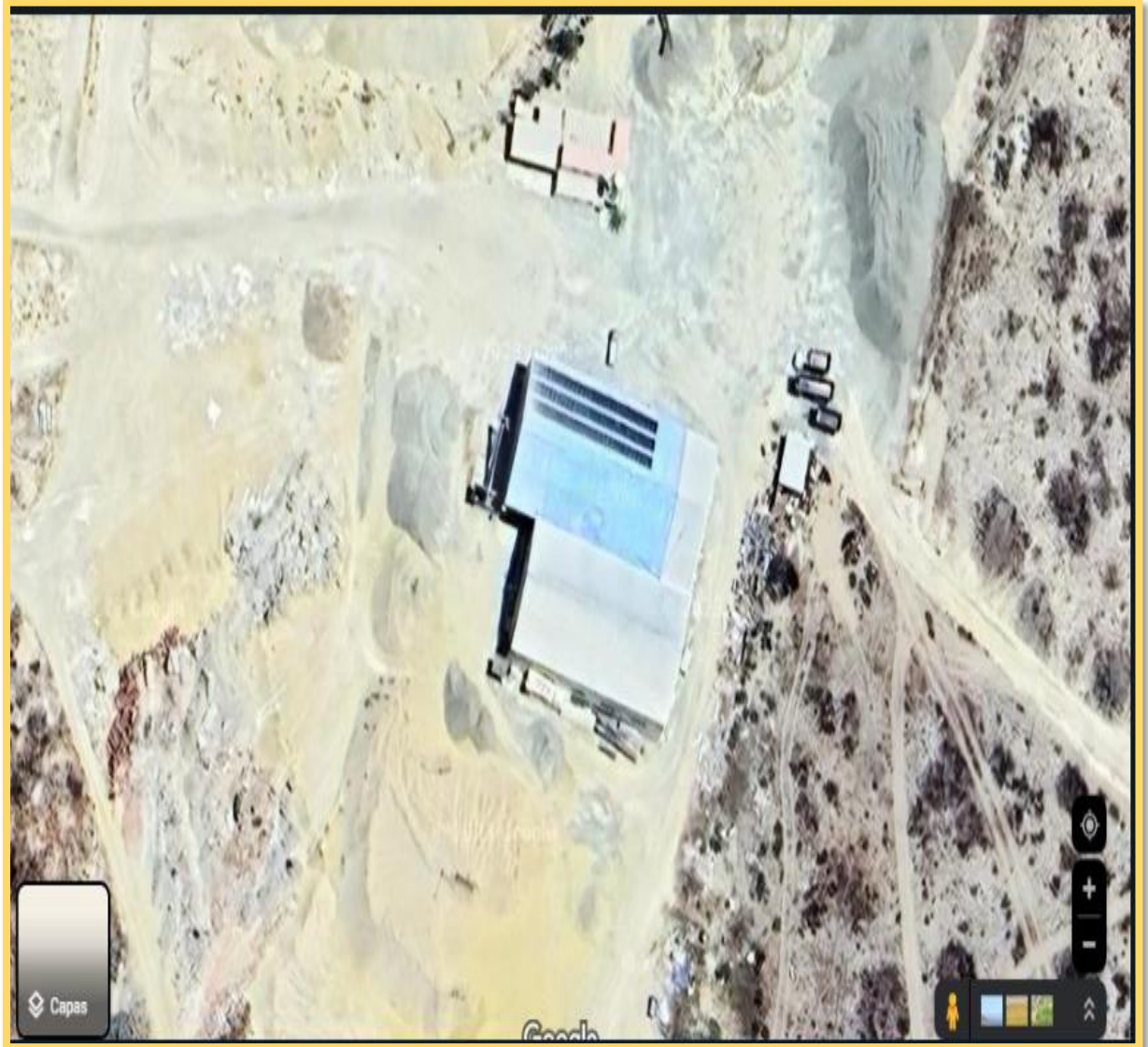


Figura 3

Ubicación georreferenciada del ladrillo reciclado (-5.069008, -81.051929)

De tal manera, se procedió a la ejecución del primer ensayo aplicado a ambos materiales denominado: Análisis granulométrico. Cabe resaltar que, el análisis granulométrico se usa para establecer la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, suelo u otro material. En este ensayo, arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 4

Análisis granulométrico de la arena duna

Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						Peso Inicial (gr): 500
2"	50.800						M.F. = 0.96
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525				100.0	100	100
1/4"	6.350						
4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	95	100
8	2.380	0.8	0.2	0.2	99.8	80	100
10	2.000						
16	1.190	1.6	0.3	0.5	99.5	50	85
20	0.840						
30	0.590	3.9	0.8	1.3	98.8	25	60
40	0.420						
50	0.297	52.3	10.5	11.7	88.3	5	30
100	0.149	352.6	70.5	82.2	17.8	0	10
200	0.074	67.0	13.4	95.6	4.4		
< 200		21.9	4.4	100.0	0.0		

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla, acorde a los resultados es un material demasiado fino destacando un módulo de finesa de 0.96, aún se encuentra en el rango de arena fina la cual está desde 2.00 hasta 0.42 con un porcentaje de humedad de 1.00 %.

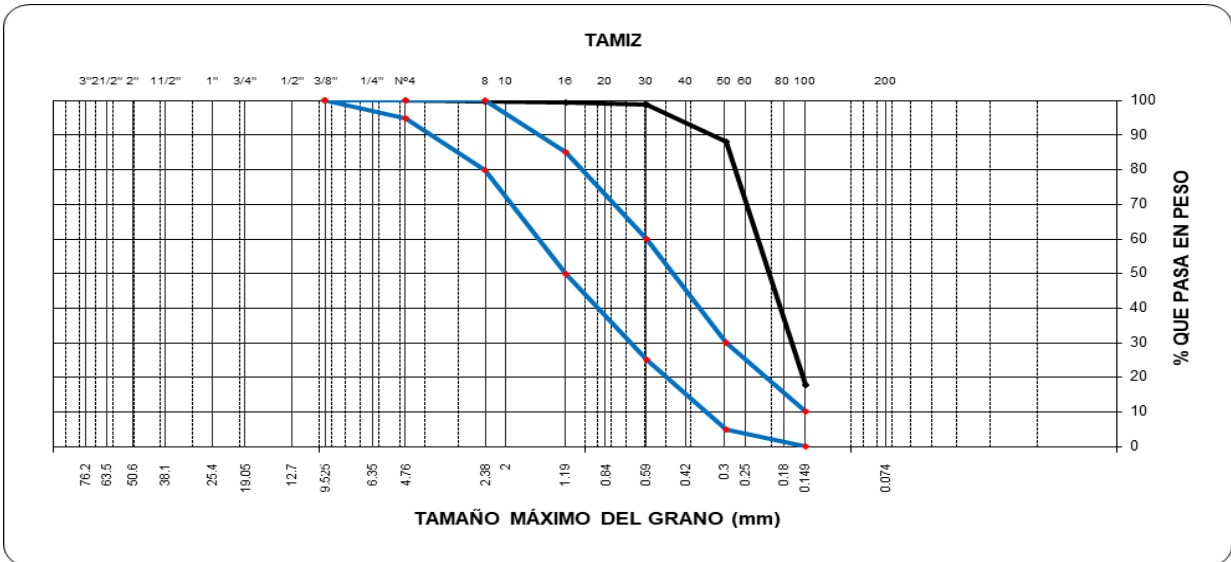


Figura 4

Curva granulométrica de la arena duna

En el análisis granulométrico del ladrillo reciclado se alcanzaron:

Tabla 5

Análisis granulométrico por tamizado (ladrillo triturado)

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG-57	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
3"	76.200						PESO TOTAL	=	6,538.0	gr			
2 1/2"	63.500												
2"	50.800						MÓDULO DE FINURA	=	7.26	%			
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	100	PESO ESPECÍFICO:						
1"	25.400	1,358.0	20.8	20.8	79.2	95 - 100	P.E. Bulk (Base Seca)	=		gr/cm ³			
3/4"	19.050	1,898.5	29.0	49.8	50.2			=		gr/cm ³			
1/2"	12.700	1,202.5	18.4	68.2	31.8	25 - 60	P.E. Aparente (Base Seca)	=		gr/cm ³			
3/8"	9.525	923.0	14.1	82.3	17.7		Absorción	=		%			
# 4	4.760	786.0	12.0	94.3	5.7	0 - 10	PESO UNIT. SUELTO	=		kg/m ³			
# 8	2.360	370.0	5.7	100.0	0.0	0 - 5	PESO UNIT. VARILLADO	=		kg/m ³			
							CARAS FRACTURADAS:						
							1 cara o más	=		%			
							2 caras o más	=		%			
							Partículas chatas y alarg.	=		%			
							% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S		% Humedad	
							OBSERVACIONES:						
TOTAL		6,538.0											

Fuente: Elaboración propia.

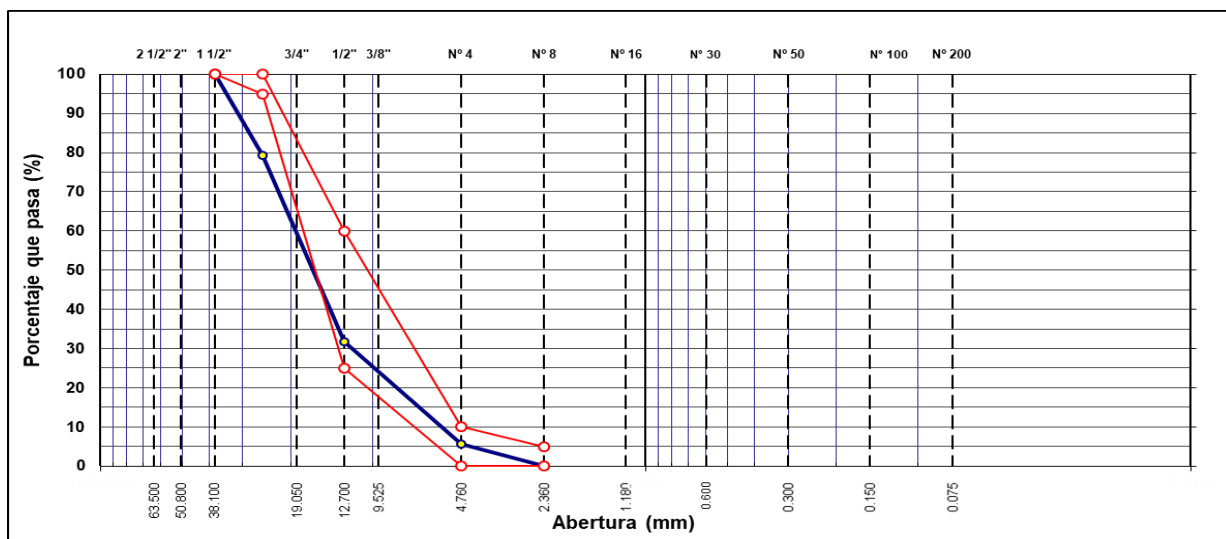


Figura 5

Curva granulométrica del ladrillo triturado

El siguiente ensayo corresponde al de gravedad específica y absorción de la arena natural normado NTP 400.022. Dicho ensayo se usa para establecer la densidad relativa y la capacidad de absorción del agregado fino, en este caso corresponde a la arena natural. Por lo cual, se obtuvo los siguientes hallazgos:

Tabla 6

Ensayo de gravedad específica y absorción de la arena natural

AGREGADO - ARENA NATURAL				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	200.0	200.0	
B	Peso Frasco + agua	717.0	720.2	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	917.00	920.20	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	841.5	844.3	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	75.50	75.90	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	198.50	198.3	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	74.00	74.20	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.629	2.613	2.621
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.649	2.635	2.642
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.682	2.673	2.677
	% de absorción = ((A - F) / F) * 100	0.756	0.857	0.806

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6, se observa que los hallazgos del ensayo de gravedad específica y absorción de la arena natural se obtuvo que la absorción posee 0.806%. Esto quiere decir, que puede retener el 0.806% de su peso en agua. Con este valor facilita el cálculo de la cantidad de agua que debe ser empleada en el momento de la mezcla del concreto con el propósito de tener en cuenta la cantidad de agua absorbida por el agregado.

Asimismo, se practicó un ensayo para medir la gravedad específica y absorción del agregado grueso que corresponde al ladrillo reciclado, cuyos resultados registrados son:

Tabla 7

Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso

AGREGADO GRUESO				
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	2534	2620	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	1552	1603	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	982	1017.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	2187	2264	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	635.0	661	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.227	2.226	2.227
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.580	2.576	2.578
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	3.444	3.425	3.435
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	15.866	15.724	15.795

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7, los resultados obtenidos del ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso se obtuvo 15.795%, que significa que el ladrillo reciclado posee la capacidad de absorber aproximadamente el 15.795% de su peso en agua cuando se encuentre sumergido en ella.

En el siguiente ensayo, se ejecutó el ensayo de peso unitario de agregado suelto y compactado (arena para concreto) que sirve para establecer la densidad del material normado por NTP 400.017 que establece los procedimientos de ejecución del ensayo. En el caso del peso unitario suelto, se asocia a la densidad de la arena cuando se halla suelta, es decir, sin compactar. En el peso unitario compactado, se relaciona a la densidad de arena que se halla compactada. Dichos valores son totalmente relevantes en el sector construcción, puesto que, permite establecer la cantidad de material requerido en una obra con la finalidad de evaluar su durabilidad y resistencia.

Tabla 8

Ensayo de peso unitario de agregado suelto y compactado (arena para concreto)

PESO UNITARIO SUELTO				
Descripción del Ensayo				Promedio
	N° de Ensayo	1	2	3
A	Peso agregado + recipiente (g)	2585	2580	2583
B	Peso del recipiente (g)	220	220	220
C	Peso agregado (g) = (A) - (B)	2365	2360	2363
D	Volumen del recipiente (cc)	1677	1677	1677
E	Peso Unitario= (C) / (D)	1410	1407	1409
F	Promedio Peso Unitario (Kg/m ³)			1409
PESO UNITARIO COMPACTADO				
	N° de Ensayo	1	2	3
A	Peso agregado + recipiente (g)	2904	2910	2907
B	Peso del recipiente (g)	220	220	220
C	Peso agregado (g) = (A) - (B)	2684	2690	2687
D	Volumen del recipiente (cc)	1677	1677	1677
E	Peso Unitario= (D) / (E)	1600	1604	1602
F	Promedio Peso Unitario (Kg/m ³)			1602

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8, se observa que los resultados obtenidos del ensayo de peso unitario suelto equivalen a 1409, que se traduce como que por cada unidad de volumen (m³) de arena suelta posee un peso promedio de 1409 kilogramos. Asimismo, en el ensayo del peso unitario compactado arrojó 1602 que significa que por cada unidad de volumen (m³) de arena compactada posee un peso promedio de 1602 kilogramos.

En cuanto, al ensayo de equivalente de arena se derivó a los siguiente hallazgos:

Tabla 9

Ensayo de equivalente de arena

		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm					
Hora de entrada a saturación		10:16 AM	10:18 AM	10:20 AM		
Hora de salida de saturación (mas 10")		10:26 AM	10:28 AM	10:30 AM		
Hora de entrada a decantación		10:28 AM	10:30 AM	10:32 AM		
Hora de salida de decantación (mas 20")		10:48 AM	10:50 AM	10:52 AM		
Altura máxima de material fino	mm	4.5	4.6	4.5		
Altura máxima de la arena	mm	3.5	3.5	3.5		
Equivalente de Arena	%	77.8%	76.1%	77.8%		77.2%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, los resultados obtenidos del equivalente de arena que arrojó 77.2% que se traduce como un nivel relativamente elevado de impurezas y contaminantes. Este ensayo permitió determinar la cantidad de impurezas y contaminantes que se hallaron presente en la muestra de arena seleccionada.

OBJETIVO: Determinar la dosis adecuada en la adición de arena duna y ladrillo reciclado en la mejora de propiedades mecánica de bloques de cemento

4.2 Diseño de mezcla para bloquetas y ensayo de compresión

En este paso, el diseño se requirió de ciertos criterios tales como:

- **Resistencia de material**

Tabla 10

Diseño de mezcla según resistencia requerida

Diseño de Mezcla	
Resistencia requerida	70 kg/cm ²
Cemento portland	Tipo 1
Tamaño nominal	3/4
Asentamiento	0

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Esta Consistencia del material para este trabajo es con un asentamiento es seca.

Tipo de consistencia	Asentamiento en cm
Seca (S)	0-2
Plástica (P)	3-5
Blanda (B)	6-9
Fluida (F)	10-15
Líquida (L)	16-20

Figura 6

Tipo de consistencia y asentamiento en cm (primer ensayo)

Tabla 11

Características de los agregados

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Específico kg/m ³	2642	2694	2970
Peso Unitario Suelto	1409	1494	1501
Peso Unitario Varillado	1602	1601	
Módulo de fineza	0.96		
% Humedad Natural	0.50	1.00	
% Absorción	0.81	1.40	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Fuente: Elaboración propia.

Diseños de mezcla en relación agua cemento

Este diseño de mezclas se realizó en base a la selección de los materiales y sus proporciones para así poder producir el concreto de acuerdo a la resistencia, costos, peso, durabilidad y acabados para el producto a realizar. En primer lugar, realizamos un tanteo de en relación agua cemento a/c con los siguientes datos: En el primer ensayo, se adicionó los siguientes materiales que se realizó con un porcentaje de 0.0056 % en metros cúbicos para realizar las primeras tres probetas para las roturas en los días previos. Se agregó $192 \times 0.0056 \text{ m}^3 =$ a la cantidad proporcionada para el desarrollo de las probetas o moldes, por ejemplo:

- **PRIMER ENSAYO**

Tabla 12

Proporciones del primer ensayo

Cemento: $192 \times 0.0056 \text{ m}^3 = 1.075 \text{ kg}$
Agr. Fino : $1217 \times 0.0056 \text{ m}^3 = 6.815 \text{ kg}$
Agr. Grueso : $827 \times 0.0056 \text{ m}^3 = 4.63 \text{ kg}$
Agua : $165 \times 0.0056 \text{ m}^3 = 0.924 \text{ lts}$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13Pesos de los elementos kg/m³ de mezcla en relación a/c 0.86

Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla - Relación a/c 0.86		
	Secos	Corregidos
Cemento	192	192
Agr. Fino	1221	1217
Agr. Grueso	830	827
Agua	165.0	172
Aditivo:1	0.00	0.00
Aditivo :2	0.00	0.00
Colada kg/m ³	2408	2408

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14

Valores de diseño

Valores de diseño				
Agua	R (*)	a/c	Cemento	Aire atrapado
165.0	0.86		191.9	2%

Fuente: Elaboración propia.

- **SEGUNDO ENSAYO**

Tabla 15

Proporciones del segundo ensayo

Cemento: 255 x 0.0056 m ³ = 1.308 kg
Agr. Fino :1184 x 0.0056 m ³ = 6.072 kg
Agr. Grueso :807 x 0.0056 m ³ = 4.124 kg
Agua : 172 x 0.0056 m ³ = 0.963 lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16Pesos de los elementos Kg/m³ de mezcla - Relación a/c 0.65

Pesos de los elementos kg/m³ de mezcla - Relación a/c 0.65		
	Secos	Corregidos
Cemento	255	255
Agr. fino	1187	1184
Agr. grueso	807	804
Agua	165.0	172
Aditivo:1	0.00	0.00
Aditivo :2	0.00	0.00
Colada kg/m³	2414	2414

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

Valores de diseño

Valores de diseño				
Agua	R (*)	a/c	Cemento	Aire atrapado
165.0		0.65	255.0	2%

Fuente: Elaboración propia.

❖ **Tercer ensayo****Tabla 18**

Proporciones del tercer ensayo

Cemento: $295 \times 0.0056 \text{ m}^3 = 1.652 \text{ kg}$
Agr. Fino : $1166 \times 0.0056 \text{ m}^3 = 6.530 \text{ kg}$
Agr. Grueso : $790 \times 0.0056 \text{ m}^3 = 4.424 \text{ kg}$
Agua : $162 \times 0.0056 \text{ m}^3 = 0.907 \text{ lts}$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19Pesos de los elementos kg/m³ de mezcla en relación a/c 0.56

Pesos de los elementos kg/m³ de mezcla Relación a/c 0.56		
	Secos	Corregidos
Cemento	295	295
Agr. fino	1166	1162
Agr. grueso	793	790
Agua	165.0	172
Aditivo:1	0.00	0.00
Aditivo :2	0.00	0.00
Colada kg/m ³	2418	2418

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20

Valores del diseño

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
165.0	0.56	294.6	2%

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a la compresión:

Este ensayo se realizó para observar resultados sobre el producto terminado y así conocer su resistencia de trabajo y así poder tener el conocimiento de los diferentes moldes puestos en la prensa hidráulica la cual es empleada para conocer la resistencia ,a este ensayo se le integra moldes cilíndricos la cual su medidas es de 10 de diámetro por 20 centímetro de alto estas resistencias pueden ser medidas a 7 14 y 28 días después de ser realizadas, ya que, al 28 alcanza el 100 % de su resistencia.

A) Ensayo de resistencia a la compresión en relación agua cemento a/c 0.86

Tabla 21

Reporte de ensayos a la compresión concreto $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$ en relación agua cemento a/c 0.86

Serie Nº	Fecha		Estructura	Progresiva	Lado	Edad	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm ²)	Resisten. Kg/cm ²	%	Promedio Resist Kg/cm ²	Promedio %
	Moldeo	Rotura											
1	11-Oct-23	14-Oct-23	DISEÑO			3	cero		80.0				
1	11-Oct-23	14-Oct-23				3	cero		80.0				
1	11-Oct-23	18-Oct-23	SE UTILIZO ARENA DUNA LADRILLO RECICLADO Y CEMENTO PACASMAYO			7	cero	1727	80.0	21.6	30.8		
1	11-Oct-23	18-Oct-23				7	cero	1625	80.0	20.3	29.0		
1	11-Oct-23	18-Oct-23				7	cero	1696	80.0	21.2	30.3	21.0	30.0
1	11-Oct-23	25-Oct-23				14	cero	2289	80.0	28.6	40.9		
1	11-Oct-23	25-Oct-23				14	cero	2305	80.0	28.8	41.2		
1	11-Oct-23	25-Oct-23				14	cero	2295	80.0	28.7	41.0	28.7	41.0
1	11-Oct-23	8-Nov-23	SE UTILIZO ARENA DUNA LADRILLO RECICLADO Y CEMENTO PACASMAYO			28	cero	2308	80.0	28.9	41.2		
1	11-Oct-23	8-Nov-23				28	cero	2299	80.0	28.7	41.1		
1	11-Oct-23	8-Nov-23				28	cero	2320	80.0	29.0	41.4	28.9	41.2
1	11-Oct-23	8-Nov-23				28	cero	2320	80.0	29.0	41.4	28.9	41.2

Fuente: Elaboración propia.

B) Ensayo de resistencia a la compresión en relación agua cemento a/c 0.65

Tabla 22

Ensayo de resistencia a la compresión en relación agua cemento a/c 0.65

Serie Nº	Fecha		Estructura	Progresiva	Lado	Edad	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm2)	Resisten. Kg/cm2	%	Promedio Resist Kg/cm2	Promedio %
	Moldeo	Rotura											
1	11-Oct-23	14-Oct-23	DISEÑO			3	cero		80.0				
1	11-Oct-23	14-Oct-23				3	cero		80.0				
1	11-Oct-23	18-Oct-23	SE UTILIZO ARENA DUNA LADRILLO RECICLADO Y CEMENTO PACASMAYO			7	cero	3159	80.0	39.5	56.4		
1	11-Oct-23	18-Oct-23		7	cero	3635	80.0	45.4	64.9				
1	11-Oct-23	18-Oct-23		7	cero	3584	80.0	44.8	64.0	43.2	61.8		
1	11-Oct-23	25-Oct-23		14	cero	4489	80.0	56.1	80.2				
1	11-Oct-23	25-Oct-23		14	cero	4520	80.0	56.5	80.7				
1	11-Oct-23	25-Oct-23		14	cero	4475	80.0	55.9	79.9	56.2	80.3		
1	11-Oct-23	8-Nov-23	SE UTILIZO ARENA DUNA LADRILLO RECICLADO Y CEMENTO PACASMAYO			28	cero	4598	80.0	57.5	82.1		
1	11-Oct-23	8-Nov-23		28	cero	4610	80.0	57.6	82.3				
1	11-Oct-23	8-Nov-23		28	cero	4600	80.0	57.5	82.1	57.5	82.2		
1	11-Oct-23	8-Nov-23		28	cero								

Fuente: Elaboración propia.

C) Ensayo de resistencia a la compresión en relación agua cemento a/c 0.56

Tabla 23

Ensayo de resistencia a la compresión en relación agua cemento a/c 0.56

Serie Nº	Fecha		Estructura	Progresiva	Lado	Edad	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm2)	Resisten. Kg/cm2	%	Promedio Resist	Promedio
	Moldeo	Rotura										Kg/cm2	%
1	11-Oct-23	14-Oct-23	DISEÑO			3	cero		80.0				
1	11-Oct-23	14-Oct-23				3	cero		80.0				
1	11-Oct-23	18-Oct-23	SE UTILIZO ARENA DUNA LADRILLO RECICLADO Y CEMENTO PACASMAYO			7	cero	5309	80.0	66.4	94.8		
1	11-Oct-23	18-Oct-23		7	cero	5190	80.0	64.9	92.7				
1	11-Oct-23	18-Oct-23		7	cero	4579	80.0	57.2	81.8	62.8	89.8		
1	11-Oct-23	25-Oct-23		14	cero	5596	80.0	70.0	99.9				
1	11-Oct-23	25-Oct-23		14	cero	5684	80.0	71.1	101.5				
1	11-Oct-23	25-Oct-23		14	cero	5690	80.0	71.1	101.6	70.7	101.0		
1	11-Oct-23	8-Nov-23	SE UTILIZO ARENA DUNA LADRILLO RECICLADO Y CEMENTO PACASMAYO			28	cero	5710	80.0	71.4	102.0		
1	11-Oct-23	8-Nov-23		28	cero	5695	80.0	71.2	101.7				
1	11-Oct-23	8-Nov-23		28	cero	5700	80.0	71.3	101.8	71.3	101.8		

Fuente: Elaboración propia.

- **PROMEDIO DE RESISTENCIA kg cm2**

A continuación, se reflejan los promedios de resistencias obtenidos en cada ensayo a partir del séptimo, catorceavo y veintiochoavo día.

Tabla 24

Resistencia a la compresión

RESISTENCIA			
Días	7	14	28
A/C	0.86	0.65	0.56
	21	43.2	61.1
	28.7	56.2	70.7
	28.9	57.5	71.3

Fuente: Elaboración propia.

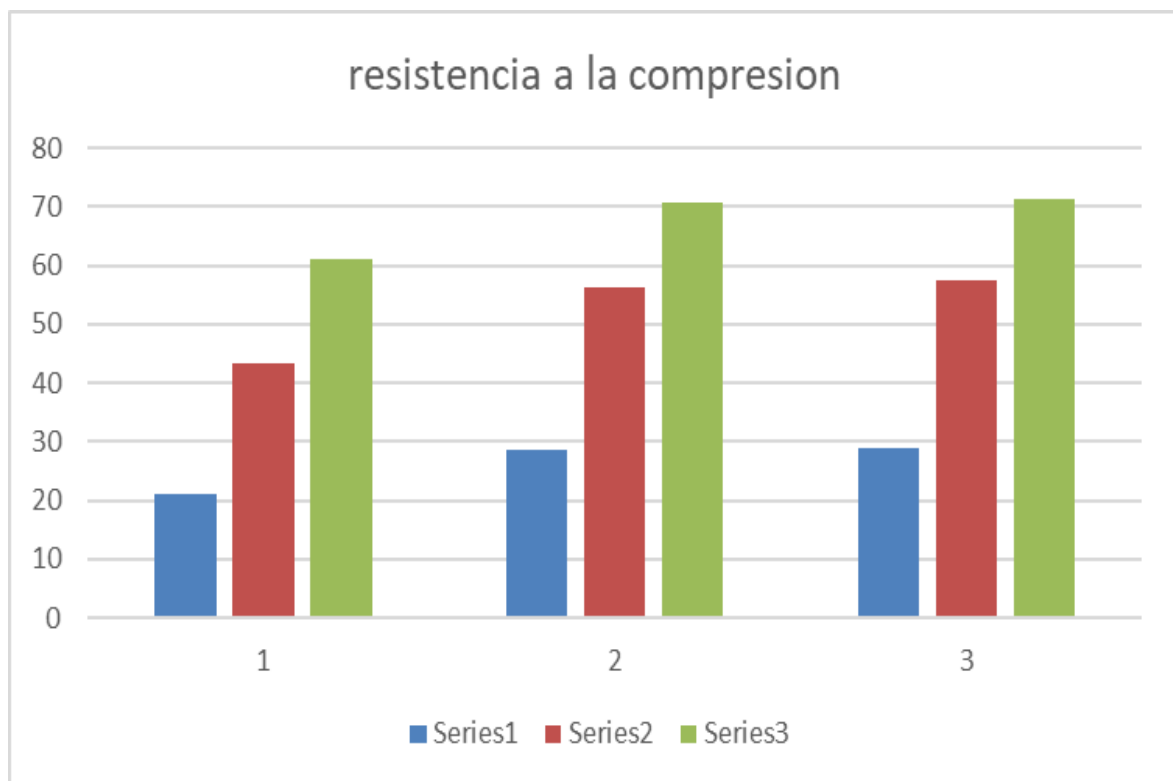


Figura 7

Porcentaje de resistencia kg cm2

Estos ensayos fueron realizados con el propósito de concretar la producción de ladrillos basados en una mezcla o diseño con proporciones o dosis idóneas acorde a la normativa. Así también, tenemos la comparación de los materiales de reciclaje y el material comparado a la producción de las fábricas tanto industriales como artesanales.

- **Comparaciones a la resistencia de la compresión**

La norma ASTM C 140 expuso distintos ensayos para productos fabricados en concreto, como lo son los bloques o ladrillos de mampostería. Dichos ensayos indican que la normativa se halla la medición de dimensiones, la resistencia a la compresión, la absorción y área neta, entre otros.

La dosificación se traduce como proporcionar un volumen del agregado y es equivalente a emplear arena: ladrillo triturado, puesto que, ambos acatan la proporción señalada anteriormente de 60% arena y 40% ladrillo triturado; derivando a un uso idóneo en bloques o ladrillos una mejor resistencia. Es por ello, que la óptima dosificación en volumen se basó en la relación: cemento arena ladrillo triturado con una dosificación inicial de agua (cemento: agua).

En los resultados de los agregados se reveló que se basó en agregados de uso cotidiano, con distintas granulometrías, donde el lugar de muestreo de finos. En todos los casos, la idónea combinación de agregado fino fue en relación 60% arena y 40% ladrillo triturado favoreciendo la mayor densidad de la mezcla. Asimismo, la vibración con la mesa facilita la duplicación de la resistencia de las unidades a diferencia de la compactación de modo manual. Simultáneamente, la mesa vibradora posibilita la fabricación de unidades que acatan las tolerancias dimensionales, por lo cual, las deformaciones que pudieran exteriorizarse en los bloques se atribuyen sólo a la mano de obra empleada.

La resistencia de los ladrillos de cemento a los 7 días representa el 70% de la resistencia y a los 28 días representa el 100%; valor que facilitó realizar ensayos de calidad a corta edad y ajustar la mezcla correspondiente.

Por otra parte, según las normas de un ladrillo debe cumplir con:

- **Bloques o ladrillos**

Se denomina bloque o ladrillo a este producto la cual sus dimensiones nos permitan que pueda ser manipulados con una sola mano. Este producto de albañilería tiene como materia prima el ladrillo reciclado, y el cemento. Estos productos pueden ser sólidos, huecos, tubulares o alveolares y pueden ser fabricadas de manera artesanal o industrial.

- **Ladrillo industrial**

Por lo general estos ladrillos, son utilizados cotidianamente en el área de construcción la cual son muy vitales para la construcción, ya que, se emplean desde mampostería hasta el techado, es por el cual, esta industria es indispensable en el área de la construcción, la variedad de los ladrillos industriales hace que por su gran demanda tengan un precio un poco elevado.

- **Ladrillo artesanal**

Este ladrillo es producido por personas común y corrientes realizadas en grandes hornos con material de arcilla con un presupuesto un poco menos al industrial, pero también con gran demanda, es por eso que se utiliza en la mampostería. Por lo general, mide 30 cm de ancho por 30 cm de largo. Su altura dependerá del grosor del techo: existen ladrillos de 12 cm, 15 cm y 20 cm.

OBJETIVO: Realizar el análisis comparativo del beneficio económico de un bloque de cemento común y un bloque de cemento adicionado con arena duna y ladrillo reciclado.

- Presupuesto de un bloque de cemento común

Tabla 25

Presupuesto de un bloque de cemento común (unidad)

Materiales	Cantidad	Precio unitario	Precio (x100 unidades)
Cemento	100 g	S/. 0.30	S/. 30.00
Arena	0.003cm ³	S/. 0.10	S/. 10.00
Grava	0.002cm ³	S/. 0.10	S/. 10.00
Agua	250 ml	S/. 0.05	S/. 5.00
TOTAL		S/. 0.55	S/. 55.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 25, se observa que el monto de elaboración de 100 bloques de cemento común asciende a S/. 55.00.

Tabla 26

Presupuesto de un bloque de cemento común (unidad) adicionado con arena duna y ladrillo reciclado

Materiales	Cantidad	Precio unitario	Precio (x100 unidades)
Cemento	100 g	S/. 0.30	S/. 30.00
Arena de duna	0.003cm ³	---	---
Ladrillo reciclado de cemento	0.002cm ³	---	----
Agua	250 ml	S/. 0.05	S/. 5.00
TOTAL		S/. 0.35	S/. 35.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 25, se observa que el monto de elaboración de 100 bloques de cemento común asciende a S/. 35.00.

- **Beneficio económico**

Por lo tanto, el beneficio económico se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\text{B.E} = \text{Presupuesto total del bloque común} - \text{Presupuesto total del bloque adicionado}$$

$$\text{B.E} = \text{S/. } 55.00 - \text{S/. } 35.00$$

$$\text{B.E} = \text{S/. } 20.00$$

En este caso, el beneficio económico corresponde a S/. 20.00 por cada 100 unidades de ladrillo, cuyos aditivos poseen propiedades mecánicas reforzadas en favor de cualquier proceso constructivo otorgando mayor seguridad estructural y durabilidad.

V. DISCUSIÓN

En este apartado se precisan los resultados de los estudios similares a la temática de la presente investigación con el propósito de cotejar dichos hallazgos con los encontrados en este estudio para establecer similitudes o contrastes.

En relación al primer objetivo específico, el cual hace mención a determinar las características de los materiales en la elaboración de bloques de cemento. En función a dichas características, los resultados de Reaño-Palacios (2019) indican que la arena de duna es un agregado fino que no se ajusta a los lineamientos de gradación estandarizados en la normativa NTP 400.012 y ASTM C33, pero con una mezcla con otra clase de agregado fino mejora la distribución de partículas evitando efectos no positivo, en relación a su composición química se exhibe niveles alto de sílice y nivel idóneo de cloruro, sulfato y sales solubles que no perjudican la durabilidad del concreto. De modo opuesto, Vargas (2022) explicó que la adición de agregado reciclado no contribuye a optimizar las propiedades del ladrillo de concreto usual, pero se acopla a los requerimientos de la normativa E070 en unidades no portantes. Cabe resaltar que, las unidades no portantes son aquellas que se emplean al construir muros interiores que no se halla sujeta a cargas estructurales significativas.

También, Robayo-Salazar et al. (2020) precisó que los residuos de construcción y demolición incluyendo áridos se utilizaron como ligantes para una aplicación integral demostraron resultados favorables en la resistencia. Es necesario mencionar que, al emplear agregado derivado de los residuos de construcción y demolición permite prolongar la vida útil de los vertederos con la finalidad de disminuir la extracción de recursos naturales. Al igual que, Moulay-Ali et al. (2021) aseveró que el empleo de arena de duna demostró que la mayoría de estudios previos no cumplieron con los requisitos en términos de resistencia mecánica del concreto a causa de la granularidad de la arena y ausencia de granos de arena gruesos. Por lo cual, los resultados hallados en el presente estudio confirman que su uso en bloques de concreto es beneficioso a nivel estructural al otorgar mayor resistencia a la compresión además de brindar mayor durabilidad en

comparación con bloques de cemento común, por lo que, la cifra de 77.2% en el ensayo de equivalente a arena señala un porcentaje relativamente elevado de impurezas y contaminantes, no es perjudicial para la elaboración de dichos bloques. En pocas palabras, la selección de arena duna y ladrillo reciclado derivado del desmonte en la fabricación de bloques de cemento con previa y correcta combinación durante la mezcla logra mejorar significativamente las propiedades estructurales y la durabilidad del producto final. Cabe señalar, que la arena duna a pesar de no cumplir con los estándares de gradación establecidos, logra brindar beneficios significativos en la resistencia de los bloques a la compresión.

En cuanto al segundo objetivo específico basado en determinar la dosis adecuada en la adición de arena duna y ladrillo reciclado en la mejora de propiedades mecánicas de bloques de cemento. Es necesario destacar, el estudio de Contreras et al. (2022), cuyos hallazgos revelan que el uso de áridos reciclados en porcentajes de 50% revelando que se empleó para producir adoquines acordes a requerimientos industriales derivando a valores de absorción de agua menores a 6% y resistencia a la tracción superior a 3.6 MPa basados en los valores límite de la normativa. También, Zhao et al. (2020) aseguró que los bloques de concreto elaborados con 30% y 100% con agregados de concreto reciclado alcanzaron los requerimientos en resistencia, absorción de agua por capilaridad, retracción por secado y resistencia al hielo y deshielo. Asimismo, Horna (2020) especificó que no existe diferencia significativa al usar arena duna para reemplazar al agregado fino al emplear dosis de 1.87%, 1.92% y 0.3%, aunque obtuvo resultados favorables y viables. En base a dichos estudios, se logró deducir que la dosis adecuada para obtener resultados favorables corresponde a 60% de arena duna y 40% de ladrillo reciclado en términos de resistencia y durabilidad en bloques de cemento. Es decir, al emplear dicha dosis se afirma que el uso de la arena duna y ladrillo reciclado no compromete las propiedades mecánicas del producto final.

Por otra parte, Horna (2020) mencionó que la relación a/c de 0.664, una relación a/c de 0.604 con 9 bolsas de cemento y 280 kg/cm con una relación a/c de

0.511 con 11 bolsas de cemento, por lo cual, en el análisis de las propiedades físicas y mecánicas se obtuvieron resultados mayores, pero en menor porcentaje con la data del concreto patrón. Para Quispe y Verástegui (2019) manifestaron que la resistencia a la compresión en agregado reciclado es menor al concreto con agregado patrón, pero en la relación a/c de 0.40 y 0.55 acata el ensayo de límites de absorción y resistencia a la compresión acorde al NTP399.604 y en el peso unitario observó un aligeramiento en los bloques con reciclado. En tal sentido, los resultados hallados en relación a/c de 0.56 a una resistencia de 70 kg/cm² arrojó 101 a los 28 días en un patrón de 70 kg. En pocas palabras, los resultados de esta investigación demuestran que la relación agua/cemento y la cantidad de cemento son factores determinantes en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. A menor relación a/c y mayor cantidad de cemento, se observa un aumento en la resistencia del concreto, aunque estos incrementos pueden ser menores en comparación con los valores del concreto patrón. Es importante tener en cuenta estos hallazgos al momento de diseñar mezclas de concreto para garantizar su calidad y resistencia. Cabe señalar, que la cantidad de cemento también posee un rol relevante en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Un mayor contenido de cemento puede aumentar la resistencia del concreto, pero también puede hacerlo más propenso a la fisuración debido a la contracción por secado. Por lo tanto, es necesario encontrar un equilibrio entre la cantidad de cemento y la relación a/c para obtener un concreto de alta resistencia y durabilidad.

Por lo cual, acorde al tercer objetivo específico que se centró en realizar el análisis comparativo del beneficio económico de un bloque de cemento común y un bloque de cemento adicionado con arena duna y ladrillo reciclado. Es imprescindible señalar que, Campojo et al. (2020) puntualizó que la elaboración de bloques de concreto con 40% de material reciclado y mezcla simple posee bajo costo. En tal sentido, que el presente estudio confirma dicho hallazgo, puesto que, el beneficio económico por unidad elaborada es de S/. 180.00 nuevos soles. Este resultado no solo valida la afirmación realizada por Campojo et al. (2020), también respalda la viabilidad económica al emplear materiales reciclados en la producción de bloques de cemento.

Por otro lado, Contreras et al. (2022) señalaron que existe un ahorro en costos de producción y reduce el impacto ambiental. El término ahorro es similar a beneficio económico donde se puede comparar para hacer un balance financiero para cualquier empresa que desee elaborar dicho producto, así como, representa un ahorro para los consumidores finales en sus construcciones. Este hallazgo es fuertemente relevante en el ámbito empresarial y social en general, dado que, se hallan cada vez más conscientes y comprometidas con la sostenibilidad. De tal modo, que el impacto económico de este estudio no se limita únicamente al beneficio por unidad elaborado al utilizar materiales reciclados como la arena duna y el ladrillo reciclado, puesto que, se resalta el compromiso de reducir los costos de producción, que a su vez deriva a otorgar una reducción a los costos finales para los individuos que empleen dicho material en sus construcciones. Por lo cual, esta reducción brinda una opción más asequible y accesible para diferentes sectores de la sociedad. Adicionalmente, al emplear materiales reciclados, se promueve la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente. En síntesis, la reutilización de materiales como el ladrillo reciclado y la adición de arena duna permite reducir la demanda de materias primas naturales, preservando así los recursos naturales y disminuyendo la generación de residuos.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la adición de arena de duna y ladrillo reciclado contribuye en la mejora de las propiedades mecánicas de bloques de cemento, inclusive, acorde los resultados se ajustan a los requerimientos normativos obligatorios vigentes en el proceso constructivo. Por lo cual, el presente estudio representa una alternativa eco-amigable y respetuosa con el medio ambiente donde el empleo de arena de duna y ladrillo reciclado en bloques de concreto es una solución que implica numerosos beneficios, puesto que, la arena duna se encuentra en áreas comunes del país y el ladrillo reutilizado de residuos de construcciones antiguas puede disminuir la demanda de nuevos materiales de construcción en comparación con los ladrillos convencionales enfatizando que el modelo propuesto presenta beneficios desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.
2. Se determinó que las características de los materiales en la elaboración de bloques de cemento corresponden a que la arena de duna se caracteriza como un material demasiado fino destacando un modulo de fineza de 0.96%, el porcentaje de absorción equivale a 0.806%, 1409 en peso unitario suelto, 1602 en peso unitario compactado y 77.2% en equivalente de arena denotando un nivel relativamente elevado de impurezas y contaminantes. En cuanto, al ladrillo reciclado posee 15.795% de capacidad de absorción. Además, se especificó que el ladrillo reciclado debe ser triturado y no presentar residuos en polvo para obtener resultados favorables.
3. Se determinó que la dosis adecuada en la adición de arena duna y ladrillo reciclado que logra mejorar las propiedades mecánicas de bloques de cemento corresponde a 60% de arena de duna (agregado fino) y 40% de ladrillo reciclado (agregado grueso) con un diseño en relación a/c 0.56 a una resistencia de 70kg/cm² arrojando resultados de 101 a los 28 días, ya que, el patrón requerido es de 70kg. con una mezcla con consistencia baja o seca .la cual es trabajable para el desarrollo de los bloques de cemento denotando

una buena resistencia para ser empleado en algunos trabajos de construcción tales como muros de mampostería.

4. Finalmente, se determinó que en el análisis comparativo del presupuesto económico de 100 bloques de cemento común arrojó S/. 55.00 y un bloque de cemento adicionado con arena duna y ladrillo reciclado posee un costo de S/. 35.00 por cien unidades. Es decir, representa un significativo beneficio económico equivalente a S/. 20.00, que simboliza que es viable maximizando su rentabilidad y posibilidad de éxito, puesto que, permite ahorrar dinero en el proceso constructivo. Adicionalmente, los bloques de cemento adicionados con arena de duna y ladrillo reciclado representan una alternativa rentable al reducir costos y gastos en proyectos de construcción a gran escala sin perjudicar la resistencia y durabilidad enfatizando su viabilidad económica y técnica.

VII. RECOMENDACIONES

- A nivel metodológico, se sugiere aplicar otras proporciones de arena duna y ladrillo reciclado para la elaboración de bloques de cemento para obtener una data cuantitativa y medible acerca de su calidad, idoneidad, nivel de resistencia y durabilidad para uso constructivo.
- A las empresas del sector construcción, se recomienda acoplar la adición de arena duna y ladrillo reciclado en la elaboración de bloques de cemento dado el beneficio económico y ambiental, puesto que, representa una alternativa económica, eco-amigable y que brinda resistencia a nivel estructural para evitar posibles deformaciones o fallas estructurales en las construcciones.
- A futuros indagadores, se sugiere considerar los resultados de la investigación como antecedente clave para comparar dichos hallazgos, ya que, existen pocos estudios donde incorporen arena duna y ladrillo reciclado a nivel nacional e internacional.

REFERENCIAS

- ABDULLAH, Duaa, ABBAS, Zena y ABD, Sohair. (2021). Study of Using of Recycled Brick Waste (RBW) to produce Environmental Friendly Concrete[en línea]. A Review. *Journal of Engineering*, 27(11), 1-14. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://joe.uobaghdad.edu.iq/index.php/main/article/view/1435> DOI: <https://doi.org/10.31026/j.eng.2021.11.01>
- AGUILAR, Erasmo, HERNÁNDEZ, Eddisson y ESPINOZA, Pablo. (2021). Concreto reciclado a partir de escombros de mampostería de bloque de cemento[en línea]. *Revista Científica NEXO*, 34(5), 7-19. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. DOI:<https://doi.org/10.5377/nexo.v34i05.13099>
- AHMAD, Jawad, MAJDI, Ali, DEIFALLA, Ahmed, QURESHI, Hisham, SALEEM, Muhammad, QAIDI, Shaker y EL-SHORBAGY, Mohammed. (2022). Concrete Made with Dune Sand: Overview of Fresh, Mechanical and Durability Properties[en línea]. *Materials*, 15(17), 1-19. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en:<https://www.mdpi.com/1996-1944/15/17/6152#B40-materials-15-06152>
- CAMPOJO, Jowison, CASTILLO, Santos, GARCÍA, Nelvin y VERAMENDI, Abner. (2020). Verificación de la caracterización mecánica de bloques de concreto con RCD y su aporte a la sostenibilidad en Lima Metropolitana[en línea]. Tesis de pregrado. Universidad San Ignacio de Loyola. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en:<https://repositorio.usil.edu.pe/items/b314ae90-a451-4496-a25c-1322bc517ee8>
- CAPECO. (17 de Agosto de 2022). *Construcción piurana tuvo un excelente 2021, experimenta un incierto 2022 y vivirá un futuro desafiante*[en línea]. CAPECO. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://www.capeco.org/entrada-noticia/construccion-piurana-tuvo-un-excelente-2021-experimenta-un-incierto-2022-y-vivira-un-futuro-desafiante>
- CONTRERAS, Manuel, ROMERO, Maximina, GÁZQUEZ, Manuel y BOLÍVAR, Juan. (2022). Construction and demolition waste as recycled aggregate for environmentally friendly concrete paving[en línea]. *Environmental Science*

and Pollution Research, 9826-9840. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023].
Disponibile en:<https://www.proquest.com/docview/2621924372?pq-origsite=primo>

COTRINA, Boris. (2021). Análisis de las propiedades de morteros cemento-arena al reemplazar distintos porcentajes de arena de río por arena de duna, Lambayeque - 2020[en línea]. Tesis de pregrado. Universidad de Chiclayo. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <http://repositorio.udch.edu.pe/bitstream/UDCH/1044/1/TESIS%20BORIS%200.pdf>

CUIPAL, Betty. (2018). Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas - Huancas, Amazonas, 2018[en línea]. Tesis. Universidad César Vallejo. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3225518>

DANG, Juntao, ZHAO, Jun, PANG, Sze y ZHAO, Shunbo. (2020). Durability and microstructural properties of concrete with recycled brick as fine aggregates[en línea]. *Construction and Building Materials*, 262(1). [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120032>

DAWOOD, Abbas y JABER, Ahmed. (2022). Effect of Dune Sand as Sand Replacement on the Mechanical Properties of the Hybrid Fiber Reinforced Concrete[en línea]. *Sciendo*, 18(1), 111-136. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. DOI:<https://doi.org/10.2478/cee-2022-0012>

DE SOUSA, Célio, CAMELLO, Fernando, TIMBÓ, Fabiano (2017). Importance of using basic statistics adequately in clinical research[en línea]. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 67(6), 619-625. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rba/a/N5PgBCrzhDkfRbX8QXsctHx/?format=pdf&lang=en>

DOBROWOLSKA, Karolina. (04 de Marzo de 2021). *¿Cómo afecta la construcción al medio ambiente?* [en línea] Archdesk. [Fecha de consulta 04 de julio del

2023]. Disponible en: <https://archdesk.com/es/blog/como-afecta-la-construccion-al-medio-ambiente/>

ESTEBAN, Nicomedes. (2018). *Tipo de investigación*[en línea]. Core.ac.uk: [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>

GUNAWAN, Robby, KURNIAWAN, Joel y SUGIHARTO, Handoko. (2020). KONTROL KUALITAS PADA PRODUKSI CONCRETE BLOCK DI PT. PANEN RAYA KENCANA, BANYUWANGI[en línea]. *Journal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 9(2). [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/10683>

HERRERA, Mercedes. (2022). Residuos de la construcción y demolición en el litoral marino de Lima Metropolitana (Perú): recomendaciones para su adecuada gestión[en línea]. *South Sustainability*, 3(1), 1-4. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/download/1055/971/>

HORNA, Alfred. (2020). Evaluación de las propiedades del concreto empleando arena marina como agregado, Pimentel[en línea]. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Señor de Sipán. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8998>

LERMA, Anibal, VÁZQUEZ, Jesús, MARTÍNEZ, Mario, GONZÁLEZ, Luis, CORONADO, Juan, BARRAZA, Macías, MEJÍA, Manuel, MERCADO, Juan. (2021). Manual de temas nodales de la investigación cuantitativa. Un abordaje didáctico. Universidad Pedagógica de Durango. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <http://www.upd.edu.mx/PDF/Libros/Nodales.pdf>

LIKES, Lauren, MARKANDEYA, Ananya, HAIDER, Md, BOLLINGER, David, MCCLOY, John y NASSIRI, Somayeh. (2022). Recycled concrete and brick powders as supplements to Portland cement for more sustainable concrete[en línea]. *Journal of Cleaner Production*, 364(1). [Fecha de

- consulta 04 de julio del 2023]. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132651>
- LUO, Xu, GAO, Jianming, LI, Shujun, XU, Zhenhai y CHEN, Gaofeng. (2022). Experimental study on the early-age properties of cement pastes with recycled brick powder[en línea]. *Construction and Building Materials*, 347(1). [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128584>
- MADUEÑO, Florencio, CHOQUE, Leopoldo y CLEMENTE, Luis. (2023). Ladrillo reciclado para elaboración de pavimento permeable para parqueaderos[en línea]. *Novasinerzia*, 6(1), 19-35. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. DOI:
<https://doi.org/10.37135/ns.01.11.02>
- MOULAY-ALi, Abderrahmane, ABDELDJALIL, Mhammed y KHELAFI, Hamid. (2021). An experimental study on the optimal compositions of ordinary concrete based on corrected dune sand—Case of granular range of 25 mm[en línea]. *Case Studies in Construction Materials*. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221450952100036X?via%3Dihub>
- MUÑOZ, Segundo. (2020). Diseño de micropavimento con emulsión asfáltica modificada con polímero (CQS – 1hP) para el camino vecinal de Sumuche Alto – Distrito de Huarmaca, Huancabamba, Piura 2018[en línea]. *Tesis. Universidad César Vallejo*. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50493>
- PAUN, Lou. (17 de Junio de 2023). *What is a Cement Block?* [en línea] About Mechanics. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://www.aboutmechanics.com/what-is-a-cement-block.htm>
- QUISPE, Frank y VERÁSTEGUI, Edward. (2019). Propiedades físicas-mecánicas de bloques de hormigón elaborado con agregado grueso reciclado de residuos de construcción en la ciudad de Abancay[en línea]. Tesis de pregrado. Universidad Ricardo Palma. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en:
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2797/CIV_T03

0_70670808_T%20%20%20QUISPE%20ARCE%20FRANK%20JHOSEP%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

REAÑO-PALACIOS, Fiorella. (2019). Evaluación experimental del uso de arena de duna como agregado fino para el concreto[en línea]. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad de Piura. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4090/ICI_272.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ROBAYO- SALAZAR, Rafael, VALENCIA- SAAVEDRA, William y MEJÍA, Ruby. (2020). Construction and Demolition Waste (CDW) Recycling—As Both Binder and Aggregates—In Alkali-Activated Materials: A Novel Re-Use Concept[en línea]. *Sustainability*, 12(14). [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2425916760?accountid=15299&pq-origsite=primo&forcedol=true>

ROSCA, Bogdan. (2022). Comparative aspects regarding concrete of structural grade made with recycled brick aggregate with / without fine particles from crushing[en línea]. *Materialstoday: Proceedings*, 60(2), 982-987. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.362>

SÁNCHEZ, María y TAGUADA, Germania. (2021). Identificación de los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas en la elaboración de bloques de cemento en la parroquia Eloy Alfaro del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, durante el período 2020-2021[en línea]. Proyecto de Investigación. Universidad Técnica de Cotopaxi. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10249/1/PC-002634.pdf>

SELTMAN, Howard. (2018). Experimental design and analysis[en línea]. *CMU Statistics*. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <http://www.stat.cmu.edu/~hseltman/309/Book/Book.pdf>

SHALABI, Faisal, MAZHER, Javed, KHAN, Kaffayatullah, NASIR, Muhammad, ALBAQSHI, Alaa, ALAMER, Abdullah, BARSHEED, Ali, Alshuaibi, Othman.

- (2021). Influence of Lime and Volcanic Ash on the Properties of Dune Sand as Sustainable Construction Materials[en línea]. *Materials*, 14(3). [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/3/645>
- SHUKLA, Satishprakash. (2020). Concept of population and sample. *How to write on Research paper?* [en línea] [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/346426707_CONCEPT_OF_POPULATION_AND_SAMPLE
- SONG, Jianying, WANG, Jianlong, XI, Guangpeng y LIN, Hongjun. (2021). Evaluation of stormwater runoff quantity integral management via sponge city construction: A pilot case study of Jinan[en línea]. *Urban Water Journal*, 18(3), 151-162. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1573062X.2020.1860237>
- STRATTON, Samuel. (2021). Population Research: Convenience Sampling Strategies[en línea]. *Prehospital and Disaster Medicine*, 373-374. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/prehospital-and-disaster-medicine/article/population-research-convenience-sampling-strategies/B0D519269C76DB5BFFBFB84ED7031267>
- VARGAS, Pedro. (2022). Comparación de ladrillos comerciales y ladrillos con agregado reciclado en sus propiedades físicas para viviendas de Villa El Salvador, 2022[en línea]. Tesis de pregrado. Universidad César Vallejo. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/108915/Vargas_APL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ZEMAN, Sajid, ABED, Musab y RESAN, Sa'ad. (2021). Utilisation of Dune Sand and Clay Brick Waste in the Production of Sustainable Concrete[en línea]. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1067(1), 1-15. [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. DOI:10.1088/1757-899X/1067/1/012023

ZHAO, Zengfeng, COURARD, Luc, GROSLAMBERT, Sylvie, JEHIN, Thomas, LEONARD, Angélique y XIAO, Jianzhuang. (2020). Use of recycled concrete aggregates from precast block for the production of new building blocks: An industrial scale study[en línea]. *Resources, Conservation and Recycling*, 157(1). [Fecha de consulta 04 de julio del 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920301075>

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de operacionalización

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Arena duna y ladrillo reciclado	En primer lugar, la arena de duna es contemplada como una excelente fuente de agregado fino y se halla regularmente en las áreas adyacentes a la costa o áreas secas como desiertos donde existe poca vegetación con una tendencia a acumularse por acción del viento en forma de colinas, por lo cual, su uso obtiene resultados variados en el sector construcción (Reaño-Palacios, 2019, p. 15-16). En segundo lugar, el ladrillo reciclado es considerado como un agregado ecológico que contribuye a la conservación de los recursos del agregado natural, cuya procedencia deriva de residuos de construcción de edificios, residuos de derribos de construcción y residuos de industria cerámica, por lo que, su obtención deriva de un proceso de trituración donde existe un porcentaje sustancial de partículas pequeñas y se tipifica como agregado fino y suele descartarse en el uso (Rosca, 2022, p. 982).	La adición de arena duna y ladrillo reciclado como agregados para mejorar las propiedades mecánicas de los bloques de cemento. Por ello, se requiere ejecutar distintos ensayos de laboratorio para caracterizar cada material y obtener el porcentaje adecuado para alcanzar un bloque de concreto con propiedades estables, optimas, eco-amigables, durables, resistentes y con bajo costo.	Características generales de la arena duna	Análisis granulométrico – ASTM C136	Razón
				Gravedad específica y absorción de los agregados – NTP 400.022	
				Peso unitario de agregado – suelto/compactado – NTP 400.017	
				Equivalente de arena ASTM D-2419	
			Características físicas del ladrillo reciclado	Análisis granulométrico – ASTM C136	
				Gravedad específica y absorción de los agregados – NTP 400.022	

Variable dependiente:	Es aquel material prefabricado modular que se emplea para construir muros similares a los ladrillos de construcción que se unifican entre sí con un mortero de cemento, agua y arena (Sánchez y Taguada, 2021, p.13). Inclusive, la tipología de bloques corresponde a bloques de 10 y 15 incluyendo materiales como polvo blanco, cemento, chasqui y agua(Sánchez y Taguada, 2021, p.13).	A través, de la incorporación de arena duna y ladrillo reciclado, se busca que el bloque de cemento posea un nivel óptimo en propiedades mecánicas y físicas acorde a los requerimientos de la normativa técnica peruana.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Numeral
Bloque de cemento			Presupuesto	Análisis económico de del bloque de cemento con adición de arena duna y ladrillo reciclado	
				Análisis económico de un bloque de cemento de uso común.	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 02: Matriz de consistencia

TÍTULO: Adición de arena duna y ladrillo reciclado para mejorar las propiedades mecánicas de bloques de cemento.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	METODOLOGÍA	POBLACIÓN / ESCENARIO DEL ESTUDIO
¿De qué manera la adición de arena duna y ladrillo reciclado permite mejorar las propiedades mecánicas de bloques de cemento?	Evaluar la adición de arena duna y ladrillo reciclado en la mejora de las propiedades mecánicas de bloques de cemento	La adición de arena duna y ladrillo reciclado mejora las propiedades mecánicas de bloques de cemento.	Variable dependiente: Arena duna y ladrillo reciclado. Características generales de la arena de duna Características físicas del ladrillo reciclado	P: totalidad de especímenes de bloques de cemento adicionados con arena duna y ladrillo reciclado. M: 27 especímenes de bloques de cemento.
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	Variable independiente	TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
¿Qué características deben poseer los materiales a utilizar en la elaboración de bloques de cemento?	Determinar las características de los materiales en la elaboración de bloques de cemento.	Las características de los materiales utilizados favorecen a las propiedades mecánicas de bloques de cemento.	Bloques de cemento Propiedades mecánicas Presupuesto Tipo de investigación Tipo: Aplicada	Observación – Fichas de registro
¿Cuál es la dosis adecuada en la adición de arena duna y ladrillo reciclado en los bloques de cemento?	Determinar la dosis adecuada en la adición de arena duna y ladrillo reciclado en la mejora de propiedades mecánicas de bloques de cemento.	La dosis adecuada en la adición de arena duna y ladrillo reciclado mejora las propiedades mecánicas de bloques de cemento.	Enfoque: Cuantitativo Diseño: Experimental.	

Realizar el análisis comparativo del beneficio económico al comparar un bloque de cemento común y un bloque de cemento adicionado con arena duna y ladrillo reciclado. Existe un beneficio económico al comparar un bloque de cemento común y un bloque de cemento adicionado con arena duna y ladrillo reciclado.

ANEXO 03: INSTRUMENTOS

FICHA DE REGISTRO N° 01: GRANULOMETRÍA DE ARENA DUNA

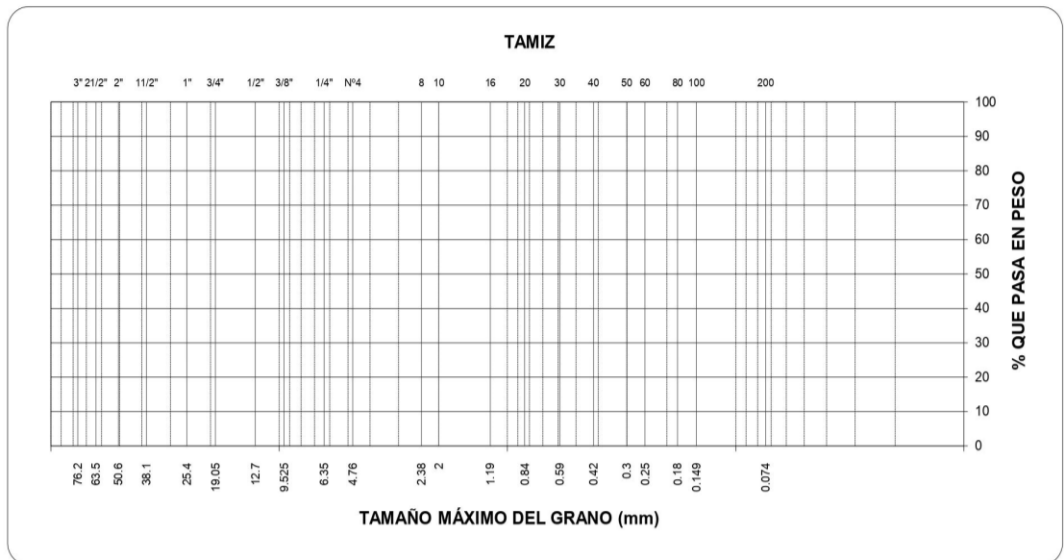


ASTROS INGENIEROS S.R.L.
CONSTRUCCIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANALISIS GRANULOMETRICO - ASTM C136

FECHA DE MUESTREO:		MATERIAL:	ARENA DE DUNA
HORA DE MUESTREO:		CANTERA:	
FECHA DE ENSAYO:		UBICACIÓN:	ACOPIO

Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra
3"							Peso Inicial (gr): M.F. =
2 1/2"							
2"							
1 1/2"							
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"							
1/4"							
4							
8							
10							
16							
20							
30							
40							
50							
100							
200							
< 200							



FICHA DE REGISTRO N° 02: EQUIVALENTE DE ARENA



ASTROS INGENIEROS S.R.L.
CONSTRUCCIONES EN GENERAL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

REGISTRO : _____	MATERIAL: _____
FECHA MUESTREO: _____	CANtera: _____
HORA MUESTRO: _____	UBICACIÓN: _____
FECHA ENSAYO: _____	_____

		IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm					
Hora de entrada a saturación						
Hora de salida de saturación (mas 10")						
Hora de entrada a decantación						
Hora de salida de decantación (mas 20")						
Altura máxima de material fino	mm					
Altura máxima de la arena	mm					
Equivalente de Arena	%					

OBSERVACIONES:

FICHA DE REGISTRO N° 03: GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS (NORMA NTP 400.022)



ASTROS INGENIEROS S.R.L.
CONSTRUCCIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS (NORMA NTP 400.022)

FECHA DE MUESTREO:		MATERIAL:
HORA DE MUESTREO:		CANTERA:
FECHA DE ENSAYO:		UBICACIÓN:

AGREGADO - ARENA NATURAL

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)			
B	Peso Frasco + agua			
C	Peso Frasco + agua + A (gr)			
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)			
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)			
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)			
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)			
	Pe bulk (Base seca) = F/E			
	Pe bulk (Base saturada) = A/E			
	Pe aparente (Base Seca) = F/G			
	% de absorción = ((A - F)/F)*100			

OBSERVACIONES:

AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)			
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)			
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)			
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)			
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)			
	Pe bulk (Base seca) = D/C			
	Pe bulk (Base saturada) = A/C			
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E			
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)			

Observaciones:

FICHA DE REGISTRO N° 04: PESO UNITARIO DE AGREGADO – SUELTO / COMPACTADO (NORMA NTP 400.017)



ASTROS INGENIEROS S.R.L.
CONSTRUCCIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PESO UNITARIO DE AGREGADO - SUELTO / COMPACTADO - NORMA NTP 400.017

FECHA DE MUESTREO: _____ HORA DE MUESTREO: _____ FECHA DE ENSAYO: _____	MATERIAL: _____ CANTERA: _____ UBICACIÓN: _____
---	---

PESO UNITARIO SUELTO


D	Descripción del Ensayo	1	2	3	Promedio
	N° de Ensayo	1	2	3	
A	Peso agregado + recipiente (g)				
B	Peso del recipiente (g)				
C	Peso agregado (g) = (A) - (B)				
D	Volumen del recipiente (cc)				
E	Peso Unitario= (C) / (D)				
F	Promedio Peso Unitario (Kg/m3)				

PESO UNITARIO COMPACTADO

D	Descripción del Ensayo	1	2	3	Promedio
	N° de Ensayo	1	2	3	
A	Peso agregado + recipiente (g)				
B	Peso del recipiente (g)				
C	Peso agregado (g) = (A) - (B)				
D	Volumen del recipiente (cc)				
E	Peso Unitario= (C) / (D)				
F	Promedio Peso Unitario (Kg/m3)				

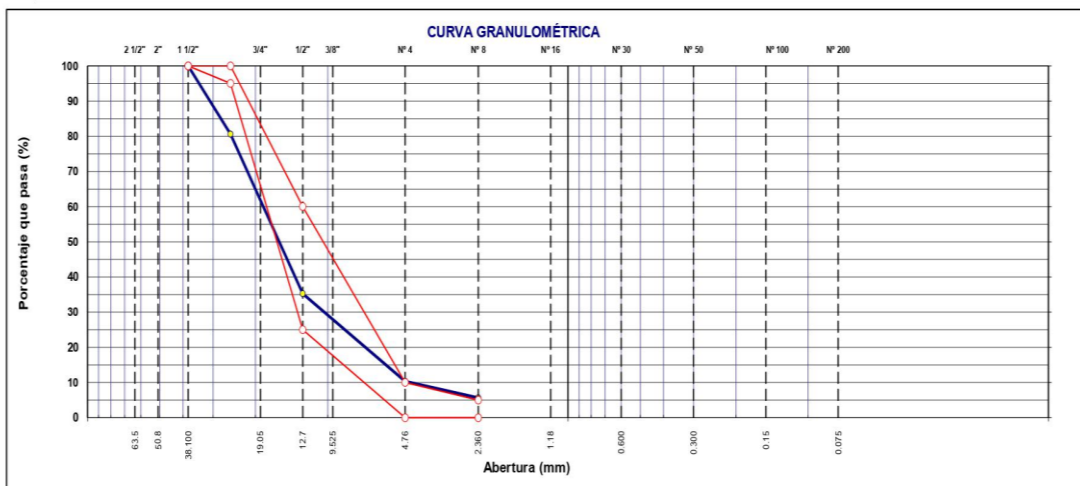
OBSERVACIONES :

FICHA DE REGISTRO N° 05: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM C 136)

	ASTROS INGENIEROS S.R.L. CONSTRUCCIONES EN GENERAL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA ASTM C 136	

MATERIAL : UBICACIÓN : MUESTRA : TAMAÑO MAX. : CANTERA :	FECHA :
--	---------

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG-57	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"							PESO TOTAL = gr
2 1/2"							MÓDULO DE FINURA = %
2"							PESO ESPECÍFICO:
1 1/2"							P.E. Bulk (Base Seca) = gr/cm ³
1"							P.E. Aparente (Base Seca) = gr/cm ³
3/4"							Absorción = %
1/2"							PESO UNIT. SUELTO = kg/m ³
3/8"							PESO UNIT. VARILLADO = kg/m ³
#4							CARAS FRACTURADAS:
#8							1 cara o más = %
							2 caras o más = %
							Partículas chatas y alarg. = %
							% HUMEDAD: P.S.H. P.S.S. % Humedad
							OBSERVACIONES:
TOTAL		0.0					



FICHA DE REGISTRO N° 06: GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS (NORMA NTP 400.021)



ASTROS INGENIEROS S.R.L.
CONSTRUCCIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS
(NORMA NTP 400.021)

FECHA DE MUESTREO:		MATERIAL:	
HORA DE MUESTREO		CANTERA:	
FECHA DE ENSAYO:		UBICACIÓN:	

AGREGADO FINO

- A Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)
 - B Peso Frasco + agua
 - C Peso Frasco + agua + A (gr)
 - D Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)
 - E Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)
 - F Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)
 - G Vol de masa = E - (A - F) (gr)
- Pe bulk (Base seca) = F/E
 Pe bulk (Base saturada) = A/E
 Pe aparente (Base Seca) = F/G
 % de absorción = ((A - F)/F)*100

AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)					
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)					
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)					
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)					
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)					
	Pe bulk (Base seca) = D/C					
	Pe bulk (Base saturada) = A/C					
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E					
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)					

Observaciones:

FICHA DE REGISTRO N° 07: PESO UNITARIO DE AGREGADO – SUELTO / COMPACTADO (NORMA NTP 400.017)



ASTROS INGENIEROS S.R.L.
CONSTRUCCIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

PESO UNITARIO DE AGREGADO - SUELTO / COMPACTADO - NTP400.017

FECHA DE MUESTREO: _____ HORA DE MUESTREO: _____ FECHA DE ENSAYO: _____	MATERIAL: _____ CANTERA: _____ UBICACIÓN: _____
---	---

PESO UNITARIO SUELTO

D	Descripción del Ensayo	1	2	3		Promedio
	N° de Ensayo	1	2	3		
A	Peso agregado + recipiente (g)					
B	Peso del recipiente (g)					
C	Peso agregado (g) = (A) - (B)					
D	Volumen del recipiente (cc)					
E	Peso Unitario= (C) / (D)					
F	Promedio Peso Unitario (Kg/m3)					

PESO UNITARIO COMPACTADO

N° de Ensayo	Descripción del Ensayo	1	2	3		
A	N° de Ensayo	1	2	3		
B	Peso agregado + recipiente (g)					
C	Peso del recipiente (g)					
D	Peso agregado (g) = (A) - (B)					
E	Volumen del recipiente (cc)					
F	Peso Unitario= (D) / (E)					
G	Promedio Peso Unitario (Kg/m3)					

OBSERVACIONES :

FICHA DE REGISTRO N° 08: DISEÑO DE MEZCLA PARA BLOQUETAS



ASTROS INGENIEROS S.R.L.
CONSTRUCCIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

Diseño de Mezcla para bloquetas
 $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$

Elementos

Cemento :

Ag. Fino :

Ag. Grueso :

Agua :

Aditivo : 1 : _____ P, Especif, _____ kg/lt

Aditivo : 2 : _____

Asentamiento :

Concreto :

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m ³			
Peso Unitario Suelto			
Peso Unitario Varillado			
Módulo de fineza			
% Humedad Natural			
% Absorción			
Tamaño Máximo Nominal			

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
165.0	0.86	191.9	2%

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregado

Volumen absoluto de agregados	Fino	60%	0.000	m3		0	kg/m3
0.000	m3	Grueso	40%	0.000	m3	0	kg/m3

Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla			Aporte de agua en los agregados	
	Secos	Corregidos	Ag. fino	
Cemento			Ag. grueso	
Agr. fino			Agua libre	
Agr. grueso			Agua efectiva	
Agua				
Aditivo:1				
Aditivo :2				
Colada kg/m ³				

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio						
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo -I lt	Aditivo II lt
En m3						
En pie3						

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio							
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)	Observaciones :
	En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie3)	Ag. Grueso (pie3)	Agua (lt)	Aditivo 1 (ml)	
							sin aditivo

ANEXO 04: Panel fotográfico



Fotografía 1 Lugar de acopio del ladrillo reciclado



Fotografía 2 Lugar de acopio de la arena de duna



Fotografía 3 Mezclado manual



Fotografía 4 Mezclado mecánico



Fotografía 5 Moldeado



Fotografía 6 Pesaje del ladrillo reciclado triturado



Fotografía 7 Curado



Fotografía 8 Secado y almacenamiento



Fotografía 9 Ensayo de compresión



Fotografía 10 Ensayo de compresión de los especímenes